

Econometric Modeling of Regional Gross Domestic Product In Indonesia Using Dynamic Panel Data Through The Arellano-Bond Generalized Method of Moments Approach

Devi Mulya Astuti^{1*}, Tantri Crystiana¹, Febryana Dilla Setyaningrum¹,
Galuh Salwa Salsabila¹, M. Al Haris¹, Alwan Fadlurohman¹

¹Universitas Muhammadiyah Semarang, Semarang, Indonesia

*Corresponding author: devimulyamauliah@gmail.com

Abstract

Economic growth is a primary indicator of regional development performance, as reflected by Gross Regional Domestic Product (GRDP). The dynamic nature of economic variables requires an analytical approach capable of capturing intertemporal relationships. This study examines changes in GRDP across 34 provinces in Indonesia during the period 2016-2023 using annual dynamic panel data estimated with the Arellano-Bond Generalized Method of Moments (GMM) estimator. The explanatory variables include investment, the open unemployment rate (TPT), the Human Development Index (HDI), population size, and the lagged dependent variable. Model specification is evaluated using the Sargan test and the Arellano-Bond serial correlation test. The results indicate that the estimated model satisfies the required diagnostic tests, suggesting that the estimator is appropriate for the analysis. Furthermore, the Wald test indicates that the regressors are jointly significant. Partial estimation results show that lagged GRDP, investment, the open unemployment rate (TPT), and the Human Development Index (HDI) significantly affect changes in GRDP, whereas population size does not have a statistically significant effect. Lagged GRDP and investment exert positive effects on changes in GRDP, while the open unemployment rate and the Human Development Index have significant negative effects.

Keywords: Gross Regional Domestic Product, Investment, Human Development Index, Dynamic Panel Data, and Generalized Method of Moments

Article History:

Received : 06 July 2026

Revised : 09 August 2026

Accepted : 31 August 2026

© 2026 Astuti et al. Published by Program

Studi Statistika Fakultas MIPA Universitas

Lambung Mangkurat.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



How to Cite:

D. M. Astuti et al, *Econometric Modeling of Regional Gross Domestic Product in Indonesia Using Dynamic Panel Data Through The Arellano-Bond Generalized Method of Moments Approach*, RAGAM: Journal of Statistics and Its Application, vol. 5, no. 2, pp. 175-189, 2026, [doi: 10.20527/ragam.v5i2.19859](https://doi.org/10.20527/ragam.v5i2.19859)

1. PENDAHULUAN

Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) merupakan salah satu indikator makroekonomi yang digunakan untuk menggambarkan kinerja perekonomian suatu daerah melalui nilai tambah barang dan jasa yang dihasilkan oleh seluruh unit usaha dalam suatu wilayah selama periode tertentu [1]. Perkembangan ekonomi global yang ditandai oleh perlambatan pertumbuhan, fluktuasi harga komoditas, serta meningkatnya ketidakpastian geopolitik turut memberikan tekanan terhadap kinerja perekonomian negara berkembang [2]. Secara nasional, pertumbuhan ekonomi Indonesia relatif stabil pada kisaran 5% sepanjang 2015–2019, sebelum berkontraksi -2,07% pada 2020 akibat pandemi Covid-19 dan kembali pulih hingga mencapai 5,05% pada 2023 [3]. Namun, capaian tersebut merupakan gambaran pada tingkat nasional sehingga belum sepenuhnya mencerminkan kinerja ekonomi di setiap provinsi. Ketimpangan laju

pertumbuhan antar wilayah inilah yang menjadi alasan penelitian ini menggunakan data PDRB tingkat provinsi periode 2016-2023.

Pertumbuhan ekonomi di Indonesia cenderung menjadi perhatian karena belum sepenuhnya mampu mendorong perbaikan indikator kesejahteraan secara merata. Data jumlah pengangguran di Indonesia mencapai 7,46 juta orang pada tahun 2025, yang menunjukkan adanya ketidakseimbangan antara pertumbuhan ekonomi dan kemampuan dalam menciptakan lapangan kerja [4]. Situasi tersebut memperlihatkan bahwa aktivitas ekonomi yang tercermin melalui PDRB masih menghadapi tantangan dalam memperkuat struktur ekonomi dan memperluas kesempatan kerja.

Kondisi ketidakseimbangan antara pertumbuhan ekonomi dan tingkat pengangguran tidak terlepas dari dinamika aktivitas ekonomi yang saling berkaitan. Peran pembentukan modal melalui investasi menjadi faktor penting dalam meningkatkan kapasitas produksi melalui pembentukan modal sehingga dapat mendorong peningkatan PDRB [5]. Jumlah penduduk juga memiliki kontribusi dalam mendukung peningkatan ekonomi melalui peningkatan produk domestik regional bruto [6]. Indeks Pembangunan Manusia (IPM) juga memiliki kontribusi karena peningkatan kualitas sumber daya manusia dapat mendorong produktivitas dan aktivitas ekonomi [7]. Selain itu, Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) adalah indikator yang mencerminkan efisiensi pasar tenaga kerja dalam menyerap sumber daya manusia yang tersedia. Tingginya tingkat pengangguran mengindikasikan adanya ketidakseimbangan antara jumlah tenaga kerja dan kesempatan kerja, yang dapat mengurangi produktivitas ekonomi serta memperlambat pertumbuhan ekonomi wilayah [8]. Keterkaitan berbagai aktivitas ekonomi tersebut menunjukkan bahwa peningkatan PDRB dipengaruhi oleh interaksi berbagai faktor ekonomi yang saling berkaitan.

Berbagai penelitian telah mengkaji hubungan aktivitas ekonomi terhadap kinerja ekonomi melalui pendekatan data panel statis [9], [10]. Pendekatan seperti *Ordinary Least Squares* (OLS) dengan menggunakan variabel investasi dan inflasi sebagai faktor yang memengaruhi pertumbuhan ekonomi [9]. Sementara itu, pendekatan Random Effect Model (REM) digunakan untuk menganalisis pengaruh pembangunan infrastruktur terhadap pertumbuhan ekonomi [10]. Namun, penelitian-penelitian tersebut belum mempertimbangkan sifat dinamis pertumbuhan ekonomi, yaitu kondisi ketika capaian PDRB suatu provinsi dipengaruhi oleh kinerja ekonomi pada periode sebelumnya. Padahal, PDRB antarprovinsi di Indonesia cenderung bersifat persisten karena capaian PDRB pada periode berjalan tidak terlepas dari akumulasi modal, investasi, kualitas sumber daya manusia, dan kebijakan pembangunan pada periode-periode sebelumnya. Mengabaikan sifat persisten ini berisiko menghasilkan estimasi yang bias, karena variabel dependen yang dilag berkorelasi dengan komponen galat, sekaligus memunculkan masalah endogenitas akibat hubungan timbal balik antarvariabel ekonomi [11], [12].

Bias estimasi pada model dinamis yang disebabkan oleh korelasi antarvariabel dependen terlag dengan komponen *error*, serta permasalahan endogenitas akibat hubungan simultan antarvariabel ekonomi, dapat diatasi melalui pendekatan model data panel

dinamis menggunakan metode *Generalized Method of Moments* (GMM) Arellano-Bond. Metode GMM *Arellano-Bond* merupakan pendekatan model dinamis yang mempertimbangkan bahwa variabel dependen tidak hanya dipengaruhi oleh variabel independen pada periode saat ini (t), tetapi juga oleh nilai variabel tersebut pada periode sebelumnya ($t - 1$) [6]. Pendekatan ini dinilai lebih robust dalam menganalisis hubungan antar variabel ekonomi yang bersifat dinamis [13].

Pendekatan GMM *Arellano-Bond* telah banyak digunakan untuk menganalisis fenomena ekonomi yang bersifat dinamis. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa metode ini mampu menghasilkan estimasi yang konsisten dengan mengakomodasi keberadaan lag variabel dependen serta mengatasi permasalahan endogenitas dan heterogenitas antarunit [12]. Selain itu, GMM *Arellano-Bond* direkomendasikan sebagai pendekatan yang tepat untuk data panel yang berpotensi mengandung heteroskedastisitas dan hubungan simultan antarvariabel [13]. Oleh karena itu, metode ini relevan dalam menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi PDRB antarprovinsi di Indonesia.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh PDRB periode sebelumnya, investasi, TPT, IPM, dan jumlah penduduk terhadap nilai PDRB atas dasar harga konstan provinsi di Indonesia menggunakan pendekatan model data panel dinamis *Arellano-Bond Generalized Method of Moments* (GMM). Pemilihan variabel didasarkan pada teori pertumbuhan ekonomi yang menekankan pentingnya akumulasi modal, kualitas sumber daya manusia, kondisi pasar tenaga kerja, serta karakteristik dinamis pertumbuhan ekonomi dalam menjelaskan perubahan output regional. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi landasan dalam perumusan kebijakan ekonomi yang tepat sasaran dan berkelanjutan, serta memberikan kontribusi terhadap upaya pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs) tujuan ke-8, yaitu *Decent Work and Economic Growth*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Regresi Data Panel

Analisis regresi data panel adalah teknik regresi yang memanfaatkan kombinasi data *cross-section* dan data *time series*. Model umum regresi data panel dapat dirumuskan seperti yang ditunjukkan pada Persamaan [14].

$$y_{i,t} = \alpha_i + x'_{i,t}\beta + u_{i,t}, i = 1, 2, \dots, n; \quad t = 1, 2, \dots, T; \quad (1)$$

dengan:

$y_{i,t}$: Variabel dependen pada unit observasi ke- i dan periode ke- t

α_i : *Intercept*

$x'_{i,t}$: vektor pengamatan pada variabel independen berukuran $1 \times K$

β : Vektor koefisien variabel prediktor berukuran $K \times 1$

$u_{i,t}$: Komponen galat pada individu ke- i dan waktu ke- t

2.2 Regresi Data Panel Dinamis

Regresi data panel dinamis merupakan pengembangan regresi data panel dengan menambahkan lag variabel dependen sebagai variabel independen (eksplanatori endogen). Model ini digunakan karena nilai suatu variabel tidak hanya dipengaruhi oleh

variabel lain pada periode yang sama, tetapi juga oleh nilainya pada periode sebelumnya. Regresi data panel dinamis sesuai diterapkan pada data ekonomi yang umumnya memiliki sifat dinamis [15]. Spesifikasi umum model data panel dinamis dituliskan sebagai berikut:

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

dengan,

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

$y_{i,t}$: variabel terikat untuk unit individu ke- i pada periode ke- t

δ : parameter dari lag variabel terikat

$y_{(i,t-1)}$: nilai variabel terikat pada periode sebelumnya

β_0 : parameter tidak diketahui

β_k : koefisien variabel ke- k

X_{kit} : variabel independent ke- k untuk unit individu ke- i pada periode ke- t

ε_{it} : galat untuk unit individu ke- i pada periode ke- t

2.3 Generalized Method of Moments Estimator

Permasalahan utama yang muncul ketika lag variabel dependen disertakan sebagai regresor adalah munculnya korelasi antara regresor tersebut dan komponen *error*, yang menyebabkan estimasi OLS menjadi bias dan tidak konsisten. GMM dikembangkan sebagai solusi atas keterbatasan tersebut.

GMM bekerja dengan cara menyetarakan kondisi momen teoritis populasi dengan kondisi momen yang dihitung dari data sampel. Untuk N observasi, model dasarnya seperti:

$$y_{i,t} = x'_{i,t}\beta + u_{i,t}, \quad i = 1, 2, \dots, N; t = 1, 2, \dots, T \quad (3)$$

Parameter β merupakan penyelesaian dari sistem kondisi momen populasi berikut [16]:

$$E(g_{i,t}(\beta)) = E(Z'_{i,t}u_{i,t}) = E(Z'_{i,t}(y_{i,t} - x'_{i,t}\beta)) = 0 \quad (4)$$

Persamaan momen sampelnya adalah:

$$\bar{g}(\beta) = N^{-1} \sum_{i=1}^N (z_{i,t}'(y_{i,t} - x_{i,t}'\beta)) \quad (5)$$

Selanjutnya dibangun fungsi kuadrat GMM sebagai kriteria minimisasi [16]:

$$J(\beta) = \bar{g}(\beta)' \hat{W} \bar{g}(\beta) \quad (6)$$

dengan W merupakan matriks pembobot yang digunakan dalam proses estimasi. Nilai estimator GMM diperoleh melalui minimisasi fungsi kuadrat $J(\beta)$ tersebut.

Pada model dinamis, penggunaan OLS cenderung menghasilkan koefisien yang tidak dapat diandalkan, sehingga GMM hadir sebagai alternatif melalui penerapan metode variabel instrumental, yakni dengan memilih instrumen yang berkorelasi dengan variabel endogen eksplanatori namun bebas dari komponen galat [2].

2.4 Metode GMM Arellano-Bond

Arellano dan Bond (1991) merancang metode GMM yang secara khusus ditujukan untuk mengatasi bias estimasi OLS pada model panel dinamis. Metode ini dirancang untuk

menghasilkan estimator yang konsisten dan efisien apabila kondisi momen terpenuhi, struktur galat sesuai spesifikasi, instrumen valid, dan matriks pembobot dipilih secara tepat, meskipun sifat tidak bias secara ketat tidak berlaku otomatis pada sampel terbatas, dengan memanfaatkan nilai lag variabel dependen sebagai instrumen yang valid. Tahap pertama dalam prosedur ini adalah transformasi *first difference*, yang bertujuan mengeliminasi efek individu tidak teramati dari dalam model [16].

$$y_{i,t} - y_{i,t-1} = \delta(y_{i,t-1} - y_{i,t-2}) + (x_{i,t} - x_{i,t-1})\beta + (\varepsilon_{i,t} - \varepsilon_{i,t-1}) \quad (7)$$

yang dapat disederhanakan menjadi:

$$\Delta y_{i,t} = \delta \Delta y_{i,t-1} + \Delta x'_{i,t} \beta + \Delta \varepsilon_{i,t} \quad (8)$$

Sebagai ilustrasi, pada $t = 3$ persamaannya adalah:

$$(y_{i,3} - y_{i,2}) = \delta(y_{i,2} - y_{i,1}) + (x_{i,3} - x_{i,2}) + (\varepsilon_{i,3} - \varepsilon_{i,2}) \quad (9)$$

Pada kondisi ini, $y_{i,1}$ layak dijadikan instrumen karena memiliki keterkaitan erat dengan selisih $y_{i,2} - y_{i,1}$, namun sama sekali tidak berhubungan dengan selisih gangguan $\varepsilon_{i,3} - \varepsilon_{i,2}$, selama tidak ada korelasi serial orde dua pada galat terdiferensiasi dan regresor bersifat predetermined/eksogen. Pada periode $t = 4$:

$$(y_{i,4} - y_{i,3}) = \delta(y_{i,3} - y_{i,2}) + (x_{i,4} - x_{i,3}) + (\varepsilon_{i,4} - \varepsilon_{i,3}) \quad (10)$$

Pada tahap ini, baik $y_{i,1}$ maupun $y_{i,2}$ memenuhi syarat sebagai instrumen yang absah. Pola ini berlanjut seiring bertambahnya periode, sehingga untuk periode ke- T tersedia kumpulan instrumen $y_{i,1}, y_{i,2}, \dots, y_{i,T-2}$. Seluruh instrumen tersebut disusun dalam matriks Z_{diff} berbentuk blok diagonal [16]:

$$Z_{diff} = \begin{bmatrix} y_{i,1} & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & y_{i,1} & y_{i,2} & \cdots & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & y_{i,1} & y_{i,2} & \cdots & y_{i,T-2} \end{bmatrix} \quad (11)$$

Estimator one-step GMM *Arellano-Bond* digunakan dalam penelitian ini, konsisten dengan penggunaan uji Sargan (bukan uji Hansen) untuk validasi instrumen, sehingga tidak diperlukan koreksi standard error yang khusus ditujukan untuk memperbaiki bias pada estimator two-step. Estimator *one-step* GMM *Arellano-Bond* seperti berikut [16]:

$$\begin{pmatrix} \hat{\delta} \\ \hat{\beta} \end{pmatrix} = \left[\left(N^{-1} \sum_{i=1}^N (\Delta y_{i,t-1}, \Delta x_i)' Z_i \right) \hat{W}^{-1} \left(N^{-1} \sum_{i=1}^N Z_i' (\Delta y_{i,t-1}, \Delta x_i) \right) \right]^{-1} \\ \times \left[\left(N^{-1} \sum_{i=1}^N (\Delta y_{i,t-1}, \Delta x_i)' Z_i \right) \hat{W}^{-1} \left(N^{-1} \sum_{i=1}^N Z_i' \Delta y_i \right) \right] \quad (12)$$

Untuk memperoleh hasil estimasi *two-step estimator* yang lebih efisien, bobot $\hat{W}$ perlu disubstitusikan dengan $\hat{\Lambda}^{-1}$, yang dirumuskan sebagai:

$$\hat{\Lambda}^{-1} = N^{-1} \sum_{i=1}^N Z_i' \Delta v_i \Delta v_i' Z_i \quad (13)$$

Melalui kombinasi transformasi *first difference* dan strategi pembentukan instrumen

tersebut, metode GMM *Arellano-Bond* digunakan untuk mengakomodasi struktur autokorelasi pada komponen galat melalui pemilihan instrumen yang tepat, dengan validitasnya diuji lebih lanjut melalui uji *Arellano-Bond*. Ketahanan terhadap heteroskedastisitas turut bergantung pada pemilihan matriks pembobot $\hat{W}$ dan penggunaan standard error yang sesuai.

2.5 Uji Signifikansi Parameter

Pengujian parsial bertujuan untuk mengevaluasi signifikansi setiap koefisien regresi terhadap model melalui uji- t . Hipotesis yang diuji beserta statistik uji- t ditunjukkan sebagai berikut [14]:

$$H_0: \beta_j = 0$$

$$H_1: \beta_j \neq 0, \quad j = 1, 2, 3$$

Tes statistik uji diperoleh dengan:

$$t = \frac{\hat{\beta}_j}{se(\hat{\beta}_j)} \quad (14)$$

Jika nilai $t > t$ kritis, atau nilai $\text{Prob} < 0,05$ maka tolak H_0

2.6 Uji Spesifikasi Model

Kesesuaian model GMM *Arellano-Bond* dievaluasi melalui dua prosedur pengujian, yaitu uji *Arellano-Bond* dan uji Sargan, sebagai bagian dari penilaian konsistensi estimator dan validitas instrumen.

Uji *Arellano-Bond* digunakan untuk mendeteksi autokorelasi pada komponen error, khususnya pada model *first difference*. Hipotesis yang digunakan adalah:

$$H_0: \text{tidak ada autokorelasi pada residual orde ke-}j$$

$$H_1: \text{terdapat autokorelasi pada residual orde ke-}j$$

Statistik uji dirumuskan sebagai:

$$m(j) = \text{Var}(\varepsilon) \varepsilon_i, t - j' \varepsilon \sim N(0,1), \quad j = 1, 2 \quad (15)$$

Konsistensi model GMM ditunjukkan oleh hasil yang tidak signifikan pada autokorelasi orde kedua [16].

Uji Sargan dipilih karena estimasi menggunakan *estimator one-step* tanpa penyesuaian *robust standard error*, sedangkan uji Hansen J lebih sesuai untuk *estimator two-step* atau *standard error* yang *robust* terhadap heteroskedastisitas, mengingat Sargan tidak *robust* terhadap pelanggaran asumsi tersebut. Uji Sargan bertujuan untuk menguji keabsahan instrumen dalam kondisi *overidentifying restriction*, dengan H_0 yang menyatakan bahwa instrumen sah dan H_1 yang menyatakan sebaliknya. Statistik ujinya adalah:

$$S = V'Z \left(\sum_{i=1}^N Z'_i \tilde{\varepsilon}_i \tilde{\varepsilon}'_i Z_i \right)^{-1} Z' \tilde{\varepsilon} \sim \chi^2_{L-(K+1)} \quad (16)$$

Hasil tidak signifikan mengindikasikan instrumen memenuhi syarat validitas sehingga model dinyatakan layak [16].

3. METODE PENELITIAN

3.1 Sumber Data dan Variabel Penelitian

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang meliputi PDRB, investasi, TPT, IPM, dan Jumlah Penduduk. Unit analisis penelitian mencakup 34 provinsi di Indonesia ($N=34$) dan periode 2016-2023 ($T=8$) yang diperoleh dari publikasi resmi BPS. Pemilihan 34 provinsi dilakukan untuk mempertahankan struktur data panel yang seimbang serta menghindari ketidakkonsistenan akibat pemekaran wilayah administratif pada periode pengamatan. Untuk menangkap dinamika hubungan antarvariabel, penelitian ini memasukkan satu periode lag dari variabel dependen sebagai variabel penjelas. Dengan demikian, meskipun periode observasi utama dimulai pada tahun 2016, informasi tahun sebelumnya tetap dimanfaatkan untuk mendukung estimasi model. Variabel penelitian yang digunakan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel Penelitian

Simbol	Variabel	Definisi Operasional	Satuan
Y	PDRB	Nilai Produk Domestik Bruto (PDRB) atas dasar harga konstan pada masing-masing provinsi	Miliar Rupiah
Y(-1)	Lag PDRB	Nilai PDRB atas dasar harga konstan pada periode sebelumnya (t-1)	Miliar Rupiah
X1	Investasi	Total realisasi investasi (PMDN) pada masing-masing provinsi yang telah diseragamkan dalam satuan miliar rupiah	Miliar Rupiah
X2	TPT	Jumlah pengangguran terhadap jumlah angkatan kerja	Persen (%)
X3	IPM	Indeks komposit yang mengukur dimensi kesehatan, pengetahuan, dan standar hidup layak	Angka (0-100)
X4	Jumlah Penduduk	Total penduduk per provinsi	Jiwa

Sumber: Badan Pusat Statistika, diolah oleh peneliti 2026

3.2 Prosedur Penelitian

Metode analisis penelitian ini menggunakan pendekatan data panel dinamis yaitu menggunakan metode GMM Arellano-Bond. Metode ini dipilih karena mampu mengakomodasi hubungan dinamis melalui keberadaan lag variabel dependen serta mengatasi potensi permasalahan endogenitas yang umum terjadi dalam model ekonomi makro [6]. Tahapan analisis penelitian yaitu:

1. Mengeksplorasi data dengan statistik deskriptif untuk menggambarkan karakteristik.
2. Mengestimasi model panel dinamis menggunakan metode OLS sebagai estimasi awal dan pembanding terhadap hasil estimasi model GMM Arellano-Bond.
3. Mengestimasi model panel dinamis dengan GMM Arellano-Bond dalam mengatasi permasalahan endogenitas serta menangkap hubungan dinamis antarvariabel melalui penyertaan variabel dependen terlag.

4. Melakukan uji Sargan yang bertujuan memastikan validitas instrumen dalam estimasi GMM dan memastikan instrumen tidak berkorelasi dengan komponen galat.
5. Menguji autokorelasi residual menggunakan uji Arellano-Bond pada orde pertama [AR(1)] dan orde kedua [AR(2)] untuk mengevaluasi konsistensi estimator GMM.
6. Melakukan uji Wald untuk menguji signifikansi variabel secara simultan dan uji z untuk menguji signifikansi variabel secara parsial.
7. Menghitung dan menganalisis pengaruh dalam jangka pendek dan pengaruh jangka panjang berdasarkan koefisien estimasi model GMM Arellano-Bond

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis pengaruh investasi, TPT, IPM, dan jumlah penduduk terhadap PDRB. Mengingat kondisi ekonomi suatu daerah tidak terlepas dari kondisi periode sebelumnya, pendekatan Regresi panel dinamis yang menggunakan metode GMM Arellano-Bond dipilih karena metode ini mampu menangkap hubungan antar waktu sekaligus mengatasi potensi endogenitas dalam model.

4.1 Statistik Deskriptif

Eksplorasi data awal dilakukan menggunakan Statistik deskriptif yang bertujuan menggambarkan karakteristik setiap variabel yaitu nilai mean, standar deviasi, median, minimum, dan maksimum [17]. Hasil statistik deskriptif disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Statistik Deskriptif

Variabel	Mean	Median	Standar Deviasi	Minimum	Maksimum
PDRB	476270	197661.600	681999.530	29150.600	3443359.210
Investasi	12057.110	5445.400	16944.540	8.800	95202.100
TPT	5.090	4.650	1.780	1.40	10.950
IPM	71.500	71.380	4.170	58.050	83.550
Penduduk	8251.86	4145.000	12806.480	666.300	112689.700

Sumber: R studio, diolah oleh peneliti 2026

Berdasarkan Tabel 2, variabel PDRB memiliki nilai rata-rata sebesar 47,627.0 miliar rupiah dengan standar deviasi 197,661.6 miliar rupiah. Nilai median 16,994.5 miliar rupiah menunjukkan bahwa distribusi PDRB cenderung menceng ke kanan, sehingga terdapat beberapa kabupaten/kota dengan nilai PDRB yang sangat tinggi. Variabel investasi juga memiliki penyebaran data yang cukup besar, ditunjukkan oleh standar deviasi sebesar 16,994.5 yang mengindikasikan adanya perbedaan tingkat investasi antarwilayah. Variabel jumlah penduduk memiliki rata-rata 8,251.86 ribu jiwa dengan standar deviasi 12,806.48 ribu jiwa, yang menunjukkan adanya variasi jumlah penduduk antar kabupaten/kota. Sementara itu, variabel TPT dan IPM memiliki nilai standar deviasi yang relatif lebih kecil sehingga penyebaran data kedua variabel tersebut lebih homogen.

4.2 Estimasi OLS

Estimasi OLS dilakukan untuk memperoleh gambaran awal hubungan antarvariabel serta mengevaluasi kelayakan penggunaannya pada model data panel dinamis. Hasil parameter

OLS digunakan dalam menilai potensi bias dan kebutuhan penggunaan metode estimasi yang lebih sesuai. Hasil estimasi OLS disajikan pada Tabel 3

Tabel 3. Estimasi Model OLS

Variabel	Koefisien	Std. Error	t-statistik	Prob.
Intercept	-810840	265480	-3.0542	0.0025
Lag(PDRB,1)	0.3379	0.0366	9.2386	<0.001
Investasi	20.483	1.6339	12.5365	<0.001
TPT	11234	8657.70	1.2976	0.1956
IPM	10651	3856.50	2.7619	0.0061
Penduduk	7.4737	1.4489	5.1581	<0.001

sumber: R Studio, diolah oleh peneliti 2026

Berdasarkan Tabel 3, variabel lag PDRB, investasi, IPM, dan jumlah penduduk memiliki koefisien positif dan berpengaruh signifikan terhadap PDRB karena masing-masing memiliki $p\text{-value} < 0.05$. Koefisien lag PDRB 0.3379 menunjukkan PDRB pada periode sebelumnya berkaitan positif dengan PDRB pada periode berjalan, sedangkan investasi memiliki koefisien 20.483 yang menunjukkan hubungan positif dengan PDRB. IPM dan jumlah penduduk juga memiliki hubungan positif dengan PDRB dengan koefisien 10,651 dan 7.4737. Sementara itu, TPT memiliki koefisien positif sebesar 11,234, tetapi tidak berpengaruh signifikan terhadap PDRB karena memiliki $p\text{-value} 0.1956 > 0.05$. Hasil estimasi OLS memberikan gambaran awal mengenai arah dan signifikansi hubungan antarvariabel sebelum dilakukan estimasi.

4.3 Estimasi GMM Arelano-Bond

Keberadaan lag variabel dependen sebagai regressor dalam model panel dinamis menyebabkan estimasi menggunakan OLS menghasilkan koefisien bias dan nilainya tidak konsisten. Metode GMM first-difference yang dikembangkan oleh Arellano dan Bond digunakan sebagai solusi yang memanfaatkan variabel lag level sebagai instrumen yang valid untuk menghasilkan estimator yang konsisten. Hasil estimasi seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Estimasi GMM Arellano-Bond

Variabel	Koefisien	Std.Error	z-statistik	Prob	N
PDRB(-1)	0.8263	0.0584	14.1455	<0.001	102
Investasi	2.9811	0.6113	4.8768	<0.001	102
TPT	-48556	8898	-5.4570	<0.001	102
IPM	-35304	11679	-3.0227	0.0025	102
Penduduk	-19.375	24.006	-0.8071	0.4196	102

sumber : R Studio, diolah oleh peneliti 2026

Berdasarkan Tabel 4, hasil estimasi GMM Arellano-Bond menunjukkan bahwa variabel lag perubahan PDRB, investasi, TPT, dan IPM berpengaruh signifikan terhadap perubahan PDRB karena memiliki $p\text{-value} < 0.05$, sedangkan jumlah penduduk tidak berpengaruh signifikan dengan $p\text{-value}$ sebesar 0.4196. Koefisien lag PDRB(-1) sebesar 0.8263

menunjukkan adanya persistensi perubahan PDRB antarperiode, sedangkan investasi berkoefisien positif sebesar 2.9811 yang mengindikasikan bahwa peningkatan investasi cenderung meningkatkan perubahan PDRB. Sebaliknya, TPT dan IPM memiliki koefisien negatif masing-masing sebesar -48.556 dan -35.304, yang menunjukkan hubungan negatif dengan perubahan PDRB. Sementara itu, koefisien jumlah penduduk sebesar -19.375 dengan p-value sebesar 0.4196, sehingga pengaruhnya tidak signifikan secara statistik.

4.4 Uji Sargan

Uji Sargan dilakukan dalam pengujian validitas instrumen estimasi GMM dengan hipotesis nol yang menunjukkan seluruh instrumen tidak ada korelasi dengan residual atau *over-identifying restrictions* terpenuhi. Hasil uji Sargan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Uji Sargan		
Statistik Chi-square	df	p-value
6.5122	5	0.2595

sumber: R Studio, diolah oleh peneliti 2026

Berdasarkan hasil Uji Sargan pada Tabel 5 diperoleh nilai statistik Chi-square sebesar 6.5122 dengan derajat bebas sebanyak 5 dan nilai *p-value* sebesar 0.2595. Nilai *p-value* > 5%, maka gagal menolak hipotesis nol. Hasil ini menunjukkan bahwa tidak terdapat bukti yang cukup untuk menyatakan bahwa instrumen yang digunakan berkorelasi dengan komponen galat, sehingga instrumen pada model GMM *Arellano-Bond* dapat dianggap valid dan memenuhi asumsi *overidentifying restrictions*.

4.5 Uji Arellano-Bond

Uji Arellano-Bond dilakukan untuk mendeteksi autokorelasi pada residual *first-difference*. Konsistensi estimator GMM tidak mensyaratkan absennya AR(1) karena autokorelasi orde pertama diharapkan muncul akibat proses *first-difference*, namun mensyaratkan tidak ada autokorelasi orde kedua AR(2) pada residual. Hasil disajikan seperti Tabel 6.

Tabel 6. Uji Arellano-Bond		
Uji	Statistik z	p-value
AR(1)	0.15791	0.8745
AR(2)	-1.4573	0.145

sumber : R Studio, diolah oleh peneliti 2026

Berdasarkan Uji Arellano-Bond diperoleh nilai p-value AR(1) sebesar 0.8745 dan AR(2) sebesar 0.145. Nilai p-value AR(2) yang lebih besar dari 0,05 menunjukkan tidak terdapat autokorelasi orde kedua pada residual terdiferensiasi. Sementara itu, AR(1) tidak signifikan, yang berbeda dari kondisi yang umumnya diharapkan pada estimasi *Difference* GMM *Arellano-Bond*. Hasil ini mengindikasikan bahwa struktur autokorelasi residual perlu menjadi perhatian dalam evaluasi spesifikasi model.

4.6 Uji Wald

Uji signifikansi parameter digunakan untuk mencari pengaruh antara variabel independen terhadap variabel dependen. Pengujian dilakukan melalui uji Wald untuk menguji nilai signifikan bersama-sama dan uji signifikan secara parsial dengan uji z.

Tabel 7. Hasil Uji Wald

Statistik Uji	Nilai
<i>Chi-square</i>	1224.388
Derajat bebas	5
p-value	<0.001

sumber : R Studio, diolah oleh peneliti 2026

Hasil pengujian Wald menghasilkan statistik chi-square 1224.388 dengan nilai p-value <0.001. Pada tingkat signifikansi 5%, nilai p-value < 0.05 maka keputusan pengujian yang diambil adalah menolak H_0 yang berarti bahwa secara simultan terdapat paling sedikit satu koefisien variabel independen berpengaruh signifikan terhadap perubahan PDRB.

Tabel 8. Hasil Uji Z

Variabel	Koefisien	Std.Error	z-statistik	Probabilitas
lag(PDRB,1)	0.8263	0.0584	14.1455	<0.001
Investasi	2.9811	0.6113	4.8768	<0.001
TPT	-48556	8898	-5.4570	<0.001
IPM	-35304	11679	-3.0227	0.0025
Penduduk	-19.375	24.006	-0.8071	0.4196

sumber: R Studio, diolah oleh peneliti 2026

Hasil uji z untuk pengujian parsial menunjukkan bahwa lag PDRB, investasi, TPT, dan IPM memiliki pengaruh signifikan terhadap perubahan PDRB. Sementara itu jumlah penduduk tidak berpengaruh signifikan secara statistik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa persistensi PDRB, investasi, TPT, dan IPM memiliki hubungan yang signifikan dengan perubahan PDRB dalam model, sedangkan jumlah penduduk tidak signifikan.

4.7 Efek Jangka Panjang dan Jangka Pendek

Model data panel yang dinamis memungkinkan pemisahan efek dalam jangka pendek dan juga dalam jangka panjang dari setiap variabel independen terhadap PDRB. Koefisien estimasi GMM mencerminkan efek jangka pendek, sedangkan efek jangka panjang diperoleh melalui formula $\frac{\beta}{(1-\delta)}$, di mana δ merupakan koefisien lag variabel dependenseperti pada Tabel 6 berikut.

Tabel 9. Efek Jangka Pendek dan Jangka Panjang

Variabel	Efek Jangka Pendek	Efek Jangka Panjang
Investasi	2.981	17.1580
TPT	-48556.2789	-279474.6394
IPM	-35303.8707	-203197.9539
Penduduk	-19.3752	-111.5177

Koefisien variabel investasi berpengaruh positif terhadap perubahan PDRB. Hal ini mengindikasikan bahwa setiap peningkatan investasi sebesar satu satuan akan meningkatkan perubahan PDRB 2.981 satuan dalam jangka pendek dan 17.1580 satuan dalam jangka panjang. Sebaliknya, TPT berpengaruh negatif terhadap perubahan PDRB dengan koefisien -48,556.2789 dalam jangka pendek dan -279,474.6394 dalam jangka panjang. Koefisien variabel IPM bernilai negatif, dalam jangka pendek setiap peningkatan IPM sebesar satu satuan akan menurunkan perubahan PDRB -35,303.8707 satuan, sedangkan dalam jangka panjang menurunkan perubahan PDRB -203,197.9539 satuan. Adapun jumlah penduduk memiliki pengaruh negatif terhadap PDRB dengan koefisien -19.3752 dalam jangka pendek dan -111.577 dalam jangka panjang. Efek jangka panjang masing-masing variabel lebih besar secara absolut dibandingkan efek jangka pendek.

Hasil estimasi model panel dinamis GMM Arellano-Bond menghasilkan persamaan:

$$\Delta PDRB_{it} = 0.8263\Delta PDRB_{i,t-1} + 2.9811\Delta Investasi_{it} - 48556\Delta TPT_{it} - 35304\Delta IPM_{it} - 19.375\Delta Penduduk_{it} + e_{it}$$

Variabel lag PDRB memiliki koefisien positif 0.8263 dan signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan PDRB pada periode sebelumnya berpengaruh positif terhadap perubahan PDRB pada periode berjalan. Dengan demikian, terdapat indikasi adanya persistensi dalam dinamika pertumbuhan ekonomi, di mana kondisi ekonomi pada periode sebelumnya masih memengaruhi kondisi pada periode saat ini. Hasil ini didukung oleh penelitian yang menemukan bahwa PDRB periode sebelumnya mempunyai pengaruh yang nyata terhadap laju pertumbuhan ekonomi periode berjalan [18].

Variabel investasi tercatat memiliki pengaruh yang positif dan signifikan terhadap perubahan PDRB dengan koefisien 2.9811 ($p\text{-value} < 0.001$). Hasil tersebut mengindikasikan bahwa bertambahnya realisasi investasi berkontribusi menggerakkan roda perekonomian. Hal ini selaras dengan penelitian terdahulu yang membuktikan bahwa penanaman modal asing dan dalam negeri berpengaruh positif signifikan [19].

Variabel TPT memiliki koefisien negatif sebesar -48556 dan signifikan karena $p\text{-value} < 0.001$. Hasil tersebut menunjukkan peningkatan pengangguran cenderung menurunkan output ekonomi karena berkurangnya pemanfaatan tenaga kerja dalam proses produksi. Temuan ini mendukung penelitian terdahulu yang menemukan hubungan negatif signifikan antara pengangguran dengan perekonomian daerah [20].

Variabel IPM mempunyai koefisien yang negatif yaitu -35304, serta secara statistik terbukti signifikan ($p\text{-value} = 0.0025$). Hal tersebut menunjukkan bahwa peningkatan IPM berkaitan dengan penurunan perubahan PDRB. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang menemukan bahwa IPM berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan ekonomi, karena peningkatan IPM belum diimbangi dengan pemerataan pembangunan sehingga belum mampu mendorong pertumbuhan ekonomi optimal [21].

Variabel jumlah penduduk memiliki koefisien negatif sebesar -19,375 dan tidak terbukti signifikan secara statistik ($p\text{-value} = 0.4196$). Kondisi ini mengindikasikan bahwa jumlah

penduduk belum menjadi faktor yang secara langsung memengaruhi perubahan PDRB selama periode penelitian. Temuan tersebut sejalan dengan penelitian yang menyatakan pertumbuhan penduduk tidak selalu berdampak positif terhadap pertumbuhan ekonomi apabila tidak diimbangi oleh peningkatan produktivitas dan kesempatan kerja [22].

5. KESIMPULAN

Penerapan model data panel dinamis melalui GMM Arellano-Bond memberikan hasil estimasi konsisten dan model memenuhi kriteria kelayakan berdasarkan uji Sargan dan uji Arellano-Bond. Hasil pengujian simultan memperlihatkan bahwa variabel secara bersama-sama signifikan secara statistik. Pada pengujian parsial, variabel lag PDRB, investasi, TPT, dan IPM memiliki pengaruh yang signifikan, sementara jumlah penduduk tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan. Investasi terbukti memberikan dampak positif terhadap perubahan PDRB dalam jangka pendek maupun jangka panjang, yang menunjukkan pentingnya akumulasi modal dalam mendorong pertumbuhan ekonomi daerah. Sebaliknya, TPT berpengaruh negatif terhadap perubahan PDRB, sehingga tingginya tingkat pengangguran dapat menghambat aktivitas ekonomi dan menurunkan kapasitas produksi. Oleh sebab itu, diperlukan kebijakan ketenagakerjaan yang terintegrasi dengan kebutuhan sektor industri, serta optimalisasi investasi pada sektor yang bersifat produktif guna mendorong pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik, "Metadata indikator statistik: Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) atas dasar harga konstan (ADHK)." [Online]. Available: <https://sirusa.web.bps.go.id/metadata/indikator/101088>
- [2] I. Suhendra and W. B. Hadi, "Tingkat Pendidikan, Upah, Inflasi, Dan Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Pengangguran Di Indonesia," *J. Ekon.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–17, 2016.
- [3] Badan Pusat Statistik, "Pertumbuhan ekonomi Indonesia triwulan IV-2025," Badan Pusat Statistik. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/en/pressrelease/2026/02/05/2546/indonesia-s-economic-growth-in-2025-was-5-11-percent.html>
- [4] Badan Pusat Statistik, "Siaran pers Badan Pusat Statistik," Badan Pusat Statistik. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/assets/news/2025/11/05/793/siaran-pers-badan-pusat-statistik.html>
- [5] A. Budihardjo, F. Arianti, and F. Mas'ud, "Pengaruh Investasi, Tenaga Kerja, dan Indeks Pembangunan Manusia terhadap PDRB (Studi Kasus Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2016-2018)," *Diponegoro J. Econ.*, vol. 9, pp. 1–9, 2020, doi: <https://doi.org/10.14710/djoe.31529>.
- [6] C. S. Mulyani and R. K. Sakti, "Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi PDRB dan Disparitas Pendapatan di Provinsi Jawa Timur," vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2022, doi: <http://dx.doi.org/10.21776/jdess.2022.01.1.1>.
- [7] A. F. Banase, "Pengaruh Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Dan Tingkat

- Pengangguran Terhadap PDRB Di Indonesia Tahun 2023,” *J. Ekon. Pembang. Widya Mandira Vol*, vol. 1, no. 1, 2025, doi: <https://doi.org/10.30822/jepwira.v1i1.3907>.
- [8] I. M. D. Artha and N. K. Budiningsih, “Pengaruh PAD , Indeks Pembangunan Manusia dan Tingkat Pengangguran Terbuka terhadap PDRB Kabupaten / Kota Bali 2019-2023 pemerataan dan peningkatan kesejahteraan masyarakat , dengan Produk Domestik Regional,” *J. Publ. Sist. Inf. dan Manaj. Bisnis*, vol. 5, no. November 2025, 2026, doi: <https://doi.org/10.55606/jupsim.v5i1.6289>.
 - [9] A. Z. Zaharani and M. Nasir, “Pengaruh Investasi dan Inflasi Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Indonesia,” *J. Transform. Adm.*, vol. 15, no. April, pp. 1–14, 2025, doi: <https://doi.org/10.56196/jta.v15i01.423>.
 - [10] L. Afriyana, E. Salmah, S. Sriningsih, and I. Harsono, “Analisis Dampak Pembangunan Infrastruktur Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Inklusif Pada Kabupaten/Kota di Provinsi Nusa Tenggara Barat Tahun 2016-2021,” *J. Ekon. Pembang.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–12, 2023, [Online]. Available: <https://elastisitas.unram.ac.id/index.php/elastisitas/article/view/70/78>
 - [11] F. Alsyahdat and D. A. Suseno, “Pengaruh Kualitas Tata Kelola Fiskal Daerah Terhadap Volatilitas Pertumbuhan Ekonomi di Kabupaten / Kota Provinsi Jawa Tengah,” *Parad. J. Ilmu Ekon.*, vol. 9, no. 2, pp. 306–329, 2026, doi: <https://doi.org/10.57178/paradoks.v9i2.2399>.
 - [12] N. Az-zahra, T. W. Utami, and P. R. Arum, “Model Dinamis Dengan Metode Generalized Methods Of Moments Arellano-Bond Pada Angka Penyelesaian Pendidikan SMA Di Indonesia,” pp. 534–542, doi: <https://doi.org/10.26714/uwc.v8.534-542.2025>.
 - [13] N. A. Ahmad, “Pemodelan Regresi Data Panel Dinamis Dengan Pendekatan Generalized Method Of Moment Arellano- Bond Dan Blundell-Bond Pada Data Pertumbuhan Ekonomi,” 2022, [Online]. Available: [https://repository.unhas.ac.id/id/eprint/45496/2/H062202008_tesis_07-11-2022 1-2.pdf](https://repository.unhas.ac.id/id/eprint/45496/2/H062202008_tesis_07-11-2022%201-2.pdf)
 - [14] N. P. N. Hendayanti and M. Nurhidayati, “Dynamic Panel Data Generalized Method of Moment Arellano-Bond Approach in Econometric Model Return on Assets of Pharmaceutical Companies,” *Barekeng*, vol. 17, no. 4, pp. 2325–2336, 2023, doi: [10.30598/barekengvol17iss4pp2325-2336](https://doi.org/10.30598/barekengvol17iss4pp2325-2336).
 - [15] R. L. Surya, E. D. Supandi, and P. Pratiwi, “Penerapan Model Regresi Data Panel Dinamis Menggunakan Generalized Method of Moment System Terhadap Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Ekonomi,” vol. 14, no. 2, pp. 80–89, 2025, doi: [10.14421/fourier.2025.142.80-89](https://doi.org/10.14421/fourier.2025.142.80-89).
 - [16] M. Arellano and S. Bond, “Some Tests of Specification for Panel Carlo Application to Data: Evidence and an Employment Equations,” *Rev. Econ. Stud.*, 1991, doi: <https://doi.org/10.2307/2297968>.
 - [17] N. Sa’adah, T. Andiansyah, T. Hidayat, C. Amni, and Sunyanti, “Analisis Distribusi dan Tren Nilai Mahasiswa dengan Pendekatan Statistik Deskriptif dan Visualisasi Data,” *J. Tek. Inform.*, vol. 4, no. 3, 2025, doi: <https://doi.org/10.56211/sudo.v4i3.1233>.
 - [18] A. A. Utami, K. Umam, and Zahrudin, “Pendekatan Generalized Method Of Moment

- Arellano-Bond Untuk Pemodelan Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Melalui Data Panel Dinamis,” in *Prosiding Diseminasi Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2023, pp. 294–311. doi: <https://doi.org/10.30998/dinamika.v2i1.8385>.
- [19] N. M. Yuliana, A. B. Fuadi, M. N. Arkan, and S. G. Y. Helmi, “Pengaruh PMA dan PMDN Terhadap Pertumbuhan Ekonomi 34 Provinsi di Indonesia,” *J. Ekon. Manaj. dan Sos.*, vol. 6, no. 2, pp. 43–50, 2023, doi: <https://doi.org/10.56071/jemes.v6i2.612>.
- [20] Andini and M. A. Samsuddin, “Pengaruh Partisipasi Angkatan Kerja (PAK) dan Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) Terhadap PDRB di Provinsi Sumatera Utara,” *J. Ilmu Ekon. dan Bisnis*, vol. 02, pp. 31–38, 2025, doi: <https://doi.org/10.70134/jukoni.v2i2.515>.
- [21] A. Nilasari, R. E. Hutabarat, A. H. Maulidah, N. Nazilah, and L. A. Tivani, “Determinasi Pertumbuhan Ekonomi di Pulau Jawa : Peran Indeks Pembangunan Manusia , Partisipasi Angkatan Kerja , dan Upah Minimum Provinsi,” *EKOMA J. Ekon. Manajemen, Akunt.*, vol. 5, no. 4, pp. 5090–5100, 2026, doi: <https://doi.org/10.56799/ekoma.v5i4.17083>.
- [22] Z. Bandu, S. Amalia, and R. B. Suharto, “The Effect of Population Growth and Human Development Index on Economic Growth and Unemployment in East Kalimantan Province,” *Int. J. Econ. Commer. Manag.*, no. Alexander, 1994, doi: <https://doi.org/10.62951/ijecm.v2i4.981>.