

Pemodelan Dinamis *Distributed Lag* Dengan Menggunakan Metode Koyck Dan Metode Almon

Dora Panny Nurcahaya Sitorus¹, Widiarti¹, Agus Sutrisno¹, Mustofa Usman¹.

¹Jurusan Matematika, Fakultas MIPA, Universitas Lampung
Jl. Prof. Soemantri Bojonegoro No. 1 Bandar Lampung

*Email korespondensi: widiarti08@gmail.com

Abstrak

Distributed lag model atau model lag terdistribusi termasuk model dinamis sebab pengaruh perubahan satu unit dalam nilai variabel bebas (X) terdistribusi selama periode waktu. Model lag terdistribusi ada 2 jenis, yaitu: model *infinite lag* dan model *finite lag*. Pemodelan *infinite lag* memakai metode Koyck dan pemodelan *finite lag* menggunakan metode Almon. Model lag terdistribusi digunakan untuk memvisualkan dampak yang dilakukan oleh variabel bebas terhadap variabel tak bebas. Penelitian ini bertujuan mengaplikasikan model dinamis *distributed lag* melalui pemakaian metode transformasi Koyck dan metode transformasi Almon untuk mengkaji pengaruh kurs rupiah Indonesia terhadap nilai ekspor garmen PT. Shinwon ke mancanegara dan menentukan model terbaik dalam pemodelan dinamis *distributed lag* dengan memakai metode transformasi Koyck dan metode transformasi Almon. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemodelan dinamis *distributed lag* dengan memakai metode transformasi Almon lebih baik dibanding transformasi Koyck.

Kata kunci : Model lag terdistribusi, Metode Koyck, Metode Almon, Kurs Indonesia, Ekspor.

Abstract

The distributed lag Model is a dynamic model due to the effect of a one-unit change in the value of the distributed independent variable (X) over a period of time. Distributed lag Model there are 2 types, namely: infinite lag model and finite lag model. Infinite lag modeling using koyck method and finite lag modeling using Almon method. This distributed lag Model is used to visualize the impact caused by the independent variable on the dependent variable. This study aims to apply a dynamic model of distributed lag by using the koyck transformation method and Almon transformation method to assess the effect of the rupiah exchange rate on the value of garment exports PT. Shinwon went abroad and determined the best model in Dynamic Modeling of distributed lag using the koyck transformation method and the Almon transformation method. The results showed that dynamic modeling of distributed lag with Almon transformation method is better than koyck transformation.

Keywords: Distributed lag model, Koyck method, Almon method, Indonesian exchange rate, export.

1. Pendahuluan

Ekonometrika ialah pengukuran ekonomi yang menerapkan ilmu matematika dan metode statistika dalam mengkaji teori ekonomi pada data [1]. Model ekonometrika yang salah satunya memiliki hubungan satu arah variabel satu dengan variabel lainnya ialah model regresi linier, ini berarti bahwa variabel bebas (X) mempengaruhi variabel tidak bebas (Y) [2]. Keberhasilan dari analisis regresi linear sangat bergantung pada ketersediaan data, salah satu data yang sering dianalisis adalah data deret waktu. *Distributed Lag model* atau model lag terdistribusi adalah model regresi linear deret waktu dinamis sebab pengaruh perubahan satu unit dalam nilai variabel bebas (X) tersebar pada selama periode waktu .

Penentuan *distributed lag model* dapat dilakukan melalui metode Koyck & metode Almon yang mana gampang diaplikasikan guna memperkirakan *distributed lag model*. Dalam melakukan penentuan perkiraan model dinamis terdistribusi lag yang panjang lag-nya (waktu) tak diketahui, maka dipakailah Metode Koyck ini. Lalu, saat melakukan penentuan estimasi model terdistribusi lag yang panjang lag (waktu) diketahui, maka dipakailah Metode Almon [3]. Metode Almon juga disebut alternatif untuk model regresi lag karena metode ini tidak melanggar asumsi dasar *ordinary least square* yang berkaitan dengan faktor gangguan.

Dalam penelitiannya Pratami dkk., 2016 menunjukkan bahwa Metode Almon model terbaik dibanding metode Koyck [4], Sedangkan dalam penelitian Lihawa dkk., 2022 Metode Koyck model terbaik dibanding metode Almon [5]. Berdasarkan uraian tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai pemodelan

dinamis *distributed lag* pada kasus pengaruh kurs rupiah Indonesia terhadap nilai ekspor garmen PT. Shinwon ke mancanegara dengan memakai metode Almon & metode Koyck serta menentukan model terbaik dari kedua metode menggunakan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dan MASE (*Mean Absolute Scaled Error*).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisis Regresi Linier Berganda

Regresi Linier berganda ialah regresi linier yang satu variabel tak bebas dikaitkan dengan lebih dari satu variabel bebas (X). Secara matematis, model regresi linier berganda dapat ditulis sebagai berikut:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i \quad (1)$$

Metode kuadrat terkecil atau *Ordinary Least Square* digunakan dalam penghitungan a & b pada persamaan regresi sebagai penduga α dan β , sedemikian rupa yang membuat total kuadrat galat ($\sum e_i^2$) memiliki nilai terkecil [6]. Estimasi $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ diperoleh melalui metode kuadrat terkecil melalui rumus:

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T Y \quad (2)$$

Ada beberapa asumsi yang digunakan dalam metode kuadrat terkecil, diantaranya yaitu residual berdistribusi normal, non-multikolinearitas, non-autokorelasi, dan homoskedastisitas. Berdasarkan asumsi yang dipaparkan bahwa tidak ada kesalahan dalam memperinci model persamaan regresi atau dapat disebut model persamaan regresi telah terperinci dengan benar. pengujian asumsi dilakukan dengan pengujian kesesuaian suatu model regresi, yaitu melakukan uji simultan (F), uji parsial (t).

2.2 Model Dinamis Terdistribusi Lag

Distributed lag model atau model lag terdistribusi adalah model dinamis sebab pengaruh perubahan satu unit dalam nilai variabel bebas (X) terdistribusi pada selama periode waktu. Model lag terdistribusi ada 2 jenis, yaitu:

a. Model *Infinite Lag*

Secara matematis, model *infinite lag*: $Y_t = \alpha + \beta_0 X_t + \beta_1 X_{t-1} + \beta_2 X_{t-2} + \dots + \varepsilon_t$ (3)
Pada model *infinite lag* rentang dari selang waktu atau panjang beda kala tidak diketahui.

b. Model *Finite Lag*

Model *finite lag*: $Y_t = \alpha + \beta_0 X_t + \beta_1 X_{t-1} + \beta_2 X_{t-2} + \dots + \beta_k X_{t-k} + \varepsilon_t$ (4)
Pada model *finite lag* rentang dari selang waktu atau panjang beda kala diketahui yaitu, sebanyak k .

2.3 Metode Koyck Pada Model Lag Terdistribusi

Koyck sudah memberikan usulan jika metode yang dipakai untuk perkiraan model distribusi *lag*. Diasumsikan tanda yang sama dimiliki oleh seluruh koefisien β . Koefisien itu dianggap oleh Koyck menurun secara geometris melalui model *infinite lag*:

$$\beta_k = \beta_0 \lambda^k; \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (5)$$

Dengan $0 < \lambda < 1$, yang dikenal sebagai *rate of decline of decay* / rerata tingkat penurunan dari distribusi beda kala, & dengan $(1 - \lambda)$ kecepatan penyesuaian / *speed of adjustment*. Persamaan pada model *infinite* berarti jika nilai tiap koefisien $\beta_{k-1} < \beta_k$ karena $0 < \lambda < 1$. Model Koyck dirumuskan dalam bentuk sebagai berikut:

$$Y_t = (\lambda - 1)\alpha + \beta_0 X_t + \lambda X_{t-1} + (\varepsilon_t - \lambda \varepsilon_{t-1}) \quad (6)$$

2.4 Metode Almon Pada Model Lag Terdistribusi

Almon merupakan alternatif pada model regresi lag yang menghindari masalah permasalahan estimasi *ordinary least square* yang berkaitan dengan model autoregresif. Model yang dipakai dalam Metode Almon ialah model *finite lag* sebagai berikut:

$$Y_t = \alpha + \beta_0 X_t + \beta_1 X_{t-1} + \beta_2 X_{t-2} + \dots + \beta_k X_{t-k} + \varepsilon_t \quad (7)$$

Atau

$$Y_t = \alpha + \sum_{i=0}^k \beta_i X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (8)$$

Almon mengasumsikan jika β_i bisa didekati melalui suatu polinomial dalam i yang mempunyai derajat, dengan i ialah panjangnya beda kala/ lag. Polinomial itu dapat berderajat 0, 1, 2, ... dst. Apabila β mengikuti polinomial derajat kedua model bisa dituliskan dengan:

$$\beta_i = a_0 + a_1i + a_2i^2 \tag{9}$$

sehingga didapatkan persamaan:

$$Y_t = \alpha + a_0 \sum_{i=0}^k X_{t-i} + a_1 \sum_{i=0}^k iX_{t-1} + a_2 \sum_{i=0}^k i^2X_{t-1} + \varepsilon_t \tag{10}$$

Misalkan

$$Z_{0t} = \sum_{i=0}^k X_{t-i}, \quad Z_{1t} = \sum_{i=0}^k iX_{t-i}, \quad Z_{2t} = \sum_{i=0}^k i^2X_{t-i} \tag{11}$$

Dengan demikian Persamaan (10) menjadi.

$$Y_t = \alpha + a_0Z_{0t} + a_1Z_{1t} + a_2Z_{2t} + \varepsilon_t \tag{12}$$

Persamaan (12) bisa dihipotesiskan koefisiennya melalui metode kuadrat terkecil. Bila dituliskan ke persamaan regresi dugaan, Persamaan (12) dapat ditulis seperti persamaan berikut.

$$\hat{Y}_t = \hat{\alpha} + \hat{a}_0Z_{0t} + \hat{a}_1Z_{1t} + \hat{a}_2Z_{2t} \tag{13}$$

Penduga $\hat{\alpha}$ dan \hat{a}_i yang didapatkan bakal memiliki karakteristik yang diinginkan asalkan *error* ε_i memenuhi asumsi dari model linier yang klasik. Dari persamaan (12), koefisien $\hat{\beta}_i$ dapat dihitung berdasarkan persamaan (8) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \hat{\beta}_0 &= \hat{a}_0 \\ \hat{\beta}_1 &= \hat{a}_0 + \hat{a}_1 + \hat{a}_2 \\ \hat{\beta}_2 &= \hat{a}_0 + 2\hat{a}_1 + 4\hat{a}_2 \\ \hat{\beta}_3 &= \hat{a}_0 + 3\hat{a}_1 + 9\hat{a}_2 \\ &\vdots \\ \hat{\beta}_k &= \hat{a}_0 + k\hat{a}_1 + k^2\hat{a}_2 \end{aligned} \tag{14}$$

2.5 Pemilihan Model Terbaik

Menentukan model terbaik dari model transformasi Koyck dan model transformasi Almon dapat menggunakan dua uji MAPE dan uji MASE, sebagai berikut:

1. MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*).

MAPE ialah barometer determinasi relatif yang dipakai guna mencari tahu persentase penyimpangan temuan pendugaan, dengan persamaan [7]:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \left(\frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right) \times 100\% \right| \tag{15}$$

dengan,

Y_t = nilai hasil aktual

\hat{Y}_t = nilai hasil peramalan

n = jumlah data

2. MASE (*Mean Absolute Scaled Error*)

Ukuran ketepatan yang digunakan untuk mengurangi kerugian dalam penganalisan, dengan persamaan sebagai berikut [8]

$$MASE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{\frac{1}{n-1} \sum_{i=2}^n |Y_t - Y_{t-1}|} \right| \tag{16}$$

dengan,

Y_t = nilai hasil aktual

\hat{Y}_t = nilai hasil peramalan

n = jumlah data

3. METODE PENELITIAN

3.1 Data

Data data sekunder ialah data yang dipakai & diperoleh dari laman resmi Bank Indonesia dan dari rekam PT. Shinwon Indonesia dari Januari 2020 sampai Agustus 2022.

3.2 Metode Analisis

Adapun tahapan yang dilakukan dalam menentukan model lag terdistribusi menggunakan *software* RStudio melalui tahapan:

1. Melakukan uji statistik deskriptif guna mengetahui gambaran umum tentang data penelitian.
2. Menentukan model lag terdistribusi dengan menggunakan transformasi Koyck, sebagai berikut:
 - a. Mencari persamaan dugaan transformasi Koyck
 - b. Pengujian asumsi klasik pada model transformasi Koyck
 - c. Melakukan uji kesesuaian model berdasarkan transformasi Koyck, secara simultan dan parsial menggunakan statistik uji F dan statistik uji t.
 - d. Menentukan model dinamis terdistribusi-*lag* Koyck.
3. Menentukan model lag terdistribusi dengan menggunakan transformasi Almon, sebagai berikut:
 - a. Menentukan panjang lag maksimum (k), derajat polynomial (m) dan nilai Z_{mt} .
 - b. Menentukan persamaan dugaan transformasi Almon, dengan menggunakan regresi linear, sehingga memperoleh persamaan regresi linear dinamis.
 - c. Pengujian asumsi klasik pada model transformasi Almon
 - d. Melakukan uji kesesuaian model berdasarkan transformasi Almon, secara simultan dan parsial menggunakan statistik uji F dan statistik uji t.
 - e. Menentukan model dinamis terdistribusi-*lag* Almon.
4. Menentukan model lag terdistribusi terbaik dengan memilih nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dan MASE (*Mean Absolute Scaled Error*) yang paling rendah di antara model transformasi Koyck dan model transformasi Almon, maka model tersebut model yang lebih baik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 *Distributed Lag* Model dengan Menggunakan Metode Koyck

Dengan bantuan *software* Rstudio didapat nilai dugaan parameter Model transformasi Koyck sebagai berikut:

Tabel 1. Nilai Dugaan Parameter Model Transformasi Koyck

Parameter	Koefisien
Nilai dugaan ekspor	1.9290
Nilai Tukar	-1.226
Nilai ekspor satu bulan sebelumnya	0.2344

Hasil dari pendugaan parameter maka persamaan awal regresi koyck yang terbentuk adalah berikut:

$$\hat{Y}_t = 1,9290 - 1,2660X_t + 2,3443Y_{t-1} \tag{17}$$

Berdasarkan Persamaan (5) dan Persamaan (17), didapat nilai dugaan parameter untuk persamaan dinamis *distributed lag* transformasi Koyck seperti yang disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Nilai Parameter Model Transformasi Koyck

Parameter	Koefisien
$\hat{\beta}_0$	-1.226
$\hat{\beta}_1$	-0.2861
$\hat{\beta}_2$	-0.0673
$\hat{\beta}_3$	-0.0157
$\hat{\beta}_4$	-0.0038
\vdots	\vdots
∞	∞

Dengan demikian diperoleh persamaan dinamis *distributed lag* model transformasi Koyck berbentuk

$$\hat{Y}_t = 1.9290 - 1.226X_t - 0.2861X_{t-1} - 0.0673X_{t-2} - 0.0157X_{t-3} - 0.0038X_{t-4} - \dots \tag{18}$$

Pengujian parameter yaitu uji simultan (uji F) dan uji parsial (uji t) tidak menunjukkan hasil yang signifikan. Sedangkan pengujian asumsi klasik (Galat menyebar normal, non-autokorelasi, non-multikolinieritas, dan homoskedastisitas) pada model terpenuhi.

4.2 Distributed Lag Model dengan Menggunakan Metode Almon

Metode Almon dipakai jika panjang lag (waktu) dan derajat polinomial diketahui. Pangkat polinomial / derajat wajib paling sedikit lebih besar satu dibanding dengan banyaknya titik belok dalam kurva yang menghubungkan β_i dengan i. Akan tetapi, praktiknya banyak titik belok sering tak diketahui sehingga m umumnya ditetapkan dengan subjektif yaitu melalui penggunaan asumsi umum persamaan (9). Menentukan panjang beda kala/lag ialah dengan melihat nilai *R-Squared* tertinggi dari pasangan panjang lag dan derajat polinomial. Didapat model dengan panjang lag 3 dan derajat polinomial 3 memiliki nilai *R-Squared* terbesar yakni 17%, oleh karena itu pada penelitian ini akan digunakan panjang lag 3 dan derajat polinomial 3 untuk menduga model distribusi lag dari data nilai kurs rupiah dan data nilai ekspor PT Shinwon Indonesia dari Januari-2020 sampai Agustus-2022. Dengan bantuan software Rstudio didapat nilai dugaan parameter model transformasi Almon seperti yang disajikan pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Nilai Dugaan Parameter Model Transformasi Almon

Parameter	Koefisien
C	14667711.7
Z_{t0}	-574.7
Z_{t1}	1530.4
Z_{t2}	-1495.8
Z_{t3}	366.0

Dengan demikian didapat persamaan awal regresi Almon adalah sebagai berikut:

$$Y_t = 14667711,7 - 574,7Z_t + 1530,4Z_{t-1} - 1495,8Z_{t-2} + 366Z_{t-3} + e \tag{19}$$

Berdasarkan Persamaan (14) dan Persamann (19), didapat nilai parameter persamaan dinamis *distributed lag* transformasi Almon seperti yang disajikan pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Nilai Parameter Model Transformasi Almon

Parameter	Koefisien
$\hat{\beta}_0$	-574.7
$\hat{\beta}_1$	-174,1
$\hat{\beta}_2$	-569.1
$\hat{\beta}_3$	436.3
$\hat{\beta}_4$	5038,1

Dengan demikian diperoleh persamaan dinamis *distributed lag* model transformasi Almon adalah:

$$\hat{Y}_t = 14667711.7 - 574.7Z_t - 569.1Z_{t-1} + 436.3Z_{t-2} + 5038,1Z_{t-3} + e \tag{20}$$

Pengujian parameter yaitu uji simultan (uji F) dan uji parsial (uji t) tidak menunjukkan hasil yang signifikan. Sedangkan pengujian asumsi klasik (Galat menyebar normal, non-autokorelasi, non-multikolinieritas, dan homoskedastisitas) pada model terpenuhi.

4.3 Pemilihan Model Terbaik

Setelah didapat model akhir dari Koyck dan Almon, kemudian dilakukan pemilihan model terbaik dengan menghitung nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dan MASE (*Mean Absolute Scaled Error*). Dengan bantuan software Rstudio didapat Nilai MAPE dan MASE Model transformasi Koyck dan model transformasi Almon sebagai berikut:

Tabel 5. Nilai MAPE dan MASE

Model	MAPE	MASE
Koyck	60%	0.8061018
Almon	49%	0.740373

Didapatkan persentase MAPE untuk Koyck adalah 60% dan untuk Almon adalah 49%. Berdasarkan nilai MAPE Koyck dan Almon, didapat persentase MAPE terkecil terdapat pada model Almon. Persentase MASE untuk Koyck adalah 0.8061018 dan untuk Almon adalah 0.740373. Berdasarkan nilai MAPE Koyck dan Almon, didapat persentase MAPE terkecil terdapat pada model Almon. Maka dapat disimpulkan bahwa model terbaik adalah model Almon.

5. Kesimpulan

Pemilihan model terbaik dilakukan menggunakan MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*) dan MASE (*Mean Absolute Scaled Error*). Model dengan MAPE dan MASE terkecil ditetapkan sebagai model terbaik. Hasil yang didapat adalah model Almon pada *lag* ke-3 dengan polinomial derajat ketiga yang digunakan.

Daftar Pustaka:

- [1] Das, P. 2019. *Econometrics in Theory and Practice*. Springer. India.
- [2] Widarjono, A. 2018. *Ekonometrika Pengantar dan Aplikasinya Disertai Panduan Eviews*. Edisi ke-5. UPP STIM YKPN. Yogyakarta
- [3] Gujarati, D., N. 2004. *Basic Econometrics*. 4th Edition. McGraw-Hill Co. Singapore.
- [4] Pratami, F. R., Sudarmo, & Ispriyanti, D. 2016. Peramalan Dinamis Produksi Padi Di Jawa Tengah Menggunakan Metode Koyck Dan Almon. *Jurnal Gaussian*. 5(1): 91-97.
- [5] Lihawa, S. H., Resmawan, Isa, D. R., & Nashar, L. O. 2022. Distributed Lag Model Pengaruh Jumlah Uang Beredar Terhadap Nilai Tukar Rupiah Menggunakan Metode Koyck dan Almon. *Jambura Journal Of Probability and Statistics*. 3(1).
- [6] Gujarati, D. 1978. *Ekonometri Dasar*. Erlangga. Jakarta.
- [7] Sungkawa, I., & Megasari, R., T. 2011. Penerapan Ukuran Ketetapan Nilai Peramalan Data Deret Waktu Dalam Seleksi Model Peramalan Volume Penjualan PT Satria Mandiri Citra Mulia. *COMTECH*. 2(2): 636-645.
- [8] Hyndman, R. J., & Koehler, A. B. 2006. Another Look Measures of forecast Accuracy. *International Journal of Forecasting*. 22: 679-688.