

Estimasi Model Regresi Panel Komponen Error Satu Arah dengan Metode Generalized Least Square

The Estimation of the One-Way Error Component Panel Regression Model with the Generalized Least Square Method

Mahfudhotin^{*1,2}, Suliyanto¹, Eko Tjahjono¹

¹Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga

²Akuntansi Syariah, Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam, IAIN Kediri

ABSTRAK

Model regresi panel komponen *error* satu arah merupakan model regresi gabungan antara data *cross-section* dan data *time series* yang memiliki spesifikasi yang tepat untuk menggambarkan N individu secara *random* dari populasi yang besar, yang dinyatakan sebagai berikut:

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{kit} + u_{it} ; i = 1, \dots, N ; t = 1, \dots, T$$

dengan $u_{it} = \alpha_i + \varepsilon_{it}$, diasumsikan $\alpha_i \sim IIDN(0, \sigma_\alpha^2)$ dan $\varepsilon_{it} \sim IIDN(0, \sigma_\varepsilon^2)$. Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk mendapatkan estimasi model regresi panel komponen *error* satu arah menggunakan metode *Generalized Least Square* dan untuk menguji kesesuaian model menggunakan uji Hausman dan uji *Multiple Lagrange*. Hasil estimasi parameter regresi masih bergantung pada komponen σ_ε^2 dan σ_α^2 sehingga untuk mengestimasiya dilakukan proses iterasi sampai diperoleh vektor parameter yang konvergen. Model regresi panel komponen *error* satu arah dapat dituliskan dalam bentuk persamaan berikut :

$$\hat{\beta} = (X' \Omega^{-1} X)^{-1} X' \Omega^{-1} y$$

Penerapan model ini dilakukan pada data Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) perkapita pada provinsi di Indonesia periode 2007 sampai 2010 sebagai variabel dependen (y), sedangkan variabel prediktornya meliputi : Tingkat Pengangguran Terbuka (X_1), Investasi Penanaman Modal Asing (X_2), Investasi Penanaman Modal Dalam Negeri (X_3), Jumlah Angkatan Kerja (X_4), dan Pengeluaran Konsumsi Rumah Tangga (X_5). Model ini mempunyai nilai $R^2 = 0,9991$ dan $MSE = 2,7518$.

Kata Kunci : Model Regresi Panel Komponen *Error* Satu Arah, Metode *Generalized Least Square*, PDRB perkapita

ABSTRACT

The one-way error panel component regression model is a combined regression model between cross-section data and time series data that has the right specifications to describe N random individuals from large populations, which are stated as follows:

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{kit} + u_{it} ; i = 1, \dots, N ; t = 1, \dots, T$$

where $u_{it} = \alpha_i + \varepsilon_{it}$, it is assumed that $\alpha_i \sim IIDN(0, \sigma_\alpha^2)$ and $\varepsilon_{it} \sim IIDN(0, \sigma_\varepsilon^2)$. The purpose of writing this final project is to obtain a one-way error component panel regression model estimation using the Generalized Least Square method and to test the suitability of the model using the Hausman test and the Multiple Lagrange test. The results of the estimation of the regression parameters still depend on the components σ_ε^2 and σ_α^2 so to estimate them the iteration process is performed until a converging parameter vector is obtained. The one-way error panel regression model can be written in the following equation:

$$\hat{\beta} = (X' \Omega^{-1} X)^{-1} X' \Omega^{-1} y$$

The application of this model is carried out on the per capita Gross Regional Domestic Product (GRDP) data in provinces in Indonesia from 2007 to 2010 as the dependent variable (y), while the predictor variables include: Open Unemployment Rate (X_1), Foreign Investment Investment (X_2), Investment Domestic Investment (X_3), Total Labor Force (X_4), and Household Consumption Expenditures (X_5). This model has a value of $R^2 = 0.9991$ and $MSE = 2.7518$.

Keyword : *One-way error component panel regression model, Generalized Least Square Method, per capita GRDP*

PENDAHULUAN

Dalam bidang ekonomi, ekonometrika menjadi salah satu alat analisis yang sangat penting. Ketersediaan data yang sesuai sangat berpengaruh terhadap hasil analisis yang diperlukan dalam analisis ekonometrika. Ada tiga jenis data dalam

ilmu ekonometrika, yaitu data *time series*, data *cross section*, dan data panel. *Data Time Series* adalah satu unit individu diamati selama sekian periode secara teratur. Data tersebut dihimpun dalam interval waktu secara kontinu, contohnya data mingguan, data bulanan, data kuartalan, dan data tahunan. Data *cross section* adalah data yang

*Alamat korespondensi:
Surel: asmatuqa@gmail.com

berdasarkan pada suatu waktu tertentu dengan mengamati banyak hal pada waktu yang sama. Data panel merupakan gabungan antara data *time series* dan data *cross section* (Matyas & Sevestre, 2008).

Data panel merupakan perpaduan antara data *cross-section* dan data *time series* yang memiliki dimensi ruang dan waktu. Jika dalam data panel ini ada i unit *cross-section* dalam pengamatan *time series* yang sama maka data panel tersebut dinamakan data panel seimbang, sebaliknya jika jumlah data *time series* berbeda pada i unit *cross-section* maka disebut data panel tidak seimbang (Gurajati, 2004).

Berikut adalah beberapa keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan data panel. Keuntungan pertama, data panel yang merupakan gabungan dua data *time series* dan data *cross section* mampu menyediakan data yang lebih banyak sehingga akan menghasilkan *degree of freedom* (derajat kebebasan) yang lebih besar. Keuntungan kedua, menggabungkan informasi dari data *time series* dan data *cross section* dapat mengatasi masalah yang timbul ketika ada masalah penghilangan variabel. Sedangkan kelemahannya adalah model yang menggunakan kombinasi data tersebut menjadi lebih kompleks dibandingkan model dengan jenis data lain. Hal ini disebabkan karena pada analisis data panel tidak hanya menganalisis individu saja tetapi juga menganalisis waktu (Wooldridge, 2002).

Analisis regresi adalah suatu metode estimasi utama dalam ekonometrika. Secara umum, analisis regresi merupakan studi mengenai ketergantungan satu variabel respon dengan satu atau lebih variabel prediktor yang bertujuan untuk menduga suatu nilai rata-rata dari variabel respon apabila nilai variabel prediktor diketahui. Estimator *Generalized Least Squares* (GLS) merupakan bentuk umum dari estimator *weighted least squares* yang dibuat untuk mengatasi sifat heteroskedastisitas dan korelasi serial antar *error* dalam model regresi panel. Pengujian model regresi panel komponen *error* satu arah dengan metode GLS. Model regresi panel komponen *error* satu arah adalah spesifikasi yang tepat untuk menggambarkan N individu secara *random* dari populasi yang besar (Wooldridge, 2002).

Berdasarkan uraian di atas dalam skripsi ini penulis tertarik untuk membahas estimasi model regresi panel komponen *error* satu arah dan dilanjutkan membahas inferensinya menggunakan uji Hausman dan *multiple lagrange* yang bersumber dari buku berjudul "The Econometrics of Panel Data" (Matyas & Sevestre, 2008). Selanjutnya menerapkan hasilnya pada data Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) perkapita provinsi di

Indonesia periode 2007 sampai 2010 dengan menggunakan *software* S-PLUS 2000.

Ekonometrika

Ekonometrika adalah ilmu yang mempelajari tentang penerapan ilmu ekonomi, matematika, dan statistika atas data ekonomi untuk memberikan dukungan empiris terhadap model yang disusun dengan ilmu ekonomi matematis dan untuk memperoleh hasil dalam angka (Gurajati, 2004). Lebih jauh lagi, ekonometrika adalah ilmu yang membahas masalah pengukuran hubungan ekonomi. Oleh karena itu, dapat kita simpulkan bahwa ekonometrika adalah ilmu yang mencakup teori ekonomi, matematika, dan statistika dalam satu kesatuan sistem yang bulat, menjadi suatu ilmu yang berdiri sendiri dan berbeda dengan ilmu ekonomi, matematika, maupun statistika yang dimaksud. Ekonometrika juga digunakan sebagai alat analisis ekonomi yang memiliki tujuan untuk mengetahui kebenaran suatu teorema tentang teori ekonomi yang berupa hubungan antar variabel ekonomi dengan data empirik.

Model Regresi Panel

Data panel merupakan gabungan antara dua data, yakni data *cross-section* dan data *time series* (Gurajati, 2004). Pada data panel, unit *cross-section* yang sama di survei dalam beberapa periode waktu, sehingga data panel memiliki dimensi ruang dan waktu. Data panel dikumpulkan dengan mengamati objek-objek seperti perorangan, perusahaan atau negara / wilayah dari waktu ke waktu. Data panel adalah data yang terdiri dari individu berulang pada objek yang sama misalnya individu, rumah tangga, perusahaan, atau kota sebagai respon dan prediktor dalam individu dalam jangka waktu tertentu (Wooldridge, 2002).

Data panel merupakan perpaduan antara data *cross-section* dan data *time series* yang memiliki dimensi ruang dan waktu. Jika data panel mempunyai jumlah data *time series* yang sama pada setiap unit *cross-section* ke i , maka disebut data panel seimbang. Sebaliknya data panel yang mempunyai jumlah data *time series* berbeda pada setiap unit *cross-section* ke i , maka disebut data panel tidak seimbang.

Estimator Generalized Least Square

Menurut [6], model regresi linier berganda $\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon}$, dengan \mathbf{X} adalah matrik *full-rank* berukuran $n \times (K + 1)$, \mathbf{y} dan $\boldsymbol{\varepsilon}$ masing-masing adalah vektor berdimensi $n \times 1$, $\boldsymbol{\beta}$ adalah vektor parameter regresi berdimensi $(K + 1) \times 1$. Diasumsikan vektor galat $\boldsymbol{\varepsilon}$ berdistribusi normal dengan mean $\mathbf{0}$ dan varian $\boldsymbol{\Sigma}$, dengan $\boldsymbol{\Sigma}$ adalah matriks simetri definit

positif. Estimator *Generalized Least Square* (GLS) bagi β diperoleh dengan meminimumkan fungsi $Q = \epsilon' \Sigma^{-1} \epsilon$ terhadap β . Jika estimator GLS pada model regresi panel komponen *error* satu arah memuat komponen varians, maka untuk mendapatkan estimator *Feasible-GLS* dilakukan dengan mengestimasi komponen varians dari matriks pembobotnya.

METODE PENELITIAN

Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam menyelesaikan artikel ini sebagai berikut:

- Mengestimasi model regresi panel komponen *error* satu arah berdasarkan metode *Generalized Least Square* (GLS)
- Menganalisis faktor-faktor yang berpengaruh tingkat Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) perkapita pada provinsi di Indonesia periode 2007 sampai 2010 dengan menggunakan uji kesesuaian model regresi panel komponen *error* satu arah, meliputi uji ketiadaan efek individu, uji *uncorrelated*, dan uji korelasi serial.
- Menerapkan model regresi panel komponen *error* satu arah pada data PDRB perkapita pada provinsi di Indonesia periode 2007 sampai 2010 dengan menggunakan *software* S-Plus 2000

HASIL DAN PEMBAHASAN

Estimasi Model Regresi Panel Komponen Error Satu Arah

Diasumsikan data berpasangan (y_{it}, X_{it}) ; $X_{it} = (X_{1it}, X_{2it}, \dots, X_{Kit})$ untuk $i = 1, 2, \dots, N$; $t = 1, 2, \dots, T$ memenuhi model regresi panel komponen *error* satu arah sebagai berikut :

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{kit} + u_{it}; \quad (1)$$

$$i = 1, 2, \dots, N; t = 1, 2, \dots, T$$

$$\text{dengan } u_{it} = \alpha_i + \epsilon_{it} \quad (2)$$

Galat u_{it} didekomposisi menjadi dua komponen yaitu α_i dan ϵ_{it}

y_{it} adalah variabel respon pada unit *cross-section* ke- i dan waktu ke- t

β_0 adalah parameter intersep

β_1, \dots, β_k adalah parameter slope

X_{kit} adalah variabel prediktor ke k pada individu ke i dan waktu ke t

α_i adalah efek individu ke i yang bersifat random untuk faktor tidak teramati yang mempengaruhi y dan tidak berubah terhadap waktu

ϵ_{it} adalah *error* random yang mempengaruhi y tetapi berubah terhadap waktu dan individu

Jika persamaan (2) disubstitusikan ke persamaan (1) maka diperoleh model regresi panel dengan pendekatan *fixed effect* sebagai berikut

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{kit} + \alpha_i + \epsilon_{it} \quad (3)$$

dengan ϵ_{it} adalah *error* model yang diasumsikan $\epsilon_{it} \sim IIDN(0, \sigma_\epsilon^2)$.

diperoleh model regresi panel komponen *error* satu arah sebagai berikut :

$$y = X\beta + u \quad (4)$$

Mencari estimator GLS dari model (4) diperoleh $u = y - X\beta$ dan diperoleh dengan meminimumkan fungsi Q terhadap β dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q &= u' \Omega^{-1} u \\ &= (y - X\beta)' \Omega^{-1} (y - X\beta) \\ &= (y' - \beta' X') (\Omega^{-1} y - \Omega^{-1} X\beta) \\ &= y' \Omega^{-1} y - y' \Omega^{-1} X\beta - \beta' X' \Omega^{-1} y + \beta' X' \Omega^{-1} X\beta \\ &= y' \Omega^{-1} y - 2\beta' X' \Omega^{-1} y + \beta' X' \Omega^{-1} X\beta \end{aligned} \quad (5)$$

Fungsi Q pada (5) mencapai nilai minimum adalah $\frac{\partial Q}{\partial \beta} = 0$ sehingga diperoleh:

$$\frac{\partial Q}{\partial \beta} = 0 - 2X' \Omega^{-1} y + 2X' \Omega^{-1} X\beta = 0$$

$$\hat{\beta}_{GLS} = (X' \Omega^{-1} X)^{-1} X' \Omega^{-1} y \quad (6)$$

Untuk selanjutnya dalam perhitungan estimasi digunakan *Feasible GLS* yaitu metode estimasi parameter dengan variansi *error* tidak diketahui pada model yang perlu dilakukan estimasi pada komponen variansi *error* tersebut. Maka diperoleh nilai estimatornya

$$\hat{\beta}_{FGLS} = (X' \hat{\Omega}^{-1} X)^{-1} X' \hat{\Omega}^{-1} y \quad (7)$$

dengan $\hat{\Omega}^{-1} = (W_N + \hat{\theta} B_N)$

Untuk mengestimasi model regresi panel komponen *error* satu arah dengan metode GLS digunakan algoritma *Iteratively Reweighted Least Square* (IRLS) sebagai berikut :

Langkah 1

Menginputkan nilai awal vektor parameter menggunakan estimator *Ordinary Least Square* $\beta^{(0)} = (X'X)^{-1} X'y$

Langkah 2

Melakukan iterasi terhadap vektor parameter β adalah

$$\hat{\beta}_{FGLS}^{(z+1)} = \left(X' \left(W_N + \frac{\hat{\sigma}_\epsilon^2 + \hat{\sigma}_\alpha^2}{\hat{\sigma}_\epsilon^2} B_N \right) X \right)^{-1} X' \left(W_N + \frac{\hat{\sigma}_\epsilon^2 + \hat{\sigma}_\alpha^2}{\hat{\sigma}_\epsilon^2} B_N \right) y, \quad z = 0, 1, 2, \dots$$

dengan

$$\hat{\sigma}_\alpha^2 = \frac{1}{(T-1)} \left[\frac{\frac{1}{T} \sum_{i=1}^N (\sum_{t=1}^T y_{it} - X_{it} \hat{\beta}_{FGLS}^{(z)})^2}{N-K} - \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (y_{it} - X_{it} \hat{\beta}_{FGLS}^{(z)})^2}{NT-K} \right]$$

$$\hat{\sigma}_\varepsilon^2 = \frac{\sum_i \sum_t (y_{it} - X_{it} \hat{\beta}_{FGLS}^{(z)})^2}{NT-K} - \hat{\sigma}_\alpha^2$$

Langkah 3

Jika nilai $\max |\hat{\beta}_{FGLS}^{(z+1)} - \hat{\beta}_{FGLS}^{(z)}| \leq \delta$; untuk $\delta = 0,001$ maka lanjutkan ke langkah 4, tetapi jika $\max |\hat{\beta}_{FGLS}^{(z+1)} - \hat{\beta}_{FGLS}^{(z)}| > \delta$ maka kembali ke langkah 2.

Langkah 4

Menghitung estimator $\hat{\beta} = \hat{\beta}_{FGLS}^{(z+1)}$

Langkah 5

Mengestimasi model regresi komponen *error* satu arah adalah $\hat{y} = X \hat{\beta}$

1. Uji kesesuaian model regresi panel komponen error satu arah

Menurut Matyas dan Sevestre (2008) untuk menguji ketiadaan efek individu pada model regresi panel komponen *error* satu arah digunakan uji *Multiplier Lagrange* dengan hipotesis :

$H_0 : \sigma_\alpha^2 = 0$ (ketiadaan efek individu)

$H_1 : \sigma_\alpha^2 \neq 0$ (ada efek individu).

Statistik uji tersebut menggunakan uji *Multiplier Lagrange* sebagai berikut :

$$g = \frac{NT}{2(T-1)} \left[\frac{\sum_{i=1}^N (T \bar{\varepsilon}_i)^2}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \varepsilon_{it}^2} - 1 \right]^2$$

yang daerah kritis dengan tingkat signifikan α adalah H_0 ditolak jika nilai $g > \chi_{(\alpha,1)}^2$.

Untuk menguji ketiadaan korelasi antar efek individu maka dapat dihitung varians dari $\hat{\beta}_W$ dan varians dari $\hat{\beta}_{FGLS}$. Dengan menerapkan metode *least square* dari (4.29) diperoleh estimator *within* :

$$\hat{\beta}(1) = \hat{\beta}_W = (X'W_N X)^{-1} X'W_N Y \quad (8)$$

Dari (4.30) dapat dihitung varians $\hat{\beta}(1)$ sebagai berikut :

$$\text{var}(\hat{\beta}(1)) = (X'W_N X)^{-1} \sigma_\varepsilon^2 \Omega \quad (9)$$

Selanjutnya mengestimasi $\hat{\sigma}_\varepsilon^2$ dari (4.31) maka diperoleh

$$\text{var}(\widehat{\beta}(1)) = (X'W_N X)^{-1} \sigma_\varepsilon^2 \Omega \quad (10)$$

Dari (4.27) diperoleh $\widehat{\beta}(2)$ sebagai estimator Feasible-GLS adalah

$$\hat{\beta}(2) = \hat{\beta}_{FGLS} = (X'\Omega^{-1}X)^{-1} X'\Omega^{-1}y \quad (11)$$

sehingga dapat dihitung varians $\hat{\beta}(2)$ sebagai berikut

$$\text{var}(\hat{\beta}(2)) = (X'\Omega^{-1}X)^{-1} \sigma_\varepsilon^2 \quad (12)$$

Selanjutnya dari (4.33) dapat dihitung estimasi $\hat{\sigma}_\varepsilon^2$ adalah

$$\text{var}(\widehat{\beta}(2)) = (X'\Omega^{-1}X)^{-1} \hat{\sigma}_\varepsilon^2 \quad (13)$$

Menguji *uncorrelated* yaitu menguji ketiadaan korelasi antar efek individu melalui rumusan hipotesis sebagai berikut:

$H_0 : \text{Corr}(\alpha_i, \alpha_j) = 0, i \neq j$ (tidak ada korelasi antar efek individu)

$H_1 : \text{Corr}(\alpha_i, \alpha_j) \neq 0$ (ada korelasi antar efek individu).

dari (8), (10), (11) dan (13) disubstitusikan dalam statistik uji menggunakan uji *Hausman* adalah

$$Q_H = (\hat{\beta}(1) - \hat{\beta}(2))' \left[\text{var}(\widehat{\beta}(1)) - \text{var}(\widehat{\beta}(2)) \right]^{-1} (\hat{\beta}(1) - \hat{\beta}(2))$$

yang memiliki daerah kritis dengan tingkat signifikan α , yaitu H_0 ditolak jika nilai $Q_H > \chi_{(\alpha,K)}^2$

Menguji korelasi serial, yaitu menguji adanya korelasi serial antar *error* menggunakan uji *Lagrange Multiplier* dengan rumusan hipotesis

$H_0 : \text{Corr}(u_{it}, u_{i,t-k}) = 0$ (Tidak ada korelasi serial antar *error*)

$H_1 : \text{Corr}(u_{it}, u_{i,t-k}) \neq 0$ (Ada korelasi serial antar *error*)

Statistik uji tersebut menggunakan uji *Multiplier Lagrange* sebagai berikut :

$$LM_1 = \frac{NT^2}{2(T-1)(T-2)} [A^2 - 4AB + 2TB^2]$$

dengan,

$$A = \left[\frac{\hat{u}'(I_N \otimes J_T)\hat{u}}{(\hat{u}'\hat{u})} \right] - 1$$

$$B = \frac{\hat{u}'\hat{u}_{-1}}{(\hat{u}'\hat{u})} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T \hat{u}_{it} \hat{u}_{i,t-1}}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{u}_{it}^2}$$

dengan daerah kritis dengan tingkat signifikan α , yaitu H_0 ditolak jika nilai $LM_1 > \chi_{(\alpha,2)}^2$.

2. Penerapan model regresi panel dengan pendekatan *random effect*

Data yang digunakan dalam penerapan model regresi panel komponen *error* satu arah adalah data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Timur berupa data Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) perkapita pada provinsi di Indonesia periode 2007 sampai 2010. Data ini menjelaskan tentang tingkat pendapatan PDRB perkapita sebagai variabel respons yang dipengaruhi oleh beberapa variabel prediktor yaitu tingkat pengangguran terbuka (TPT), investasi Penanaman Modal Asing (PMA), investasi Penanaman Modal dalam Negeri (PMDN), jumlah Angkatan Kerja (AK), dan pengeluaran konsumsi rumah tangga. Banyaknya pengamatan yang menjadi unit penelitian adalah

provinsi di Indonesia periode 2007 sampai 2010 terdiri dari 33 provinsi.

Analisis Data

Analisa data yang dilakukan dalam berbagai tahapan. Pertama, sata yang digunakan dalam penerapan model panel komponen *error* satu arah dinyatakan dalam unit pengamatan yang terdiri atas 20 provinsi secara random menggunakan *software* Minitab. Oleh karena data PDRB perkapita pada provinsi di Indonesia periode 2007 sampai 2010 melibatkan *random effect* dependen antar individu dan adanya pengaruh variabel prediktor x_1, x_2, x_3, x_4 , dan x_5 secara linier terhadap variabel dependen (y) maka data tersebut diasumsikan memenuhi model regresi panel komponen *error* satu arah sebagai berikut:

$$y = X\beta + u,$$

dengan $u \sim N(0, \sigma_\epsilon^2 \Omega)$

Hasil analisis data untuk mengestimasi model komponen *error* satu arah berdasarkan data PDRB perkapita pada provinsi di Indonesia periode 2007 sampai 2010 dengan menggunakan program S-Plus 2000 pada lampiran 4 menghasilkan *output* pada lampiran 5 yang disajikan dalam ringkasan tabel 4.1 berikut :

Tabel 1. Hasil Estimasi Parameter model regresi panel komponen *error* satu arah dengan metode *Feasible* GLS

Parameter	Nilai Estimator
$\hat{\beta}_0$	7.789049953
$\hat{\beta}_1$	0.649623596
$\hat{\beta}_2$	-0.015494225
$\hat{\beta}_3$	-0.008747718
$\hat{\beta}_4$	-0.145749547
$\hat{\beta}_5$	-0.017366560

Model regresi komponen *error* satu arah untuk data PDRB perkapita provinsi di Indonesia periode 2007 sampai 2010 dengan metode *Feasible* GLS menghasilkan:

$$\begin{aligned} \hat{y}_{it} &= 7,7891 + 0,6496X_{1it} - 0,0155X_{2it} - 0,0087X_{3it} \\ &- 0,1457X_{4it} \\ &- 0,0174X_{5it} \end{aligned} \tag{14}$$

untuk

$$i = 1,2, \dots, 20 ; t = 1,2,3,4$$

dari hasil estimasi model regresi panel komponen *error* satu arah (14) dapat diambil contoh estimasi PDRB perkapita pada individu 1 (propinsi Aceh) tahun 2007 dengan $X_{111} = 0,8577498$, $X_{211} = 0$, $X_{311} = 17,4000$,

$X_{411} = 0,464514182$, dan $X_{511} = 11,48905524$ sehingga

$$\begin{aligned} \hat{y}_{11} &= 7,7891 + 0,6496X_{111} - 0,0155X_{211} \\ &- 0,0087X_{311} - 0,1457X_{411} \\ &- 0,0174 X_{511} \\ &= 7,9268 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil estimasi model regresi panel komponen *error* satu arah yang telah diperoleh dapat dijelaskan bahwa peningkatan 1 satuan tingkat pengangguran terbuka (X_1) mengakibatkan peningkatan PDRB perkapita sebesar 0,649623596, peningkatan 1 satuan tingkat Investasi Penanaman Modal Asing (X_2) mengakibatkan penurunan PDRB perkapita sebesar 0,015494225, peningkatan 1 satuan Investasi Penanaman Modal dalam Negeri (X_3) mengakibatkan penurunan PDRB perkapita sebesar 0,145749547, peningkatan 1 satuan Jumlah Angkatan Kerja (X_4) mengakibatkan penurunan PDRB perkapita sebesar 0,145749547, dan peningkatan 1 satuan Pengeluaran Konsumsi Rumah Tangga (X_5) mengakibatkan penurunan PDRB perkapita sebesar 0,017366560 . Dengan menggunakan *software* S Plus pada Lampiran 5 diperoleh nilai $R^2 = 0,9991$ dan $MSE = 2,7518$. Nilai $R^2 = 0,99914$ menunjukkan bahwa variasi nilai variabel respons yang dapat dijelaskan oleh variabel prediktor x_1, x_2, x_3, x_4 , dan x_5 sebesar 99,9914% . Sesuai asumsi dari model regresi panel komponen *error* satu arah yang menyatakan bahwa *error* harus berdistribusi normal maka setelah didapatkan hasil estimasi model regresi panel komponen *error* satu arah perlu dilakukan pengujian apakah estimator bagi *error* $u_{it}; i = 1,2, \dots, 20; t = 1,2,3,4$ berdistribusi normal dengan mean 0 dan varians $\sigma_\epsilon^2 \Omega$. Untuk menguji asumsi kenormalan ditentukan hipotesis statistik sebagai berikut

$$H_0: \hat{u}_{it} \text{ berdistribusi normal}$$

$$H_1: \hat{u}_{it} \text{ tidak berdistribusi normal}$$

Hasil pengujian dengan *Kolmogorov-Smirnov* melalui program S-Plus 2000 pada Lampiran 10 diperoleh $p - value = 0,5 > \alpha = 0,05$ sehingga H_0 diterima dan disimpulkan bahwa *error random* \hat{u}_{it} berdistribusi normal dengan *mean* 8,292256e - 014 dan *variens* = 1,605496.

Selanjutnya dilakukan inferensi pada model regresi panel komponen *error* satu arah menggunakan uji *Multiplier Lagrange* yang bertujuan mengetahui adanya pengaruh efek individu. Adapun hipotesis yang digunakan untuk menguji model regresi panel komponen *error* satu arah pada data Produk PDRB perkapita provinsi di Indonesia periode 2007 sampai 2010 adalah sebagai berikut:

$$H_0 : \sigma_\alpha^2 = 0 \text{ (Tidak ada pengaruh efek individu)}$$

$$H_1 : \sigma_\alpha^2 \neq 0 \text{ (ada pengaruh efek individu).}$$

dengan daerah kritis yaitu daerah penolakan H_0 jika $g > \chi^2_{(\alpha,1)}$ atau $P\text{-value} < \alpha$ dengan $\alpha = 5\%$. Hasil penerapan data pada program uji ketiadaan efek individu pada lampiran 5 diperoleh nilai g hitung sebesar 79,28547 dan nilai $\chi^2_{(\alpha,1)}$ tabel sebesar 3,841459149 sehingga $g > \chi^2_{(\alpha,1)}$ maka dapat disimpulkan H_0 ditolak atau dengan kata lain bahwa model ini ada pengaruh provinsi terhadap PDRB perkapita di Indonesia periode 2007 sampai 2010.

Langkah selanjutnya yaitu perlu adanya pengujian ketiadaan korelasi antar efek individu melalui rumusan hipotesis sebagai berikut:

$H_0 : \text{Corr}(\alpha_i, \alpha_j) = 0, i \neq j$ (tidak ada korelasi antar efek individu)

$H_1 : \text{Corr}(\alpha_i, \alpha_j) \neq 0$ (ada korelasi antar efek individu).

dengan daerah kritis yaitu daerah penolakan H_0 jika $Q_H > \chi^2_{(\alpha,K)}$ atau $P\text{-value} < \alpha$ dengan $\alpha = 5\%$ dan $K = 5$ variabel prediktor. Hasil penerapan data pada program uji *uncorrelated* pada lampiran 6 diperoleh nilai Q_H hitung sebesar -48849,96 dan nilai $\chi^2_{(\alpha,K)}$ tabel sebesar 11,07 sehingga $Q_H < \chi^2_{(\alpha,K)}$ maka dapat disimpulkan H_0 diterima maka dapat disimpulkan bahwa tidak ada korelasi antar efek individu pada data PDRB perkapita provinsi di Indonesia periode 2007 sampai 2010.

Uji korelasi serial yang diterapkan pada model komponen *error* satu arah menunjukkan bahwa adanya korelasi serial antar *error* menggunakan uji *Lagrange Multiplier*. Hasil *output* uji ini dapat dilihat pada lampiran 7 melalui rumusan hipotesis sebagai berikut:

$H_0 : \text{Corr}(u_{it}, u_{i,t-k}) = 0$ (Tidak ada korelasi serial antar *error*)

$H_1 : \text{Corr}(u_{it}, u_{i,t-k}) \neq 0$ (Ada korelasi serial antar *error*)

dengan daerah kritis yaitu daerah penolakan H_0 jika $LM_1 > \chi^2_{(\alpha,2)}$ atau $P\text{-value} < \alpha$ dengan $\alpha = 5\%$. Hasil penerapan data pada program uji korelasi serial pada lampiran 7 diperoleh nilai LM_1 hitung sebesar 65,51235 dan nilai $\chi^2_{(\alpha,2)}$ tabel sebesar 5,991 sehingga $LM_1 > \chi^2_{(\alpha,2)}$ maka dapat disimpulkan H_0 ditolak maka dapat disimpulkan bahwa ada korelasi serial antar *error* pada data PDRB perkapita provinsi di Indonesia periode 2007 sampai 2010.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut. (1) Model regresi panel komponen *error* satu arah dapat dicari nilai estimator bagi β dengan metode GLS. Untuk selanjutnya dalam perhitungan estimasi digunakan Feasible GLS yaitu metode estimasi parameter dengan variansi *error* tidak

diketahui pada model yang perlu dilakukan estimasi pada komponen variansi *error* tersebut. Maka diperoleh nilai estimatornya

$$\hat{y} = X(X'\hat{\Omega}^{-1}X)^{-1}X'\hat{\Omega}^{-1}y$$

$$\text{Dengan } \hat{\Omega}^{-1} = (W_N + \hat{\theta} B_N)$$

(2) Uji kesesuaian model panel komponen *error* satu arah untuk menguji ketiadaan efek individu menggunakan uji *Multiplier Lagrange* dengan hipotesis :

$H_0 : \sigma_\alpha^2 = 0$ (ketiadaan efek individu)

$H_1 : \sigma_\alpha^2 \neq 0$ (ada efek individu)

Statistik uji tersebut menggunakan uji *Multiplier Lagrange* sebagai berikut :

$$g = \frac{NT}{2(T-1)} \left[\frac{\sum_{i=1}^N (T\bar{\epsilon}_i)^2}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{\epsilon}_{it}^2} - 1 \right]^2$$

yang daerah kritis dengan tingkat signifikan α adalah H_0 ditolak jika nilai $g > \chi^2_{(\alpha,1)}$. selanjutnya uji *uncorrelated* yaitu menguji ketiadaan korelasi antar efek individu melalui rumusan hipotesis sebagai berikut:

Statistik uji tersebut menggunakan uji *Multiplier Lagrange* sebagai berikut :

$$LM_1 = \frac{NT^2}{2(T-1)(T-2)} [A^2 - 4AB + 2TB^2]$$

dengan daerah kritis dengan tingkat signifikan α , yaitu H_0 ditolak jika nilai $LM_1 > \chi^2_{(\alpha,2)}$

$H_0 : \text{Corr}(\alpha_i, \alpha_j) = 0, i \neq j$ (tidak ada korelasi antar efek individu)

$H_1 : \text{Corr}(\alpha_i, \alpha_j) \neq 0$ (ada korelasi antar efek individu).

dari (4.30), (4.32), (4.33) dan (4.35) disubstitusikan dalam statistik uji menggunakan uji *Hausman* adalah

$$Q_H = (\hat{\beta}(1) - \hat{\beta}(2))' \left[\text{var}(\hat{\beta}(1)) - \text{var}(\hat{\beta}(2)) \right]^{-1} (\hat{\beta}(1) - \hat{\beta}(2))$$

yang memiliki daerah kritis dengan tingkat signifikan α , yaitu H_0 ditolak jika nilai $Q_H > \chi^2_{(\alpha,K)}$

Menguji korelasi serial, yaitu menguji adanya korelasi serial antar *error* menggunakan uji *Lagrange Multiplier* dengan rumusan hipotesis

$H_0 : \text{Corr}(u_{it}, u_{i,t-k}) = 0$ (Tidak ada korelasi serial antar *error*)

$H_1 : \text{Corr}(u_{it}, u_{i,t-k}) \neq 0$ (Ada korelasi serial antar *error*)

(3) Hasil Model panel komponen *error* satu arah dalam penerapan data Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) perkapita pada provinsi di Indonesia periode 2007 sampai 2010 dengan variabel-variabel prediktor Tingkat Pengangguran Terbuka, Investasi Penanaman Modal Asing, Investasi Penanaman Modal Dalam Negeri, Jumlah Angkatan Kerja, dan

Pengeluaran Konsumsi Rumah Tangga, didapatkan model sebagai berikut :

$$\hat{y}_{it} = 7,7891 + 0,6496X_{1it} - 0,0155X_{2it} \\ - 0,0087X_{3it} - 0,1457X_{4it} \\ - 0,0174X_{5it}$$

untuk $i = 1,2, \dots, 20$; $t = 1,2,3,4$.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik, 2012. *PDRB Provinsi Jawa Timur*, Jakarta : BPS-Statistics Jawa Timur.
- Bain LJ & Engelhardt M, 1991. *Introduction to Probability and Mathematical Statistics*. California: Duxbury Press.
- Buchinsky M, 2003. *Multivariate Seemingly Unrelated Regression Model*, Departement of Economics, UCLA.
- Everit SB, 1994. *A Hand Book of Statistical Analysis Using S-Plus*. Chapman & Hall, London.
- Gujarati D, 2004. *Basic Econometrics*, 4th edition. McGraw-Hill, New York.
- Matyas L & Sevestre, P, 2008. *The Econometrics of Panel Data*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Myers RH & Milton JS. 1991. *A First Course in the Theory of Linear Statistical Models*. Massachusetts: PWS-Kent.
- Supranto J, 2005. *Ekonometri*, Bogor : Ghalia Indonesia.
- Wooldridge JM, 2002. *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. MIT Press, Cambridge, MA.