

**ESTIMASI PARAMATER MODEL *PANEL VECTOR AUTOREGRESSIVE*  
DENGAN *ESTIMATOR BLUNDELL-BOND GENERALIZED*  
*METHOD OF MOMENT***

**(Studi Kasus: Indeks Pembangunan Manusia dan Laju Produk Domestik  
Regional Bruto di Indonesia Tahun 2014-2023)**

**EUNIKE LAURINE RANDA  
H051201019**



**STUDI STATISTIKA DEPARTEMEN STATISTIKA  
MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
2024**

**Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)**

**ESTIMASI PARAMATER MODEL *PANEL VECTOR AUTOREGRESSIVE*  
DENGAN *ESTIMATOR BLUNDELL-BOND GENERALIZED*  
*METHOD OF MOMENT***

**(Studi Kasus: Indeks Pembangunan Manusia dan Laju Produk Domestik  
Regional Bruto di Indonesia Tahun 2014-2023)**

EUNIKE LAURINE RANDA  
H051201019

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Statistika

Program Studi Statistika

pada

**PROGRAM STUDI STATISTIKA DEPARTEMEN STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR  
JUNI 2024**



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

## SKRIPSI

**ESTIMASI PARAMETER MODEL *PANEL VECTOR AUTOREGRESSIVE*  
DENGAN *ESTIMATOR BLUNDELL-BOND GENERALIZED*  
*METHOD OF MOMENT*****(Studi Kasus: Indeks Pembangunan Manusia dan Laju Produk Domestik  
Regional Bruto di Indonesia Tahun 2014-2023)**

yang disusun dan diajukan oleh

**EUNIKE LAURINE RANDA**  
**H051201019**

Skripsi,

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Statistika pada 13 Juni 2024  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

pada

Program Studi Statistika  
Departemen Statistika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Hasanuddin  
MakassarMengesahkan:  
Pembimbing tugas akhir,Mengetahui:  
Ketua Program Studi,M.Si  
42002Arina Isamiyati, S.Si., M.Si.  
NIP. 19770808 200501 2 002Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "*Estimasi Paramater Model Panel Vector Autoregressive Dengan Estimator Blundell-Bond Generalized Method Of Moment (Studi Kasus: Indeks Pembangunan Manusia dan Laju Produk Domestik Regional Bruto di Indonesia Tahun 2014-2023)*" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing Sitti Sahriman, S.Si., M.Si. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 13 Juni 2024



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)



Eunike Laurine Randa  
NIM H051201019

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus karena atas berkat, hikmat, kasih karunia, dan pertolongan-Nya sehingga penelitian yang saya lakukan dapat terlaksana dengan baik dan skripsi ini dapat terampungkan atas bimbingan, diskusi dan arahan Ibu Sitti Sahrinan, S.Si., M.Si. Saya mengucapkan terima kasih kepada Ibu Dr. Anna Islamiyati selaku Ketua Departemen Statistika Unhas dan sekaligus dosen penguji yang telah meluangkan waktu dalam memberikan saran dan kritikan yang membangun dalam penyempurnaan tugas akhir ini. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Siswanto, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktu dalam memberikan motivasi serta kritikan yang membangun dalam penyempurnaan tugas akhir ini.

Kepada PT Penerbit Erlangga, saya mengucapkan terima kasih atas beasiswa Pendidikan yang diberikan selama menempuh program pendidikan sarjana. Ucapan terima kasih juga saya ucapkan kepada pimpinan Universitas Hasanuddin, pimpinan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, pimpinan Departemen Statistika Universitas Hasanuddin dan para dosen pengajar yang telah memfasilitasi dan mendukung saya menempuh program sarjana.

Saya mengucapkan limpah terima kasih kepada kedua orang tua tercinta saya mengucapkan limpah terima kasih dan sembah sujud atas doa, pengorbanan dan motivasi mereka selama saya menempuh pendidikan. Penghargaan yang besar juga saya sampaikan kepada adik tercinta dan seluruh keluarga atas motivasi dan dukungan yang tak ternilai. Namun, ketahuilah bahwa saya sangat mencintai kalian dan selalu berusaha untuk membuat kalian bangga. Tak lupa saya juga mengucapkan terima kasih kepada keluarga dan rekan sepelayanan dari Generasi ROCK Makassar yang telah memberikan banyak dukungan, doa, motivasi, dan hiburan selama perkuliahan hingga penyelesaian tugas akhir ini.

Akhirnya, Saya juga mengucapkan terima kasih kepada sahabat-sahabat dari grup Random (Icha, Krisna, Mukhlis, Fahmi, Alip, Fadlan, Bahar, Dzaky dan Rais), Ciwi-Ciwi Among (Rahmi, Aliah, Aulia, Nahla, Nadia, Parida, Cynthia, Pebri, Ayu, Rfidah, Aish, Afika, Radia, Jihan, Putri, dan Stansye), Among (Yoel dan Theo), rekan-rekan seperbimbingan, dan teman-teman Statistika 2020 yang senantiasa telah berproses bersama saya baik dalam suka dan duka selama perkuliahan dan selama penyelesaian tugas akhir ini. Saya juga mengucapkan terima kasih terkhususnya untuk adik-adik finalis satria data 2023 (Maren dan Re) yang telah banyak memberikan motivasi, dukungan, dan doa. Saya juga ingin berterima kasih kepada Tim LRR PKM-RE Unhas atas perjuangan, kebersamaan, dan dukungannya. Tak lupa saya juga mengucapkan terima kasih kepada sahabat terkasih sejak SMA (Ela, Lala, dan Onel) serta sahabat terkasih sejak SMP (Anggun, Kezia, Angel, dan Eva) yang telah memberikan banyak dukungan dan motivasi yang sangat berharga

Makassar, 13 Juni 2024

Eunike Laurine Randa



## ABSTRAK

Eunike Laurine Randa. **Estimasi Paramater Model Panel Vector Autoregressive Dengan Estimator Blundell-Bond Generalized Method Of Moment (Studi Kasus: Indeks Pembangunan Manusia dan Laju Produk Domestik Regional Bruto di Indonesia Tahun 2014-2023)** (dibimbing oleh Sitti Sahrinan).

**Latar Belakang.** Analisis runtun waktu menggunakan data kasus ekonomi umumnya sebuah variabel dipengaruhi oleh variabel lain dan terdiri dari beberapa individu pengamatan, sehingga untuk mengakomodir hal tersebut dapat dilakukan analisis *Vector Autoregressive* dengan data panel yang disebut *Panel Vector Autoregressive*. *Estimator* yang umumnya digunakan dalam mengestimasi *Panel Vector Autoregressive* untuk data panel pendek yang terjadi studi kasus Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dan Laju Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) di Indonesia Tahun 2014-2023 adalah *Blundell-Bond Generalized Method of Moment* (GMM). **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi parameter *Panel Vector Autoregressive* dengan *estimator Blundell-Bond GMM* untuk pengaplikasiannya dalam meramalkan studi kasus data IPM dan laju PDRB di Indonesia. **Metode.** Penelitian ini dibagi dua tahap umum, yakni 1) estimasi parameter model PVAR dengan *estimator Blundell-Bond GMM*; 2) peramalan nilai IPM dan Laju PDRB menggunakan model PVAR dengan *estimator Blundell-Bond GMM*. **Hasil.** Model hasil estimasi parameter menunjukkan bahwa *lag* pertama IPM dan *lag* pertama Laju PDRB berpengaruh signifikan terhadap IPM dan Laju PDRB serta valid pada pembobot *Two-step efficient estimator*. Nilai MAPE dari peramalan dengan model PVAR Blundell-Bond GMM dengan pembobot *Two-step efficient estimator* dengan nilai sebesar 0,19% untuk peramalan IPM dan 14,82% untuk peramalan laju PDRB. **Kesimpulan.** Model terbaik yang dapat digunakan untuk meramalkan IPM dan laju PDRB adalah *Panel Vector Autoregressive* dengan *Estimator Blundell-Bond GMM* pembobot *Two-step efficient estimator* pada *lag* pertama karena memiliki hasil yang akurat dan memiliki variabel instrumen yang valid.

**Kata Kunci:** *Panel Vector Autoregressive, Blundell-Bond Generalized Method of Moment*, Indeks Pembangunan Manusia, Laju Produk Domestik Regional Bruto.



## ABSTRACT

Eunike Laurine Randa. **Estimation of Panel Vector Autoregressive Model Parameters with Blundell-Bond Generalised Method Of Moment Estimator (Case Study: Human Development Index and Gross Regional Domestic Product Rate in Indonesia 2014-2023)** (supervised by Sitti Sahrinan).

**Background.** Time series analysis using economic case data is generally a variable influenced by other variables and consists of several individual observations, so to accommodate this, Vector Autoregressive analysis can be done with panel data called Panel Vector Autoregressive (PVAR). The estimator commonly used in estimating PVAR for short panel data that occurs in the case study of the Human Development Index (HDI) and the Gross Regional Domestic Product (GRDP) rate in Indonesia in 2014-2023 is the Blundell-Bond Generalised Method of Moment (GMM). **Aim.** This study aims to estimate the PVAR parameters with the Blundell-Bond GMM estimator for its application in forecasting the HDI and GRDP rate data case study in Indonesia. **Methods.** This research is divided into two general stages, i.e. 1) estimation of PVAR model parameters with the Blundell-Bond GMM estimator; 2) forecasting HDI and GRDP rates using the PVAR model with the Blundell-Bond GMM estimator. **Results.** The first lag of HDI and the first lag of GDP rate have a significant effect on HDI and GDP rate and are valid on the weighted Two-step efficient estimator. The MAPE value of the forecasting with the Blundell-Bond GMM PVAR model with the Two-step efficient estimator weighting are 0.19% for HDI forecasting and 14,82% for GRDP rate forecasting. **Conclusion.** The best model that can be used to forecast HDI and GRDP rate is PVAR with Blundell-Bond GMM estimator weighted Two-step efficient estimator on the first lag because it has accurate results and has valid instrument variables.

**Keywords:** *Panel Vector Autoregressive, Blundell-Bond Generalized Method of Moment, Human Development Index, Gross Regional Domestic Product Rate.*



## DAFTAR LAMBANG/SINGKATAN

Lambang/Singkatan	Arti dan Penjelasan
PVAR	<i>Panel Vector Autoregressive</i>
GMM	<i>Generalized Method of Moment</i>
BB-GMM	<i>Blundell-Bond Generalized Method of Moment</i>
$Y$	Vektor variabel endogen
$\Phi$	Matriks koefisien variabel endogen
$\Theta$	Matriks <i>lag</i> variabel endogen
$\mu$	Vektor intersep variabel endogen
$u$	Vektor galat
$W$	Pembobot dalam estimasi GMM
$W_1$	Pembobot <i>One Consistent Step Estimator</i>
$W_2$	Pembobot <i>Two Step Efficient Estimator</i>
MMSC	<i>Model and Moment Selection</i>
BIC	<i>Bayesian Information Criteria</i>
HQIC	<i>Hanna-Quinn Information Criteria</i>
$Z_{Diff}$	Variabel Instrumen First Difference
$Z_{Level}$	Variabel Instrumen Level/Umum
$Z_{Sys}$	Variabel Instrumen System/Blundell-Bond
$q$	Galat dari model gabungan <i>First difference</i> dan model level/umum PVAR
$\Psi$	Vektor gabungan variabel endogen <i>first difference</i> dan level PVAR
$\gamma$	Matriks gabungan variabel <i>lag</i> endogen <i>first difference</i> dan level PVAR
$\phi$	Vektor parameter model PVAR
$\hat{\phi}$	Vektor estimasi parameter model PVAR



## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGANTAR .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN .....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH .....	v
ABSTRAK .....	vi
<i>ABSTRACT</i> .....	vii
DAFTAR LAMBANG/SINGKATAN .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Batasan Penelitian .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Teori .....	3
1.5.1 Data Panel .....	3
<i>Panel Vector Autoregressive</i> .....	4
<i>Panel Vector Autoregressive</i> .....	4
Kritisitas Data Panel .....	5
Klasifikasi Orde $P$ .....	7



	x
1.5.6	Identifikasi Kausalitas Variabel..... 8
1.5.7	Variabel Instrumen <i>Blundell-Bond</i> ..... 10
1.5.8	<i>Blundell-Bond Generalized Methods of Moment</i> ..... 12
1.5.9	Uji Signifikansi Parameter ..... 14
1.5.10	Uji Validitas Variabel Instrumen..... 14
1.5.11	Validasi Model ..... 15
1.5.12	Indeks Pembangunan Manusia ..... 15
1.5.13	Laju Produk Domestik Regional Bruto ..... 16
BAB II METODE PENELITIAN ..... 17	
2.1	Sumber Data ..... 17
2.2	Variabel Penelitian ..... 17
2.3	Metode Analisis ..... 17
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN..... 20	
3.1	Estimasi Parameter Model <i>Panel Vector Autoregressive</i> dengan <i>Estimator Blundell-Bond Generalized Method of Moment</i> ..... 20
3.1.1	Definisi Model <i>Panel Vector Autoregressive</i> ..... 20
3.1.2	Pembentukan Variabel Instrumen <i>Blundell Bond</i> ..... 21
3.1.3	Pembentukan Momen Kondisi Sampel ..... 26
3.1.4	Pembentukan Fungsi Kuadratik <i>Blundell-Bond Generalized Method of Moments</i> ..... 26
3.1.5	Estimasi Parameter <i>Blundell-Bond Generalized Method of Moments</i> 27
3.2	Peramalan <i>Panel Vector Autoregressive</i> pada Studi Kasus IPM dan Laju PDBP di Indonesia Tahun 2014-2023 ..... 29
	Statistika Deskriptif..... 29
	Uji Stasioneritas..... 32
	Uji Orde $p$ Model <i>Panel Vector Autoregressive</i> ..... 33



3.2.4	Pengujian Kausalitas Granger.....	33
3.2.5	Variabel Instrumen <i>Blundell-Bond</i> .....	34
3.2.6	Estimasi Parameter Model PVAR <i>Blundell-Bond Generalized Method of Moments</i> .....	37
3.2.7	Pengujian Validitas Variabel Instrumen.....	39
3.2.8	Peramalan Periode Tahun 2023 dan Validasi Model.....	39
BAB IV KESIMPULAN .....		41
4.1	Kesimpulan.....	41
4.2	Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA.....		42
LAMPIRAN.....		45



## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. <i>Display</i> Data dari Variabel Penelitian.....	17
2. Rata-rata nilai IPM di 34 Provinsi di Indonesia Tahun 2014-2023.....	29
3. Nilai Laju PDRB dari 34 Provinsi di Indonesia Tahun 2014-2023.....	31
4. Laju PDRB Tertinggi di Indonesia Tahun 2014-2023 .....	31
5. Nilai Laju PDRB Terendah di Indonesia Tahun 2014-2023 .....	32
6. Uji Stasioner .....	33
7. Identifikasi Orde $p$ .....	33
8. Uji Kausalitas Granger .....	33
9. Variabel Instrumen First Difference.....	34
10. Variabel Instrumen Level.....	35
11. Estimasi Parameter Model PVAR dengan BB-GMM <i>One Consistent Step Estimator</i> .....	37
12. Estimasi Parameter Model PVAR dengan BB-GMM <i>Two Step Efficient Estimator</i> .....	38
13. Uji Validitas Variabel Instrumen Model PVAR.....	39
14. Peramalan IPM pada Enam Provinsi .....	39
15. Peramalan Laju PDRB pada Enam Provinsi.....	40
16. Nilai Validasi Model dengan Nilai MAPE.....	40



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Plot</i> Data IPM Kategori Tinggi di Indonesia Tahun 2014-2023.....	29
2. <i>Plot</i> Data IPM Kategori Rendah di Indonesia Tahun 2014-2023 .....	30



**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran	Halaman
1. Data Penelitian.....	45
2. <i>Output Hasil Uji Stasioneritas</i> .....	46
3. <i>Output</i> identifikasi orde <i>p</i> .....	48
4. <i>Output Hasil Uji Kausalitas Granger</i> .....	49
5. <i>Output</i> Estimasi Parameter dan Signifikansi Parameter .....	50
6. Hasil peramalan periode Tahun 2023 dari 34 Provinsi di Indonesia .....	52
7. <i>Output</i> Pengujian Validitas Instrumen .....	51



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Analisis runtun waktu merupakan salah satu analisis statistika yang diterapkan pada data runtun waktu dalam meramalkan suatu keadaan yang terjadi di masa yang akan datang untuk pengambilan keputusan. Analisis runtun waktu umumnya merupakan analisis univariat karena hanya melibatkan satu objek pengamatan yang diamati dalam periode waktu tertentu (Prahutama dkk., 2019). Salah satu model yang umumnya digunakan untuk data runtun waktu univariat adalah *Autoregressive* (AR). Namun dalam meramalkan data ekonomi umumnya data dipengaruhi oleh variabel lain sehingga berkembang analisis multivariat yang mengakomodir penggunaan variabel lebih dari satu yakni model *Vector Autoregressive* (Nurwahyuni dkk., 2023).

*Vector Autoregressive* (VAR) merupakan salah satu model runtun waktu multivariat yang mampu memodelkan beberapa variabel yang saling memengaruhi. Data yang digunakan pada model VAR adalah data runtun waktu yang hanya berfokus pada satu individu pengamatan, sedangkan dalam penelitian dengan data kasus ekonomi umumnya melibatkan lebih dari satu individu pengamatan sehingga lebih akurat dan efektif dalam menjelaskan perilaku ekonomi yang tidak dapat dijelaskan pada data runtun waktu (Yunera, 2018). Keterbatasan data runtun waktu dapat diatasi dengan menggunakan data panel yaitu penggabungan data runtun waktu dan data *cross-section* (Muslim, 2014). Model VAR yang dapat digunakan pada data panel disebut sebagai model *Panel Vector Autoregressive*.

*Panel Vector Autoregressive* (PVAR) merupakan penggabungan dari model VAR yang menggunakan beberapa variabel yang saling memengaruhi pada data panel. Variabel yang saling memengaruhi menunjukkan adanya ketergantungan antar variabel dan menjadi *lag* variabel endogen dari semua unit individu pengamatan dalam model PVAR. *Lag* endogen adalah nilai variabel endogen pada waktu sebelumnya yang berpengaruh dalam model PVAR (Abrigo & Love, 2016). Model ini bertujuan untuk memperhitungkan efek ketergantungan dinamis dari *lag* variabel endogen pada semua unit individu dari periode waktu sebelumnya terhadap variabel pada periode waktu setelahnya (Comunale, 2022). Model umum PVAR memiliki nilai intersep yang spesifik berbeda pada masing-masing unit pengamatan sehingga mewakili masing-masing karakteristik per unit individu pengamatan. PVAR dapat digunakan untuk peramalan secara simultan pada semua variabel dari masing-masing unit individu pengamatan sehingga diperlukan estimasi parameter untuk model PVAR. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengestimasi model menggunakan *Generalized Method of Moment*.

*Method of Moment* (GMM) adalah metode yang digunakan untuk estimasi parameter dengan memanfaatkan variabel instrumen. Selanjutnya GMM dikembangkan oleh Arellano & Bond (1991) dengan menggunakan variabel instrumen dari persamaan *first difference* dari model data runtun waktu yang menghasilkan estimasi yang tak bias, konsisten, dan efisien.



Kelemahan pada metode Arellano-Bond GMM adalah memiliki hasil estimasi yang bias ketika data panel yang digunakan memiliki periode waktu ( $T$ ) berukuran kecil atau memiliki  $T \leq 10$  yang disebut sebagai panel pendek (Binder dkk., 2005). Permasalahan tersebut diatasi oleh Blundell & Bond (1998) dengan mengkombinasikan variabel instrumen dari persamaan *first difference* dan persamaan umum model sehingga hasil estimasi yang diperoleh lebih efisien dan tak bias pada penggunaan data panel pendek yang disebut sebagai metode *Blundell-Bond GMM*.

Penelitian terdahulu dilakukan oleh Lee dkk (2022) menggunakan model PVAR dalam menganalisis pengaruh antara guncangan pendapatan negara Republik Rakyat Tiongkok (RRT) dengan sektor-sektor perekonomian negara yang bergabung pada kebijakan ekonomi *Belt and Road Initiative*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model PVAR merupakan model yang baik dalam menjelaskan hubungan antara guncangan pendapatan negara RRT, Produk Domestik Bruto dan Indeks Harga Konsumen dari negara-negara yang termasuk kebijakan *Belt and Road Initiative*. Penelitian lain dilakukan oleh Ahiadorme (2022) menggunakan model PVAR dengan *estimator Blundell-Bond GMM* dalam menganalisis hubungan antara kebijakan moneter, ketimpangan pendapatan, dan Indeks Pembangunan Keuangan pada 32 Negara Sub-Saharan di benua Afrika. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model PVAR dengan *estimator Blundell-Bond GMM* dapat menjelaskan hubungan antara kebijakan moneter, ketimpangan pendapatan, dan Indeks Pembangunan Keuangan pada panel pendek yang memiliki periode waktu yang singkat.

Kasus yang umumnya terjadi pada penggunaan model PVAR berasal dari data panel ekonomi yang bersifat dinamis sehingga mampu untuk meramalkan kasus ekonomi melalui model yang memiliki hubungan antar variabel dari waktu ke waktu. Hal ini terjadi pada kasus data panel Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dan laju Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) yang terdiri atas beberapa provinsi di Indonesia. IPM menjelaskan nilai indeks mengenai penduduk mampu mengakses hasil pembangunan dalam memperoleh pendapatan, kesehatan, pendidikan, dan sebagainya (BPS, 2024a). IPM dipengaruhi bukan hanya pada pertumbuhan ekonomi, namun juga dipengaruhi oleh aspek sosial yang merupakan pengukuran IPM itu sendiri, sehingga selain dipengaruhi oleh variabel lain, IPM dipengaruhi juga oleh nilai IPM itu sendiri dari periode sebelumnya. Pertumbuhan ekonomi dapat dilihat dari laju PDRB salah satu indikator penting untuk mengetahui kondisi ekonomi di suatu daerah dalam suatu periode tertentu yang menggambarkan pertumbuhan ekonomi di daerah tersebut (BPS, 2024b).



Penelitian oleh Rahmawati (2019) mengenai pengaruh IPM, Tingkat Kerja (TPAK), dan pengeluaran pemerintah di sektor kesehatan terhadap pertumbuhan ekonomi di Indonesia periode 1995-2017. IPM berpengaruh secara signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi yang diukur oleh laju PDRB. Selain itu, penelitian lain yang dilakukan oleh Rahmawati (2019) mengenai pengaruh PDRB, kemiskinan dan belanja modal terhadap pertumbuhan ekonomi di Jakarta periode 2008-2014 menyatakan bahwa laju PDRB

mempengaruhi nilai IPM. Oleh karena itu, diusulkan penelitian ini berjudul “Estimasi Parameter Model *Panel Vector Autoregressive* Dengan *Estimator Blundell-Bond Generalized Method of Moment* (Studi Kasus: Indeks Pembangunan Manusia dan Laju Produk Domestik Bruto di Indonesia Tahun 2014-2023)”.

## 1.2 Batasan Penelitian

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan merupakan data panel IPM dan laju PDRB berdasarkan 34 Provinsi di Indonesia pada tahun 2014-2023.
2. Penentuan *lag* orde  $p$  pada model *Panel Vector Autoregressive* menggunakan nilai *Model and Moment Selection Bayesian Information Criteria* ( $MMSC_{BIC}$ ) dan *Model and Moment Selection Hanna-Quinn Information Criteria* ( $MMSC_{HQIC}$ ).
3. Metode yang digunakan untuk uji validasi peramalan model *Panel Vector Autoregressive* menggunakan nilai *Mean Average Percentage Error* (MAPE).

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh estimasi parameter model *Panel Vector Autoregressive* dengan metode *Blundell-Bond Generalized Method of Moment*.
2. Memperoleh peramalan IPM dan laju PDRB di Indonesia menggunakan model *Panel Vector Autoregressive* dengan *estimator Blundell-Bond Generalized Method of Moment* pada kasus data IPM dan laju PDRB di Indonesia tahun 2014-2023.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai sumber pengetahuan mengenai tahapan estimasi parameter pada model *Panel Vector Autoregressive* menggunakan *estimator Blundell-Bond Generalized Method of Moment*.
2. Sebagai sumber pengetahuan dan informasi mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi peramalan IPM dan laju PDRB berdasarkan 34 provinsi di Indonesia sehingga bermanfaat bagi pemerintah dan penentu kebijakan sehingga terbentuk kebijakan lanjutan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan peningkatan perekonomian di setiap provinsi di Indonesia.

## 1.5 Teori



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

an penggabungan dari data runtun waktu (*time series*) dan data gabungan antara data runtun waktu dan data *cross-section* berisi jumlah individu dalam periode waktu tertentu. Kelebihan dari data sifat heterogen antar individu pengamatan, penyajian data lebih efisien, dan memperbanyak derajat bebas (Anderson & Hsiao,

1982). Data panel terdiri atas beberapa jenis yaitu panel seimbang (*balanced panel*), panel tidak seimbang (*unbalanced panel*), panel panjang (*long panel*), dan panel pendek (*short panel*). Panel seimbang disebut seimbang jika jumlah pengamatan masing-masing unit pengamatan adalah sama. Panel yang memiliki jumlah pengamatan tidak sama disebut sebagai panel tidak seimbang. Panel panjang, jumlah unit pengamatan ( $N$ ) lebih kecil dari banyak periode waktu ( $T$ ), sedangkan panel pendek memiliki jumlah unit pengamatan ( $N$ ) lebih banyak dari banyak periode waktu ( $T$ ) yang dimiliki (Gujarati, 2004).

### 1.5.2 Model Vector Autoregressive

Menurut Gujarati & Porter (2012), Model *Vector Autoregressive* (VAR) adalah pemodelan persamaan simultan yang memiliki banyak variabel endogen secara bersamaan, namun, lag dari masing-masing variabel endogen dijelaskan oleh variabel endogen lainnya dan nilainya sendiri. Semua variabel saling memengaruhi satu sama lain dalam model VAR. Menurut Wei (2006), bentuk umum model VAR pada orde lag  $p$  (VAR( $p$ )) dengan  $M$  variabel endogen dituliskan dalam notasi matriks pada Persamaan (1).

$$Y_t = \Phi_1 Y_{t-1} + \dots + \Phi_p Y_{t-p} + u_t; \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (1)$$

Keterangan:

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

$Y_t$  : Vektor variabel endogen berukuran  $M \times 1$  di waktu ke- $t$

$Y_{t-p}$  : Vektor variabel endogen berukuran  $M \times 1$  di waktu ke- $(t - p)$

$\Phi_p$  : Matriks koefisien variabel endogen berukuran  $M \times M$  di waktu ke- $(t - p)$

$u_t$  : Vektor galat berukuran  $M \times 1$  di waktu ke- $t$

$p$  : Panjang lag variabel endogen ( $1, 2, \dots, p$ )

$M$  : Jumlah Variabel endogen

### 1.5.3 Model Panel Vector Autoregressive

Model *Panel Vector Autoregressive* (PVAR) merupakan pengembangan model VAR yang merupakan kombinasi antara regresi panel dinamis dan model VAR dengan data yang digunakan adalah data panel. Semua variabel pada model PVAR dianggap sebagai variabel endogen yang saling berhubungan satu sama lain. Menurut Holtz-Eakin dkk. (1988), bentuk umum model PVAR dengan orde lag  $p$  dengan efek tetap (*fixed effect*) dengan  $M$  variabel endogen dalam notasi matriks pada Persamaan (2).

$$Y_{it} = \Phi_1 Y_{it-1} + \Phi_2 Y_{it-2} + \dots + \Phi_p Y_{it-p} + v_{it}; \quad (2)$$



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

$\dots, N; t = 1, \dots, T; m = 1, 2, \dots, M$

abel endogen berukuran  $M \times 1$  untuk individu pengamatan  
tu ke- $t$

bel endogen berukuran  $M \times 1$  untuk individu pengamatan

u ke- $(t - p)$

- $\Phi_p$  : Matriks koefisien variabel endogen berukuran  $M \times M$  untuk individu pengamatan ke-  $i$  di waktu ke- $(t - p)$
- $\mu_i$  : Vektor intersep variabel endogen berukuran  $M \times 1$  untuk individu pengamatan ke-  $i$
- $u_{i,t}$  : Vektor galat berukuran  $M \times 1$  untuk individu pengamatan ke-  $i$  di waktu ke- $t$

Parameter-parameter untuk model PVAR dapat diestimasi menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS). Kelemahan dari metode OLS tidak dapat mengatasi korelasi antara variabel endogen yang memiliki *lag* dengan galat yang ada pada model PVAR, sehingga hasil estimasi menjadi bias dan tidak konsisten. Oleh karena itu, Abrigo dan Love (2016) mengusulkan untuk menggunakan *Generalized Method of Moment* (GMM) dalam mengestimasi parameter bagi model PVAR. Berdasarkan Persamaan (2), dijabarkan sebagai berikut.

$$\begin{bmatrix} Y_{1,i,t} \\ \vdots \\ Y_{m,i,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \phi_{1,11} & \cdots & \phi_{1,1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \phi_{1,m1} & \cdots & \phi_{1,mm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{1,i,t-1} \\ \vdots \\ Y_{m,i,t-1} \end{bmatrix} + \cdots + \begin{bmatrix} \phi_{p,11} & \cdots & \phi_{p,1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \phi_{p,m1} & \cdots & \phi_{p,mm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{1,i,t-p} \\ \vdots \\ Y_{m,i,t-p} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mu_{1,i} \\ \vdots \\ \mu_{m,i} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_{1,i,t} \\ \vdots \\ u_{m,i,t} \end{bmatrix}$$

Misalkan contoh persamaan PVAR (2) dengan dua variabel endogen ( $m = 1, 2$ ) dengan *lag* sebanyak satu yang terdiri dari  $Y_1$  dan  $Y_2$  pada Persamaan (3).

$$\begin{bmatrix} Y_{1,i,t} \\ Y_{2,i,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \phi_{1,11} & \phi_{1,12} \\ \phi_{1,21} & \phi_{1,22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{1,i,t-1} \\ Y_{2,i,t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mu_{1,i} \\ \mu_{2,i} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_{1,i,t} \\ u_{2,i,t} \end{bmatrix} \quad (3)$$

#### 1.5.4 Stasioneritas Data Panel

Stasioner pada data runtun waktu terjadi jika tidak mengandung perubahan yang bersifat sistematis pada rata-rata data dan pada variansi data. Dasar dari stasioner adalah suatu proses tidak akan berubah seiring dengan perubahan waktu, sehingga stasioner memiliki makna sebagai proses pada data seimbang dan stabil secara statistik (Cryer & Chan, 2008). Data panel yang mengandung data runtun waktu dan data *cross-section* sering mengalami kendala dalam stasioneritas data, sehingga apabila dalam pembentukan model Panel VAR sangat penting untuk dilakukan uji stasioner. Menurut Im, Pesaran, Shin (2023), salah satu metode yang dapat digunakan untuk menguji kestasioneran data panel adalah *Im, Pesaran, Shin* (IPS) *test*. Pengujian menggunakan metode IPS dilakukan berdasarkan hasil rata-rata dari statistik *unit root test* pada masing-masing individu.

stasioneran menggunakan metode Uji *Im, Pesaran, Shin* (IPS) *Dickey Fuller* dalam metodenya. Terdapat 3 jenis model yang digunakan untuk uji *Dickey Fuller*, yaitu: model random walk dengan intersep, dan model random walk dengan *trend*. Misalkan model AR (1) diberikan sebagai berikut.

$$y_t = \phi y_{t-1} + \varepsilon_t$$



Keterangan:

$y_t$  : Variabel pengamatan pada waktu ke- $t$

$\phi$  : Estimasi parameter AR(1)

$y_{t-1}$  : Variabel pengamatan pada waktu ke- $(t - 1)$

$\varepsilon_t$  : Galat model pada waktu ke- $t$

Hipotesis:

$H_0: \phi = 1$  (data mengandung *unit root* atau tidak stasioner)

$H_1: |\phi| < 1$  (data tidak mengandung *unit root* atau stasioner)

### a. Kasus 1: Model dengan intersep

Misalkan model AR(1) dengan intersep sebagai berikut.

$$y_t = c + \phi y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Keterangan:

$y_t$  : Variabel pengamatan pada waktu ke- $t$

$c$  : Konstanta/intersep model

$\phi$  : Estimasi parameter AR(1)

$y_{t-1}$  : Variabel pengamatan pada waktu ke- $(t - 1)$

$\varepsilon_t$  : Galat model pada waktu ke- $t$

Hipotesis:

$H_0: \phi = 1$  (data mengandung *unit root* atau tidak stasioner tanpa intersep)

$H_1: |\phi| < 1$  (data tidak mengandung *unit root* atau stasioner dengan intersep)

### b. Kasus 2: Model dengan intersep dan *trend*

Misalkan model AR(1) dengan intersep dan *trend* sebagai berikut.

$$y_t = c + \delta t + \phi y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Keterangan:

$y_t$  : Variabel pengamatan pada waktu ke- $t$

$c$  : Konstanta/intersep model

$\delta$  : Koefisien tren

$t$  : Variabel Tren

$\phi$  : Estimasi parameter AR(1)

$y_{t-1}$  : Variabel pengamatan pada waktu ke- $(t - 1)$

$\varepsilon_t$  : Galat model pada waktu ke- $t$

Hipotesis:

$H_0: \phi = 1$  (data mengandung *unit root* atau tidak stasioner dengan intersep)

$H_1: |\phi| < 1$  (data tidak mengandung *unit root* atau stasioner dengan intersep

d)

anel, metode IPS dapat dilakukan berdasarkan hasil rata-rata da masing-masing individu menggunakan uji *Dickey Fuller* S ( $t_i$ ) dengan  $i = 1, 2, \dots, N$  dengan  $N$  adalah jumlah unit cross-



Hipotesis:

$H_0: \phi_i = 1$  (data mengandung *unit root* atau tidak stasioner)

$H_1: |\phi_i| < 1$  (data tidak mengandung *unit root* atau stasioner)

Statistik uji *Dickey Fuller* pada individu ke- $i$ :

$$t_i = \frac{\hat{\phi}_i - 1}{S_{\hat{\phi}_i}} \quad (4)$$

dengan:

$$S_{\hat{\phi}_i} = \sqrt{\frac{\sigma_{u_i}^2}{\sum_{t=1}^T Y_{i,t-1}^2}} \quad \text{dan} \quad \sigma_{u_i}^2 = \frac{\sum_{t=1}^T (Y_{i,t} - \hat{\phi}_i Y_{i,t-1})^2}{T - 1}$$

Keterangan:

$t_i$  : Nilai uji *Dickey Fuller* pada individu ke- $i$

$\hat{\phi}_i$  : Estimasi parameter AR(1) individu ke- $i$

$S_{\hat{\phi}_i}$  : Simpangan baku dari  $\hat{\phi}_i$

Setelah diperoleh Persamaan (4)  $t_i$  pada masing-masing individu pengamatan ke- $i$ , maka statistik uji untuk uji IPS ( $\bar{t}$ ) adalah rata-rata statistik uji *unit root test* dari masing-masing individu pada Persamaan (5).

$$\bar{t} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i \quad (5)$$

Keterangan:

$\bar{t}$  : Nilai uji IPS seluruh individu pengamatan

$t_i$  : Nilai uji *Dickey Fuller* pada individu ke- $i$

Pada kasus dengan intersep dan dengan intersep dan *trend*  $\bar{t}$  kurang memadai, sehingga Im dkk. (2023) mengusulkan menggunakan uji t yang terstandarisasi ( $Z_{\bar{t}}$ ) pada Persamaan (6).

$$Z_{\bar{t}} = Z_{IPS} = \frac{\sqrt{N}(\bar{t} - E(\bar{t}))}{\sqrt{Var(\bar{t})}} \quad (6)$$

Keterangan:

$Z_{\bar{t}}$  : Nilai uji IPS terstandarisasi

$\bar{t}$  : Nilai uji IPS seluruh individu pengamatan

$E(\bar{t})$  : Rata-rata nilai uji IPS

$Var(\bar{t})$  : Variansi nilai uji IPS

Kriteria dalam pengambilan keputusan pada uji IPS adalah jika nilai  $Z_{IPS}$  pada taraf nyata ( $\alpha$ ) atau jika nilai *p-value*  $< \alpha$  maka  $H_0$  ditolak dan data tidak stasioner.

### Orde P

Orde atau *lag p* pada model PVAR( $p$ ) dapat menggunakan *Model Selection* (MMSC) yang dikemukakan oleh Andrew dan Lu (2001)



berdasarkan uji statistik  $J$  Hansen. MMSC terdiri dari beberapa kriteria informasi yaitu *Akaike Information Criteria* (AIC), *Bayesian Information Criteria* (BIC), dan *Hanna-Quinn Information Criteria* (HQIC) dalam persamaan umum pada Persamaan (7) (Mitchel dkk, 2018).

$$MMSC_n(b, c) = J_n(b, c) - h(|c| - |b|)\kappa_n \quad (7)$$

$J_n$  merupakan uji statistik  $J$  Hansen dengan nilai  $b$  adalah jumlah parameter,  $c$  merupakan jumlah dari momen kondisi, dan  $n$  adalah jumlah total observasi data. Selanjutnya diimplementasi pada beberapa kriteria informasi pada Persamaan (8).

$$MMSC_{BIC}(b, c) = J_n(b, c) - (|c| - |b|) \cdot \ln(n)$$

$$MMSC_{AIC} = J_n(b, c) - (|c| - |b|) \cdot 2 \quad (8)$$

$$MMSC_{HQIC} = J_n(b, c) - Q \cdot (|c| - |b|) \cdot \ln(\ln(n))$$

Andrew dan Lu merekomendasikan untuk menggunakan  $MMSC_{BIC}$  atau  $MMSC_{HQIC}$ , karena  $MMSC_{AIC}$  tidak memenuhi kriteria konsistensi karena memiliki probabilitas positif.  $MMSC$  dengan nilai perhitungan terendah menunjukkan optimalitas pada *lag* masing-masing urutan, sedangkan koefisien determinasi menangkap proporsi variasi yang dijelaskan oleh model model PVAR pada *lag* yang berbeda (Sigmund & Ferstl, 2019).

### 1.5.6 Identifikasi Kausalitas Variabel

Pengidentifikasi kausalitas atau hubungan dari variabel dilakukan untuk mengetahui arah pengaruh berupa sebab akibat antar dua variabel. Hubungan yang dapat timbul antar dua variabel dapat berupa hubungan satu arah atau searah dan hubungan dua arah antar variabel. Identifikasi hubungan dari variabel dapat dilakukan menggunakan uji Kausalitas Granger. Konsep dari uji ini yaitu masa lalu mempengaruhi masa kini atau masa yang akan datang (Pririzki dkk., 2023). Pada model PVAR, asumsi yang perlu dipenuhi dalam menguji kausalitas granger data yang digunakan sudah stasioner (Gujarati, 2009). Statistik uji yang digunakan uji Wald yang dilakukan untuk setiap individu pengamatan. Misalkan pada data panel terdapat dua variabel dalam notasi matriks ( $Y_{1,i,t}$  dan  $Y_{2,i,t}$ ) dengan *lag*  $p = 1$  seperti pada contoh model PVAR pada Persamaan (3) dituliskan kembali pada Persamaan (9).

$$Y_{i,t} = \phi_1 Y_{i,t-1} + \mu_i + u_{i,t}$$

$$\begin{bmatrix} Y_{1,i,t} \\ Y_{2,i,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \phi_{1,11} & \phi_{1,12} \\ \phi_{1,21} & \phi_{1,22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{1,i,t-1} \\ Y_{2,i,t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mu_{1,i} \\ \mu_{2,i} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_{1,i,t} \\ u_{2,i,t} \end{bmatrix} \quad (9)$$

$t = 1, 2, \dots, T$ ; Panjang *lag* atau  $l = 1, 2, \dots, p$ ; diasumsikan data merupakan data panel yang seimbang. Hipotesis yang diuji Kausalitas *Granger* untuk mengetahui pengaruh variabel adalah sebagai berikut.



Hipotesis:

$H_0: \phi_{1,12} = 0$  ( $\text{lag } Y_{2,i,t-1}$  tidak berpengaruh secara signifikan terhadap  $Y_{1,i,t}$ )

$H_1$ : minimal terdapat satu  $\phi_{1,12} \neq 0$

( $\text{lag } Y_{2,i,t-1}$  berpengaruh secara signifikan terhadap  $Y_{1,i,t}$ )

Statistik uji Wald untuk individu ke- $i$  pada Persamaan (10).

$$W_i = \hat{\theta}'_i \mathbf{R}' (\hat{\sigma}_i^2 \mathbf{R} (\mathbf{Z}'_i \mathbf{Z}_i)^{-1} \mathbf{R}')^{-1} \mathbf{R} \hat{\theta}_i \quad (10)$$

dengan  $\hat{\sigma}_i^2 = (\hat{u}'_{1,i,t} \hat{u}_{1,i,t}) / (T - 2p - 1)$ ;  $\mathbf{Z}_i$  yang terdiri atas berisi angka 1,  $Y_{1,i}$ , dan  $Y_{2,i}$ .  $\hat{\theta}_i$  adalah vektor yang terdiri atas parameter model pada Persamaan (9) dan matriks  $\mathbf{R}$  sebagai berikut.

$$\mathbf{Z}_{i(T \times 2p+1)} = [1 \quad Y_{1,i,t-1} \quad Y_{2,i,t-1}]; \quad \hat{\theta}_{i(2p+1 \times 1)} = [\mu_{1,i} \quad \hat{\phi}_{1,11} \quad \hat{\phi}_{1,12}]';$$

$$\mathbf{R}_{(p \times 2p+1)} = [0 \quad 1 \quad 1];$$

Statistik uji Kausalitas Granger untuk data panel pada Persamaan (11).

$$W_{N,T}^{HNC} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N W_i \quad (11)$$

Keterangan:

$W_{N,T}^{HNC}$  : Nilai uji Kausalitas Granger seluruh individu pengamatan

$W_i$  : Nilai uji Wald individu ke- $i$  pada pengamatan ke- $t$

Kriteria penolakan pada uji Kausalitas Granger adalah jika nilai  $W_{N,T}^{HNC} > \chi_p^2$  atau  $p$ -value lebih kecil dari taraf signifikansi, maka  $H_0$  ditolak yang berarti bahwa  $\text{lag } Y_{2,i,t}$  berpengaruh secara signifikan terhadap  $\text{lag } Y_{1,i,t}$  atau dapat dikatakan  $Y_{2,i,t}$  mempengaruhi  $Y_{1,i,t}$ .

Pengujian juga dilakukan untuk mengidentifikasi pengaruh variabel  $Y_{1,i,t}$  terhadap  $Y_{2,i,t}$  yang berarti untuk menunjukkan adanya pengaruh satu arah atau dua arah (Dumitrescu & Hurlin, 2012). Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

Hipotesis:

$H_0: \phi_{1,21} = 0$

( $\text{lag } Y_{1,i,t-1}$  tidak berpengaruh secara signifikan terhadap  $Y_{2,i,t}$ )

$H_1$ : minimal terdapat satu  $\phi_{1,21} \neq 0$

( $\text{lag } Y_{1,i,t-1}$  berpengaruh secara signifikan terhadap  $Y_{2,i,t}$ )

komponen statistik uji yang digunakan sebagai berikut:

$$\mathbf{Z}_{i(T \times 2p+1)} = [1 \quad Y_{1,i,t-1} \quad Y_{2,i,t-1}]; \quad \hat{\theta}_{i(2p+1 \times 1)} = [\mu_{2,i} \quad \hat{\phi}_{1,21} \quad \hat{\phi}_{1,22}]';$$

$$\mathbf{R}_{(p \times 2p+1)} = [0 \quad 1 \quad 1]; \quad \hat{\sigma}_i^2 = \frac{\hat{u}'_{2,i,t} \hat{u}_{2,i,t}}{T - 2p - 1};$$



Statistik uji yang digunakan pada untuk mengidentifikasi pengaruh variabel  $Y_{1,i,t}$  terhadap  $Y_{2,i,t}$  dapat menggunakan yaitu dengan uji Wald pada masing-masing individu. Hasil uji Wald yang diperoleh selanjutnya dilakukan pengujian pada Kausalitas Granger pada semua individu secara keseluruhan pada data panel.

Hasil nilai statistik uji yang diperoleh apabila:

- $\phi_{1,12} = 0$  dan  $\phi_{1,21} = 0$ , maka dapat dikatakan bahwa variabel tidak saling mempengaruhi pada  $Y_{1,i,t}$  dan  $Y_{2,i,t}$ , sehingga tidak dapat dilakukan pembentukan model dari kedua variabel tersebut.
- $\phi_{1,12} = 0$  dan terdapat minimal satu  $\phi_{1,21} \neq 0$  maka  $Y_{1,i,t}$  mempengaruhi  $Y_{2,i,t}$  tetapi tidak sebaliknya, sehingga model yang dapat dibentuk adalah regresi data panel dinamis  $Y_{1,i,t}$  terhadap  $Y_{2,i,t}$
- Terdapat minimal satu  $\phi_{1,12} \neq 0$  dan  $\phi_{1,21} = 0$  maka  $Y_{2,i,t}$  mempengaruhi  $Y_{1,i,t}$  tetapi tidak sebaliknya, sehingga model yang dapat dibentuk adalah regresi data panel dinamis  $Y_{2,i,t}$  terhadap  $Y_{1,i,t}$
- Terdapat minimal satu pada  $\phi_{1,12} = 0$  dan  $\phi_{1,21} \neq 0$ , maka dapat dikatakan bahwa  $Y_{1,i,t}$  dan  $Y_{2,i,t}$  saling mempengaruhi timbal balik atau hubungan dua arah, sehingga dapat dibentuk model PVAR dari kedua variabel tersebut.

### 1.5.7 Variabel Instrumen *Blundell-Bond*

Variabel Instrumen merupakan metode yang dikembangkan oleh Anderson dan Hsiao (1982) bertujuan untuk menghilangkan efek variabel endogen eksplanatori dalam model untuk mendapatkan variabel baru yang tidak berkorelasi dengan *error*, tetapi berkorelasi dengan variabel terikat sehingga yang menghasilkan dugaan parameter bersifat tak bias dan konsisten (Dewi, 2016). Misalkan pada model *Panel Vector Autoregressive* (PVAR) berdasarkan Persamaan (2) dituliskan kembali pada Persamaan (12).

$$Y_{i,t} = \Phi_1 Y_{i,t-1} + \Phi_2 Y_{i,t-2} + \dots + \Phi_p Y_{i,t-p} + \mu_i + u_{i,t} \quad (12)$$

dengan  $\mu_i + u_{i,t} = v_{i,t}$ . Pada Persamaan (12) ini menunjukkan bahwa  $Y_{i,t}$  merupakan fungsi dari  $u_{i,t}$  sehingga  $Y_{i,t-1}, \dots, Y_{i,t-p}$  juga merupakan fungsi dari  $u_{i,t}$ . Hal ini mengakibatkan variabel tersebut mengalami autokorelasi sehingga pendugaan OLS menjadi bias dan tak konsisten (Baltagi, 2005). Oleh karena itu, diperlukan variabel instrumen baru biasa dituliskan  $Z_i$  yang memenuhi syarat sebagai berikut:

- $Z_i$  berkorelasi dengan lag variabel respon ( $Y_{i,t-1}, \dots, Y_{i,t-p}$ ) atau

$$E[Z_i (Y_{i,t-1}, \dots, Y_{i,t-p})] \neq 0).$$

$$Z_i \text{ tidak berkorelasi dengan } error(u_{i,t}) \text{ atau } E(Z_i, u_{i,t}) = 0.$$

*Blundell-Bond* GMM merupakan metode pengembangan dari *Blundell-Bond* GMM untuk pendugaan parameter dengan cara mengkombinasikan *Blundell-Bond* GMM dan model level atau umum. Metode ini mengatasi kekurangan *Blundell-Bond* GMM ketika data periode waktu ( $T$ ) berukuran kecil sehingga



menghasilkan estimasi lebih efisien. Langkah-langkah dalam menentukan variabel instrumen menggunakan metode *Blundell-Bond* adalah sebagai berikut.

- 1) Pembentukan variabel instrumen *First Difference* untuk menghilangkan efek individu  $\mu_i$  pada model dengan menggunakan *first difference* seperti pada Persamaan (12).

$$(Y_{i,t} - Y_{i,t-1}) = \Phi_1(Y_{i,t-1} - Y_{i,t-2}) + (u_{i,t} - u_{i,t-1})$$

atau dapat dituliskan dalam bentuk sebagai berikut:

$$\Delta Y_{i,t} = \phi \Delta \theta_{i,t} + \Delta u_{i,t}$$

Variabel instrumen *First Difference* dengan jumlah periode  $T$  terdapat sebanyak  $(T - 1 - p)$  variabel instrumen untuk  $\Delta \theta_{i,t}$ . Apabila nilai  $p \geq 1$ , maka variabel instrumen yang memenuhi dimulai dengan  $t = p + 2$ . Oleh karena itu, variabel instrumen *First Difference* ( $Z_{Diff}$ ) dengan berukuran  $N(T - 1 - p) \times ML$ , dengan  $L = \frac{(T-1-p)(T-p)}{2}$  dituliskan pada Persamaan (13).

$$Z_{Diff} = \begin{bmatrix} D_1 \\ D_2 \\ \vdots \\ D_N \end{bmatrix} \quad (13)$$

dengan:

$$D_i = \begin{bmatrix} [Y_{i,1}] & 0 & \dots & 0 \\ 0 & [Y_{i,2}, Y_{i,1}] & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & [Y_{i,T-1-p}, \dots, Y_{i,1}] \end{bmatrix}$$

untuk setiap  $Y_{i,t}$ :

$$Y_{i,t} = [Y_{1,i,t} \ Y_{2,i,t} \ \dots \ Y_{M,i,t}]$$

dengan  $i = 1, 2, \dots, N$ ;  $m = 1, 2, \dots, M$ ;  $t = 1, 2, \dots, T$ . Maka model persamaan untuk *first difference* dapat ditulis dalam bentuk notasi vektor matriks dituliskan pada Persamaan (14) berikut.

$$\Delta Y_i^* = \Delta \theta_i \phi + \Delta u_i^* \quad (14)$$

- 2) Pembentukan variabel instrumen dari model level atau model asli dengan jumlah periode  $T$  terdapat sebanyak  $(T - 1 - p)$  variabel instrumen untuk  $Y_{i,t-1}$ . Matriks variabel instrumen dari model level ( $Z_{Level}$ ) dengan ukuran matriks  $N(T - p) + 1 \times MS$ , dengan  $S = (T - 1 - p)$  dituliskan pada Persamaan (15).

$$Z_{Level} = \begin{bmatrix} L_1 \\ L_2 \\ \vdots \\ L_N \end{bmatrix} \quad (15)$$



dengan:

$$L_i = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ [\Delta Y_{i,2}] & 0 & \dots & 0 \\ 0 & [\Delta Y_{i,3}] & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & [\Delta Y_{i,T-p}] \end{bmatrix};$$

untuk setiap  $\Delta Y_{i,t}$ :

$$\Delta Y_{i,t} = [\Delta Y_{1,i,t} \quad \Delta Y_{2,i,t} \quad \dots \quad \Delta Y_{M,i,t}]$$

dengan  $i = 1, 2, \dots, N; m = 1, 2, \dots, M; t = 1, 2, \dots, T$ . Maka model level dapat ditulis dalam bentuk notasi matriks dituliskan pada Persamaan (16) berikut.

$$Y_i^* = \theta_i \phi + v_i^* \quad (16)$$

- 3) Pengkombinasian matriks model *first difference* (14) dan model level (16) didapatkan hasil pada Persamaan (17).

$$\begin{bmatrix} \Delta Y_i^* \\ Y_i^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta \theta_i \\ \theta_i \end{bmatrix} \phi + \begin{bmatrix} \Delta u_i^* \\ v_i^* \end{bmatrix} \quad (17)$$

Berdasarkan kombinasi tersebut, matriks variabel instrumen *Blundell-Bond* dapat dituliskan dalam notasi matriks  $Z_{sys}$  dituliskan pada Persamaan (18).

$$Z_{sys} = \begin{bmatrix} Z_1 \\ Z_2 \\ \vdots \\ Z_N \end{bmatrix} \quad (18)$$

dengan:  $Z_i = \begin{bmatrix} D_i & 0 \\ 0 & L_i \end{bmatrix}$  Bentuk  $Z_i$  dapat dijabarkan pada Persamaan (19).

$$Z_i = I_M \otimes \begin{bmatrix} D_i & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & [\Delta Y_{i,2}] & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & [\Delta Y_{i,2}, \dots, \Delta Y_{i,T-p}] \end{bmatrix} \quad (19)$$

Setiap  $Z_i$  didalam  $Z_{sys}$  dilakukan perkalian *kronecker* dengan matriks identitas berukuran  $M \times M$  ( $I_M$ ), dengan  $m$  jumlah variabel endogen yang digunakan sehingga  $Z_{sys}$  berukuran  $Nj(2T - 1 - 2p) \times MM(L + S)$  dengan  $L = \frac{(T-1-p)(T-p)}{2}$  dan  $S = (T - 1 - p)$ .

### 1.5.8 Blundell-Bond Generalized Methods of Moment

*Generalized Methods of Moment* (GMM) merupakan estimasi dengan pendekatan umum pada sistem estimasi menggunakan variabel instrumen. GMM merupakan metode momen dan momen kondisi. Kelemahan dari metode momen adalah bahwa metode ini tidak dapat digunakan jika jumlah variabel endogen lebih banyak dibandingkan dengan banyaknya parameter yang akan diestimasi. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan GMM untuk mengatasi hal tersebut. Proses estimasi dilakukan dengan menyamakan momen kondisi dari populasi dengan momen kondisi sampel. Momen kondisi memiliki syarat yang harus dipenuhi. dan



membentuk persamaan kuadrat (Kripfganz, 2019). Persamaan kuadrat yang terbentuk akan diminimumkan sehingga diperoleh hasil estimasi parameter pada model.

Metode estimasi *Blundell-Bond* GMM (BB-GMM) atau dikenal juga sebagai *system* GMM merupakan pengembangan dan perbaikan metode dari Arellano-Bond GMM (AB-GMM) yang mengkombinasikan penggunaan model *first difference* dan model level. Metode ini menggunakan variabel instrumen gabungan ( $Z_{sys}$ ) pada Persamaan (19). Banyak kolom matriks variabel instrumen  $Z_{sys}$  lebih banyak dari banyak parameter yang diduga, maka metode *Blundell-Bond* ini dapat menggunakan GMM dalam mengestimasi parameter (Sigmund & Ferstl, 2019). Parameter-parameter untuk model PVAR dapat diestimasi menggunakan menggunakan *Blundell-Bond* GMM (BB-GMM), karena model dapat menghasilkan jumlah variabel instrumen lebih besar dari jumlah parameternya.

Misalkan  $A$  adalah vektor gabungan variabel endogen lag  $p$ ,  $\Phi$  adalah vektor gabungan koefisien lag  $p$ , variabel instrumen  $Z_{sys}$ , dan  $q$  merupakan nilai galat dari persamaan gabungan model *first difference* dan model level/umum.

$$\begin{aligned}\Delta A &= \Delta Y_{i,t-1}, \Delta Y_{i,t-2}, \dots, \Delta Y_{i,t-p}; \\ A &= Y_{i,t-1}, Y_{i,t-2}, \dots, Y_{i,t-p}; \\ \Phi &= \begin{bmatrix} \Phi_1 \\ \Phi_2 \\ \vdots \\ \Phi_p \end{bmatrix}; \\ Z_i &= \begin{bmatrix} D_i & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & [\Delta Y_{i,2}] & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & [\Delta Y_{i,2}, \dots, \Delta Y_{i,T-p}] \end{bmatrix}; \\ q &= \begin{bmatrix} \Delta u \\ u \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta Y \\ Y \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \Delta A \\ A \end{bmatrix} \Phi = \Psi - \Theta \Phi;\end{aligned}$$

Sehingga didapatkan momen kondisi populasi dituliskan pada Persamaan (20).

$$E(g(\Phi)) = E((I_M \otimes Z_i)' q) = E(Z'_{sys}(\Psi - \Theta \Phi)) = 0 \quad (20)$$

maka momen kondisi sampel yang terbentuk adalah  $\bar{g}(\Phi)$  yang dijabarkan pada Persamaan (21).

$$\bar{g}(\Phi) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Z'_{sys}(\Psi - \Theta \Phi)) = 0 \quad (21)$$

Misalkan dilakukan estimasi parameter pada  $\Phi$  dengan meminimumkan  $J(\Phi)$  pada Persamaan (22).

$$J(\Phi) = \bar{g}(\Phi)' W \bar{g}(\Phi) \quad (22)$$

merupakan Fungsi GMM yang membentuk fungsi kuadrat yang akan diminimumkan dengan cara menurunkan fungsi kuadrat dan disama dengankan dengan nol untuk mendapatkan hasil  $\Phi$ .  $W$  merupakan matriks pembobot berukuran  $MM(L + S) \times$



$MM(L + S)$ . Jenis pembobot umumnya terbagi menjadi *One Consistent Step Estimator* yang diperoleh dari Persamaan (23) berikut.

$$W_1 = \left( \sum_{i=1}^N Z_{Sys}' Z_{Sys} \right)^{-1} \quad (23)$$

Sedangkan jenis *estimator* yang lebih efisien bagi parameter menggunakan metode *Two step Efficient Estimator* dengan  $q$  merupakan galat dari estimasi menggunakan *One Consistent Step Estimator* matriks pembobot dijabarkan pada Persamaan (24).

$$W_2 = \left( \sum_{i=1}^N Z_{Sys}' q q' Z_{Sys} \right)^{-1} \quad (24)$$

### 1.5.9 Uji Signifikansi Parameter

Pengujian signifikansi parameter dilakukan untuk mengidentifikasi parameter-parameter di dalam model yang memiliki pengaruh signifikan pada model. Pengujian signifikansi pada parameter untuk model PVAR dilakukan menggunakan uji t parsial dengan hipotesis sebagai berikut.

Hipotesis:

$H_0: \hat{\Phi}_i = \mathbf{0}$  (tidak terdapat pengaruh signifikan terhadap model)

$H_1: \hat{\Phi}_i \neq \mathbf{0}$  (terdapat pengaruh signifikan terhadap model)

Statistik Uji:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\Phi}_i}{Se(\hat{\Phi}_i)} \quad (25)$$

dengan:

$$Se(\hat{\Phi}_i) = \sqrt{Var(\hat{\Phi}_i)}; Var(\hat{\Phi}_i) = \left[ \frac{\psi' Z_{Sys}}{N} W \frac{Z_{Sys}' \psi}{N} \right]^{-1}$$

Keterangan:

$\hat{\Phi}_i$  : Vektor yang berisi hasil estimasi parameter untuk model PVAR

$Se(\hat{\Phi}_i)$ : Simpangan baku dari hasil estimasi parameter

Kriteria pengambilan keputusan adalah jika nilai  $|t_{hitung}| \geq t_{\alpha/2(NT-1)}$  atau nilai  $p\text{-value} < \alpha$  maka  $H_0$  ditolak, yang berarti bahwa hasil estimasi parameter berpengaruh signifikan dalam model.

### 1.5.10 Uji Validitas Variabel Instrumen



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

ada variabel instrumen dilakukan untuk memastikan kevalidan instrumen yang digunakan untuk estimasi parameter GMM. Variabel sebagai variabel instrumen yang valid jika tidak ada korelasi antara galat dengan variabel instrumen. Uji Hansen ( $J_n$ ) dapat digunakan untuk menguji kevalidan variabel instrumen pada model PVAR.

$H_0: E(\mathbf{Z}'_{Sys}\hat{\mathbf{u}}) = \mathbf{0}$  (Variabel Instrumen valid)

$H_1: E(\mathbf{Z}'_{Sys}\hat{\mathbf{u}}) \neq \mathbf{0}$  (Variabel Instrumen tidak valid)

Statistik Uji:

$$J = N^2 \left( \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\mathbf{I}_M \otimes \mathbf{Z}_i)' \hat{\mathbf{u}}_i \right)' \mathbf{W} \left( \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\mathbf{I}_M \otimes \mathbf{Z}_i)' \hat{\mathbf{u}}_i \right) \quad (26)$$

dengan  $i = 1, \dots, N$ ;  $M$  merupakan banyak variabel endogen.  $\mathbf{Z}_i$  merupakan variabel instrumen *Blundell-bond* pada individu ke- $i$  yang digunakan pada estimasi parameter dan  $\hat{\mathbf{u}}_i$  adalah vektor galat dari model pada individu ke- $i$ . Pengambilan keputusan yang dapat dilakukan adalah variabel instrumen disebut valid atau  $H_0$  diterima jika memenuhi kriteria yaitu apabila nilai  $J < \chi_r^2$  dengan  $r$  merupakan banyak variabel parameter variabel instrumen yang digunakan dikurangi banyak parameter.

### 1.5.11 Validasi Model

Validasi model dilakukan untuk mengetahui seberapa baik model dalam meramalkan periode setelahnya. Validasi model dapat digunakan *Mean Absolute Percent Error* (MAPE). Nilai MAPE menggunakan skala presentase dari 1 sampai 100 untuk memudahkan interpretasi kebaikan model dalam peramalan. Konsep nilai MAPE adalah menghitung presentase rata-rata nilai mutlak dari selisih antara nilai aktual dan nilai peramalan yang dibagi dengan nilai aktualnya yang dituliskan pada persamaan berikut (Samuel dkk., 2020).

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{Y_{m,i,t} - \hat{Y}_{m,i,t}}{\hat{Y}_{m,i,t}} \right| \times 100\% \quad (27)$$

dengan  $i = 1, \dots, N$ ;  $m = 1, 2, \dots, M$ ;  $N$  merupakan jumlah unit pengamatan individu dan  $M$  merupakan variabel endogen. Interpretasi nilai MAPE terbagi atas: Hasil peramalan sangat akurat ( $< 10\%$ ), Hasil peramalan baik ( $10\% - 20\%$ ), Hasil peramalan layak ( $20\% - 50\%$ ) dan Hasil peramalan tidak akurat ( $> 50\%$ ).

### 1.5.12 Indeks Pembangunan Manusia

Indeks Pembangunan Manusia (IPM) merupakan ukuran statistik dalam mengevaluasi peningkatan kemajuan dan kualitas kehidupan masyarakat. IPM menjelaskan indeks mengenai tingkat kesejahteraan penduduk melalui cara masyarakat mampu mengakses hasil pembangunan dalam memperoleh pendidikan, dan sebagainya. IPM memudahkan pembuat kebijakan pembangunan yang lebih baik dan masyarakat. Tujuan utama dari pengukuran pembangunan untuk mengetahui peningkatan kesejahteraan manusia secara berkelanjutan. IPM didasarkan pada tiga dimensi utama yaitu kesehatan, pengetahuan, dan standar hidup yang layak. Kesejahteraan manusia bergantung bukan hanya pada kemajuan



ekonomi, namun juga dipengaruhi oleh aspek sosial, yang merupakan bagian dari pengukuran IPM itu sendiri (Setiawan dkk., 2022).

Menurut BPS, Kategori IPM pada suatu wilayah pada waktu tertentu dikelompokkan dalam empat kelompok, yaitu: Kelompok "Sangat Tinggi" ( $IPM \geq 80$ ), Kelompok "Tinggi" ( $70 \leq IPM \leq 80$ ), Kelompok "Sedang" ( $60 \leq IPM \leq 70$ ), dan Kelompok "Rendah" ( $IPM < 60$ ). Pengelompokan ini bertujuan untuk mengorganisasikan wilayah-wilayah menjadi kelompok-kelompok yang sama dalam hal pembangunan manusia. Semakin tinggi nilai IPM suatu negara/daerah, menunjukkan pencapaian pembangunan manusianya semakin baik.

### 1.5.13 Laju Produk Domestik Regional Bruto

Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) merupakan nilai pendapatan regional yang dapat dimanfaatkan untuk mengukur keberhasilan pembangunan dan sebagai dasar perencanaan pembangunan ekonomi pada suatu wilayah tertentu. PDRB menurut pengeluaran sangat diperlukan terutama oleh pemerintah daerah dalam merumuskan berbagai kebijakan ekonomi regional dan sebagai bahan kebijakan ekonomi pemerintah pusat untuk kebijakan masing-masing daerah. PDRB atas dasar harga konstan (ADHK) dapat digunakan untuk menunjukkan laju pertumbuhan ekonomi secara keseluruhan atau setiap komponen pengeluaran dari tahun ke tahun, yang dapat dilihat melalui laju pertumbuhan PDRB dari tahun ke tahun (Zen dkk., 2023).



## BAB II METODE PENELITIAN

### 2.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang bersumber dari *website* resmi Badan Pusat Statistik Indonesia di laman [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id). Data tersebut merupakan data panel yang terdiri atas data Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dan laju Petumbuhan Produk Domestik Bruto Regional (PDRB) dari 34 Provinsi di Indonesia dengan periode tahun 2014 – 2023 yang dilampirkan pada Lampiran 3. Pembagian data *training* dan data *testing* dilakukan dengan data *training* merupakan data dari periode tahun 2014-2022, pada data *testing* merupakan data periode tahun 2023.

### 2.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas dua yaitu, Indeks Pembangunan Manusia (IPM) ( $Y_{1,i,t}$ ) dan laju Petumbuhan Produk Domestik Bruto Regional (PDRB) pada setiap provinsi di Indonesia ( $Y_{2,i,t}$ ). Gambaran *display* data yang digunakan dijabarkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** *Display* Data dari Variabel Penelitian

i	t	$Y_{1,i,t}$	$Y_{2,i,t}$
1	1	$Y_{1,1,1}$	$Y_{2,1,1}$
	⋮	⋮	⋮
10	10	$Y_{1,1,10}$	$Y_{2,1,10}$
	⋮	⋮	⋮
2	1	$Y_{1,2,1}$	$Y_{2,2,1}$
	⋮	⋮	⋮
10	10	$Y_{1,2,10}$	$Y_{2,2,10}$
	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮
34	1	$Y_{1,34,1}$	$Y_{2,34,1}$
	⋮	⋮	⋮
10	10	$Y_{1,34,10}$	$Y_{2,34,10}$

### 2.3 Metode Analisis

Langkah-langkah analisis data yang dilakukan berdasarkan tujuan penelitian adalah sebagai berikut.



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

hasil estimasi parameter model PVAR dengan *estimator* BB-  
i berikut.

ikan model PVAR pada Persamaan (2).

tuk variabel instrumen BB-GMM sehingga terbentuk seperti  
samaan (18).

- c. Membentuk momen kondisi sampel seperti pada Persamaan (21) berdasarkan momen kondisi populasi untuk metode *Blundell-Bond Generalized Methods of Moment* (BB-GMM).
  - d. Membentuk persamaan kuadratik berdasarkan momen kondisi sampel yang telah terbentuk dan matriks pembobot sehingga terbentuk seperti Persamaan (22) untuk estimasi parameter menggunakan *Blundell-Bond Generalized Methods of Moment* (BB-GMM).
  - e. Meminimumkan fungsi kuadrat Persamaan (22) untuk mendapatkan hasil estimasi parameter untuk model PVAR dengan *estimator Blundell-Bond Generalized Methods of Moment* (BB-GMM).
2. Memperoleh peramalan IPM dan laju PDRB di Indonesia menggunakan model *Panel Vector Autoregressive* dengan metode *Blundell-Bond Generalized Method of Moment* pada kasus data IPM dan laju PDRB di Indonesia tahun 2014-2023.
- a. Menganalisis dengan statistika deskriptif untuk mengetahui gambaran secara umum mengenai data yang digunakan.
  - b. Membagi data *training* dan data *testing* dengan data *training* merupakan data dari periode tahun 2014-2022 yang akan diolah untuk pembentukan model PVAR, sedangkan data *testing* merupakan data periode tahun 2023 akan digunakan untuk memvalidasi hasil peramalan model PVAR.
  - c. Menguji stasioneritas masing-masing variabel data panel dengan menggunakan Uji Im, Pesaran, Shin (IPS) menggunakan statistik uji Persamaan (6). Hipotesis yang digunakan perlu dipertimbangkan pada data termasuk model tanpa intersep, model dengan intersep, atau model dengan intersep dan tren. Jika nilai  $Z_{IPS}$  lebih kecil dari  $Z_\alpha$  pada taraf nyata ( $\alpha$ ) atau jika nilai  $p\text{-value} < \alpha$  maka  $H_0$  ditolak dan data panel dapat dikatakan stasioner.
  - d. Mengidentifikasi orde *lag p* pada model PVAR menggunakan metode MMSC oleh Andrews dan Lu menggunakan  $MMSC_{BIC}$  dan  $MMSC_{HQIC}$  pada Persamaan (8). Orde *lag* yang terpilih adalah orde dengan nilai  $MMSC_{BIC}$  dan  $MMSC_{HQIC}$  paling minimum.
  - e. Menguji kausalitas granger pada masing-masing variabel untuk mengidentifikasi arah hubungan antar variabel  $Y_{1,i,t}$  dan  $Y_{2,i,t}$  menggunakan statistik uji pada Persamaan (11). Jika nilai  $W_{N,T}^{HNC} > \chi_p^2$  maka  $H_0$  ditolak yang berarti bahwa variabel  $Y_{2,i,t}$  berpengaruh secara signifikan terhadap  $Y_{1,i,t}$ . Jika diuji sebaliknya, apabila  $H_0$  ditolak maka  $Y_{1,i,t}$  berpengaruh secara signifikan terhadap  $Y_{2,i,t}$ . Apabila dua saling mempengaruhi, maka terdapat hubungan dua arah dapat dibentuk model PVAR dari kedua variabel tersebut. Untuk variabel Instrumen *Blundell-Bond*. Variabel instrumen *Bond* terbentuk atas mengkombinasikan variabel instrumen *reference* dan variabel instrumen level/umum dari model PVAR. Jika  $p \geq 1$ , maka variabel instrumen dimulai pada  $t = p + 2$ .



- g. Mengestimasi parameter untuk model PVAR dengan metode BB-GMM yaitu dengan meminimumkan persamaan kuadrat GMM yang terbentuk atas momen kondisi sampel dari variabel instrumen *Blundell-Bond* dan menginterpretasikan model PVAR dengan metode BB-GMM yang diperoleh
- h. Menguji signifikansi parameter yang telah diperoleh untuk model PVAR untuk mengetahui parameter yang signifikan mempengaruhi model menggunakan statistik uji pada Persamaan (25). Jika nilai  $|t_{hitung}| \geq t_{\alpha/2(NT-1)}$  atau nilai  $p\text{-value} < \alpha$  maka  $H_0$  ditolak, yang berarti bahwa hasil estimasi parameter berpengaruh signifikan dalam model.
- i. Menguji validitas variabel instrumen untuk mengetahui kevalidan variabel instrumen yang digunakan untuk estimasi parameter GMM yang telah digunakan pada model PVAR menggunakan statistic uji pada Persamaan (26). Jika nilai  $J < \chi_r^2$  dengan  $r$  merupakan banyak variabel parameter variabel instrumen yang digunakan dikurangi banyak parameter maka  $H_0$  diterima, yang berarti bahwa variabel instrumen valid.
- j. Meramalkan 1 periode setelahnya yaitu di Tahun 2023 berdasarkan model yang terbentuk dan memvalidasi kebakam peramalan model menggunakan *Mean Absolute Percent Error* (MAPE) pada Persamaan (27).

