

Penerapan Model Regresi Data Panel Dinamis Menggunakan *Generalized Method of Moment System* Terhadap Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan Ekonomi

Rayi Lentera Surya¹, Epha Diana Supandi², Pipit Pratiwi³

¹²³*Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, Jl. Marsda Adisucipto No. 1 Yogyakarta 55281, Indonesia*

Korespondensi; Epha Diana Supandi, Email: epha.supandi@uin-suka.ac.id

Abstrak

Regresi data panel dinamis merupakan salah satu pemodelan matematika yang baik untuk konsep kedinamisan, dimana suatu variabel tidak hanya dipengaruhi oleh variabel pada periode yang sama, melainkan juga pada variabel periode sebelumnya. Salah satu metode estimasi model regresi data panel dinamis adalah *Generalized Method of Moment System*. Metode ini memiliki kelebihan yaitu menghasilkan estimasi yang tidak bias, konsisten, dan lebih efisien. Pada penelitian ini mengambil studi kasus pertumbuhan ekonomi di provinsi Jawa Barat dari 2013-2023 dengan variabel independen Pendapatan Domestik Regional Bruto tahun sebelumnya dan Indeks Pembangunan Manusia. Hasil analisis memperlihatkan bahwa kedua variabel berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi Jawa Barat dengan elastisitas efek jangka pendek variabel Pendapatan Domestik Regional Bruto tahun sebelumnya sebesar 0,2610 dan Indeks Pembangunan Manusia sebesar 0,2870. Sedangkan untuk efek jangka panjang nilai Indeks Pembangunan Manusia diperoleh sebesar 0,3885 artinya setiap kenaikan nilai Indeks Pembangunan Manusia sebesar 1 persen maka pertumbuhan ekonomi meningkat sebesar 0,3885% dengan asumsi variabel lain bernilai konstan.

Kata Kunci: Regresi data panel dinamis, *Generalized Method of Moment System* (SYS-GMM)

Abstract

Dynamic panel data regression is a good mathematical modeling for the concept of dynamics, where a variable is not only influenced by variables in the same period, but also by variables from the previous period. One method for estimating dynamic panel data regression models is the Generalized Method of Moment System (SYS-GMM). This method has the advantage of producing estimates that are unbiased, consistent and more efficient. This research takes a case study of economic growth in the province of West Java from 2013-2023 with independent variables, namely the previous year's PDRB (Gross Regional Domestic Income) and IPM/HDI (Human Development Index). The results of the analysis show that both variables have a significant effect on West Java's economic growth with the short-term effect elasticity of the previous year's GRDP variable being 0.2610 and HDI being 0.2870. Meanwhile, for long-term effects, the IPM value is 0.3885, meaning that for every 1 percent increase in the IPM value, economic growth increases by 0.3885%, assuming other variables are constant.

Keywords: Dynamic panel data regression, Generalized Method of Moment System (SYS-GMM).

Pendahuluan

Metode regresi data panel merupakan salah satu metode regresi yang didasarkan pada data panel yang bertujuan untuk mengamati hubungan antara variabel dependen dengan satu atau lebih variabel

independen. Data panel dikenal dengan sebutan *pooled data* yaitu kombinasi dari data *time-series* (data runtun waktu) dan *cross-section* (data silang), artinya data panel memiliki dimensi ruang dan waktu.

Terdapat 2 jenis regresi data panel yaitu regresi data panel statis dan regresi data panel dinamis [1]. Pada regresi data panel statis ada 3 model yaitu *Common Effect Model* (CEM), *Fixed Effect Models* (FEM), *Random Effect Model* (REM). Analisis regresi data panel dinamis digunakan pada model yang bersifat dinamis dan cocok untuk data yang bersifat *dynamic of adjustment* [2]. Data panel mampu menyesuaikan variabel-variabel dalam model regresi terhadap perubahan dalam jangka waktu tertentu. Ciri dari model regresi data panel dinamis yaitu dengan memasukkan lag dari variabel dependen sebagai *regressor* dalam regresi (menambahkan lag variabel dependen untuk dijadikan sebagai variabel independen). Penambahan *lag* pada model ini menimbulkan masalah endogenitas, sehingga bila model diestimasi dengan pendekatan *fixed effect* model maupun *random effect model* akan menghasilkan estimasi yang bias dan tidak konsisten [3] [4].

Untuk mengatasi masalah ini, Arellano dan Bond memperkenalkan metode estimasi parameter dalam model data panel dinamis yaitu *Generalized Method of Moments* (GMM). Estimasi yang diperoleh dari Arellano dan Bond memiliki sifat tak bias, konsisten dan efisien. Namun, Blundell dan Bond [3] mengusulkan sebuah estimasi yang menurut mereka lebih efisien daripada estimasi yang dihasilkan oleh Arellano dan Bond yaitu metode *Generalized Method of Moment System* (SYS-GMM). Metode SYS-GMM tidak hanya menggunakan momen kondisi dan matriks variabel instrumen dari model *first difference* saja yang digunakan, tetapi Blundell dan Bond juga menambahkan suatu informasi level yaitu momen kondisi level dan matriks variabel instrumen level untuk mendapatkan estimasi yang lebih baik. Hal ini dilakukan dengan mengkombinasikan momen kondisi *first difference* dan momen kondisi level serta matriks variabel instrumen *first difference* dan matriks variabel instrumen level [4].

Regresi data panel dinamis adalah salah satu pemodelan matematika yang baik dan lebih efisien untuk memprediksi faktor-faktor pertumbuhan ekonomi suatu wilayah. Pertumbuhan ekonomi di suatu wilayah merupakan salah satu indikator keberhasilan Pembangunan [5]. Artinya semakin tinggi pertumbuhan ekonomi semakin tinggi pula kesejahteraan masyarakat atau penduduk di wilayah tersebut. Beberapa penelitian pertumbuhan ekonomi dengan menggunakan regresi data panel dinamis diantaranya [6], [7], [8], [9], [10], dan [11].

Provinsi Jawa Barat merupakan provinsi yang menduduki peringkat pertama pada pertumbuhan ekonomi di Pulau Jawa dengan kinerja perekonomian terus meningkat setiap tahun. Laju pertumbuhan atau kinerja perekonomian dapat dilihat dari data PDB (Produk Domestik Bruto) untuk skala nasional sedangkan untuk skala daerah menggunakan PDRB (Produk Domestik Regional Bruto). Pertumbuhan ekonomi dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya pendapatan, kebijakan pemerintah, tingkat inflasi, tingkat pengangguran, indeks pembangunan manusia dan lainnya [5].

Indeks Pembangunan Manusia (IPM) merupakan salah satu faktor yang penting untuk melihat pertumbuhan ekonomi suatu wilayah. Apabila indikator sumber daya manusia semakin berkualitas maka tingkat produktifitas akan semakin tinggi sehingga akan meningkatkan efisiensi kegiatan dan pertumbuhan ekonomi. Menurut Ranis dkk [12], pembangunan manusia merupakan salah satu kontribusi dari stabilnya laju pertumbuhan ekonomi, bukan hanya dilihat dari pembangunan nasional, tetapi juga faktor penting dalam kenaikan pertumbuhan ekonomi sepanjang waktu [12].

Dengan melihat latar belakang permasalahan diatas, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi di Provinsi Jawa Barat. Adapun variabel dependen yaitu PDRB dan variabel independen yaitu PDRB tahun sebelumnya dan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dengan menggunakan model regresi data panel dinamis.

Landasan Teori

Model Regresi Data Panel Dinamis

Analisis regresi linear merupakan suatu teknik pada statistika untuk menguji dan mengetahui hubungan antar variabel, yang dinyatakan dalam bentuk pemodelan matematika [13], [14]. Model regresi data panel dinamis yaitu metode regresi panel yang memasukkan lag dari variabel dependen sebagai regressor dalam regresi (menambahkan lag variabel dependen untuk dijadikan sebagai variabel independen atau berperan sebagai variabel eksplanatori endogen). Dinamis yang dimaksud dalam regresi data panel yaitu nilai suatu variabel dipengaruhi oleh variabel lain dan variabel dari periode sebelumnya. Data panel dapat diimplementasikan ke dalam model dinamis, dikarenakan variabel ekonomi bersifat dinamis artinya tidak hanya ditentukan variabel dari periode waktu yang sama, tetapi juga dapat dipengaruhi dari waktu-waktu sebelumnya [15], [16]. Model data panel dinamis yang telah dikemukakan oleh Baltagi adalah sebagai berikut [2]

$$Y_{it} = \delta Y_{i,t-1} + \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

dengan i bernilai $1, 2, \dots, N$ untuk unit individu dan t bernilai $1, 2, \dots, T$ untuk unit waktu.

Dimana:

Y_{it} = variabel dependen untuk unit individu ke- i dan waktu ke- t

δ = intersep/parameter dari lag variabel dependen

$Y_{i,t-1}$ = lag variabel dependen yang menjadi variabel independen (variabel endogen eksplanatori)

β_0 = parameter konstanta/parameter tidak diketahui

β_k = koefisien/parameter dari variabel independen ke- k

X_{kit} = variabel independen ke- k untuk unit individu ke- i dan waktu ke- t

ε_{it} = error untuk individu ke- i dan waktu ke- t

Metode System Generalized Method of Moment Blundell-Bond

Pada regresi panel dinamis adanya variabel lag dalam model menimbulkan permasalahan yang mengakibatkan estimasi menjadi bias dan tidak konsisten. Anderson dan Hsiao mengusulkan metode estimasi untuk regresi data panel dinamis yaitu metode Instrument Variable (IV). Metode IV bekerja dengan cara menghilangkan efek individual variabel independen $Y_{i,t-1}$ dalam model sehingga estimasi parameter bersifat tak bias dan konsisten

Selanjutnya Arellano-Bond mengembangkan metode IV dengan menggunakan prinsip Generalized Method of Moment (GMM) untuk mengestimasi parameter dalam model data panel dinamis. Metode GMM ini menghasilkan estimasi yang tidak hanya tak bias dan konsisten, tetapi juga efisien. Metode Instrument Variable merupakan system dalam model dengan menggunakan variable instrument dengan asumsi tertentu. Jika variabel endogen explanatori (X_k) diinstrumen hanya dengan satu variable instrument yaitu Z_1 maka estimator $\hat{\beta}_{IV} = (Z^T X)^{-1} Z^T Y$. Jika variable endogen explanatori (X_k) diinstrumen dengan lebih dari satu variable instrument yaitu Z_1, Z_2, \dots, Z_p maka estimator $\hat{\beta}_{IV} = ((X^T Z)(Z^T Z)^{-1}(Z^T Y))^{-1} X^T Z(Z^T Z)^{-1} Z^T Y$.

Diketahui terdapat $(Y_{i1}, Y_{i2}, \dots, Y_{iT-2})$ himpunan variabel dependen, prinsip GMM dalam model mendefinisikan matriks variabel instrumen yang diperluas untuk model *first difference* adalah sebagai berikut:

$$Z_{diff} = \begin{bmatrix} Y_{i1} & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & : & \Delta X_{i13} & \dots & \Delta X_{ki3} \\ 0 & Y_{i1} & Y_{i2} & \dots & 0 & \dots & 0 & : & \Delta X_{i14} & \dots & \Delta X_{ki3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & : & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & Y_{i1} & \dots & Y_{i,T-2} & : & \Delta X_{i1T} & \dots & \Delta X_{kiT} \end{bmatrix}$$

dimana

$i = 1, 2, \dots, N$ banyaknya pengamatan

$j = 1, 2, \dots, k$ banyaknya variabel independen

$t = 1, 2, \dots, T$ untuk waktu

Blundell dan Bond [3] mengusulkan sebuah estimasi yang menurut mereka lebih efisien daripada estimasi yang dihasilkan oleh Arellano dan Bond yaitu metode *Generalized Method of Moment System* (SYS-GMM). Metode SYS-GMM tidak hanya menggunakan momen kondisi dan matriks variabel instrumen dari model *first difference* saja yang digunakan, tetapi Blundell dan Bond juga menambahkan suatu informasi level yaitu momen kondisi level dan matriks variabel instrumen level untuk mendapatkan estimasi yang lebih baik. Hal ini dilakukan dengan mengkombinasikan momen kondisi *first difference* dan momen kondisi level serta matriks variabel instrumen *first difference* dan matriks variabel instrumen level.

Didefinisikan matriks variabel instrumen yang diperluas dalam bentuk sebagai berikut:

$$Z_{lev} = \begin{bmatrix} \Delta Y_{i2} & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & : & \Delta X_{i13} & \dots & \Delta X_{ki3} \\ 0 & \Delta Y_{i2} & \Delta Y_{i3} & \dots & 0 & \dots & 0 & : & \Delta X_{i14} & \dots & \Delta X_{ki3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & : & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \Delta Y_{i2} & \dots & \Delta Y_{i,T-1} & : & \Delta X_{i1T} & \dots & \Delta X_{kiT} \end{bmatrix}$$

Dimana Z_{lev} berordo $(T-2) \times \left[\frac{1}{2}(T-2)(T-1) \right]$ dan Z_{lev} memenuhi asumsi $E(Z_{lev}^T \varepsilon_i) = 0$ dan $\det(Z_{lev}^T Y_{i,t-1}) \neq 0$. Selanjutnya didefinisikan matriks variabel instrumen untuk *system* (matriks variabel instrumen gabungan) yaitu sebagai berikut:

$$Z_{sys} = \begin{bmatrix} Z_{diff} & 0 \\ 0 & Z_{lev}^p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{diff} & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \Delta Y_{i,2} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \Delta Y_{i,3} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \Delta Y_{i,T-1} \end{bmatrix}$$

Estimasi SYS-GMM Blundell-Bond *one step consistent estimator* adalah sebagai berikut:

$$\begin{pmatrix} \hat{\delta} \\ \hat{\beta} \end{pmatrix} = [(Z_{sys} \varphi_{i,t-1}^T) \hat{W} (Z_{sys}^T \varphi_{i,t-1})]^{-1} [(Z_{sys} \varphi_{i,t-1}^T) \hat{W} (Z_{sys}^T \varphi_i)] \quad (2)$$

Dimana $\varphi_i = \begin{pmatrix} \Delta Y_i \\ Y_i \end{pmatrix}$ dan $\varphi_{i,t-1} = \begin{pmatrix} \Delta Y_{i,t-1} \\ Y_{i,t-1} \end{pmatrix}$ sedangkan \hat{W} adalah taksiran yang tak bias dan konsisten dari matriks bobot W berordo $\left[\frac{1}{2}(T+2)(T-2) \right] \times \left[\frac{1}{2}(T+1)(T-2) \right]$.

Estimasi data panel *one-step consistent estimator* belum efisien sehingga perlu memilih \hat{W} yang optimal. Pemilihan \hat{W} yang optimal ini tidak akan memengaruhi kekonsistenan estimasi, namun akan meminimumkan *asymptotic variance* dari estimator $\hat{\delta}$, sehingga akan menghasilkan estimator yang lebih efisien.

Sehingga estimasi GMM Blundell-Bond menjadi sebagai berikut.

$$\begin{pmatrix} \hat{\delta} \\ \hat{\beta} \end{pmatrix} = [(Z_{sys} \varphi_{i,t-1}^T) \hat{\Psi}^{-1} (Z_{sys}^T \varphi_{i,t-1})]^{-1} [(Z_{sys} \varphi_{i,t-1}^T) \hat{\Psi}^{-1} (Z_{sys}^T \varphi_i)] \quad (3)$$

Dengan $\hat{\Psi}^{-1} = \left(N^{-1} \sum_{i=1}^N (Z_{sys}^T \hat{q}_i \hat{q}_i^T Z_{sys})^{-1} \right)$ adalah taksiran yang tak bias, konsisten, dan efisien berordo $\left[\frac{1}{2} (T+1)(T-2) \right] \times \left[\frac{1}{2} (T+1)(T-2) \right]$

Bahan dan Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dimana penelitian berfokus pada pengumpulan data numerik dan analisis statistik untuk menjawab pertanyaan penelitian dan menguji hipotesis. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data numerik yang diperoleh dari website publikasi Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Barat di <http://jabar.bps.go.id/>. Variabel yang digunakan yaitu Produk Domestik Bruto Regional (Y) dan Indeks Pembangunan Manusia (X) serta Produk Domestik Bruto Regional tahun sebelumnya (Y_{t-1}). Data yang dipergunakan berupa data panel dimana data silang (*cross section*) pada 27 kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat dan data runtut waktu (*time series*) dari tahun 2013 sampai 2023.

Metode analisis yang digunakan adalah analisis regresi data panel dinamis dengan metode *Generalized Method of Moment System* (SYS-GMM) sehingga modelnya adalah

$$Y_{it} = \delta Y_{i,t-1} + \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

Dimana:

- i = unit data *cross-section* (1,2, ..., N) ada 27 kabupaten/kota pada provinsi Jawa Barat
- t = unit data *timeseries* (1,2, ..., T) dari tahun 2013-2023
- Y_{it} = variabel dependen (Produk Domestik Regional Bruto) unit *cross-section* ke- i untuk periode waktu ke- t
- δ = parameter lag variabel dependen
- $Y_{i,t-1}$ = lag variabel dependen (data PDRB tahun sebelumnya)
- β_0 = konstanta atau intersep efek individu unit *cross-section* ke- i untuk periode waktu ke- t
- β_1 = koefisien atau *vector slope* variabel independent
- X_1 = Indeks Pembangunan Manusia (IPM)
- ε_{it} = error regresi unit *cross-section* ke- i untuk periode waktu ke- t

Langkah-langkah penelitian ini sebagai berikut:

1. Memformulasi model data panel dinamis dengan variabel dependen (PDRB) dan variabel independent PDRB tahun sebelumnya dan IPM;
2. Menghilangkan efek individu pada nilai *error* dengan *first difference*;
3. Mengatasi masalah korelasi lag variabel dependen dan *error* dengan membentuk dan memilih momen kondisi matriks variabel instrumen yang tepat dari model *first difference* juga model level;
4. Gabungkan momen kondisi dan matriks variabel instrumen level dengan momen kondisi dan matriks variabel instrumen *first difference*;
5. Melakukan estimasi SYS-GMM Blundell-Bond *one step consistent estimator* dengan memilih matriks bobot \hat{W} dengan persamaan (2);
6. Melakukan estimasi SYS-GMM Blundell-Bond *two-step estimator* dengan menggunakan persamaan (3);
7. Melakukan uji signifikansi parameter menggunakan uji Wald dan uji Z;

8. Melakukan uji spesifikasi model menggunakan uji Sargan, uji Arellano-Bond, dan uji ketidakkbiasan, digunakan untuk mengetahui uji validitas instrumen, uji konsistensi, dan uji ketidakkbiasan;
9. Melakukan uji asumsi klasik menggunakan uji independen (Arellano-Bond) dan uji heterokedastisitas (uji Sargan);
10. Melakukan analisis dan interpretasi model dari hasil uji dan estimasi.

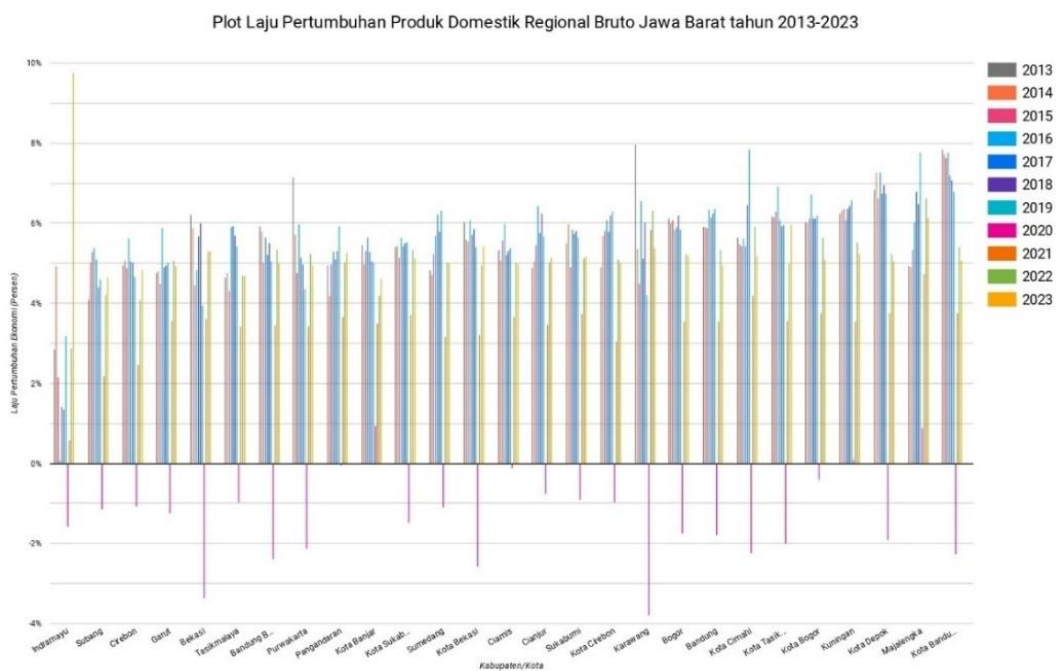
Analisis data panel dinamis dilakukan dengan alat pengolahan data menggunakan *Software R Studio*.

Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari *website* BPS (Badan Pusat Statistik) di <http://jabar.bps.go.id/> berupa data PDRB kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat pada rentang waktu 2013 sampai dengan 2023. Adapun sebagai variabel dependen (Y) yaitu pertumbuhan ekonomi Jawa Barat atau PDRB Jawa Barat dan 2 faktor (variabel independen). Faktor pertama yaitu variabel PDRB tahun sebelumnya (Y_{t-1}) dan faktor kedua yaitu variabel Indeks Pembangunan Manusia (IPM) sebagai (X_1). Jumlah kabupaten/kota di Provinsi Jawa Barat ada 27 sehingga jumlah observasi sebanyak 27 kabupaten/kota ($N = 27$) dengan periode waktu tahun 2013 – 2023 ($T = 11$).

Analisis Deskriptif Variabel PDRB dan IPM

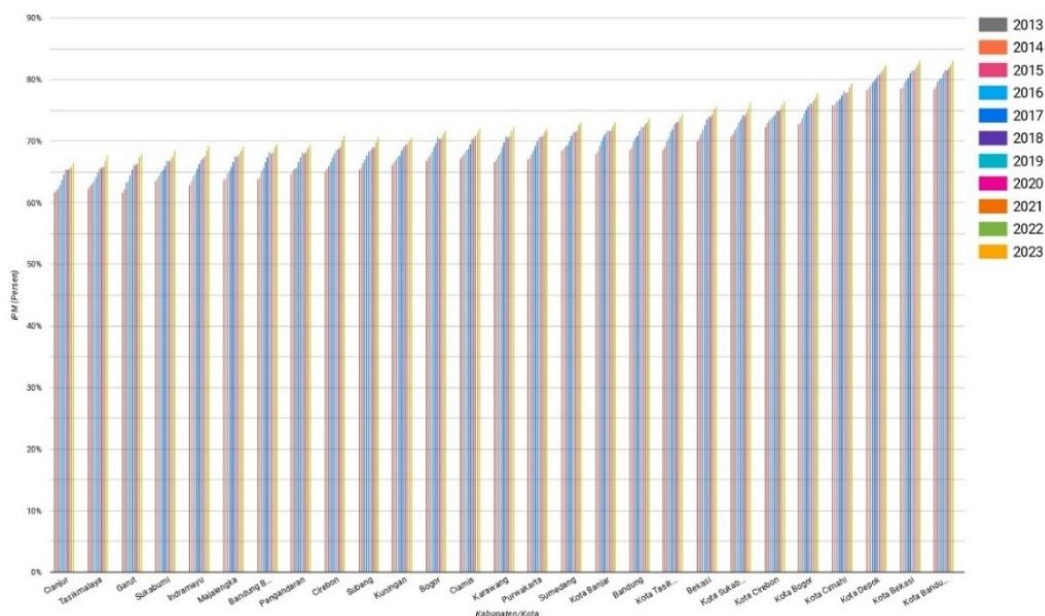
Pada statistik deskriptif mengenai PDRB berdasarkan data pada BPS di 27 kabupaten/kota Provinsi Jawa Barat pada rentang waktu 2013 sampai dengan 2023 dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 1. Plot data Laju PDRB Jawa Barat 2013-2023

Berdasarkan pada Gambar 1. diperoleh bahwa masing-masing kabupaten/kota pada Provinsi Jawa Barat cenderung fluktuatif naik turun, namun di tahun 2020 hampir semua kabupaten/kota mengalami penurunan nilai PDRB karena adanya wabah penyakit Covid-19.

Pada Gambar 2, diperlihatkan trend IPM pada rentang waktu 2013 sampai dengan 2023 untuk 27 kabupaten/kota Provinsi Jawa Barat.



Gambar 2. Plot data IPM Jawa Barat 2013-2023

Dapat dilihat pada Gambar 2, ada kecenderungan peningkatan IPM untuk semua kota/kabupaten di Provinsi Jawa Barat pada tahun 2013-2023. Rata-rata nilai IPM setiap kabupaten/kota provinsi Jawa Barat berada diatas 61%.

Estimasi Model Regresi Data Panel Dinamis

Estimasi data panel *one-step consistent estimator* belum efisien sehingga perlu memilih \hat{W} yang optimal. Pemilihan \hat{W} yang optimal ini tidak akan memengaruhi kekonsistenan estimasi, namun akan meminimumkan *asymptotic variance* dari estimator δ , sehingga akan menghasilkan estimator yang lebih efisien. Diperoleh bentuk umum pada metode SYS-GMM untuk pertumbuhan ekonomi di 27 kabupaten/kota provinsi Jawa Barat adalah sebagai berikut

$$Y_{it} = \delta Y_{i,t-1} + \beta_0 + \beta_1 X_{1it} + \varepsilon_{it}.$$

Pendekatan SYS-GMM *two-step estimator* dengan jumlah variable instrument sebanyak

$$L = \frac{1}{2}(T + 1)(T - 2),$$

dimana T : jangka waktu Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) di 27 kabupaten/kota Provinsi Jawa Barat. Data telah diolah menggunakan *software R Studio*, yang hasilnya adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil estimasi koefisien SYS-GMM

Variabel	Koefisien	Std. Error	Z-value	Pr (> Z)
$Y_{i,t-1}$	0,26106	0,10969	2,3799	0,01732
X_1	0,28709	0,04379	6,5562	0,00000000005519

Sehingga, diperoleh model regresi data panel dinamis menggunakan SYS-GMM yaitu

$$Y_{it} = 0,26106Y_{i,t-1}(\text{lag PDRB}) + 0,28709X_1(\text{IPM}).$$

Dari hasil Tabel 1. variabel produk domestik regional bruto (PDRB) pada tahun sebelumnya dan indeks pembangunan manusia (IPM) berpengaruh positif terhadap data produk domestik regional bruto (PDRB). Hasil estimasi model regresi data panel dengan menggunakan metode SYS-GMM untuk koefisien Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) pada tahun sebelumnya sebesar 0,26106. yang berarti bahwa

setiap kenaikan 1 persen pada laju pertumbuhan PDRB tahun sebelumnya, maka akan berpengaruh positif dengan peningkatan PDRB pada tahun selanjutnya sebesar 26.106%.

Hasil estimasi variabel IPM sebesar 0,28709, hal ini berarti setiap kenaikan 1 persen pada IPM, maka akan meningkatkan nilai laju pertumbuhan PDRB secara jangka pendek sebesar 28,709% dengan asumsi variabel lain bernilai konstan. [16]

Uji Signifikansi Parameter

Tahap berikutnya yaitu melakukan pengujian signifikansi parameter dengan menggunakan uji Wald dan uji Z. Uji Wald digunakan untuk mengetahui signifikansi model secara serentak sedangkan uji Z digunakan untuk signifikansi model secara parsial atau individu.

Hasil perhitungan diperoleh nilai statistik uji Wald sebesar 3769,863 dengan *p-value* sebesar 2,22e-16, sehingga disimpulkan bahwa model sudah signifikan (ada hubungan yang signifikan semua variabel independen terhadap dependen). Berdasarkan dari output nilai uji Z diketahui bahwa setiap variabel bebas (*lag* PDRB dan IPM) memiliki nilai *p-value* < 0,05 maka keputusannya setiap variabel berpengaruh signifikan terhadap model.

Uji Spesifikasi Model

Setelah melakukan uji signifikansi parameter, kemudian langkah selanjutnya yaitu uji spesifikasi model. Uji spesifikasi model dapat dilakukan menggunakan uji Sargan (uji validitas), uji Arellano-Bond (uji konsistensi), dan uji ketidakbiasan. Uji Sargan digunakan untuk mengidentifikasi validitas penggunaan variabel instrumen yang jumlahnya melebihi jumlah parameter yang diestimasi (kondisi *overidentifying restriction*). Selain untuk menguji validitas, uji ini juga digunakan untuk mengetahui data residual mengalami homokedastisitas atau tidak.

Berdasarkan dari output nilai uji Sargan pada *p-value* sebesar 0,9993 (> 0,05), artinya kondisi *overidentifying restriction* dalam estimasi model valid (variabel instrumen tidak berkorelasi dengan *error* sehingga variabel instrumen valid). Hal ini mengartikan bahwa variabel instrumen yang digunakan valid atau telah sesuai.

Untuk melihat kekonsistenan dari estimasi maka perlu dilakukan uji autokorelasi menggunakan uji Arellano-Bond. Estimasi parameter yang konsisten apabila pada *first difference* orde ke-2 tidak ada autokorelasi antara residual dengan variabel endogen eksplanatori. Berdasarkan dari *output* nilai uji Arellano-Bond nilai *p-value* sebesar 0,9993 (> 0,05) artinya tidak terdapat autokorelasi pada *error first difference* orde ke-2.

Uji ketidakbiasan dapat dilihat dari perbandingan estimator *lag* dependen GMM dengan FEM (*Fixed Effect Model*) yang bersifat *biased downward* dan PLS (*Pooled Least Squares*) yang bersifat *biased upwards*. Estimator yang tidak bias nilainya akan berada di antara model FEM dan PLS. Perbandingan estimator SYS-GMM dengan FEM dan PLS dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Ketidakbiasan

Parameter	Koefisien FEM	Koefisien SYS-GMM	Koefisien PLS
δ	0,053115	0,26106	0,273498

Pada Tabel 2. dapat dilihat bahwa koefisien model SYS-GMM berada diantara model FEM dan model PLS. Dengan demikian estimasi menggunakan metode SYS-GMM Blundell-Bond sudah memenuhi kriteria ketidakbiasan.

Uji Asumsi Klasik

Uji asumsi klasik merupakan salah satu bagian penting untuk dilakukan pada regresi parametrik maupun non-parametrik. Terdapat beberapa asumsi yang harus dilakukan untuk memenuhi syarat agar menghasilkan estimasi parameter yang baik. Asumsi yang harus dipenuhi adalah independen, identik (homogenitas) dan berdistribusi normal.

Uji independen dilakukan untuk menyelidiki apakah residual yang independen artinya bahwa *error* hasil *first difference* orde ke-2 tidak boleh terjadi autokorelasi. Untuk menguji autokorelasi/independensi pada data panel dinamis menggunakan uji Arellano-Bond. Berdasarkan dari output nilai uji Arellano-Bond pada orde ke-2 diperoleh *p-value* sebesar $0,0951 > 0,05$ artinya tidak terdapat autokorelasi pada *error first difference* orde ke-2 (tidak terjadi autokorelasi).

Selanjutnya, pengujian heterokedastisitas dilakukan dengan tujuan untuk menguji apakah terdapat ketidaksamaan variance maupun residual dari suatu pengamatan ke pengamatan lainnya. Uji heterokedastisitas menggunakan uji Sargan. Berdasarkan uji Sargan diperoleh nilai *p-value* sebesar $0,9993 (> 0,05)$, artinya tidak terdapat kasus heterokedastisitas pada residual.

Koefisien Elastisitas Regresi

Salah satu keunggulan model regresi data panel dinamis yaitu dapat mengetahui efek jangka pendek (*short-run multiplier*) maupun jangka panjang (*long-term multiple*) dari variabel bebas (*independent*) yang memengaruhi merupakan salah satu keunggulan dari model regresi data panel dinamis. Pengaruh jangka pendek dan jangka panjang dapat diketahui dari koefisien elastisitas. Elastisitas dalam ekonomi digunakan untuk mengetahui presentasi perubahan output sebagai akibat dari berubahnya input sebesar satu persen

Koefisien elastisitas ini kita dapat melihat efek jangka pendek dan jangka panjang dari variabel yang memengaruhi pertumbuhan ekonomi Jawa Barat menggunakan metode SYS-GMM Blundell-Bond.

Tabel 3. Hasil Koefisien Elastisitas Regresi

Variabel	Koefisien Elastisitas Regresi	
	Jangka Pendek	Jangka Panjang
$Y_{i,t-1}$	0,26106	-
X_1	0,28709	0,388516

Berdasarkan hasil analisis koefisien elastisitas regresi diperoleh bahwa efek jangka pendek variabel PDRB tahun sebelumnya sebesar 0,26106 dan IPM sebesar 0,28709. Sedangkan, variabel IPM memberikan efek jangka panjang sebesar 0,388516 artinya setiap kenaikan nilai IPM sebesar 1 persen maka akan meningkatkan nilai pertumbuhan ekonomi sebesar 0,388516% secara jangka panjang dengan asumsi bahwa variabel lain bernilai konstan.

Kesimpulan

Model regresi data panel dinamis sangat tepat digunakan untuk model yang bersifat dinamis atau cocok untuk *dynamic of adjustment* karena mampu menyesuaikan variabel-variabel dalam model regresi terhadap perubahan dalam jangka waktu tertentu.

Penerapan model regresi data panel dinamis menggunakan metode SYS-GMM terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$\hat{Y}_{it} = 0,26106Y_{i,t-1} + 0,28709 X_1.$$

Hasil penerapan pada data riil menunjukkan bahwa variabel Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) pada tahun sebelumnya dan indeks pembangunan manusia (IPM) berpengaruh positif terhadap data Produk Domestik Regional Bruto (PDRB).

Referensi

- [1] C. Hsiao, *Analysis of Panel Data*, United Kingdom: Cambridge University Press, 2003.
- [2] H. T. Baltagi, *Econometric Analysis of Panel Data* (3rd ed.), Inggris: John Wiley & Sons, 2005.
- [3] R. Blundell dan S. Bond, "Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models," *Journal of Econometrics*, vol. 87, p. 115–143, 1998.
- [4] T. W. Anderson dan C. Hsiao, "Estimation of Dynamic Models with Error Components," *Journal of the American Statistical Association*, vol. 76, no. 375, pp. 598-606, 1981.
- [5] D. N. Gujarati, *Dasar-Dasar Ekonometrika*, Jakarta: Erlangga, 2003.
- [6] M. Dendo dan K. Suryowati, "Pemodelan Tingkat Inflasi di Indonesia Menggunakan Regresi Data Panel Dinamsi dengan Estimasi FD-GMM Arellano-Bond Dan SYS-GMM Blundell-Bond.," *Jurnal Statistika Industri dan Komputasi /*, vol. 6, no. 2, pp. 159-170, 2022.
- [7] D. Nabilah dan Setiawan, "Pemodelan Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Menggunakan Data Panel Dinamis dengan Pendekatan Generalized Method of Moment Arellano-Bond," *Jurnal Sains dan Seni*, vol. 5, no. 2, pp. 205-210, 2016.
- [8] E. D. Supandi, R. Yulianti dan A. Fauzy, "Regresi Data Panel untuk Mengetahui Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi IPM di Kab/Kota Prov DIY," *Statistika*, vol. 22, no. 2, pp. 157-163, 2022.
- [9] F. C. H. Buan, D. G. Ludji dan O. P. Maure, "Pembuktian Struktur Peubah Instrumen Blundell-Bond Generalized Method of Moment (BB-GMM) Estimator Model Regresi Panel Dinamis," *Leibniz: Jurnal Matematika*, vol. 3, no. 1, p. 16–24, 2023.
- [10] N. A. Ahmad, G. M. Tinungki dan N. Sunusi, "Estimation of Dynamic Panel Data Regression Parameters Using Generalized Methods of Moment.," *Jurnal Matematika, Statistika dan Komputasi*, vol. 18, no. 3, pp. 484-491, 2022.
- [11] H. N. Aini, D. Ispriyanti dan Suparti, "Analisis Regresi Faktor Panel Dinamis Blundell-Bond Dengan Estimasi System-Generalized Method Of Moment Pada Saham Farmasi Di BEI," *Jurnal Gaussian*, vol. 11, no. 3, pp. 477-457, 2022.
- [12] G. Ranis, F. Stewart dan E. Samman, "Human development: beyond the human development index," *Journal of Human Development*, vol. 7, no. 3, pp. 323-358, 2006.
- [13] N. R. Draper dan H. Smith, *Analisis Regresi Terapan.*, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 1992.
- [14] Setiawan dan D. E. Kusriani, *Ekonometrika : analisis regresi, multikolonieritas, heteroskedastisitas, otokorelasi, sistem persamaan simultan, model dinamis*, Yogyakarta: Andi Offset, 2010.
- [15] M. Arellano dan S. Bond, "Some test of specification for Panel data:Monte Carlo Evidence to Employment Equation," *The Review of Economic Studies*, vol. 58, no. 2, pp. 277-297, 1991.
- [16] J. Elhorst, "Dynamic spatial panels: models, methods, and inferences," *Journal of Geographical System*, vol. 14, no. 1, pp. 5-28, 2012.