



Tesis - SS14 2501

**PENERAPAN *GENERALIZED METHOD OF MOMENT*  
(GMM) PADA PERSAMAAN SIMULTAN DURBIN  
SPASIAL UNTUK PEMODELAN PERTUMBUHAN  
EKONOMI NEGARA ASEAN**

**MIKE FITRIANDARI**

**NRP. 06211650017013**

**DOSEN PEMBIMBING :**

**Dr. Ir. Setiawan, M.S.**

**Dr. Santi Puteri Rahayu, M.Si.**

**PROGRAM MAGISTER**

**DEPARTEMEN STATISTIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA, KOMPUTASI, DAN SAINS DATA**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**SURABAYA**

**2018**



TESIS - SS142501

**PENERAPAN *GENERALIZED METHOD OF MOMENT*  
(*GMM*) PADA PERSAMAAN SIMULTAN DURBIN  
SPASIAL UNTUK PEMODELAN PERTUMBUHAN  
EKONOMI NEGARA ASEAN**

**MIKE FITRIANDARI**

**NRP. 06211650017013**

**DOSEN PEMBIMBING :**

**Dr. Ir. Setiawan, M.S.**

**Dr. Santi Puteri Rahayu, M.Si.**

**PROGRAM MAGISTER  
DEPARTEMEN STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA, KOMPUTASI, DAN SAINS DATA  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2018**



TESIS - SS142501

**APPLICATION OF GENERALIZED METHOD OF  
MOMENT (GMM) ON SPATIAL DURBIN  
SIMULTANEOUS EQUATION FOR ECONOMIC  
GROWTH MODELING IN ASEAN COUNTRIES**

**MIKE FITRIANDARI**

**NRP. 06211650017013**

**DOSEN PEMBIMBING :**

**Dr. Ir. Setiawan, M.S.**

**Dr. Santi Puteri Rahayu, M.Si.**

**PROGRAM MAGISTER**

**DEPARTEMEN STATISTIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA, KOMPUTASI, DAN SAINS DATA**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**SURABAYA**

**2018**

**PENERAPAN *GENERALIZED METHOD OF MOMENT (GMM)*  
PADA PERSAMAAN SIMULTAN DURBIN SPASIAL UNTUK  
PEMODELAN PERTUMBUHAN EKONOMI NEGARA ASEAN**

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Sains (M.Si)  
di  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Oleh:

**MIKE FITRIANDARI**  
**NRP. 06211650017013**

Tanggal Ujian : 23 Januari 2018  
Periode Wisuda : Maret 2018

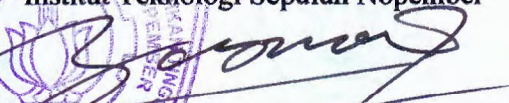
Disetujui Oleh:

-   
1. Dr. Ir. Setiawan, MS (Pembimbing I)  
NIP. 19601030 198701 1 001
-   
2. Dr. Santi Puteri Rahayu, M. Si (Pembimbing II)  
NIP. 19750115 199903 2 003
-   
3. Dr. rer. pol. Heri Kuswanto, M.Si (Penguji)  
NIP. 19820326 200312 1 004
-   
4. Dr. Siti Muchlisoh, M.Si (Penguji)  
NIP. 19700219 199211 2 001



Dekan

Fakultas Matematika, Komputasi, dan Sains Data  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

  
Prof. Dr. Basuki Widodo, M.Sc.  
NIP. 19650605 198903 1 002

# **PENERAPAN *GENERALIZED METHOD OF MOMENT (GMM)* PADA PERSAMAAN SIMULTAN DURBIN SPASIAL UNTUK PEMODELAN PERTUMBUHAN EKONOMI NEGARA ASEAN**

Nama : Mike Fitriandari  
NRP : 06211650017013  
Pembimbing : Dr. Ir. Setiawan, M.S.  
Co-Pembimbing : Dr. Santi Puteri Rahayu, M.Si.

## **ABSTRAK**

Keterkaitan antar variabel ekonomi dapat disajikan dalam bentuk persamaan simultan agar dapat memberikan informasi yang lebih komprehensif. Persamaan simultan dapat juga menyertakan aspek keterkaitan antar spasial (efek spasial) yang dinyatakan dalam persamaan simultan spasial. Dalam model persamaan simultan spasial, variabel endogen dalam suatu persamaan dapat mejandi variabel eksplanatori pada persamaan yang lainnya. Hal tersebut dapat menimbulkan adanya endogenitas. Persamaan simultan spaial yang diestimasi dengan metode *Ordinary Least Square (OLS)* akan menimbulkan masalah endogenitas dan menghasilkan estimator yang bias dan tidak konsisten. Salah satu metode yang dapat mengatasi masalah endogenitas adalah *Generalized Method of Moment (GMM)*. Estimator GMM akan diterapkan pada persamaan simultan durbin spasial pada hubungan keterkaitan antara pertumbuhan ekonomi, *Foreign Direct Investment (FDI)*, dan *Trade Openness* di negara ASEAN. Penelitian ini menggunakan pendekatan dua matriks pembobot spasial, yaitu bobot *rook contiguity* dan bobot *customized*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa estimasi GMM dengan bobot *customized* memberikan hasil yang lebih baik. Keterkaitan antar lokasi terbukti berpengaruh positif dan signifikan pada persamaan pertumbuhan ekonomi, FDI dan *Trade Openness*. Variabel FDI berpengaruh positif dan *Term of Trade* berpengaruh negatif dalam peningkatan pertumbuhan ekonomi dengan elastisitas masing-masing sebesar 0,99 dan 0,62. Variabel pertumbuhan ekonomi berpengaruh positif dan tingkat suku bunga berpengaruh negatif dalam peningkatan FDI dengan elastisitas masing-masing sebesar 0,89 dan 0,17. Variabel Kurs mata uang berpengaruh negatif dan FDI berpengaruh positif terhadap peningkatan tingkat keterbukaan perdagangan internasional (*Trade Openness*) negara ASEAN dengan elastisitas masing-masing sebesar 0,19 dan 0,22.

**Kata Kunci:** Simultan Spasial, Model Durbin Spasial, GMM.

# **APPLICATION OF GENERALIZED METHOD OF MOMENT (GMM) ON SPATIAL DURBIN SIMULTANEOUS EQUATION FOR ECONOMIC GROWTH MODELING IN ASEAN COUNTRIES**

By : Mike Fitriandari  
Student Identify Number : 06211650017013  
Supervisor : Dr. Ir. Setiawan, M.S.  
Co-Supervisor : Dr. Santi Puteri Rahayu, M.Si.

## **ABSTRACT**

The linkage between economic variables can be presented in the form of simultaneous equations in order to provide more comprehensive information. Simultaneous equations may also include aspects of interconnected spatial (spatial effects), which is showed in spatial simultaneous equations. In the spatial simultaneous equation model, the endogenous variable in an equation can be an explanatory variable in the other equation. This can be lead to endogeneity problem. The simultaneous spatial equations that has estimated by the Ordinary Least Square (OLS) method, will cause endogeneity problems and produce biased and inconsistent estimators. One of methods that can solve the problem of endogeneity is the Generalized Method of Moment (GMM). The GMM method will be applied to the spatial durbin simultaneous equations on the relationship between economic growth, Foreign Direct Investment (FDI) and Trade Openness in ASEAN countries. This research uses two spatial weighted matrix approach, such as rook weight contiguity and customized weight. The results show that GMM estimation with customized weight gives better result. Interconnection between sites proved that have significant impact on the economic growth equation, FDI and Trade Openness. FDI variable has positive effect and Term of Trade has negative effect in increasing economic growth with elasticity of 0.99 and 0.62 respectively. The variable of economic growth had positive effect and the interest rate had negative effect in increasing FDI with elasticity of 0.89 and 0.17 respectively. Variable currency exchange rate has negative effect and FDI has positive effect to increase of ASEAN Trade Openness level with elasticity of 0,19 and 0,22 respectively.

**Key Words :** Spatial Simultaneous, Spatial Durbin Model, GMM.

## KATA PENGANTAR

Segala puji milik Allah SWT, syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis berjudul “PENERAPAN *GENERALIZED METHOD OF MOMENT (GMM)* PADA PERSAMAAN SIMULTAN DURBIN SPASIAL UNTUK PEMODELAN PERTUMBUHAN EKONOMI NEGARA ASEAN”. Tesis ini merupakan penelitian yang disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains (M.Si) pada Program Studi Magister Departemen Statistika Fakultas Matematika, Komputasi, dan Sains Data di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Keberhasilan penyusunan tesis ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, petunjuk, dan dukungan dari berbagai pihak. Sehubungan dengan itu, teriring rasa syukur dan doa, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Badan Pusat Statistik (BPS), khususnya BPS Provinsi Kalimantan Tengah dan BPS Kabupaten Gunung Mas yang telah memberi kesempatan serta beasiswa kepada penulis untuk melanjutkan studi program S2 di ITS.
2. Bapak Dr. Ir. Setiawan, M.S dan Ibu Santi Puteri Rahayu, M.Si, Ph.D, selaku dosen pembimbing yang ditengah kesibukannya bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, saran dan masukan serta motivasi selama penyusunan tesis ini.
3. Bapak Dr.rer.pol Heri Kuswanto, M.Si, dan Ibu Siti Muchlisoh, M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan untuk menjadikan tesis ini menjadi lebih baik.
4. Bapak Dr. Suhartono, M.Sc selaku Ketua Departemen Statistika dan Bapak Dr.rer.pol Heri Kuswanto, M.Si selaku Ketua Program Studi Pascasarjana Departemen Statistika FMKSD ITS atas arahan dan bantuannya selama penulis menempuh pendidikan di Program Magister Departemen Statistika ITS.

5. Bapak dan Ibu dosen selaku pengajar di Departemen Statistika atas pembekalan ilmu selama penulis menempuh pendidikan di Program Studi Magister Departemen Statistika ITS Surabaya.
6. Suamiku tercinta “Budi Wibowo” yang selalu dengan sabar mendoakan, mendukung serta memberikan semangat disaat penulis merasa lelah berjuang menyelesaikan studi ini., khususnya anak-anakku tersayang “Kakak Dzaki dan De Nabil” sebagai sumber motivasi penulis, atas kesabaran untuk selalu mendampingi Bunda menempuh studi S2 di ITS Surabaya.
7. Ibuku tercinta Tinuk Syamsiyah yang selalu memberikan doa dan perhatian yang tiada henti. Adikku tersayang Faisal dan Ferial yang selalu memberika dukungan kepada penulis.
8. Bapak dan Ibu Mertua Eko Harsoyo dan Titik Badariyah yang selalu memberikan doa dan dukungan kepada menantunya.
9. Teman-Teman BPS Batch 10: Mas Umam selaku Ketua Batch 10, Ratih yang selalu jadi *sisterhood* buat penulis dan buat teman regular bingung karena dikira kita berdua kembar, Mbak Parih yang ummi banget, Mbak Ratna atas segala sharing ilmu dan tugasnya, Mbak Tika yang rajin dan jago bikin kue, Mbak Reni selaku bendahara batch 10, Imra yang jadi teman seangkatan di STIS dan sekarang kita berjuang bersama lagi, Mas Prapto, Mas Fendi, Bang Rafael, Mas Taufik, Mas Aniq, Bang Fieldri, dan Soni atas kerjasama, kebersamaan dan kekompakan selama menjalani pendidikan di ITS. Penulis bersyukur berada di angkatan ini dan bisa bertemu serta mengenal teman-teman semua.
10. Teman-teman senior Pak Mustakim, Mas Leman, dan Mbak Lila yang telah bersedia berbagi ilmu dan membantu penulis menyelesaikan studi.
11. Teman-teman reguler S2 angkatan 2016 yang selalu memberikan dukungan kepada penulis selama menempuh studi S2 di ITS, yang tidak dapat penulis sampaikan satu persatu.



Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik maupun saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan tesis ini. Akhirnya, penulis berharap mudah-mudahan tesis ini bermanfaat untuk semua pihak yang memerlukan.

Surabaya, Januari 2018

**Penulis**

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Manfaat Penelitian .....	6
1.5 Batasan Penelitian .....	6
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
2.1 Ekonometrika Spasial .....	7
2.1.1 Analisis Spasial .....	7
2.1.2 Efek Spasial .....	8
2.1.3 Klasifikasi Model Spasial Area .....	9
2.1.4 Matriks Pembobot Spasial .....	10
2.2 Metode Momen .....	12
2.3 <i>Generalized Method of Moment (GMM)</i> .....	14
2.4 Persamaan Simultan .....	15
2.4.1 Identifikasi Model Persamaan Simultan .....	17
2.4.2 Uji Simultanitas Hausman .....	19
2.4.3 Estimasi GMM pada persamaan simultan .....	20
2.5 Model Durbin Spasial .....	22
2.5.1 Model Durbin Spasial pada Persamaan Simultan .....	23
2.6 Estimasi Parameter GMM pada Persamaan Simultan Durbin Spasial .....	24
2.7 Pengujian model .....	29

2.7.1	Pengujian Dependensi Spasial .....	29
2.7.2	Pengujian Signifikansi Parameter .....	31
2.8.1	Pertumbuhan Ekonomi .....	32
2.8.2	<i>Foreign Direct Investment (FDI)</i> .....	33
2.8.3	<i>Trade Openness</i> .....	34
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>37</b>
3.1	Sumber Data .....	37
3.2	Variabel Penelitian dan Definisi Operasional .....	38
3.3	Matriks Pembobot Spasial .....	39
3.4	Spesifikasi Model .....	40
<b>BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>47</b>
4.1	Gambaran Umum Negara-Negara ASEAN .....	47
4.1.1	Pertumbuhan Ekonomi .....	48
4.1.2	<i>Foreign Direct Investment (FDI)</i> .....	52
4.1.3	<i>Trade Openness</i> .....	55
4.2.	Hubungan Antar Variabel Penelitian .....	56
4.2.1	Pertumbuhan Ekonomi .....	56
4.2.2	<i>Foreign Direct Investment (FDI)</i> .....	58
4.2.3	<i>Trade Openness</i> .....	59
4.3	Pengujian Prasyarat Model Persamaan Simultan Spasial .....	61
4.3.1	Identifikasi Model Persamaan Simultan .....	61
4.3.2	Pengujian Simultanitas .....	63
4.3.3	Pengujian Dependensi Spasial .....	64
4.4	Parameter Model Simultan Durbin Spasial .....	67
4.4.1	Model Simultan Durbin Spasial dengan Metode GMM dan Pembobot <i>Rook Contiguity</i> .....	67
4.4.2	Model Simultan Durbin Spasial dengan Metode GMM dan Pembobot <i>Customized</i> .....	69
4.5	Pemilihan Model Terbaik .....	72
4.6	Interpretasi Model .....	73
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>81</b>
5.1	Kesimpulan .....	81

5.2 Saran.....	82
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>85</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>89</b>
<b>BIOGRAFI PENULIS .....</b>	<b>129</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Identifikasi Persamaan Simultan .....	19
Tabel 3.1	Variabel Penelitian dan Definisi Operasional .....	38
Tabel 3.2	Struktur Data Penelitian .....	39
Tabel 3.3	Keterangan Variabel Penelitian dan Komponen Model .....	42
Tabel 4.1	Korelasi Antar Variabel dalam Persamaan Pertumbuhan Ekonomi.....	57
Tabel 4.2	Korelasi Antar Variabel dalam Persamaan <i>Foreign Direct Investment (FDI)</i> .....	59
Tabel 4.3	Korelasi Antar Variabel dalam Persamaan <i>Trade Openness</i> .....	60
Tabel 4.4	Hasil Pemeriksaan Kondisi Order pada Persamaan Simultan .....	62
Tabel 4.5	Hasil Uji Simultanitas pada Persamaan Simultan .....	64
Tabel 4.6	Hasil Pengujian Dependensi Spasial dengan Bobot <i>Rook Contiguity</i> .....	66
Tabel 4.7	Hasil Pengujian Dependensi Spasial dengan Bobot <i>Customized</i> .....	67
Tabel 4.8	Hasil Estimasi Parameter Model Durbin Spasial dengan Pembobot <i>Rook Contiguity</i> .....	68
Tabel 4.9	Hasil Estimasi Parameter Model Durbin Spasial dengan Pembobot <i>Customized</i> .....	71
Tabel 4.10	Kriteria Pemilihan Model Terbaik.....	72

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Peta Negara ASEAN .....	37
Gambar 3.2	Skema Hubungan Antar Variabel .....	41
Gambar 3.3	Diagram Alur Analisis .....	45
Gambar 4.1	Pertumbuhan Ekonomi ASEAN dan Perekonomian Dunia Tahun 2011-2015.....	48
Gambar 4.2	Pendapatan Perkapita Negara ASEAN 2016 Menurut Kategorinya .....	50
Gambar 4.3	Pertumbuhan Ekonomi Negara Anggota ASEAN Tahun 2015 .....	51
Gambar 4.4	Jumlah FDI Inflow Negara Anggota ASEAN Tahun 2012- 2016 .....	52
Gambar 4.5	Rata-Rata FDI Inflows Negara Anggota ASEAN Tahun 2012- 2016 .....	53
Gambar 4.6	<i>Share</i> FDI Terhadap GDP Negara Anggota ASEAN Tahun 2016 .....	54
Gambar 4.7	Rata-rata <i>Trade Openness</i> Negara Anggota ASEAN Tahun 2012-2016.....	56
Gambar 4.8	<i>Scatterplot</i> Hubungan antara pertumbuhan ekonomi dengan variabel eksplanatorinya .....	57
Gambar 4.9	<i>Scatterplot</i> Hubungan antara FDI dengan variabel eksplanatorinya .....	58
Gambar 4.10	<i>Scatterplot</i> Hubungan antara <i>Trade Openness</i> dengan variabel eksplanatorinya .....	60

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Data Variabel Penelitian .....	89
Lampiran 2.	Matriks Pembobot Spasial .....	91
Lampiran 3.	Hasil Uji Dependensi Spasial dengan Bobot <i>Rook Contiguity</i> .....	92
Lampiran 4.	Hasil Uji Dependensi Spasial dengan Bobot <i>Customized</i> .....	95
Lampiran 5.	Hasil Estimasi Parameter Model GMM Persamaan Pertumbuhan Ekonomi.....	98
Lampiran 6.	Hasil Estimasi Parameter Model GMM Persamaan FDI.....	106
Lampiran 7.	Hasil Estimasi Parameter Model GMM Persamaan <i>Trade</i> <i>Openness</i> .....	114
Lampiran 8.	Syntax Pengujian Dependensi Spasial .....	122
Lampiran 9.	Syntax Estimasi GMM Durbin Spasial .....	125

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pembangunan ekonomi suatu negara dapat dilihat dari beberapa indikator perekonomian. Pertumbuhan ekonomi merupakan salah satu indikator yang sangat penting dalam menilai kinerja suatu perekonomian, terutama untuk melakukan analisis tentang hasil pembangunan ekonomi yang telah dilaksanakan suatu negara atau suatu daerah.

Apabila suatu negara menerapkan sistem perekonomian terbuka, maka tingkat pertumbuhan ekonomi negara tersebut juga dapat dipengaruhi oleh kegiatan perdagangan internasional. Perdagangan internasional yang tercermin dari kegiatan ekspor dan impor, sangat mempengaruhi pertumbuhan ekonomi. Salah satu keuntungan perdagangan internasional adalah suatu negara memungkinkan untuk berspesialisasi dalam menghasilkan barang dan jasa secara murah, baik dari segi bahan maupun cara berproduksi. Manfaat nyata dari perdagangan internasional dapat berupa kenaikan pendapatan, cadangan devisa, transfer modal dan luasnya kesempatan kerja (Rahayu, 2011).

Selain kegiatan ekspor dan impor, kegiatan investasi juga dapat menjadi faktor pendorong meningkatnya pertumbuhan ekonomi. Aliran masuk modal asing dalam bentuk *Foreign Direct Investment (FDI)* ke suatu negara diharapkan dapat membantu mendorong pertumbuhan investasi yang *sustainable* di negara tersebut. Sumber pembiayaan FDI merupakan sumber pembiayaan luar negeri yang paling potensial dibandingkan dengan sumber yang lain.

FDI lebih penting dalam menjamin kelangsungan pembangunan dibandingkan dengan aliran modal portofolio. Hal ini dikarenakan adanya FDI di suatu negara akan diikuti dengan *transfer of technology, management skill*, dan resiko usaha relatif lebih kecil serta lebih *profitable*. Lebih dari 80 persen modal swasta dan 75 persen dari FDI mengalir ke negara-negara dengan pendapatan



menengah (*middle income countries*) sejak tahun 1990 (Panayotou dalam Rahayu, 2011). Secara teoritis, pertumbuhan ekonomi di suatu negara dapat meningkatkan minat investor dalam menanamkan FDI. Namun apabila FDI diharapkan dapat membantu mendorong pertumbuhan investasi yang *sustainable*, maka pada gilirannya hal tersebut juga dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi.

ASEAN (*Association Southeast Asia Nation*) sebagai organisasi internasional regional kawasan Asia Tenggara bersepakat untuk membentuk suatu kawasan yang terintegrasi dalam satu komunitas negara-negara Asia Tenggara yang terbuka, damai, stabil dan sejahtera, saling peduli dan terikat bersama dalam kemitraan dinamis di berbagai bidang. ASEAN *Economic Community* (AEC) atau biasa yang dikenal dengan Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA) adalah bentuk integrasi ekonomi regional yang direncanakan untuk dicapai pada tahun 2015.

Tujuan utama MEA 2015 adalah menjadikan ASEAN sebagai pasar tunggal dan basis produksi, yang mana terjadi arus barang, jasa, investasi dan tenaga terampil yang bebas serta aliran modal yang lebih bebas. MEA diharapkan akan menjadikan kawasan ASEAN menjadi tempat produksi yang kompetitif sehingga produk ASEAN memiliki daya saing kuat di pasar global dan menarik lebih banyak *Foreign Direct Investment* (FDI), meningkatkan perdagangan antar negara-negara ASEAN yang digambarkan dari kegiatan ekspor impor.

Ruxanda (2010) melakukan pemodelan tentang pertumbuhan ekonomi, FDI, ekspor dan perdagangan internasional menggunakan data periode 2000-2009 pada semua provinsi di Rumania dengan menggunakan metode *Two Stage Least Square* (2SLS). Penelitian sejenis juga pernah dilakukan oleh Tsai (1994), Lan (2006), dan Risdiana (2017). Tsai (1994) melakukan penelitian tentang model persamaan simultan antara pertumbuhan ekonomi, FDI, dan kebijakan pemerintah di Cina dengan menggunakan metode *Generalized Method of Moment* (GMM). Lan (2006) meneliti hubungan saling keterkaitan antara pertumbuhan ekonomi dan FDI di Vietnam dengan metode simultan *Generalized Method of Moment* (GMM) pada data panel. Sedangkan Risdiana (2017) meneliti hubungan

keterkaitan FDI dengan pertumbuhan ekonomi di negara ASEAN yang menggunakan metode GMM pada persamaan simultan spasial.

Hubungan simultanitas antara pertumbuhan ekonomi dan *trade* pernah diteliti oleh Eshafani (1991) yang menggunakan model persamaan simultan dan diterapkan di beberapa negara pengembang industri. Selain itu, hubungan saling keterkaitan antara ekspor, impor, dan FDI pernah dilakukan oleh Aizenman (2006) dengan metode *Vector Autoregressive (VAR)*. Mitze (2008) juga meneliti tentang hubungan keterkaitan antara FDI dan Trade di beberapa Negara Bagian Jerman dengan menggunakan metode *Three Stage Least Square (3SLS)*.

Dari beberapa uraian di atas, diduga ada saling keterkaitan hubungan antara indikator pertumbuhan ekonomi, FDI, dan perdagangan internasional suatu negara, baik melalui persamaan tunggal maupun persamaan simultan. Hubungan yang saling mempengaruhi ini dapat terangkum dalam satu sistem persamaan simultan. Menurut Gujarati (2003), hubungan antar variabel dalam persamaan simultan dapat menampilkan informasi yang lebih komprehensif terkait permasalahan yang saling terkait.

Dalam perkembangannya, model persamaan simultan menyertakan aspek keterkaitan antar lokasi dalam pemodelan. Suatu variabel dalam model tidak hanya dipengaruhi variabel eksplanatori, tetapi juga dipengaruhi *spatial effect* atau interaksi spasial antar lokasi satu dengan lokasi lainnya. Manski (1993) membagi tiga jenis efek interaksi spasial antara lain interaksi spasial antar variabel dependen, interaksi spasial antar variabel eksplanatori, dan interaksi spasial antar *error term*.

Penerapan model spasial pada persamaan simultan telah banyak dilakukan. Penelitian Kelejian dan Prucha (2004) menggunakan model *spatial autoregressive with autoregressive residuals (SARAR)*. Penaksiran parameter model menggunakan metode *generalized spatial two stage least square (GS2SLS)* dan *generalized spatial three stage least square (GS3SLS)*. Penelitian Setiawan, Ahmad, dan Sutikno (2015) menggunakan model *spatial autoregressive moving average (SARMA)*. Penaksiran parameter model menggunakan *generalized*

*spatial two stage least square* (GS2SLS). Kedua metode estimasi di atas merupakan perluasan dari metode *least square*.

Selain *least square*, penaksiran model spasial dalam persamaan simultan menggunakan metode *generalized method of moment* sebagai perluasan dari metode momen. Drukker, Egger, dan Prucha (2013) menggunakan model *two-step generalized method of moments* (GMM) dan *instrumental variable* (IV) untuk penaksiran parameter pada model SARAR. Penelitian Liu dan Saraiva (2015) menggunakan model *spatial autoregressive* (SAR). Parameter model diestimasi dengan metode *generalized method of moments* (GMM). Selain itu, Jaya (2017) juga meneliti tentang pemodelan angka kemiskinan di Provinsi Jawa Timur pada persamaan simultan spasial durbin dengan pendekatan metode GMM.

Penerapan persamaan simultan lebih banyak berkembang untuk model spasial pada variabel endogen dan *disturbance*. Sedangkan model spasial pada variabel endogen dan eksogen yang dikenal dengan model durbin spasial banyak berkembang pada persamaan tunggal. Model durbin spasial (SDM) adalah perluasan dari model *spatial autoregressive* dengan tambahan spasial lag pada variabel eksplanatori (Lesage dan Pace, 2009).

Persamaan simultan durbin spasial merupakan model yang mengandung variabel endogen sebagai variabel eksplanatori, *lag* spasial variabel endogen, dan *lag* spasial variabel *predetermined*. Adanya variabel endogen eksplanatori sebagai *random variable* pada persamaan simultan durbin spasial akan menyebabkan endogenitas. Endogenitas terjadi jika variabel eksplanatori pada persamaan tertentu menjadi variabel dependen pada persamaan lain. Hal ini dapat menimbulkan adanya korelasi dengan *error* cukup besar.

Menurut Andren (2007), persamaan yang mengandung endogenitas jika diestimasi dalam persamaan tunggal dan menggunakan metode OLS menimbulkan 3 masalah. *Pertama*, estimator-estimator menjadi bias dan tidak konsisten. *Kedua*, pengujian hipotesis menjadi tidak valid. *Ketiga*, *forecast* menjadi bias dan tidak konsisten.

Adanya *lag* spasial variabel *predetermined* sebagai variabel eksplanatori mengakibatkan *spatial dependence* dan varian *error* untuk setiap variabel eksplanatori tidak konstan. Salah satu alternatif untuk mengatasi masalah ini adalah dengan menggunakan metode GMM (Greene, 2012). Estimator GMM secara asimtotik lebih efisien dibandingkan *spatial two stage least square* (2SLS) (Liu dan Saraiva, 2015). Menurut Verbeek (2004), keuntungan dari penggunaan GMM antara lain (i) GMM tidak memerlukan syarat suatu distribusi seperti asumsi normalitas, (ii) GMM dapat menangani masalah heteroskedastisitas, dan (iii) kemudahan dalam penentuan variabel instrumen yang sesuai untuk menangani endogenitas.

Penelitian tentang hubungan keterkaitan antara pertumbuhan ekonomi, FDI, ekspor, dan impor dengan pendekatan sistem persamaan simultan pernah dilakukan oleh beberapa negara. Namun, pemodelan yang juga memasukkan unsur dependensi spasial atau interaksi spasial pada variabel endogen dan variabel eksogen masih sedikit dilakukan. Penelitian ini akan memodelkan pertumbuhan ekonomi, FDI, ekspor, dan impor negara anggota ASEAN dengan pendekatan sistem persamaan simultan durbin spasial. Penelitian ini menggunakan model durbin spasial karena diduga pertumbuhan ekonomi suatu negara bisa juga dipengaruhi oleh variabel eksplanatori dari negara lain. Parameter model akan diestimasi menggunakan metode *Generalized Method of Moment* (GMM).

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, maka permasalahan yang dapat dirumuskan pada penelitian ini yakni bagaimana gambaran umum tentang perkembangan tingkat pertumbuhan ekonomi, FDI, dan *Trade Openness* negara-negara ASEAN, bagaimana mendapatkan persamaan simultan durbin spasial dengan metode GMM untuk pemodelan pertumbuhan ekonomi, FDI, dan *Trade Openness* negara-negara ASEAN.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan uraian masalah di atas, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui gambaran umum karakteristik tingkat pertumbuhan ekonomi, FDI, dan *Trade Openness* negara-negara ASEAN.
2. Mendapatkan persamaan simultan durbin spasial dengan metode GMM untuk pemodelan pertumbuhan ekonomi, FDI, dan *Trade Openness* negara-negara ASEAN.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Memberikan informasi kepada pemerintah tentang kajian pertumbuhan ekonomi dengan menyertakan konsep spasial sehingga dapat dijadikan landasan penyusunan kebijakan.
2. Menjadi bahan referensi tambahan untuk pengembangan keilmuan tentang permasalahan makroekonomi di negara ASEAN dengan penggunaan metode persamaan simultan spasial.

### **1.5 Batasan Penelitian**

Berdasarkan perumusan masalah diatas, maka penelitian ini dilakukan dengan memperhatikan batasan, seperti:

1. Matriks bobot spasial yang digunakan dalam penelitian ini adalah bobot *Rook Contiguity* dan bobot *Customized*.
2. Penelitian ini menggunakan data *pooled*, belum mengakomodasi data panel dan data model dinamis.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini, akan dijelaskan mengenai konsep tentang ekonometrika spasial, metode momen, *Generalized Method of Momen (GMM)*, persamaan simultan, serta estimasi GMM pada persamaan simultan spasial.

#### **2.1 Ekonometrika Spasial**

Ekonometrika adalah ilmu sosial yang merupakan integrasi dari teori ekonomi, matematika, dan statistika yang bertujuan untuk menguji teorema-teorema ekonomi berupa hubungan antar variabel ekonomi secara kuantitatif atau memberikan hasil dalam angka dengan menggunakan data empiris (Gujarati, 2003). Ekonometrika memiliki tiga tujuan, yaitu analisis struktural, peramalan serta evaluasi kebijakan. Dalam metodologi penelitian, ekonometrika terdiri dari 4 tahapan yaitu spesifikasi model, estimasi model, evaluasi dari hasil estimasi serta evaluasi dari daya peramalan. Ekonometrika dapat dimanfaatkan untuk membuat estimasi sebuah fungsi beserta parameter-parameternya, yang selanjutnya dapat dimanfaatkan untuk membuat prediksi untuk periode yang akan datang (Setiawan dan Kusri, 2010).

Ekonometrika spasial merupakan bagian ilmu ekonometrika yang memperhatikan efek spasial, yaitu dependensi spasial dan heterogenitas spasial pada model regresi OLS (Anselin, 1988). Ekonometrika spasial pertama kali diperkenalkan oleh ahli ekonomi Belgia yang bernama Jean Paelink dan Klassen sebagai metode yang mampu menangkap hubungan spasial pada model ekonometrik multiregional.

##### **2.1.1 Analisis Spasial**

Analisis spasial adalah analisis yang digunakan untuk mendapatkan informasi pengamatan yang dipengaruhi efek ruang atau lokasi. Pengaruh efek lokasi atau spasial itu disajikan dalam bentuk koordinat lokasi atau pembobotan.

Data spasial dapat diklasifikasikan menjadi tiga tipe dasar, yaitu *point-referenced data*, *areal data*, *point pattern data* (Cressie, 1991). *Point-referenced data* sering dihubungkan dengan sebuah vektor acak di lokasi tertentu. Amatan data dibatasi pada suatu bagian tertentu dari titik spasial. Kasus pada data *point-referenced data* sering dihubungkan dengan data *geostatistical*. Sebagai contoh, dalam pengamatan kualitas udara pada suatu stasiun pengamatan. *Areal data* sering dihubungkan dengan data pola/*lattice* yang mengandung arti amatan berkorespondensi dengan wilayah/*grid*. Contoh tipe data area adalah informasi mengenai kategori kepadatan penduduk dalam provinsi yang memuat data kabupaten/kota yang terbagi ke dalam beberapa level atau tingkatan. Dalam pemetaan, tingkatan kepadatan penduduk ini biasanya ditunjukkan oleh gradasi warna pada unit-unit spasialnya. *Point pattern data* dihubungkan dengan sekelompok data titik pada suatu ruang. Data titik berupa *longitude* (garis bujur) dan *latitude* (garis lintang), ataupun koordinat dari nilai  $x$  dan  $y$  tertentu. Dari data tersebut, dapat diteliti apakah polanya mengelompok atau random.

### **2.1.2 Efek Spasial**

Menurut Anselin (1988), efek spasial menjadi alasan penting perkembangan ekonometrika spasial. Efek spasial ini terdiri dari dua jenis yaitu dependensi spasial (*spatial dependence*) dan heterogenitas spasial (*spatial heterogeneity*). Kedua kondisi ini menyebabkan perkembangan metodologi dalam ekonometrika spasial.

Dependensi spasial menunjukkan fungsi hubungan antara kejadian di satu titik pada tempat tertentu dengan yang terjadi di sekitarnya (Anselin, 1988). Hal ini menyebabkan asumsi non autokorelasi tidak terpenuhi. Menurut Anselin (1988) dependensi spasial dapat terjadi karena kesalahan pengukuran pada unit spasial. Selain itu, dependensi spasial juga dapat terjadi mengikuti fenomena interaksi spasial atau perilaku manusia.

Heterogenitas spasial adalah kondisi tidak seragam atau bervariasinya hubungan atau korelasi spasial antar lokasi (Anselin, 1988). Beberapa hal yang

menyebabkan heterogenitas spasial diantaranya adanya hierarki pusat wilayah, keberadaan wilayah maju atau terbelakang, atau perkembangan kota urban.

### 2.1.3 Klasifikasi Model Spasial Area

Berdasarkan tipe pembobotannya, analisis spasial dapat dibedakan menjadi analisis dengan pendekatan titik dan pendekatan area. Pendekatan titik adalah metode yang menggunakan informasi jarak (*distance*) sebagai pembobotnya. Jenis pemodelan spasial dengan pendekatan titik diantaranya adalah *Geographically Weighted Regression* (GWR), *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR), *Geographically Weighted Logistic Regression* (GWLR), *Space-Time Autoregressive* (STAR), dan *Generalized Space Time Autoregressive* (GSTAR).

Analisis spasial dengan pendekatan area adalah menggunakan persinggungan antar lokasi yang berdekatan. Ukuran kedekatan bergantung pada pengetahuan tentang ukuran dan bentuk observasi unit yang digambarkan pada peta (LeSage, 1999). Jenis pemodelan spasial dengan pendekatan area antara lain *Spatial Autoregressive Models* (SAR), *Spatial Error Models* (SEM), dan *Spatial Durbin Model* (SDM).

#### a) *Spatial Autoregressive Models* (SAR)

Menurut Anselin (1988), model *spatial autoregressive* atau juga biasa disebut dengan *spatial lag model* (SLM) adalah model yang mengkombinasikan model regresi sederhana dengan lag spasial pada variabel dependen dengan menggunakan data *cross section*. Model umum SAR adalah sebagai berikut:

$$\mathbf{y} = \rho \mathbf{W}\mathbf{y} + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon}, \quad (2.1)$$

dengan  $\mathbf{y}$  adalah vektor variabel dependen berukuran  $n \times 1$ ,  $\mathbf{X}$  adalah matriks variabel eksplanatori berukuran  $n \times k$ ,  $\mathbf{W}$  adalah matriks pembobot spasial yang berukuran  $n \times n$ ,  $\boldsymbol{\varepsilon}$  adalah vektor *disturbance* (*error* regresi spasial) berukuran  $n \times 1$ ,  $\boldsymbol{\beta}$  adalah vektor koefisien regresi variabel eksplanatori berukuran  $k \times 1$ ,  $\rho$  adalah koefisien *lag* spasial variabel dependen.

#### b) *Spatial Error Model* (SEM)

Model ini merupakan model regresi linier dikenal dengan nama *spatial autoregressive disturbance*. Model tersebut juga dikenal dengan



*Spatial Error Model* (SEM) (Anselin, 1988). Jika pada persamaan tersebut dinyatakan dengan batasan  $\rho = 0$ , maka akan diperoleh bentuk persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mathbf{y} &= (0)\mathbf{W}\mathbf{y} + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{u} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{u}, \\ \mathbf{u} &= \lambda\mathbf{W}\mathbf{u} + \boldsymbol{\varepsilon} = (\mathbf{I} - \lambda\mathbf{W})^{-1}\boldsymbol{\varepsilon}, \end{aligned} \quad (2.2)$$

$\mathbf{u}$  adalah vektor *disturbance* regresi spasial berukuran  $n \times 1$ ,  $\boldsymbol{\varepsilon}$  adalah vektor *innovation* (*error* regresi spasial) berukuran  $n \times 1$ ,  $\lambda$  adalah koefisien *lag* spasial *disturbance*. Keterangan notasi yang lain sama dengan notasi persamaan (2.1).

c) *Spatial Durbin Model* (SDM)

Model yang memasukan interaksi spasial pada variabel dependen dan variabel eksplanatori. Bentuk umum model ini dalam bentuk matriks ditulis :

$$\mathbf{y} = \rho\mathbf{W}\mathbf{y} + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{W}\mathbf{X}\boldsymbol{\theta} + \boldsymbol{\varepsilon}, \quad (2.3)$$

$\boldsymbol{\theta}$  adalah vektor koefisien *lag* spasial variabel eksplanatori berukuran  $k \times 1$ , keterangan notasi yang lain sama dengan notasi persamaan (2.1) dan (2.2).

#### 2.1.4 Matriks Pembobot Spasial

Matriks pembobot spasial  $\mathbf{W}$  menjadi bagian penting dalam pemodelan yang melibatkan data spasial yang diduga memiliki dependensi spasial. Matriks pembobot spasial merupakan matriks berukuran  $n \times n$  tak negatif yang menyajikan himpunan hubungan antar unit amatan spasial. Anselin (1988) mendefinisikan matriks pembobot spasial sebagai bentuk formal dari dependensi spasial antar observasi.

Dalam penentuan matriks pembobot spasial, Stakhovych dan Bijmolt (2008) membagi dalam 3 pendekatan, yaitu:

- (i) Menganggap pembobot spasial sebagai variabel eksogen. Pembobot spasial dapat diperoleh dari kedekatan hubungan geografis antar amatan seperti *spatial contiguity* (persinggungan), dan *inverse distance* (jarak). Selain itu, pembobot spasial dapat diperoleh dari kedekatan hubungan secara sosial dan ekonomi.

- (ii) Menentukan pembobot spasial sesuai perilaku data. Pembobot spasial diperoleh dari perilaku empiris data melalui penggunaan algoritma tertentu dengan sebelumnya membentuk klaster spasial.
- (iii) Mengestimasi pembobot spasial. Pembobot spasial dapat diperoleh melalui pendekatan non parametrik dari model autokovariansi spasial (Stakhovych dan Bijmolt, 2008).

Penentuan bobot spasial pada model tergantung pada jenis data spasial. Pada data area, salah satu jenis bobot spasial yang sesuai adalah pembobot spasial berdasarkan hubungan persinggungan (*contiguity*). Pada pembobot jenis ini, wilayah yang berbatasan secara geografis merupakan *neighbour* (tetangga). Menurut Lesage (1999), metode untuk mendefinisikan hubungan persinggungan (*contiguity*) antara lain:

1. *Linear Contiguity* (Persinggungan tepi); mendefinisikan  $W_{ij} = 1$  untuk *region* yang berada di tepi (*edge*) kiri maupun kanan *region* yang menjadi perhatian,  $= 0$  untuk *region* lainnya.
2. *Rook Contiguity* (Persinggungan sisi); mendefinisikan  $W_{ij} = 1$  untuk *region* yang bersisian (*common side*) dengan *region* yang menjadi perhatian,  $W_{ij} = 0$  untuk *region* lainnya.
3. *Bhisop Contiguity* (Persinggungan sudut); mendefinisikan  $W_{ij} = 1$  untuk *region* yang titik sudutnya (*common vertex*) bertemu dengan sudut *region* yang menjadi perhatian,  $W_{ij} = 0$  untuk *region* lainnya.
4. *Double Linear Contiguity* (Persinggungan dua tepi); mendefinisikan  $W_{ij} = 1$  untuk dua *entity* yang berada di sisi (*edge*) kiri dan kanan *region* yang menjadi perhatian,  $W_{ij} = 0$  untuk *region* lainnya.
5. *Double Rook Contiguity* (Persinggungan dua sisi); mendefinisikan  $W_{ij} = 1$  untuk dua *entity* di kiri, kanan, utara dan selatan *region* yang menjadi perhatian,  $W_{ij} = 0$  untuk *region* lainnya.
6. *Queen Contiguity* (persinggungan sisi-sudut); mendefinisikan  $W_{ij} = 1$  untuk *entity* yang bersisian (*common side*) atau titik sudutnya (*common vertex*) bertemu dengan *region* yang menjadi perhatian,  $W_{ij} = 0$  untuk *region* lainnya.

Menurut Anselin (1988), pembobot spasial berdasarkan persinggungan dan jarak menjadi kurang bermakna jika interaksi spasial diduga juga dipengaruhi oleh faktor variabel ekonomi/sosial. Untuk itu, penggunaan matriks pembobot spasial sangat berhubungan dengan variabel penelitian. Selain *spatial contiguity matrices*, Anselin (1998) juga membahas tentang *general spatial weight matrice*. Pembobot spasial ini mempertimbangkan informasi awal (apriori), tujuan kasus yang diteliti, dan teori yang mendasari penelitian. Salah satu contoh pembobotan jenis ini adalah *social / economic distance weight*.

## 2.2 Metode Momen

Selain *least square* dan *maximum likelihood*, metode yang dapat digunakan untuk menaksir parameter adalah metode momen (*method of moment*). Prinsip dasar pada metode momen adalah memilih estimasi parameter yang berhubungan dengan momen sampel yang juga sama dengan nol. Menurut Nielsen (2007), momen kondisi adalah pernyataan yang memasukan data dan parameter dalam suatu kondisi.

Misalkan sampel pengamatan  $\{x_i: i = 1, 2, \dots, n\}$  dari sebuah distribusi dengan  $k$  parameter  $\theta = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k)'$ . Maka diasumsikan terdapat sebanyak  $k \times 1$  fungsi  $f(x_i, \theta)$  yaitu  $f(x_i, \theta) = (f_1(x_i, \theta), f_2(x_i, \theta), \dots, f_k(x_i, \theta))'$ . Diasumsikan pula terdapat  $k$  momen kondisi  $(f(x_i, \theta)) = 0$ , atau dapat ditulis  $[E(f_1(x_i, \theta)), E(f_2(x_i, \theta)), \dots, E(f_k(x_i, \theta))]' = 0$ . Selanjutnya, didefinisikan analog momen sampel  $g(\theta) = n^{-1} \sum_{i=1}^n f(x_i, \theta) = 0$ , atau ditulis  $g(\theta) = [n^{-1} \sum_{i=1}^n f_1(x_i, \theta), n^{-1} \sum_{i=1}^n f_2(x_i, \theta), \dots, n^{-1} \sum_{i=1}^n f_k(x_i, \theta)]' = 0$ .

Parameter model dapat diperoleh dengan menyelesaikan analog momen sampel. Sebagai ilustrasi diberikan model :

$$\begin{aligned} y_i &= x_i \theta + \varepsilon_i, \\ \varepsilon_i &= y_i - x_i \theta \end{aligned} \tag{2.4}$$

dengan  $y_i$  adalah variabel dependen,  $x_i$  adalah variabel eksplanatori,  $\varepsilon_i$  adalah error term,  $\theta$  adalah koefisien regresi,  $i=1, 2, \dots, n$ .  $x_i$  dan  $\varepsilon_i$  diasumsikan tidak berkorelasi.

Momen kondisi dari persamaan (2.4) didefinisikan  $E(x_i \varepsilon_i) = 0$  atau dapat ditulis  $E(x_i(y_i - x_i \theta)) = 0$ . Selanjutnya analog momen sampel didefinisikan  $g(\theta) = n^{-1} \sum_{i=1}^n (x_i(y_i - x_i \theta)) = 0$ . Analog momen sampel dalam bentuk matriks ditulis  $g(\theta) = n^{-1} \sum_{i=1}^n (\mathbf{X}'(\mathbf{y} - \mathbf{X}\theta)) = 0$ . Parameter  $\hat{\theta}$  dapat diperoleh dengan menyelesaikan fungsi  $g(\theta) = 0$  yaitu :

$$\begin{aligned}
 n^{-1}(\mathbf{X}'(\mathbf{y} - \mathbf{X}\theta)) &= 0 \\
 n^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{y} - n^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{X}\theta &= 0 \\
 n^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{X}\theta &= n^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{y} \\
 \hat{\theta}_{MM} &= (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}(\mathbf{X}'\mathbf{y}) = \hat{\theta}_{OLS}.
 \end{aligned}
 \tag{2.5}$$

Estimasi parameter pada momen pada kasus di atas menghasilkan estimasi yang sama dengan metode *least square*.

Jika suatu kondisi ketika satu atau beberapa variabel eksplanatori memiliki hubungan dengan residualnya [ $Cov(x_i \varepsilon_i) \neq 0$  atau  $E(x_i \varepsilon_i) \neq 0$ ] atau terjadi endogenitas, maka salah satu dampaknya adalah penaksir  $\hat{\theta}$  akan bias dan tidak konsisten (Verbeek, 2004). Untuk menangani hal tersebut maka salah satu caranya dengan mengganti variabel eksplanatori dengan variabel instrumen, dengan syarat variabel instrumen memiliki hubungan dengan variabel eksplanatori, tetapi tidak memiliki hubungan dengan  $\varepsilon_i$  (Greene, 2012). Metode tersebut dikenal dengan nama metode *Instrumental Variable*.

Metode *instrumental variabel* merupakan metode untuk mendapatkan variabel baru yang berfungsi sebagai *proxy* terhadap variabel endogen sehingga tidak berkorelasi dengan error dalam posisinya sebagai variabel penjelas di dalam model. Metode instrumental variabel menggunakan variabel instrumen  $z_i$  yang harus memenuhi dua syarat berikut:

1.  $z_i$  berkorelasi dengan  $X_k$ .  $Cov(z_i, X_k) \neq 0$
2.  $z_i$  tidak berkorelasi dengan error  $u$ .  $Cov(z_i, u) = 0$ .

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa variabel instrumen terdiri atas seluruh variabel eksogen  $X_1, X_2, \dots, X_{k-1}$  dan instrumen  $z_i$ .

### 2.3 Generalized Method of Moment (GMM)

Metode *Generalized Method of Moment* (GMM) merupakan salah satu metode yang dapat mengatasi pelanggaran asumsi pada data seperti autokorelasi dan heteroskedastisitas. Metode ini diperkenalkan pertama kali oleh Hansen pada tahun 1982 yang didefinisikan sebagai metode estimasi parameter yang hanya tergantung pada kondisi momen yang digunakan.

GMM merupakan metode penaksiran parameter perluasan dari metode momen. Metode momen tidak dapat digunakan apabila banyaknya variabel instrumen lebih besar dibandingkan dengan jumlah parameter yang akan diestimasi. GMM menyamakan momen kondisi dari populasi dengan momen kondisi dari sampel.

Greene (2012) menyatakan dalam persamaan simultan, jika terdapat  $L$  persamaan kondisi momen, dan  $K$  parameter yang ingin diestimasi, maka terdapat 3 kemungkinan solusi penyelesaian:

- a. *Underidentified* ( $L < K$ ). Jika jumlah momen kondisi lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah parameter yang diestimasi, sehingga tidak mungkin ada solusi dalam sistem persamaan.
- b. *Exactly identified* ( $L = K$ ). Hal ini terjadi jika jumlah momen kondisi sama dengan jumlah regressor yang diestimasi, sehingga estimasi yang diperoleh sama dengan metode estimasi instrumen variabel.
- c. *Overidentified*. ( $L > K$ ). Hal ini terjadi jika jumlah momen kondisi lebih banyak dari jumlah parameter yang diestimasi, sehingga tidak ada solusi yang unik dalam sistem persamaan. Penaksiran parameter  $\hat{\theta}$  dilakukan dengan metode *generalized method of moment* (GMM).

Prosedur estimasi parameter dengan GMM dilakukan dengan langkah-langkah berturut-turut menentukan momen kondisi, menentukan analog momen sampel, menentukan fungsi kriteria, dan menyelesaikan fungsi kriteria. Misalnya didefinisikan analog momen sampel  $g(\theta)$ . Selanjutnya  $A$  didefinisikan sebagai matriks pembobot GMM yang sifatnya non-random dan memiliki rank penuh. Estimator GMM terhadap  $\hat{\theta}$  dapat diperoleh dengan meminimumkan fungsi

kriteria yaitu jarak pembobot analog momen sampel  $g(\theta)$  terhadap nol (Nielsen, 2007). Fungsi kriteria dalam estimasi dengan GMM didefinisikan dengan  $q(\theta) = g(\theta)'Ag(\theta)$ . Parameter  $\hat{\theta}$  dapat diperoleh dengan menyelesaikan fungsi kriteria  $q(\theta)$  yaitu:

$$\begin{aligned}\hat{\theta} &= \arg \min_{\theta} [q(\theta)] \\ \hat{\theta} &= \arg \min_{\theta} [g(\theta)'Ag(\theta)]\end{aligned}\tag{2.6}$$

Sebagai ilustrasi, diberikan kembali persamaan (2.6)  $\varepsilon_i = y_i - x_i\theta$  dengan variabel instrumen  $z_i$ . Kemudian, didefinisikan analog momen sampel  $g(\theta) = n^{-1} \sum_{i=1}^n (z_i(y_i - x_i\theta))$ . Analog momen sampel ditulis dalam bentuk matriks  $g(\theta) = n^{-1}(Z'(y - X\theta))$ . Fungsi kriterianya dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}q &= g(\theta)'Ag(\theta) \\ &= \{n^{-1}Z'(y - X\theta)\}'A\{n^{-1}Z'(y - X\theta)\} \\ &= n^{-2}(y'ZAZ'y - 2\theta'X'ZAZ'y + \theta'X'ZAZ'X\theta).\end{aligned}\tag{2.7}$$

Parameter  $\hat{\theta}$  dapat diperoleh dengan menyelesaikan fungsi kriteria  $q(\theta)$  terhadap kondisi order pertama (Nielsen, 2007) yaitu :

$$\begin{aligned}\frac{\partial q(\theta)}{\partial \theta} &= (-2n^{-2}X'ZAZ'y) + (2n^{-2}X'ZAZ'X\theta) = 0 \\ (2n^{-2}X'ZAZ'X)\hat{\theta} &= (2n^{-2}X'ZAZ'y) \\ \hat{\theta} &= [X'ZAZ'X]^{-1}X'ZAZ'y\end{aligned}\tag{2.8}$$

## 2.4 Persamaan Simultan

Persamaan simultan merupakan suatu sistem persamaan yang saling berhubungan dalam satu himpunan. Antar variabel memiliki hubungan dua arah sehingga terdapat lebih dari satu persamaan variabel endogen atau variabel dependen. Variabel dalam persamaan simultan dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu variabel endogen dan variabel *predetermined*. Variabel endogen merupakan variabel yang nilainya ditentukan dalam model atau dianggap stokastik, sedangkan variabel *predetermined* merupakan variabel yang nilainya ditentukan dari luar model atau dianggap nonstokastik. Variabel *predetermined* terbagi

menjadi dua kategori, yaitu variabel eksogen dan variabel *lag* endogen. Variabel *lag* dikategorikan sebagai *predetermined* dengan asumsi tidak ada korelasi dengan *error* di dalam persamaan yang mengandung variabel *lag* tersebut (Gujarati, 2003).

Dalam Seddighi (2001), bentuk umum suatu sistem persamaan simultan dengan sebanyak  $M$  variabel endogen yaitu  $Y_1, Y_2, \dots, Y_M$  dan sebanyak  $K$  variabel eksogen yakni  $X_1, X_2, \dots, X_K$  dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Y_{1n}\alpha_{11} + Y_{2n}\alpha_{12} + \dots + Y_{Mn}\alpha_{1G} + X_{1n}\beta_{11} + X_{2n}\beta_{12} + \dots + X_{Kn}\beta_{1K} &= \varepsilon_{1n} \\ Y_{1n}\alpha_{21} + Y_{2n}\alpha_{22} + \dots + Y_{Gn}\alpha_{2G} + X_{1n}\beta_{21} + X_{2n}\beta_{22} + \dots + X_{Kn}\beta_{2K} &= \varepsilon_{2n} \\ &\vdots \\ Y_{1n}\alpha_{M1} + Y_{2n}\alpha_{G2} + \dots + Y_{Gn}\alpha_{GG} + X_{1n}\beta_{G1} + X_{2n}\beta_{G2} + \dots + X_{Kn}\beta_{GK} &= \varepsilon_{Gn} \end{aligned} \quad (2.9)$$

$\varepsilon_{1i}, \varepsilon_{2i}, \dots, \varepsilon_{Gi}$  adalah variabel *stochastic error terms*.  $\alpha_{ij}$  merupakan koefisien-koefisien variabel endogen dengan  $i = 1, 2, \dots, G$  dan  $j = 1, 2, \dots, G$  dan nilai  $\beta_{ik}$  adalah koefisien-koefisien variabel eksogen dengan  $k = 1, 2, \dots, K$  dan  $n$  adalah jumlah observasi pengamatan.

Persamaan simultan (2.9) dapat dibentuk dalam susunan matriks sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} & \dots & \alpha_{1M} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & \dots & \alpha_{2M} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha_{M1} & \alpha_{M2} & \dots & \alpha_{MM} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{1n} \\ y_{2n} \\ \vdots \\ y_{Mn} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} & \dots & \beta_{1K} \\ \beta_{21} & \beta_{22} & \dots & \beta_{2K} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \beta_{M1} & \beta_{M2} & \dots & \beta_{MK} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{1n} \\ x_{2n} \\ \vdots \\ x_{Kn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \varepsilon_{1n} \\ \varepsilon_{2n} \\ \vdots \\ \varepsilon_{Mn} \end{bmatrix} \quad (2.10)$$

atau

$$\mathbf{\Gamma y_n} + \mathbf{B x_n} = \mathbf{\varepsilon_n}, \quad (2.11)$$

dengan  $\mathbf{\Gamma}$  adalah matriks koefisien parameter variabel endogen dengan ukuran  $M \times M$ ,  $\mathbf{B}$  adalah matriks koefisien parameter eksogen dengan ukuran  $M \times K$ .  $\mathbf{y_n}$  adalah vektor  $M$  variabel endogen berukuran  $M \times 1$  untuk  $n$  observasi.  $\mathbf{x_n}$  adalah vektor eksogen berukuran  $K \times 1$  untuk  $n$  observasi,  $\mathbf{\varepsilon_n}$  adalah vektor berukuran  $M \times 1$  dari *structural disturbance* untuk  $n$  observasi.

Persamaan simultan adalah model lengkap, sehingga secara umum dapat diselesaikan dengan menggunakan model *reduced form*. *Reduced form* adalah suatu bentuk persamaan dimana semua variabel endogen merupakan fungsi dari

semua variabel eksogen dan *error*. Bentuk model *reduced form* dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Y_{1n} &= \pi_{11}X_{1n} + \pi_{12}X_{2n} + \dots + \pi_{1K}X_{Kn} + v_{1n} \\
 Y_{2n} &= \pi_{21}X_{1n} + \pi_{22}X_{2n} + \dots + \pi_{2K}X_{Kn} + v_{2n} \\
 &\vdots \\
 Y_{Gn} &= \pi_{G1}X_{1n} + \pi_{G2}X_{2n} + \dots + \pi_{GK}X_{Kn} + v_{Gn}
 \end{aligned} \tag{2.12}$$

$\pi$  adalah *reduced form coefficient* dan  $v$  adalah *disturbance reduced form*. Koefisienn *reduced form* menunjukkan akibat pada nilai equilibrium pada variabel endogen dari sebuah perubahan pada variabel eksogen yang terkait setelah semua hubungan antar variabel ditempatkan.

Persamaan *reduced form* (2.12) dapat disusun dalam bentuk matriks:

$$\begin{bmatrix} y_{1n} \\ y_{2n} \\ \vdots \\ y_{Mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \pi_{11} & \pi_{12} & \dots & \pi_{1M} \\ \pi_{21} & \pi_{22} & \dots & \pi_{2M} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \pi_{M1} & \pi_{M2} & \dots & \pi_{MK} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{1n} \\ x_{2n} \\ \vdots \\ x_{Kn} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1n} \\ \varepsilon_{2n} \\ \vdots \\ \varepsilon_{Mn} \end{bmatrix} \tag{2.13}$$

dapat dituliskan,

$$\mathbf{y}_n = \mathbf{\Pi} \mathbf{x}_n + \mathbf{v}_n, \tag{2.14}$$

$\mathbf{\Pi}$  adalah matriks koefisien dari  $\pi$  berukuran  $M \times K$  dan vektor  $\mathbf{v}_n$  adalah vector *disturbance reduced form* untuk  $n$  observasi. Dengan memperhatikan persamaan (2.11), maka akan didapatkan persamaan :

$$\mathbf{y}_n = \mathbf{\Gamma}^{-1} \mathbf{B} \mathbf{x}_n + \mathbf{\Gamma}^{-1} \mathbf{\varepsilon}_n, \tag{2.15}$$

$\mathbf{\Gamma}^{-1}$  adalah invers matriks koefisien parameter variabel endogen dengan ukuran  $M \times M$ ,  $\mathbf{\Gamma}$  adalah matriks nonsingular.

#### 2.4.1 Identifikasi Model Persamaan Simultan

Identifikasi model diperlukan untuk menentukan metode estimasi yang akan dilakukan. Identifikasi akan menunjukkan ada tidaknya kemungkinan untuk memperoleh parameter struktural (koefisien dari persamaan asli) dari parameter bentuk sederhana (*reduced form*). Jika penaksiran parameter *structural form* (persamaan asli) dapat dihasilkan dari *reduced form* (bentuk yang telah disederhanakan), maka persamaan tersebut teridentifikasi (*identified*). Sebaliknya



jika penaksiran tersebut tidak berhasil didapatkan, maka persamaan tersebut tidak teridentifikasi (*unidentified/underidentified*) (Setiawan dan Kusri, 2010).

Persamaan simultan teridentifikasi terdiri atas dua kategori, yakni *exactly identified* dan *overidentified*. *Exactly identified* terjadi jika nilai parameter dari persamaan *reduced form* menghasilkan nilai numerik yang unik untuk parameter-parameter persamaan strukturalnya. *Overidentified* terjadi jika nilai parameter-parameter dari persamaan *reduced form* menghasilkan lebih dari satu nilai numerik untuk parameter persamaan strukturalnya.

Ada Dua kondisi yang harus dipenuhi agar suatu persamaan dapat dianggap diidentifikasi yaitu *the order condition of identifications* dan *the rank condition of identifications*. Jika dimisalkan persamaan simultan memiliki keadaan sebagai berikut:

1.  $G$  = jumlah keseluruhan variabel endogen didalam model
2.  $g$  = jumlah variabel endogen di dalam persamaan tertentu
3.  $K$  = jumlah keseluruhan variabel *predetermined* didalam model
4.  $k$  = jumlah variabel *predetermined* di dalam persamaan tertentu

*The order condition* adalah identifikasi terhadap kondisi untuk memenuhi syarat perlu. Identifikasi suatu persamaan dengan kaidah *The order condition* memberikan informasi sebuah persamaan teridentifikasi tepat (*exactly identified*) atau teridentifikasi lebih (*overidentified*). *The order condition* dikatakan *exactly identified* jika suatu persamaan memenuhi kondisi  $(K - k) = (g - 1)$  dan *overidentified* jika memenuhi  $(K - k) > (g - 1)$ .

*The rank condition* memberikan informasi apakah sebuah persamaan *identified* atau tidak. *The rank condition* adalah identifikasi untuk memenuhi syarat perlu. Misalkan matriks (A) adalah matriks yang dibentuk dari koefisien seluruh variabel yang dikeluarkan dari persamaan khusus tetapi dimasukkan dalam persamaan lain dari model. Maka *the rank condition* pada persamaan dikatakan *identified* jika rank matriks (A) sama dengan  $G-1$ . *The rank condition* dikatakan *unidentified* jika rank matriks (A) kurang dari  $G-1$ .

Identifikasi lengkap *order condition* dan *rank condition* dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.1 Identifikasi Persamaan Simultan

<i>The order condition</i>	<i>The rank condition</i>	Identifikasi
$(K - k) < (g - 1)$	Rank matriks (A) < G-1	<i>Unidentified</i>
$(K - k) = (g - 1)$	Rank matriks (A) = G-1	<i>Exactly identified</i>
$(K - k) > (g - 1)$	Rank matriks (A) > G-1	<i>Overidentified</i>

Identifikasi merupakan salah satu prasyarat uji yang harus dipenuhi sebelum pemodelan persamaan simultan. Hasil identifikasi dapat digunakan untuk pemilihan metode yang digunakan. Jika minimal ada satu persamaan yang *unidentified* maka tidak ada solusi sehingga dilakukan reformulasi model. Jika semua persamaan *exactly identified* maka metode yang bisa digunakan adalah *Indirect Least Square (ILS)*. Jika semua persamaan *overidentified* maka metode yang bisa digunakan adalah 2SLS, 3SLS, LIML, FIML. Sedangkan jika persamaan teridentifikasi campuran *exactly identified* dan *overidentified* maka metode yang dapat digunakan adalah 2SLS.

#### 2.4.2 Uji Simultanitas *Hausman*

Pengujian simultanitas yang dikemukakan oleh Hausman (1978) bertujuan membuktikan secara empiris bahwa suatu sistem model persamaan benar-benar memiliki hubungan simultan antar persamaan strukturalnya. Adapun hipotesis nol yang digunakan dalam pengujian ini menunjukkan tidak terdapat simultanitas yang berarti variabel endogen tidak berkorelasi dengan error. Sedangkan hipotesis alternatif menunjukkan bahwa adanya hubungan antara variabel endogen dengan error (terjadi simultanitas). Jika variabel endogen berkorelasi dengan *error* maka metode OLS tidak dapat digunakan karena hasil estimasinya konsisten tetapi tidak efisien.

Untuk menguji hipotesis ini, Hausman (1978) menyarankan beberapa langkah untuk uji hipotesis sebagai berikut:

- a. Estimasi persamaan reduced form dari model persamaan simultan. Regresikan masing-masing variabel endogen dari model  $Y_t$  pada dan simpan nilainya sebagai variabel endogen  $\hat{Y}_t$  simpan juga nilai sisaan  $u_t$
- b. Karena  $Y_t = \hat{Y}_t + u_t$ , substitusikan nilai ini dari *explanatory* variabel endogen ke dalam persamaan dan estimasi dengan OLS mengikuti persamaan
 
$$Y_{it} = \hat{Y}_{it}\gamma_{it} + u_{it}\gamma_{it} + X_{it}\beta_i + \varepsilon_{it} \quad (2.16)$$
- c. Gunakan F test atau t test untuk satu koefisien regresi untuk menguji signifikansi dari koefisien regresi dari  $u_t$ . Jika uji menunjukkan koefisien signifikan maka terima hipotesis alternatif ( $H_1$ ). Jika uji parsial menunjukkan bahwa variabel residual tidak signifikan maka dapat disimpulkan bahwa terdapat cukup alasan untuk tidak menolak hipotesis awal sehingga dapat dikatakan bahwa pada persamaan tersebut terdapat unsur simultanitas dengan persamaan lain.

Uji simultanitas merupakan salah satu prasyarat uji yang harus dipenuhi untuk dapat dilakukan pemodelan simultan spasial. Seluruh persamaan yang digunakan dalam model harus memenuhi efek simultan, apabila salah satu persamaan tidak memenuhi uji simultanitas maka dilakukan reformulasi model.

### 2.4.3 Estimasi GMM pada persamaan simultan

Menurut Greene (2012), suatu persamaan simultan yang teridentifikasi dapat ditulis:

$$\begin{aligned} \mathbf{y}_{j,i} &= \mathbf{Y}_{j,i}\boldsymbol{\beta}_j + \mathbf{x}_{j,k,i}\boldsymbol{\gamma}_j + \boldsymbol{\varepsilon}_{j,i} \\ \mathbf{y}_{j,i} &= \mathbf{Z}'_{j,i}\boldsymbol{\delta}_j + \boldsymbol{\varepsilon}_{j,i} \end{aligned} \quad (2.17)$$

dengan  $\mathbf{Z}_{j,i} = [\mathbf{Y}_{j,i}, \mathbf{x}_{j,k,i}]$  dan  $\boldsymbol{\delta}_j = [\boldsymbol{\beta}_j, \boldsymbol{\gamma}_j]$ ,  $\mathbf{Y}_{j,i}$  adalah variabel endogen pada persamaan ke-j.  $\mathbf{x}_{j,k,i}$  adalah variabel eksogen pada persamaan ke-j.  $\boldsymbol{\varepsilon}_{j,i}$  merupakan residual/*innovations* persamaan ke-j yang diasumsikan memenuhi sifat homoskedastis dan non autokorelasi.

Jika persamaan (2.17) memenuhi kondisi ortogonal, maka didefinisikan momen kondisi yaitu  $E[q_j \boldsymbol{\varepsilon}_{j,i}] = E[q_j (\mathbf{y}_{j,i} - \mathbf{z}'_{j,i} \boldsymbol{\delta}_j)] = 0$ .  $q_j$  adalah variabel

instrumen yang terdiri dari semua variabel eksogen dalam model. Selanjutnya didefinisikan analog momen sampel  $g_i(\theta) = n^{-1}[\sum_{i=1}^n q_j(y_{j,i} - z'_{j,i}\delta_j)] = 0$ . Dalam bentuk matriks ditulis  $\mathbf{g}(\boldsymbol{\theta}) = n^{-1}[\mathbf{Q}'(\mathbf{y} - \mathbf{Z}\boldsymbol{\delta})] = \mathbf{0}$ .

Fungsi kriteria dari estimator GMM didefinisikan:

$$\begin{aligned} \mathbf{q}(\boldsymbol{\theta}) &= \mathbf{g}(\boldsymbol{\theta})' \mathbf{A} \mathbf{g}(\boldsymbol{\theta}) \\ \mathbf{q}(\boldsymbol{\theta}) &= \{n^{-1}[\mathbf{Q}'(\mathbf{y} - \mathbf{Z}\boldsymbol{\delta})]\}' \mathbf{A} \{n^{-1}[\mathbf{Q}'(\mathbf{y} - \mathbf{Z}\boldsymbol{\delta})]\} \end{aligned} \quad (2.18)$$

Dengan  $\mathbf{A}$  adalah matriks pembobot GMM.

Jika *error* diasumsikan bersifat homoskedastisitas dan non autokorelasi maka estimator pada persamaan (2.18) akan sama dengan persamaan (2.8).  $\mathbf{A}$  didefinisikan sebagai invers matriks  $\mathbf{W}_{jj}$  dengan ukuran sama dengan matriks variabel instrumen  $\mathbf{Q}$ .

$$\begin{aligned} \mathbf{W}_{jj} &= \text{Asy. Var}[\sqrt{n}\mathbf{g}(\boldsymbol{\theta})] \\ &= \text{plim}\{n^{-1}[\mathbf{Q}'\mathbf{Q}(\mathbf{y} - \mathbf{Z}\boldsymbol{\delta})(\mathbf{y} - \mathbf{Z}\boldsymbol{\delta})]\} \\ &= \text{plim}\{n^{-1}[\mathbf{Q}'\mathbf{Q}\sigma_{jj}]\} = \text{plim} \sigma_{jj} \{n^{-1}\mathbf{Q}'\mathbf{Q}\} \end{aligned} \quad (2.19)$$

Jika digunakan  $(\mathbf{Q}'\mathbf{Q})^{-1}$  sebagai  $\mathbf{A}$  matrik pembobot GMM, maka estimator GMM akan sama dengan meminimumkan fungsi kriteria pada estimator *two stage least square* (2SLS). Namun jika *error* dianggap mengandung heteroskedastis, maka estimator untuk pembobot GMM diperoleh:

$$\mathbf{W}_{jj} = \text{plim}\{n^{-1}[\mathbf{Q}'\mathbf{Q}\omega_{jj}]\} = \text{plim}\{n^{-1}\mathbf{Q}'\boldsymbol{\Omega}_{jj}\mathbf{Q}\} \quad (2.20)$$

Matriks pembobot GMM dapat diestimasi dengan estimator *white's heteroscedasticity consistent*.

Untuk menangani kasus heteroskedatis tersebut, maka Davidson dan Mackonon dalam Greene (2012) menyarankan heteroskedastis 2SLS atau H2SLS. Estimator dari matriks pembobot GMM diperoleh dari prosedur *initial 2SLS*. Estimator GMM atau H2SLS untuk persamaan simultan dirumuskan:

$$\boldsymbol{\delta}_{j,\text{gmm}} = [\mathbf{Z}'\mathbf{Q}(\mathbf{s}_{0,jj})^{-1}\mathbf{Q}'\mathbf{Z}]^{-1} [\mathbf{Z}'\mathbf{Q}(\mathbf{s}_{0,jj})^{-1}\mathbf{Q}'\mathbf{y}] \quad (2.21)$$

dengan:

$$\boldsymbol{\delta}_{0,jj} = \{[n^{-1}[\mathbf{Q}'\mathbf{Q}(\mathbf{y} - \mathbf{Z}\widehat{\boldsymbol{\delta}}_{2\text{sls}})^2]]\} \quad (2.22)$$

Asimtotis matriks varian kovarian diestimasi dari:

$$\text{Var}[\hat{\delta}_{\text{gmm}}] = [\mathbf{Z}'\mathbf{Q}(\mathbf{S}_{0,jj})^{-1}\mathbf{Q}'\mathbf{Z}]^{-1} \quad (2.23)$$

## 2.5 Model Durbin Spasial

Model durbin spasial merupakan bentuk perluasan dari model *spatial autoregressive* atau SAR (Anselin, 1988). Model umum persamaan durbin spasial, dapat ditulis:

$$\mathbf{y}_i = \mathbf{w}_{ih}\mathbf{y}_i\rho + \mathbf{x}_i\boldsymbol{\beta} + \mathbf{w}_{ih}\mathbf{x}_i'\boldsymbol{\theta} + \boldsymbol{\varepsilon}_i, \quad (2.24)$$

Atau dalam bentuk matriks dapat ditulis:

$$\mathbf{y} = \rho\mathbf{W}\mathbf{y} + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{W}\mathbf{X}\boldsymbol{\theta} + \boldsymbol{\varepsilon}, \quad (2.25)$$

$$\mathbf{y} = (\mathbf{I} - \rho\mathbf{W})^{-1}(\mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{W}\mathbf{X}\boldsymbol{\theta} + \boldsymbol{\varepsilon}) \quad (2.26)$$

$$\boldsymbol{\varepsilon} \sim N(\mathbf{0}, \boldsymbol{\delta}^2\mathbf{I}),$$

dengan  $\mathbf{y}$  merupakan vektor variabel dependen berukuran  $nx1$ ,  $\boldsymbol{\varepsilon}$  adalah vektor *innovation* berukuran  $nx1$ ,  $\mathbf{X}$  adalah matriks variabel eksplanatori berukuran  $nx(m+1)$ ,  $\boldsymbol{\beta}$  adalah vektor parameter regresi dengan ukuran  $(m+1)x1$ ,  $\boldsymbol{\theta}$  adalah vektor parameter spasial pada variabel eksplanatori berukuran  $mx1$ ,  $\mathbf{W}$  adalah matriks pembobot spasial berukuran  $nxn$ , serta  $\rho$  adalah parameter spasial *lag* variabel dependen,  $\mathbf{I}$  adalah matriks identitas berukuran  $nxn$ ,  $\mathbf{n}$  adalah jumlah observasi, dan  $m$  adalah jumlah variabel eksplanatori.

Model durbin spasial dapat dituliskan sebagai model SAR dengan mendefinisikan matriks  $\mathbf{Z}=[\mathbf{X},\mathbf{W}\mathbf{X}]$  dan vektor  $\boldsymbol{\omega}=[\boldsymbol{\beta}' \ \boldsymbol{\theta}']'$ , sehingga persamaan (2.25) dapat ditulis menjadi:

$$\mathbf{y} = \rho\mathbf{W}\mathbf{y} + \mathbf{Z}\boldsymbol{\omega} + \boldsymbol{\varepsilon}$$

$$\mathbf{y} = (\mathbf{I} - \rho\mathbf{W})^{-1}\mathbf{Z}\boldsymbol{\omega} + (\mathbf{I} - \rho\mathbf{W})^{-1}\boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.27)$$

$$\boldsymbol{\varepsilon} \sim N(\mathbf{0}, \boldsymbol{\sigma}^2\mathbf{I}),$$

### 2.5.1 Model Durbin Spasial pada Persamaan Simultan

Dengan mengikuti langkah-langkah pada Kelejian dan Prucha (1999), maka model (2.27) dapat diperluas menjadi persamaan simultan. Model durbin spasial pada sistem persamaan simultan untuk sebanyak  $m$  persamaan dapat ditulis:

$$\mathbf{y}_j = \mathbf{Y}_j \mathbf{B} + \mathbf{X}_j \mathbf{\Gamma} + \bar{\mathbf{Y}}_j \mathbf{P} + \bar{\mathbf{X}}_j \mathbf{T} + \mathbf{E}_j, \quad (2.28)$$

dengan  $\mathbf{Y}_j = (y_{j1}, \dots, y_{jm})$ ,  $\mathbf{X}_j = (x_{j1}, \dots, x_{jk})$ ,  $\bar{\mathbf{Y}}_j = (\bar{y}_{j1}, \dots, \bar{y}_{jm})$ ,  $\bar{\mathbf{X}}_j = (\bar{x}_{j1}, \dots, \bar{x}_{jk})$ ,

$$\bar{y}_{j,i} = W_{ih} Y_{j,i}, \bar{x}_{j,i} = W_{ih} X_{j,i}, \mathbf{E}_j = (\varepsilon_{j1}, \dots, \varepsilon_{jm}), \mathbf{j} = 1, 2, \dots, m, \mathbf{l} = 1, 2, \dots, k$$

dimana  $\mathbf{Y}_{j,i}$  adalah vektor variabel endogen pada persamaan ke- $j$  yang masing-masing berukuran  $n \times 1$ .  $\mathbf{X}_{j,i}$  adalah vektor variabel endogen ke- $l$  yang masing-masing berukuran  $n \times 1$ .  $\varepsilon_{j,i}$  adalah vektor *error* berukuran  $n \times 1$ .  $\mathbf{B}, \mathbf{\Gamma}, \mathbf{P}, \mathbf{T}$  masing-masing menunjukkan diagonal matriks parameter variabel endogen, variabel eksogen, *lag* spasial endogen, dan *lag* spasial eksogen yang masing-masing berukuran  $m \times m$ ,  $k \times m$ ,  $m \times m$ , dan  $k \times m$ .

Untuk tujuan generalisasi, maka matriks pembobot spasial, matriks variabel eksogen, vektor *error*, dan matriks variabel endogen eksplanatori dimungkinkan untuk mempengaruhi ukuran sampel  $n$ , sehingga terbentuk suatu susunan segitiga. Dalam hal ini, analisis dikondisikan pada nilai variabel eksogen, sehingga matriks  $\mathbf{X}$  diperlakukan sebagai matriks konstanta.

Selanjutnya persamaan (2.28) dapat dipadatkan menjadi model yang mengesampingkan batasan pada parameter model. Secara spesifik dimisalkan  $\beta_j, \gamma_j, \rho_j, \theta_j$  adalah vektor-vektor tidak nol (*non zero*) dari elemen kolom ke- $j$  yang merupakan gambaran dari parameter  $\mathbf{B}, \mathbf{\Gamma}, \mathbf{P}, \mathbf{T}$ . Demikian halnya dengan pemisalan  $\mathbf{Y}_{j,i}, \mathbf{X}_{j,i}, \mathbf{W}_{ih} \mathbf{Y}_{j,i}, \mathbf{W}_{ih} \mathbf{X}_{j,i}$  sebagai variabel yang menunjukkan matriks observasi pada variabel endogen, variabel eksogen, dan variabel *lag* spasial endogen (*endogenous spacial lags*) pada persamaan ke- $j$ . Persamaan (2.28) dapat ditulis menjadi:

$$\begin{aligned} \mathbf{y}_{j,i} &= \mathbf{Y}_{j,i} \boldsymbol{\beta}_j + \mathbf{X}_{j,i} \boldsymbol{\gamma}_j + \mathbf{W}_{ih} \mathbf{Y}_{j,i} \boldsymbol{\rho}_j + \mathbf{W}_{ih} \mathbf{X}_{j,i} \boldsymbol{\theta}_j + \boldsymbol{\varepsilon}_{j,i} \\ \mathbf{y}_{j,i} &= \mathbf{Z}_{j,i} \boldsymbol{\delta}_j + \boldsymbol{\varepsilon}_{j,i} \end{aligned} \quad (2.29)$$

dengan  $\mathbf{Z}_{j,i} = [\mathbf{Y}_{j,i}, \mathbf{X}_{j,i}, \mathbf{W}_{ih}\mathbf{Y}_{j,i}, \mathbf{W}_{ih}\mathbf{X}_{j,i}]$ , dan  $\boldsymbol{\delta}_j = [\boldsymbol{\beta}'_j, \boldsymbol{\gamma}'_{jk}, \boldsymbol{\rho}'_j, \boldsymbol{\theta}'_{jk}]$ .  $\mathbf{Y}_{j,i}$  adalah variabel endogen pada persamaan ke- $j$  yang masing-masing berukuran  $n \times 1$ .  $\mathbf{X}_{j,i}$  adalah variabel eksogen pada persamaan ke- $j$  yang masing-masing berukuran  $n \times k$ .  $\boldsymbol{\varepsilon}_{j,i}$  merupakan residual/innovations persamaan ke- $j$  berukuran  $n \times 1$ .

## 2.6 Estimasi Parameter GMM pada Persamaan Simultan Durbin Spasial

Pada subbab ini akan dibahas prosedur mendapatkan estimator parameter model durbin spasial pada persamaan simultan. Secara umum, model simultan durbin spasial sebanyak  $M$  variabel endogen dan  $K$  variabel *predetermined*,  $j = 1, 2, \dots, m$ ;  $l = 1, 2, \dots, h, \dots, n$  dapat ditulis:

$$y_{j,i} = \sum_{i=1}^n \sum_{h=1}^n w_{ih} y_{j,i} \rho_j + Y_{l,i} \beta_j + X_{jk,i} \gamma_j + \sum_{i=1}^n \sum_{h=1}^n w_{ih} X_{jk,i} \theta_j + u_{j,i} \quad (2.30)$$

Atau dalam kondisi matriks, model simultan durbin spasial pada suatu persamaan tertentu dapat ditulis:

$$\mathbf{y} = \mathbf{W}\mathbf{y}\rho + \mathbf{Y}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{X}\boldsymbol{\gamma} + \mathbf{W}\mathbf{X}\boldsymbol{\theta} + \mathbf{u}, \quad (2.31)$$

dengan  $\mathbf{y}$  adalah vektor variabel endogen pada persamaan ke- $j$  berukuran  $n \times 1$ .  $\mathbf{Y}$  matriks variabel endogen yang menjadi eksplanatori pada persamaan ke- $j$  berukuran  $n \times (m - 1)$ .  $\mathbf{X}$  adalah matriks variabel eksogen pada persamaan ke- $j$  berukuran  $n \times k$ .  $\mathbf{u}$  merupakan vektor error persamaan ke- $j$  berukuran  $n \times 1$ .  $\mathbf{W}$  adalah matriks pembobot spasial berukuran  $n \times n$  bernilai sama untuk setiap persamaan ke- $j$ . Jika dimisalkan  $\mathbf{Z} = [\mathbf{Y}, \mathbf{X}, \mathbf{W}\mathbf{X}, \mathbf{W}\mathbf{Y}]$ , dan  $\boldsymbol{\delta} = [\boldsymbol{\beta}', \boldsymbol{\gamma}', \boldsymbol{\theta}']$ , maka persamaan (2.31) dapat ditulis:

$$\mathbf{y} = \mathbf{W}\mathbf{y}\rho + \mathbf{Z}\boldsymbol{\delta} + \mathbf{u}, \quad (2.32)$$

$$\mathbf{y} - \mathbf{W}\mathbf{y}\rho = \mathbf{Z}\boldsymbol{\delta} + \mathbf{u},$$

$$(\mathbf{I} - \mathbf{W}\rho)\mathbf{y} = \mathbf{Z}\boldsymbol{\delta} + \mathbf{u},$$

$$\mathbf{u} = (\mathbf{I} - \mathbf{W}\rho)\mathbf{y} - \mathbf{Z}\boldsymbol{\delta}, \quad (2.33)$$

Persamaan  $\mathbf{u} = (\mathbf{I} - \mathbf{W}\rho)\mathbf{y} - \mathbf{Z}\boldsymbol{\delta}$  dengan matriks variabel instrumen  $q_i$  atau ditulis  $\mathbf{Q}$  dapat didefinisikan sebagai analog momen sampel dalam bentuk matriks yaitu:

$$g(\boldsymbol{\delta}) = n^{-1}\mathbf{Q}'((\mathbf{I} - \mathbf{W}\rho)\mathbf{y} - \mathbf{Z}\boldsymbol{\delta}) \quad (2.34)$$

Fungsi kriteria momen sampel dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$q = g(\delta)'Ag(\delta), \quad (2.35)$$

$$\begin{aligned} &= \{n^{-1}\mathbf{Q}'((\mathbf{I} - \mathbf{W}\rho)\mathbf{y} - \mathbf{Z}\delta)\}'\mathbf{A}\{n^{-1}\mathbf{Q}'((\mathbf{I} - \mathbf{W}\rho)\mathbf{y} - \mathbf{Z}\delta)\} \\ &= \{n^{-1}(\mathbf{Q}'(\mathbf{I} - \mathbf{W}\rho)\mathbf{y} - \mathbf{Q}'\mathbf{Z}\delta)\}'\mathbf{A}\{n^{-1}(\mathbf{Q}'(\mathbf{I} - \mathbf{W}\rho)\mathbf{y} - \mathbf{Q}'\mathbf{Z}\delta)\} \\ &= n^{-2}\{\mathbf{y}'(\mathbf{I} - \mathbf{W}\rho)'\mathbf{Q}\mathbf{A}\mathbf{Q}'(\mathbf{I} - \mathbf{W}\rho)\mathbf{y}\} - 2n^{-2}\{\delta'\mathbf{Z}'\mathbf{Q}\mathbf{A}\mathbf{Q}'(\mathbf{I} - \mathbf{W}\rho)\mathbf{y}\} + \\ &\quad n^{-2}\{\delta'\mathbf{Z}'\mathbf{Q}\mathbf{A}\mathbf{Q}'\mathbf{Z}\delta\}, \end{aligned} \quad (2.36)$$

Parameter  $\hat{\delta}$  dapat diperoleh dengan menyelesaikan fungsi kriteria  $q(\delta)$  terhadap turunan pertamanya yaitu:

$$\begin{aligned} \frac{\partial q(\delta)}{\partial q} &= \frac{\partial}{\partial q} \{(n^{-2}(\mathbf{y}'(\mathbf{I} - \mathbf{W}\rho)'\mathbf{Q}\mathbf{A}\mathbf{Q}'(\mathbf{I} - \mathbf{W}\rho)\mathbf{y}) \\ &\quad - (2n^{-2}\delta'\mathbf{Z}'\mathbf{Q}\mathbf{A}\mathbf{Q}'(\mathbf{I} - \mathbf{W}\rho)\mathbf{y}) + (n^{-2}\delta'\mathbf{Z}'\mathbf{Q}\mathbf{A}\mathbf{Q}'\mathbf{Z}\delta)\} \\ \frac{\partial q(\delta)}{\partial q} &= 0 + (-2n^{-2}\delta'\mathbf{Z}'\mathbf{Q}\mathbf{A}\mathbf{Q}'(\mathbf{I} - \mathbf{W}\rho)\mathbf{y}) + (2n^{-2}\mathbf{Z}'\mathbf{Q}\mathbf{A}\mathbf{Q}'\mathbf{Z}\delta) = 0, \\ (2n^{-2}\mathbf{Z}'\mathbf{Q}\mathbf{A}\mathbf{Q}'\mathbf{Z})\hat{\delta} &= (2n^{-2}\delta'\mathbf{Z}'\mathbf{Q}\mathbf{A}\mathbf{Q}'(\mathbf{I} - \mathbf{W}\rho)\mathbf{y}), \\ \hat{\delta} &= [\mathbf{Z}'\mathbf{Q}\mathbf{A}\mathbf{Q}'\mathbf{Z}]^{-1}\mathbf{Z}'\mathbf{Q}\mathbf{A}\mathbf{Q}'(\mathbf{I} - \mathbf{W}\rho)\mathbf{y}. \end{aligned} \quad (2.37)$$

Oleh karena koefisien  $\delta$  masih mengandung  $\rho$ , maka Lee (2007) menyarankan penggunaan metode eliminasi dan substitusi. Modifikasi fungsi residual dapat ditulis:

$$\mathbf{u}(\rho) = (\mathbf{I} - \mathbf{W}\rho)\mathbf{y} - \mathbf{Z}\hat{\delta}(\rho). \quad (2.38)$$

Selanjutnya, melakukan substitusi persamaan (2.38) pada persamaan (2.37), sehingga dalam bentuk matriks dapat ditulis:

$$\begin{aligned} \mathbf{u}(\rho) &= (\mathbf{I} - \mathbf{W}\rho)\mathbf{y} - \mathbf{Z}\{[\mathbf{Z}'\mathbf{Q}\mathbf{A}\mathbf{Q}'\mathbf{Z}]^{-1}\mathbf{Z}'\mathbf{Q}\mathbf{A}\mathbf{Q}'(\mathbf{I} - \mathbf{W}\rho)\mathbf{y}\}, \\ &= (\mathbf{I} - \mathbf{W}\rho)\mathbf{y} \{\mathbf{I} - \mathbf{Z}[\mathbf{Z}'\mathbf{Q}\mathbf{A}\mathbf{Q}'\mathbf{Z}]^{-1}\mathbf{Z}'\mathbf{Q}\mathbf{A}\mathbf{Q}'\}. \end{aligned} \quad (2.39)$$

Jika dimisalkan  $\mathbf{M} = \{\mathbf{I} - \mathbf{Z}[\mathbf{Z}'\mathbf{Q}\mathbf{A}\mathbf{Q}'\mathbf{Z}]^{-1}\mathbf{Z}'\mathbf{Q}\mathbf{A}\mathbf{Q}'\}$ , maka persamaan (2.39) dapat ditulis:

$$\mathbf{u}(\rho) = \mathbf{M}(\mathbf{I} - \mathbf{W}\rho)\mathbf{y} = \mathbf{M}(\mathbf{y} - \mathbf{W}\rho\mathbf{y}). \quad (2.40)$$

Fungsi residual  $\mathbf{u}(\rho) = \mathbf{M}(\mathbf{y} - \mathbf{W}\rho\mathbf{y})$  dengan matriks variabel instrumen  $q_i$  atau ditulis  $\mathbf{Q}$  dapat didefinisikan analog momen sampel residual dalam bentuk matriks menjadi :

$$g(\rho) = n^{-1}\mathbf{Q}'(\mathbf{M}(\mathbf{y} - \mathbf{W}\rho\mathbf{y})). \quad (2.41)$$



Fungsi kriteria momen sampel residual dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
q(\rho) &= g(\rho)' \mathbf{A} g(\rho), \\
&= \{n^{-1} \mathbf{Q}'(\mathbf{M}(\mathbf{y} - \mathbf{W}\mathbf{y}\rho))\}' \mathbf{A} \{n^{-1} \mathbf{Q}'(\mathbf{M}(\mathbf{y} - \mathbf{W}\mathbf{y}\rho))\}, \\
&= \{n^{-1}(\mathbf{Q}'\mathbf{M}\mathbf{y} - \mathbf{Q}'\mathbf{M}\mathbf{W}\mathbf{y}\rho)\}' \mathbf{A} \{n^{-1}(\mathbf{Q}'\mathbf{M}\mathbf{y} - \mathbf{Q}'\mathbf{M}\mathbf{W}\mathbf{y}\rho)\}, \\
&= \left\{ \begin{aligned} &(n^{-2} \mathbf{y}' \mathbf{M}' \mathbf{Q} \mathbf{A} \mathbf{Q}' \mathbf{M} \mathbf{y}) - (2n^{-2} \rho' \mathbf{W} \mathbf{y}' \mathbf{M}' \mathbf{Q} \mathbf{A} \mathbf{Q}' \mathbf{M} \mathbf{y}) \\ &+ (n^{-2} \rho' \mathbf{W} \mathbf{y}' \mathbf{M}' \mathbf{Q} \mathbf{A} \mathbf{Q}' \mathbf{W} \mathbf{y} \rho) \end{aligned} \right\}. \tag{2.42}
\end{aligned}$$

Estimator bagi  $\hat{\rho}$  dapat diperoleh dengan menyelesaikan fungsi kriteria  $q(\rho)$  terhadap kondisi order pertama yaitu:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial q(\rho)}{\partial \rho} &= \frac{\partial}{\partial \rho} \{ (n^{-2} \mathbf{y}' \mathbf{M}' \mathbf{Q} \mathbf{A} \mathbf{Q}' \mathbf{M} \mathbf{y}) - (2n^{-2} \rho' \mathbf{W} \mathbf{y}' \mathbf{M}' \mathbf{Q} \mathbf{A} \mathbf{Q}' \mathbf{M} \mathbf{y}) \\ &\quad + (n^{-2} \rho' \mathbf{W} \mathbf{y}' \mathbf{M}' \mathbf{Q} \mathbf{A} \mathbf{Q}' \mathbf{W} \mathbf{y} \rho) \} \\
\frac{\partial q(\rho)}{\partial \rho} &= 0 - (2n^{-2} \rho' \mathbf{W} \mathbf{y}' \mathbf{M}' \mathbf{Q} \mathbf{A} \mathbf{Q}' \mathbf{M} \mathbf{y}) + (2n^{-2} \mathbf{W} \mathbf{y}' \mathbf{M}' \mathbf{Q} \mathbf{A} \mathbf{Q}' \mathbf{W} \mathbf{y} \rho) = 0 \\
(2n^{-2} \mathbf{W} \mathbf{y}' \mathbf{M}' \mathbf{Q} \mathbf{A} \mathbf{Q}' \mathbf{W} \mathbf{y}) \hat{\rho} &= (2n^{-2} \rho' \mathbf{W} \mathbf{y}' \mathbf{M}' \mathbf{Q} \mathbf{A} \mathbf{Q}' \mathbf{M} \mathbf{y}), \\
\hat{\rho} &= [\mathbf{W} \mathbf{y}' \mathbf{M}' \mathbf{Q} \mathbf{A} \mathbf{Q}' \mathbf{W} \mathbf{y}]^{-1} \mathbf{W} \mathbf{y}' \mathbf{M}' \mathbf{Q} \mathbf{A} \mathbf{Q}' \mathbf{M} \mathbf{y}. \tag{2.43}
\end{aligned}$$

Selanjutnya estimasi parameter  $\hat{\theta}$  dapat diperoleh dengan mensubstitusikan persamaan (2.43) terhadap persamaan (2.37) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\hat{\delta} &= [\mathbf{Z}' \mathbf{Q} \mathbf{A} \mathbf{Q}' \mathbf{Z}]^{-1} \mathbf{Z}' \mathbf{Q} \mathbf{A} \mathbf{Q}' (\mathbf{y} - \mathbf{W}\mathbf{y}\rho), \\
\hat{\delta} &= [\mathbf{Z}' \mathbf{Q} \mathbf{A} \mathbf{Q}' \mathbf{Z}]^{-1} \mathbf{Z}' \mathbf{Q} \mathbf{A} \mathbf{Q}' \mathbf{y} \\
&\quad - \{ [\mathbf{Z}' \mathbf{Q} \mathbf{A} \mathbf{Q}' \mathbf{Z}]^{-1} \mathbf{Z}' \mathbf{Q} \mathbf{A} \mathbf{Q}' \mathbf{W} \mathbf{y} [\mathbf{W} \mathbf{y}' \mathbf{M}' \mathbf{Q} \mathbf{A} \mathbf{Q}' \mathbf{W} \mathbf{y}]^{-1} \mathbf{W} \mathbf{y}' \mathbf{M}' \mathbf{Q} \mathbf{A} \mathbf{Q}' \mathbf{M} \mathbf{y} \} \tag{2.44}
\end{aligned}$$

Pembobot GMM  $\mathbf{A}$  diperoleh dengan rumus :

$$\mathbf{A} = n^{-1} [\mathbf{Q}' \mathbf{Q} (\mathbf{y} - \mathbf{Z} \hat{\delta}_{s2sls})^2]. \tag{2.45}$$

Penaksir S2SLS untuk  $\hat{\delta}_{s2sls}$  diperoleh dengan rumus:

$$\hat{\delta}_{s2sls} = (\hat{\mathbf{Z}}' \hat{\mathbf{Z}})^{-1} \hat{\mathbf{Z}} \mathbf{y}, \tag{2.46}$$

dengan:

$$\hat{\mathbf{Z}} = \mathbf{P} \mathbf{Z} = \mathbf{X} \hat{\mathbf{W}} \mathbf{y}, \tag{2.47}$$

$$\hat{\mathbf{W}} \mathbf{y} = \mathbf{P} \mathbf{W} \mathbf{y}, \tag{2.48}$$

$$\mathbf{P} = \mathbf{H}(\mathbf{H}' \mathbf{H})^{-1} \mathbf{H}'. \tag{2.49}$$

dengan  $\mathbf{H}$  adalah variabel instrumen yang merupakan kombinasi linier dari variabel eksplanatori dan pembobot spasial  $\mathbf{X}$ ,  $\mathbf{W}\mathbf{X}$ . Prosedur penghitungan

estimator model spasial pada persamaan simultan dengan S2SLS mengikuti Kelejian dan Prucha (2004).

### Sifat tidak bias penaksir GMM

Untuk membuktikan bahwa  $\widehat{\delta}_{GMM}$  adalah penaksir yang tidak bias, persamaan (2.37) disederhanakan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 E(\widehat{\delta}_{GMM}) &= E([\mathbf{Z}'\mathbf{Q}\mathbf{A}\mathbf{Q}'\mathbf{Z}]^{-1}\mathbf{Z}'\mathbf{Q}\mathbf{A}\mathbf{Q}'(\mathbf{I} - \mathbf{W}\rho)y), \\
 &= ([\mathbf{Z}'\mathbf{Q}\mathbf{A}\mathbf{Q}'\mathbf{Z}]^{-1}\mathbf{Z}'\mathbf{Q}\mathbf{A}\mathbf{Q}')E((\mathbf{I} - \mathbf{W}\rho)y), \\
 &= ([\mathbf{Z}'\mathbf{Q}\mathbf{A}\mathbf{Q}'\mathbf{Z}]^{-1}\mathbf{Z}'\mathbf{Q}\mathbf{A}\mathbf{Q}')((\mathbf{I} - \mathbf{W}\rho)(\mathbf{I} - \mathbf{W}\rho)^{-1}\mathbf{Z}\delta), \\
 &= ([\mathbf{Z}'\mathbf{Q}\mathbf{A}\mathbf{Q}'\mathbf{Z}]^{-1}\mathbf{Z}'\mathbf{Q}\mathbf{A}\mathbf{Q}'\mathbf{Z})\mathbf{I}\delta, \\
 E(\widehat{\delta}_{GMM}) &= \mathbf{I}\delta = \delta. \tag{2.50}
 \end{aligned}$$

Hal ini menunjukkan bahwa terbukti bahwa parameter  $\widehat{\delta}_{GMM}$  adalah penaksir tak bias dari parameter  $\delta$ .

### Sifat konsisten dan sifat asimtotis normalitas penaksir GMM ‘

Untuk menunjukkan sifat asimtotis penaksir GMM diperlukan asumsi *asymptotic distribution of empirical moment*. Berdasarkan asumsi ini, momen kondisi populasi dianggap mengikuti teori limit pusat (*Central Limit Theorem*). Ini mengasumsikan bahwa momen kondisi memiliki matriks kovarian asimtotik tertentu ( $n^{-1}\Phi$ ), sehingga :

$$\sqrt{n}\mathbf{g}(\delta_0) \xrightarrow{d} N[0, \Phi] \tag{2.51}$$

Selanjutnya dengan menggunakan teorema *mean value* dan pendekatan *taylor series* yaitu

$$g(\delta) = g(\delta_0) + D_n(\delta - \delta_0), \tag{2.52}$$

Dengan  $D_n = \frac{\partial g(\delta)}{\partial \delta'}$ .

Persamaan ini disubstitusikan pada fungsi kriteria dapat dilakukan dengan melakukan turunan pertama, yaitu:

$$\begin{aligned}
 q(\delta) &= \{g(\delta_0) + D_n(\delta - \delta_0)\}'\mathbf{A}\{g(\delta_0) + D_n(\delta - \delta_0)\}, \tag{2.53} \\
 &= g(\delta_0)'\mathbf{A}g(\delta_0) + g(\delta_0)'\mathbf{A}D_n(\delta - \delta_0) + (\delta - \delta_0)'\mathbf{A}D_n'g(\delta_0) + \\
 &\quad (\delta - \delta_0)'\mathbf{A}D_n'g(\delta_0) + (\delta - \delta_0)'\mathbf{A}D_n(\delta - \delta_0).
 \end{aligned}$$

Selanjutnya untuk meminimumkan fungsi kriteria dapat dilakukan dengan melakukan turunan pertama, yaitu:

$$\frac{\partial q(\delta)}{\partial \delta} = 0 + g(\delta_0)' \mathbf{A} D_n + D_n' \mathbf{A} g(\delta_0) + 2D_n' \mathbf{A} D_n(\delta - \delta_0) \quad (2.54)$$

Karena  $g(\delta_0)' \mathbf{A} D_n = D_n' \mathbf{A} g(\delta_0)$ , maka:

$$\frac{\partial q(\delta)}{\partial \delta} = 2D_n' \mathbf{A} g(\delta_0) + 2D_n' \mathbf{A} D_n(\delta - \delta_0) = 0, \quad (2.55)$$

$$-D_n' \mathbf{A} g(\delta_0) = D_n' \mathbf{A} D_n(\delta - \delta_0),$$

$$(\delta - \delta_0) = -(D_n' \mathbf{A} D_n)^{-1} D_n' \mathbf{A} g(\delta_0),$$

$$\hat{\delta} = \delta_0 - (D_n' \mathbf{A} D_n)^{-1} D_n' \mathbf{A} g(\delta_0). \quad (2.56)$$

artinya estimator GMM merupakan penjumlahan *true value* dan error.

Untuk membuktikan sifat asimtotis penaksir GMM, diperlukan asumsi hukum bilangan besar bahwa data yang mengikuti hukum bilangan besar akan memenuhi:

$$a. \quad g(\delta_0) = E[f(Q_i, Z_i, \delta_0)] = 0, \quad (2.57)$$

$$b. \quad g(\delta) = n^{-1} \sum_{i=1}^n f(Q_i, Z_i, \delta_0), \quad (2.58)$$

$$c. \quad D = \text{plim } D_n = E\left[\frac{\partial g(\delta)}{\partial \delta'}\right], \quad (2.59)$$

Untuk  $n \rightarrow \infty$ .

Selanjutnya, dari persamaan (2.56) dapat didefinisikan :

$$\text{Plim } \hat{\delta} = \delta_0 - (D_n' \mathbf{A} D_n)^{-1} D_n' \mathbf{A} g(\delta_0). \quad (2.60)$$

Untuk persamaan (2.60),  $g(\delta_0) = 0$  terpenuhi, maka persamaan (2.61) ditulis:

$$\text{Plim } \hat{\delta} = \delta_0. \quad (2.61)$$

Hal ini menunjukkan bahwa parameter  $\hat{\delta}_{GMM}$  konsisten.

Selanjutnya persamaan (2.56),  $(\hat{\delta} - \delta_0) = -(D_n' \mathbf{A} D_n)^{-1} D_n' \mathbf{A} g(\delta_0)$ , dikalikan kedua ruas dengan  $\sqrt{n}$ , maka diperoleh:

$$\sqrt{n}(\hat{\delta} - \delta_0) = -(D_n' \mathbf{A} D_n)^{-1} D_n' \sqrt{n} g(\delta_0). \quad (2.62)$$

Berdasarkan sifat persamaan (2.51), maka varian  $\sqrt{n}(\hat{\delta} - \delta_0)$  adalah:

$$S\{\sqrt{n}(\hat{\delta} - \delta_0)\} = n^{-1}\{(D_n' \mathbf{A} D_n)^{-1} D_n' \mathbf{A} \Phi \mathbf{A} D_n' (D_n' \mathbf{A} D_n)^{-1}\}. \quad (2.63)$$

Dengan demikian, dapat ditunjukkan bahwa  $\sqrt{n}(\hat{\delta}_{GMM} - \delta_0)$  berdistribusi normal asimtotis dengan varian S, atau ditulis:

$$\{\sqrt{n}(\hat{\delta}_{GMM} - \delta_0)\} \xrightarrow{d} N[0, S]. \quad (2.64)$$

## 2.7 Pengujian model

Pada subbab ini, akan dibahas tentang pengujian dependensi spasial dan pengujian signifikansi parameter.

### 2.7.1 Pengujian Dependensi Spasial

Pengujian dependensi spasial merupakan deteksi awal adanya dependensi spasial dalam model. Pengujian terhadap dependensi spasial yang populer menggunakan tes *Moran's I* dan tes *lagrange multiplier* (Anselin, 1988). Uji dependensi spasial yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji *Lagrange Multiplier* untuk spasial *lag* dan spasial *error*.

Hipotesis untuk uji spasial *lag* adalah:

$H_0: \rho = 0$  (tidak ada dependensi spasial *lag* variabel dependen)

$H_1: \rho \neq 0$  (ada dependensi spasial *lag* variabel dependen)

Menurut Anselin (1988), statistik uji menggunakan *lagrange multiplier* untuk uji dependensi spasial *lag* dirumuskan sebagai berikut:

$$LM_{lag} = \frac{[e'Wy / (\frac{e'e}{n})]^2}{D} \quad (2.65)$$

$$D = \frac{1}{\hat{\sigma}^2} [(\mathbf{WX}\hat{\beta})(\mathbf{I} - \mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}^{-1})(\mathbf{WX}\hat{\beta})] + \text{tr}(\mathbf{W}'\mathbf{W} + \mathbf{WW}). \quad (2.66)$$

Statistik uji  $LM_{lag}$  ini didistribusikan asimtotik mengikuti distribusi  $\chi^2_{(1)}$ . Uji ini memberikan keputusan tolak hipotesis nol jika nilai statistik LM lebih besar dari nilai kritis  $\chi^2_{(\alpha,1)}$  atau ditulis  $LM_{lag} > \chi^2_{(\alpha,1)}$ .

Selain itu, dilakukan uji dependensi spasial *error* dengan hipotesis sebagai berikut:

$H_0: \lambda = 0$  (tidak ada dependensi spasial pada *error*)

$H_1: \lambda \neq 0$  (ada dependensi spasial pada *error*)

Menurut Anselin (1988), statistik uji *Lagrange Multiplier* untuk uji dependensi spasial *error* seperti dirumuskan sebagai berikut:

$$LM_{error} = \frac{[e'W_n e/s]^2}{T}. \quad (2.67)$$

$$T = tr(W'W + WW). \quad (2.68)$$

Statistik uji *LM error* ini juga didistribusikan asimtotik mengikuti distribusi  $\chi^2_{(1)}$ . Uji ini memberikan keputusan tolak hipotesis nol jika nilai statistik uji *LM* lebih besar dari nilai kritis  $\chi^2_{(\alpha,1)}$  atau ditulis  $LM_{error} > \chi^2_{(\alpha,1)}$ .

Pengujian dengan statistik uji  $LM_{lag}$  dan  $LM_{error}$  belum dapat memberi keputusan yang tepat adanya dependensi spasial pada model. Oleh karena itu, diperlukan suatu uji yang memperhitungkan dependensi *lag* disaat menguji dependensi *error* maupun sebaliknya memperhitungkan kemungkinan dependensi *error* disaat menguji dependensi *lag*. Menurut Anselin (1998), diperlukan suatu *joint test* atau suatu uji yang *robust* terhadap kesalahan spesifikasi terhadap bentuk dependensi alternatifnya. Uji yang *robust* terhadap kesalahan spesifikasi tersebut adalah uji *Robust Lagrange Multiplier* (RLM) yang dapat lebih tepat untuk mengidentifikasi model regresi spasial mana yang digunakan. Pada statistik uji RLM, Bera dan Yoon (1993) menyarankan penggunaan modifikasi pada statistik uji *LM*, dimana pada saat melakukan pengujian terhadap  $\rho=0$  dan  $\lambda \neq 0$  demikian pula sebaliknya. Modifikasi terhadap statistik uji *LM* untuk uji dependensi spasial *lag* adalah *Robust LM<sub>lag</sub>* atau  $RLM_{lag}$  sebagai berikut:

$$RLM_{lag} = \frac{\left[ \frac{e'W_n y}{s^2} - \frac{e'W_n e}{s^2} \right]^2}{s^{-2}D-T} \quad (2.69)$$

Untuk pengujian hipotesis dimana  $\lambda = 0$  dan  $\rho \neq 0$  maka modifikasinya menjadi *Robust LM<sub>error</sub>* atau  $RLM_{error}$  yaitu:

$$RLM_{error} = \frac{\left[ \frac{e'W_n e}{s^2} - T s^2 D^{-1} \frac{e'W_n y}{s^2} \right]^2}{T - T^2 s^2 D^{-1}} = \frac{\left[ \frac{e'W_n e}{s^2} - T D^{-1} e'W_n y \right]^2}{T - T^2 s^2 D^{-1}} \quad (2.70)$$

Statistik uji  $RLM_{lag}$  dan  $RLM_{error}$  juga didistribusikan asimtotik mengikuti distribusi  $\chi^2_{(1)}$ . Uji ini memberikan keputusan tolak hipotesis nol jika nilai statistik uji RLM lebih besar dari nilai kritis  $\chi^2_{(\alpha,1)}$  atau ditulis  $RLM > \chi^2_{(\alpha,1)}$ .

### 2.7.2 Pengujian Signifikansi Parameter

Menurut Greene (2012), jika  $\varepsilon$  suatu persamaan berdistribusi normal, maka koefisien parameter  $\mathbf{b}$  (estimator bagi  $\beta$ ) secara statistik bersifat independen terhadap residual  $e$  (estimator bagi  $\varepsilon$ ), demikian pula berlaku estimator  $\mathbf{b}$  secara statistik bersifat independen terhadap semua fungsi  $\mathbf{e}$ , termasuk  $s^2$  (estimator bagi  $\sigma^2$ ). Salah satu sifat estimator GMM adalah *asymptotic normality* yang berarti bahwa estimator GMM untuk ukuran sampel akan bersifat konvergen menuju normal. Dengan kata lain, semakin besar sampel maka distribusi sampel dari  $\hat{\delta}$  akan mendekati sifat distribusi normal. Sehingga untuk menguji signifikansi parameter dapat menggunakan statistik *t ratio*.

Hipotesis yang digunakan masing-masing adalah sebagai berikut:

1.  $H_0$  : koefisien variabel endogen tidak signifikan  
 $H_1$  : koefisien variabel endogen signifikan
2.  $H_0$  : koefisien variabel eksogen tidak signifikan  
 $H_1$  : koefisien variabel eksogen signifikan
3.  $H_0$  : koefisien *lag* spasial variabel endogen tidak signifikan  
 $H_1$  : koefisien *lag* spasial variabel endogen signifikan
4.  $H_0$  : koefisien *lag* spasial variabel eksogen tidak signifikan  
 $H_1$  : koefisien *lag* spasial variabel eksogen signifikan

Untuk menguji hipotesis di atas, digunakan statistik *t ratio* sebagai berikut:

$$t \text{ ratio} = \hat{\delta} / SE(\hat{\delta}) \quad (2.71)$$

$SE(\hat{\delta})$  adalah nilai *standard error* dari masing-masing parameter. SE diperoleh dari akar kuadrat nilai diagonal asimtotik varian dari  $(\hat{\delta})$  dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Asy. Var}(\hat{\delta}) = \left[ (\mathbf{Z}'\mathbf{Q}) \left( \mathbf{Q}'\mathbf{Q}(\mathbf{y} - \mathbf{Z}\hat{\delta}_{\text{gmm}})^2 \right)^{-1} (\mathbf{Q}'\mathbf{Z}) \right]^{-1} \quad (2.72)$$

Uji statistik *t ratio* secara asimtotik mengikuti distribusi *t* dengan derajat bebas  $n-(k+1)$ . Pengambilan keputusan hipotesis nol ditolak jika nilai mutlak statistik *t* hitung lebih besar dari nilai kritis  $t_{(\frac{\alpha}{2}, n-k-1)}$  atau dapat ditulis  $|t_{hitung}| > t_{(\frac{\alpha}{2}, n-k-1)}$ .

## **2.8 Kajian Teori dan Kajian Empiris Variabel Penelitian**

Pada bagian ini, akan dibahas tentang kajian teoritis dan kajian empiris variabel-variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini.

### **2.8.1 Pertumbuhan Ekonomi**

Pembangunan di negara-negara berkembang umumnya fokus pada usaha peningkatan pertumbuhan ekonomi. Pertumbuhan ekonomi digambarkan sebagai proses kenaikan output suatu daerah. Menurut Todaro dan Smith (2003), pertumbuhan ekonomi adalah suatu proses peningkatan kapasitas produktif dalam suatu perekonomian secara terus-menerus atau berkesinambungan sepanjang waktu sehingga menghasilkan tingkat pendapatan dan output nasional yang semakin lama semakin besar. Dalam teori pertumbuhan neo-klasik yang dikembangkan oleh Solow dan Swan, ada tiga faktor atau komponen utama dalam pertumbuhan ekonomi yaitu:

1. Akumulasi modal, yang meliputi semua bentuk atau jenis investasi baru yang ditanamkan pada tanah, peralatan fisik, dan modal atau sumber daya manusia.
2. Pertumbuhan penduduk yang pada tahun-tahun berikutnya akan memperbanyak jumlah angkatan kerja
3. Kemajuan teknologi.

Sesuai dengan teori Keynes, ekspor dan impor juga mempengaruhi pertumbuhan ekonomi. Ekspor akan memberikan dampak yang positif terhadap kegiatan ekonomi suatu negara karena ekspor merupakan pengeluaran negara lain atas barang yang dihasilkan di dalam negeri, sementara impor memberikan dampak yang sebaliknya.

Beberapa penelitian tentang pertumbuhan ekonomi antara lain:

1. Ruxanda (2010) menunjukkan bahwa FDI dan ekspor berpengaruh positif terhadap tingkat pertumbuhan ekonomi.
2. Lan (2006) menunjukkan bahwa FDI berpengaruh positif terhadap pertumbuhan ekonomi.
3. Makki (2000) melakukan penelitian mengenai pengaruh FDI dan perdagangan internasional terhadap pertumbuhan ekonomi di 66 negara berkembang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa FDI dan perdagangan berkontribusi positif terhadap pertumbuhan ekonomi di negara-negara berkembang.
4. Dritsaki dan Adampoulous (2004) meneliti hubungan antara ekspor, FDI, dan pertumbuhan ekonomi. Hasilnya menunjukkan bahwa ekspor dan FDI berpengaruh positif terhadap pertumbuhan ekonomi.

Berdasarkan teori dan penelitian empiris yang telah dijelaskan sebelumnya, maka diduga variabel-variabel yang berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi antara lain FDI dan *Term of Trade (TOT)*.

### **2.8.2 Foreign Direct Investment (FDI)**

Ada dua hal yang memengaruhi kegiatan FDI di suatu negara, dimana ada kaitannya dengan mengapa suatu negara begitu aktif dalam menarik minat investor untuk menanamkan modalnya di suatu negara, yaitu pertama, lingkungan atau kerangka kebijakan dan faktor ekonomi (*economic determinants*).

Investasi adalah permintaan barang dan jasa untuk menciptakan atau menambah kapasitas produksi atau pendapatan di masa mendatang. FDI merupakan aktivitas kunci dalam aktivitas pembangunan perekonomian suatu bangsa. Hal tersebut dikarenakan FDI dapat mempengaruhi beberapa hal utama yaitu (1) menciptakan efek promosi pertumbuhan dan pembangunan ekonomi (*promote economic growth and development*), (2) menciptakan penyerapan tenaga kerja dan meningkatkan pendapatan masyarakat, (3) mempercepat penyerapan teknologi yang dapat meningkatkan produktivitas masyarakat, (4) membantu penerobosan pasar ekspor (*access to export market*), dan (5) mampu memberi efek positif pada neraca pembayaran.



Beberapa penelitian tentang *Foreign Direct Investment (FDI)* antara lain:

1. Penelitian Kurniati dan Prasmuko (2007) menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi berpengaruh positif dan signifikan terhadap FDI.
2. Penelitian Dewi dan Triaryati (2015) menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi berpengaruh positif terhadap FDI, sedangkan tingkat suku bunga berpengaruh negatif terhadap FDI.

Berdasarkan teori dan penelitian empiris yang telah dijelaskan sebelumnya, maka diduga variabel-variabel yang berpengaruh terhadap FDI antara lain pertumbuhan ekonomi dan tingkat suku bunga.

### **2.8.3 Trade Openness**

Setiap negara bergantung kepada negara lain untuk memenuhi kebutuhan domestiknya karena tidak semua komoditas dimiliki oleh setiap negara, maka terjadilah perdagangan internasional. Perdagangan internasional timbul karena faktor permintaan yang berupa permintaan suatu barang atau jasa yang ditentukan oleh selera dan pendapatan serta faktor penawaran yang berupa perbedaan jumlah, jenis, kualitas, cara mengkombinasikan faktor-faktor produksi di dalam produksi atau perbedaan ongkos produksi yang dapat mengakibatkan perbedaan harga hasil produksi. Dengan demikian, perdagangan internasional adalah perdagangan barang dan jasa yang dilakukan antar negara di pasar dunia.

Rasio perdagangan terhadap PDB (*trade-to-GDP*) atau sering disebut *Trade Openness ratio* sering digunakan untuk mengukur pentingnya hubungan transaksi internasional terhadap transaksi domestik. Nilai *Trade Openness* akan meningkat dari tahun sebelumnya disebabkan oleh dua hal. *Pertama*, nilai ekspor mengalami penurunan sedangkan impor mengalami kenaikan. *Kedua*, nilai ekspor dan impor mengalami kenaikan.

Sebaliknya, nilai *Trade Openness* akan menurun dari tahun sebelumnya apabila disebabkan oleh dua hal. *Pertama*, nilai ekspor mengalami peningkatan sedangkan impor mengalami penurunan. *Kedua*, nilai ekspor dan impor mengalami penurunan secara bersamaan.

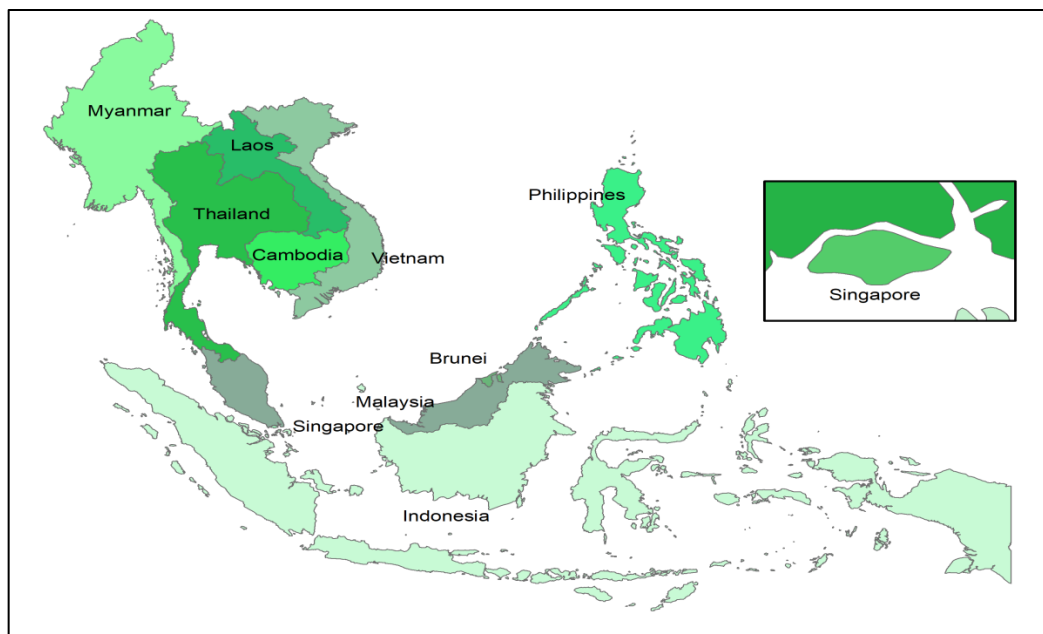
Dalam perekonomian terbuka, kegiatan perdagangan internasional dipengaruhi oleh beberapa faktor. *Pertama*, daya saing dan keadaan ekonomi negara-negara lain. *Kedua*, proteksi di negara-negara lain akan mengurangi tingkat ekspor suatu negara. *Ketiga*, kurs valuta asing juga menjadi faktor yang mempengaruhi ekspor suatu negara. Salsabila dan Kertahadi (2015) menunjukkan bahwa FDI dan daya saing berpengaruh positif terhadap ekspor. Berdasarkan teori dan penelitian empiris yang telah dijelaskan sebelumnya, maka diduga variabel-variabel yang berpengaruh terhadap nilai *Trade Openness* adalah FDI dan nilai tukar mata uang terhadap dolar.

## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder dari berbagai sumber seperti *World Development Indicator* (WDI), Badan Pusat Statistik (BPS), Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPM) serta dari sumber-sumber atau literatur lain yang berhubungan dengan penelitian. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data *pooled*, yaitu gabungan antara data *cross section* dan data *time series* tapi tanpa melihat efek individu dan efek waktu. Data *pooled* digunakan karena penelitian ini menggunakan persamaan simultan yang terdiri dari beberapa variabel eksogen dan beberapa variabel endogen, sedangkan lokasi penelitian yang diteliti jumlahnya sedikit. Secara statistik, hal tersebut akan berpengaruh terhadap jumlah derajat bebas (*degree of freedom*). Dan selanjutnya, akan mempengaruhi pengambilan keputusan saat melakukan estimasi parameter model.



Gambar 3.1 Peta Negara ASEAN

Unit observasi yang digunakan adalah 10 negara anggota ASEAN yaitu Brunei Darussalam, Filipina, Indonesia, Kamboja, Laos, Malaysia, Myanmar, Singapura, Thailand, dan Vietnam. Data dikumpulkan untuk periode 5 tahun

yaitu dari tahun 2012-2016, sehingga total pengamatan menjadi 50 unit. Pengolahan data dilakukan menggunakan aplikasi *ArcGIS*, Minitab dan R.

### 3.2 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua bagian, yaitu tiga variabel endogen dan tiga variabel eksogen. Penjelasan lengkap dari variabel penelitian dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3.1 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Satuan
(1)	(2)	(3)
<b>Variabel Endogen</b>		
Produk Dometik Bruto (GDP)	PDB atas harga pembeli adalah jumlah nilai tambah bruto oleh semua produsen penduduk dalam perekonomian ditambah pajak produk dan dikurangi subsidi yang tidak termasuk dalam nilai produk.	US Dolar
Foreign Direct Investment (FDI)	Investasi langsung asing mengacu pada arus modal investasi langsung dalam ekonomi pelaporan.	US Dolar
<i>Trade Openness (TO)</i>	Rasio jumlah ekspor dan impor barang dan jasa dengan negara-negara lain yang diukur sebagai bagian dari Produk Domestik Bruto (PDB).	Persen
<b>Variabel Eksogen</b>		
Tingkat Suku Bunga (DIR)	Suku Bunga yang dibayarkan oleh bank komersial atas simpanan dana atau tabungan ( <i>Deposit Interest Rate</i> )	Persen
Nilai Tukar Mata Uang (ER)	Nilai tukar resmi mengacu pada nilai tukar yang ditentukan oleh otoritas nasional atau tingkat suku bunga yang ditentukan di pasar pertukaran yang disetujui secara hukum.	
<i>Term of Trade (TOT)</i>	<i>Term of Trade</i> disebut juga dengan <i>Net barter terms of trade</i> . <i>Net barter terms of trade</i> adalah perbandingan antara indeks harga ekspor dengan indeks harga impor.	Indeks

Struktur data pada penelitian ini ditampilkan pada Tabel 3.2. dibawah ini:

Tabel 3.2 Struktur Data Penelitian

<b>Tahun</b>	<b>Negara</b>	<b>GDP</b>	<b>FDI</b>	<b>TO</b>	<b>DIR</b>	<b>Kurs</b>	<b>TOT</b>
2012	Indonesia	GDP <sub>1</sub>	FDI <sub>1</sub>	TO <sub>1</sub>	DIR <sub>1</sub>	ER <sub>1</sub>	TOT <sub>1</sub>
2012	Thailand	GDP <sub>2</sub>	FDI <sub>2</sub>	TO <sub>2</sub>	DIR <sub>2</sub>	ER <sub>2</sub>	TOT <sub>2</sub>
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
2012	Vietnam	GDP <sub>10</sub>	FDI <sub>10</sub>	TO <sub>10</sub>	DIR <sub>10</sub>	ER <sub>10</sub>	TOT <sub>10</sub>
2013	Indonesia	GDP <sub>11</sub>	FDI <sub>11</sub>	TO <sub>11</sub>	DIR <sub>11</sub>	ER <sub>11</sub>	TOT <sub>11</sub>
2013	Thailand	GDP <sub>12</sub>	FDI <sub>12</sub>	TO <sub>12</sub>	DIR <sub>12</sub>	ER <sub>12</sub>	TOT <sub>12</sub>
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
2013	Vietnam	GDP <sub>20</sub>	FDI <sub>20</sub>	TO <sub>20</sub>	DIR <sub>20</sub>	ER <sub>20</sub>	TOT <sub>20</sub>
2014	Indonesia	GDP <sub>21</sub>	FDI <sub>21</sub>	TO <sub>21</sub>	DIR <sub>21</sub>	ER <sub>21</sub>	TOT <sub>21</sub>
2014	Thailand	GDP <sub>22</sub>	FDI <sub>22</sub>	TO <sub>22</sub>	DIR <sub>22</sub>	ER <sub>22</sub>	TOT <sub>22</sub>
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
2014	Vietnam	GDP <sub>30</sub>	FDI <sub>30</sub>	TO <sub>30</sub>	DIR <sub>30</sub>	ER <sub>30</sub>	TOT <sub>30</sub>
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
2016	Indonesia	GDP <sub>41</sub>	FDI <sub>41</sub>	TO <sub>41</sub>	DIR <sub>41</sub>	ER <sub>41</sub>	TOT <sub>41</sub>
2016	Thailand	GDP <sub>42</sub>	FDI <sub>42</sub>	TO <sub>42</sub>	DIR <sub>42</sub>	ER <sub>42</sub>	TOT <sub>42</sub>
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.
2016	Vietnam	GDP <sub>50</sub>	FDI <sub>50</sub>	TO <sub>50</sub>	DIR <sub>50</sub>	ER <sub>50</sub>	TOT <sub>50</sub>

### 3.3 Matriks Pembobot Spasial

Sebelum melakukan pemodelan spasial, aspek penting yang harus diperhatikan adalah pembobot spasial yang digunakan. Peta ASEAN digunakan sebagai acuan untuk menentukan bobot spasial (lihat Gambar 3.1). Bobot spasial yang digunakan dalam penelitian ini adalah hubungan kedekatan dan persinggungan sisi (*rook contiguity*) antar negara. Pada penelitian ini, akan dikembangkan bobot *customized* karena adanya karakteristik khusus kajian

penelitian, sehingga tidak hanya mempertimbangkan hubungan keterkaitan secara ketersinggungan atau kedekatan geografis. Oleh karena itu, dimungkinkan dengan bobot *customized* akan lebih mendekati kedekatan hubungan antar wilayah. Pendekatan bobot *customized* didasarkan pada aspek pendapatan perkapita dengan katagori sebagai berikut :

1. < 1.005 US\$ Pendapatan Rendah
2. 1.006 – 3.975 US\$ Pendapatan Menengah kebawah
3. 3.976 – 12.275 US\$ Pendapatan Menengah keatas
4. > 12.276 Pendapatan Tinggi.

Pada penelitian ini, pengujian dependensi spasial menggunakan dua jenis matriks pembobot spasial yaitu matriks ketersinggungan antar wilayah (*rook contiguity*) dan matriks keterkaitan ekonomi antar wilayah (*costumized*). Matriks *rook contiguity* dipilih untuk merepresentasikan keterkaitan menurut persinggungan sisi wilayah antar lokasi. Daerah yang bersinggungan secara wilayah dianggap memiliki kedekatan karakteristik. Misalnya Negara Indonesia dengan Negara Malaysia dianggap memiliki keterkaitan spasial dikarenakan keduanya bersinggungan secara kewilayahan atau saling berbatasan langsung. Sedangkan matriks *costumized* dipilih untuk merepresentasikan keterkaitan hubungan sosial dan ekonomi antar lokasi. Daerah yang tidak mengandung persinggungan sisi, bisa saja berhubungan atau berkaitan dengan wilayah lain karena hubungan ekonomi atau kedekatan karakteristik sosial.

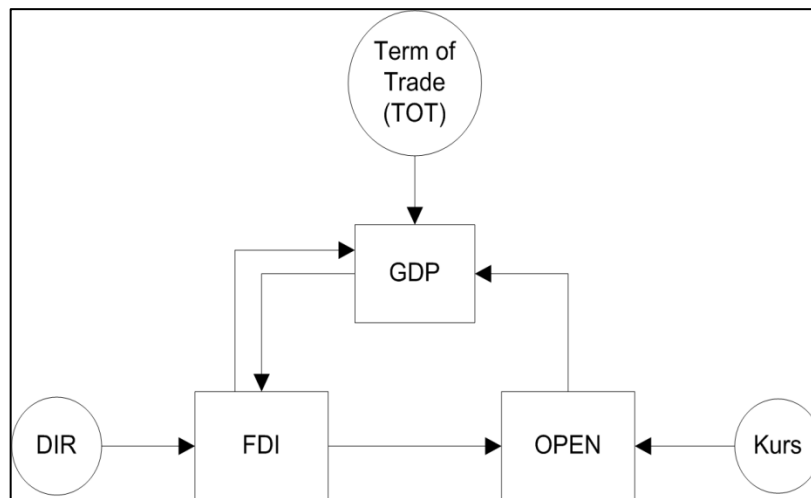
Matriks pembobot *customized* pada penelitian ini didasarkan pada karakteristik ekonomi antar negara ASEAN, yakni kesamaan kategori pada jumlah pendapatan perkapita antar negara ASEAN. Misalnya, Negara Brunei Darussalam dan Negara Singapura dianggap memiliki keterkaitan spasial karena kedua negara tersebut termasuk negara yang jumlah pendapatannya masuk dalam kategori negara dengan jumlah pendapatan perkapita yang tinggi.

### **3.4 Spesifikasi Model**

Semua variabel penelitian ditransformasi dalam bentuk logaritma natural ( $\ln$ ). Transformasi ini dikenal dengan nama transformasi *double log*, atau disebut pula model *cobb-douglas*. Transformasi variabel dimaksudkan untuk standarisasi

satuan antar variabel yang berbeda-beda. Tujuan lainnya adalah untuk memudahkan interpretasi model. Dalam model *double log*, nilai koefisien regresi dapat diinterpretasi sebagai koefisien elastisitas. Koefisien elastisitas dapat diinterpretasi sebagai besaran perubahan variabel dependen (dalam persen) akibat perubahan variabel eksplanatori sebesar koefisien regresi, dengan asumsi nilai variabel lain tidak berubah.

Perumusan variabel yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada kerangka pemodelan hubungan pertumbuhan ekonomi, FDI, dan *Trade Openness* serta mengacu pada literatur penelitian sebelumnya yang telah didasari bukti empirik tentang signifikansi variabel-variabel tersebut. Berdasarkan bukti empirik penelitian sebelumnya, hubungan antar variabel endogen dan variabel eksogen digambarkan pada bagan berikut:



Gambar 3.2 Skema Hubungan Antar Variabel

Oleh karena itu, spesifikasi model dalam penelitian ini yang terbentuk dari tiga persamaan struktural yakni:

$$\begin{aligned}
 \ln GDP_i = & a_0 + a_1 \ln FDI_i + a_2 \ln TOT_i + \rho_1 \sum_{i=1}^n \sum_{h=1}^n w_{ih} \ln GDP_i \\
 & + \theta_1 \sum_{i=1}^n \sum_{h=1}^n w_{ih} \ln FDI_i + \theta_2 \sum_{i=1}^n \sum_{h=1}^n w_{ih} \ln TOT_i + \varepsilon_{1i}
 \end{aligned}
 \tag{3.1}$$

dengan koefisien yang diharapkan adalah  $a_1, a_2 > 0$ ,

$$\begin{aligned} \ln FDI_i = & b_0 + b_1 \ln GDP_i + b_2 \ln IR_i + \rho_2 \sum_{i=1}^n \sum_{h=1}^n w_{ih} \ln FDI_i \\ & + \theta_{11} \sum_{i=1}^n \sum_{h=1}^n w_{ih} \ln GDP_i + \theta_{12} \sum_{i=1}^n \sum_{h=1}^n w_{ih} \ln DIR_i + \varepsilon_{2i} \end{aligned} \quad (3.2)$$

dengan koefisien yang diharapkan adalah  $b_1 > 0$ ,  $b_2 < 0$

$$\begin{aligned} \ln OPEN_i = & c_0 + c_1 \ln FDI_i + c_2 \ln Kurs_i + \rho_3 \sum_{i=1}^n \sum_{h=1}^n w_{ih} \ln OPEN_i \\ & + \theta_{21} \sum_{i=1}^n \sum_{h=1}^n w_{ih} \ln FDI_i + \theta_{22} \sum_{i=1}^n \sum_{h=1}^n w_{ih} \ln ER_i + \varepsilon_{3i} \end{aligned} \quad (3.3)$$

dengan koefisien yang diharapkan adalah :  $c_1 > 0$ ,  $c_2 < 0$

Tabel 3.3 Keterangan Variabel Penelitian dan Komponen Model

Simbol	Nama Variabel
(1)	(2)
<i>lnGDP</i>	<i>ln</i> Produk Domestik Bruto
<i>lnFDI</i>	<i>ln</i> Foreign Direct Investment
<i>lnOPEN</i>	<i>ln</i> Trade Openness
<i>lnDIR</i>	<i>ln</i> Tingkat Suku Bunga
<i>lnER</i>	<i>ln</i> Nilai Tukar Mata Uang
<i>lnTOT</i>	<i>ln</i> Term of Trade
<b>Komponen Model</b>	
$\rho_j$	Koefisien parameter <i>spatial</i> pada variabel endogen persamaan ke- <i>j</i>
$\theta_{m,i,h}$	Koefisien parameter <i>spatial</i> pada variabel eksogen
$\varepsilon_{ji}$	Identitas negara
$\varepsilon_{ji}$	<i>Error term</i> pada persamaan ke- <i>j</i>
$w_{ih}$	Komponen matriks pembobot

### 3.5 Metode Analisis Data

Untuk menyelesaikan tujuan pertama yaitu mengkaji karakteristik pertumbuhan ekonomi, FDI, dan *Trade Openness*, perlu dilakukan analisis deskriptif agar mendapatkan gambaran umum kondisi pertumbuhan ekonomi yang bermanfaat sebagai dasar dalam analisis lebih lanjut. Analisis deskriptif dilakukan dalam bentuk grafik batang dan garis pada variabel pertumbuhan ekonomi, FDI, dan *Trade Openness* agar dapat mengetahui perkembangan karakteristik dari ketiga variabel tersebut. Selain itu, perkembangan karakteristik dari variabel penelitian juga disajikan dalam bentuk peta.

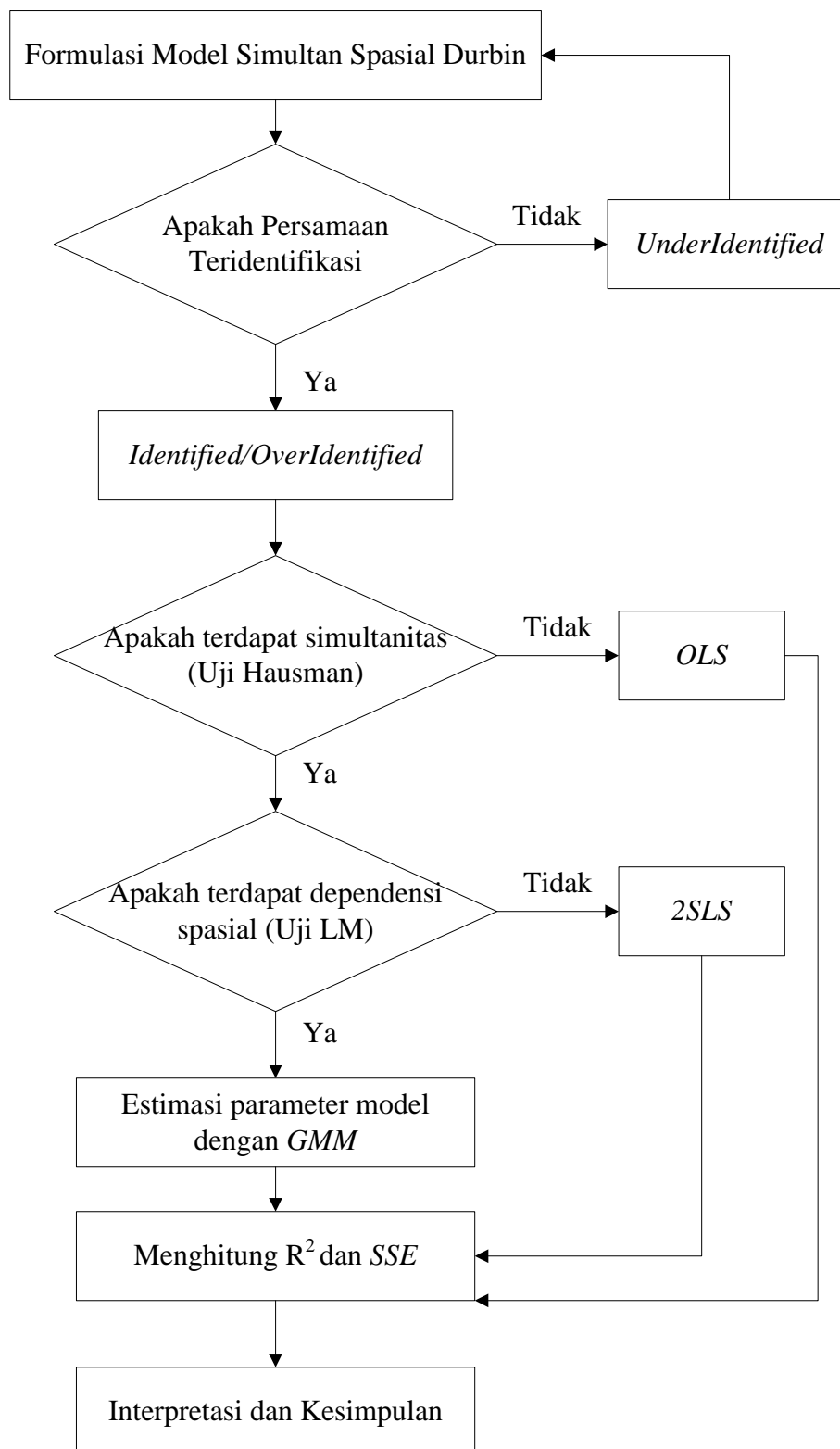


Untuk menyelesaikan tujuan kedua yaitu mendapatkan persamaan simultan durbin spasial dengan metode GMM dan mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap tingkat pertumbuhan ekonomi, FDI, dan *Trade Openness* negara-negara ASEAN. Tahapan yang perlu dilakukan sebagai berikut:

- a. Membuat formulasi model durbin spasial dan membuat persamaan *reduce form*-nya
- b. Membuat *scatterplot* variabel endogen terhadap variabel eksplanatori untuk melihat hubungan antar variabel.
- c. Melakukan uji korelasi (uji korelasi pearson) variabel endogen terhadap variabel eksplanatori untuk mengecek keeratan hubungan antara variabel eksogen terhadap variabel endogen, mengetahui arah hubungan variabel eksogen terhadap variabel endogen, serta hubungan korelasi antar variabel eksogen. Hal yang terakhir ini dilakukan untuk mengecek multikolinieritas antar variabel eksogen.
- d. Mengidentifikasi sistem persamaan dengan menggunakan identifikasi kondisi order (*order condition*) sehingga diharapkan setiap persamaan dapat teridentifikasi. Jika ada persamaan tidak teridentifikasi, maka dilakukan reformulasi dengan penambahan variabel eksplanatori.
- e. Melakukan uji simultanitas (uji spesifikasi Hausman) untuk melihat bahwa suatu sistem model persamaan memiliki hubungan simultan antar persamaan strukturalnya. Proses uji simultanitas seperti yang dijelaskan pada subbab 2.4.1.
- f. Menyusun matriks pembobot spasial. Matriks bobot yang digunakan adalah *rook contiguity* dan *costumized*.
- g. Melakukan uji dependensi spasial dengan uji *Lagrange Multiplier* dengan empat statistik uji yaitu  $LM_{lag}$ ,  $LM_{error}$ ,  $RLM_{lag}$ , dan  $RLM_{error}$ , dimana masing-masing sesuai dengan persamaan (2.65), (2.67), (2.69), dan (2.70).
- h. Melakukan estimasi parameter menggunakan metode GMM, sesuai dengan persamaan (2.43).
- i. Menghitung koefisien determinasi  $R^2$  untuk persamaan simultan spasial menggunakan residual tahap akhir penaksiran parameter.

- j. Menentukan model terbaik dari hasil estimasi parameter GMM dengan dua matriks pembobot spasial yang berbeda. Penentuan model terbaik didasarkan pada tiga kriteria, yaitu koefisien spasial lag variabel endogen ( $\rho_j$ ), nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ), dan nilai SSE. Model terbaik dan yang akan dianalisis lebih lanjut adalah model dengan koefisien spasial lag variabel endogen ( $\rho_j$ ) yang signifikan, nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang terbesar, dan nilai SSE yang terkecil.
- k. Melakukan analisis dan interpretasi berdasarkan model terbaik yang terbentuk.
- l. Merumuskan kesimpulan berdasarkan variabel yang tersusun dalam model terbaik yang terbentuk.

Tahapan analisis pada penelitian ini dapat digambarkan pada skema dibawah ini:



Gambar 3.3 Diagram Alur Analisis

## **BAB 4**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Pada bagian ini, akan dibahas mengenai gambaran umum pertumbuhan ekonomi negara ASEAN, gambaran umum FDI dan *trade openness* negara ASEAN. Pada bagian ini pula, akan dibahas mengenai estimasi parameter persamaan simultan dengan pendekatan *Generalized Method of Moment (GMM)* pada persamaan pertumbuhan ekonomi, FDI, dan *trade openness* yang sebelumnya akan dilakukan uji simultanitas dan uji dependensi spasial.

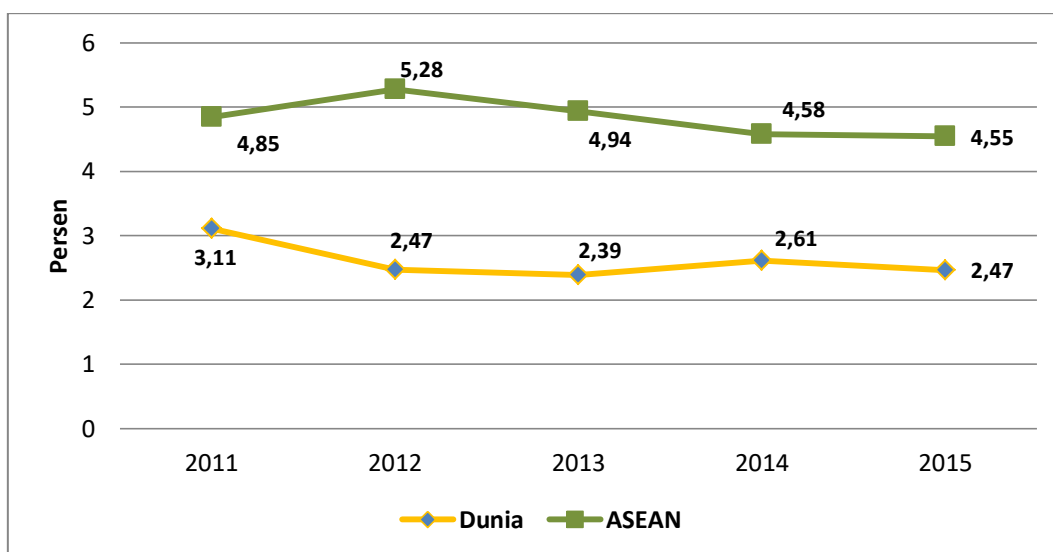
#### **4.1 Gambaran Umum Negara-Negara ASEAN**

Asia Tenggara merupakan kawasan di benua Asia bagian tenggara dimana kawasan ini mencakup Indochina dan Semenanjung Malaya serta kepulauan di sekitarnya. Asia Tenggara berbatasan dengan Republik Rakyat Cina di sebelah utara, Samudra Pasifik di sebelah timur, Samudra Hindia di sebelah selatan, dan Samudra Hindia, Teluk Benggala, dan anak benua India di sebelah barat. Negara-negara di Asia Tenggara biasa dikelompokkan dalam dua kelompok yaitu Asia Tenggara Daratan dan Asia Tenggara Maritim. Negara-negara yang termasuk ke dalam Asia Tenggara Daratan adalah Negara Kamboja, Laos, Myanmar, Thailand dan Vietnam. Sedangkan negara-negara yang termasuk Asia Tenggara Maritim adalah Negara Indonesia, Brunei Darussalam, Filipina, Malaysia, Singapura dan Timor Leste.

Kerja sama yang telah terbentuk di kawasan Asia Tenggara adalah ASEAN. ASEAN merupakan kepanjangan dari *Association of South East Asian Nations* (Perhimpunan Bangsa-Bangsa Asia Tenggara) yang terbentuk dengan didasari oleh adanya kepentingan dan masalah bersama di Asia Tenggara dengan tujuan untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi, kemajuan sosial, dan pengembangan kebudayaan negara-negara anggotanya, serta memajukan perdamaian di tingkat regionalnya. Sehingga dengan terbentuknya ASEAN akan memperkuat solidaritas, terciptanya perdamaian, dan kerja sama yang saling menguntungkan di antara negara-negara di Asia Tenggara.

#### 4.1.1 Pertumbuhan Ekonomi

Setiap negara akan selalu berusaha untuk mencapai pertumbuhan ekonomi yang optimal untuk membawa bangsanya kepada kehidupan yang lebih baik. Pertumbuhan ekonomi merupakan salah satu tolak ukur keberhasilan pembangunan, khususnya bidang ekonomi. Pertumbuhan tersebut merupakan gambaran tingkat perkembangan ekonomi yang terjadi. Pertumbuhan ekonomi dapat disajikan melalui nilai *Gross Domestic Product (GDP)*. Jika terjadi pertumbuhan positif berarti menunjukkan adanya peningkatan perekonomian dibandingkan dengan tahun lalu. Begitu juga sebaliknya, apabila pertumbuhan negatif berarti terjadi penurunan perekonomian dibandingkan dengan tahun sebelumnya. Perkembangan pertumbuhan ekonomi negara ASEAN selama tahun 2011-2015 dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Pertumbuhan Ekonomi ASEAN dan Perekonomian Dunia Tahun 2011-2015

Selama tahun 2011-2015, terlihat bahwa pertumbuhan ekonomi negara ASEAN berada di level angka 4 sampai 5 persen. Sedangkan pertumbuhan ekonomi dunia berada di sekitar angka 2 sampai 3 persen. Pertumbuhan ekonomi negara ASEAN terlihat mengalami peningkatan di tahun 2012. Pada tahun 2012, pertumbuhan ekonomi meningkat sebesar 5,28 persen dan jika dibandingkan

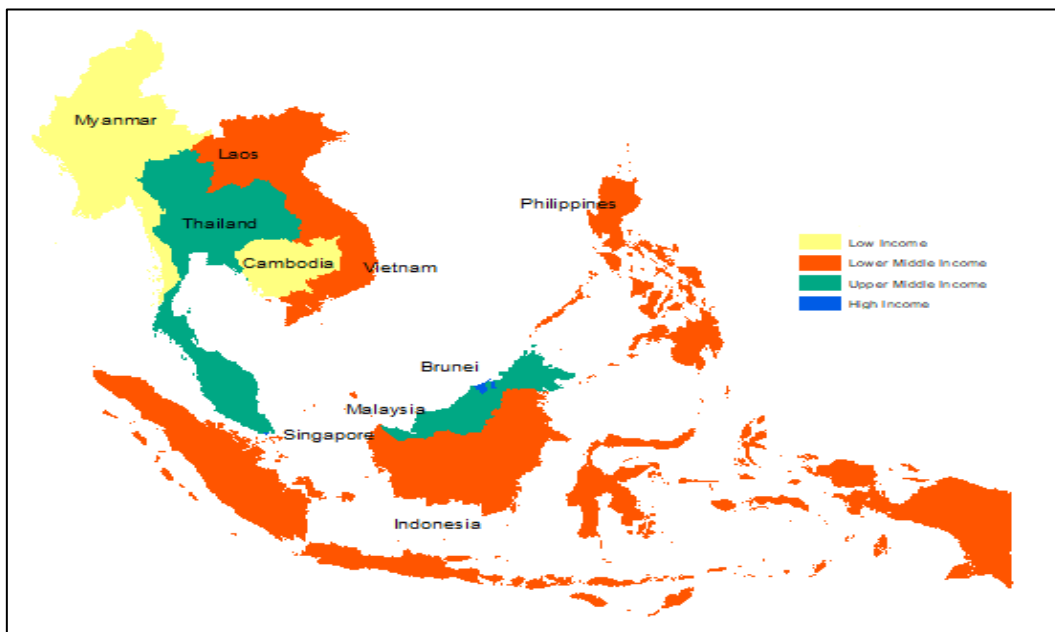
dengan pertumbuhan ekonomi tahun 2011 perekonomian Negara ASEAN hanya tumbuh sebesar 4,85 persen. Sayangnya, pertumbuhan ekonomi yang meningkat pada tahun 2012 justru tidak diikuti oleh pertumbuhan ekonomi dunia yang malah melemah hingga sebesar 2,47 persen dimana sebelumnya perekonomian dunia mampu meningkat hingga mencapai angka 3,11 persen. Masih tingginya angka pertumbuhan ekonomi di Negara ASEAN dikarenakan sebagian besar negara anggota ASEAN tergolong sebagai negara yang sedang berkembang dan bahkan masih ada negara ASEAN yang tergolong negara berpendapatan perkapita rendah (*low income*) seperti Negara Myanmar dan Kamboja. Oleh karena itu, perekonomian Negara ASEAN masih saja diharapkan tumbuh secara signifikan daripada tahun-tahun sebelumnya.

Kawasan ASEAN tetap memiliki arti yang penting bagi perekonomian dunia karena dianggap memiliki potensi pertumbuhan yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh beberapa hal, antara lain pertumbuhan ekonomi yang relatif lebih cepat daripada pertumbuhan ekonomi dunia, dan juga jumlah populasi ASEAN yang cukup tinggi. Pertumbuhan ekonomi yang lebih cepat dari pertumbuhan ekonomi dunia mengindikasikan bahwa persentase kontribusi ASEAN terhadap ekonomi dunia cenderung mengalami peningkatan.

Pendapatan perkapita merupakan indikator terpenting dalam mengukur tingkat kesejahteraan rakyat suatu negara. Sebuah negara dikatakan makmur apabila rakyatnya memiliki pendapatan perkapita yang tinggi. Menurut Bank Dunia, pendapatan perkapita suatu negara/wilayah dapat dibagi menjadi empat kategori yaitu kategori Pendapatan Rendah, kategori Pendapatan Menengah Keatas, kategori Menengah Kebawah, dan kategori Pendapatan Tinggi. Sebaran angka pendapatan perkapita negara-negara ASEAN dapat dilihat pada Gambar 4.2.

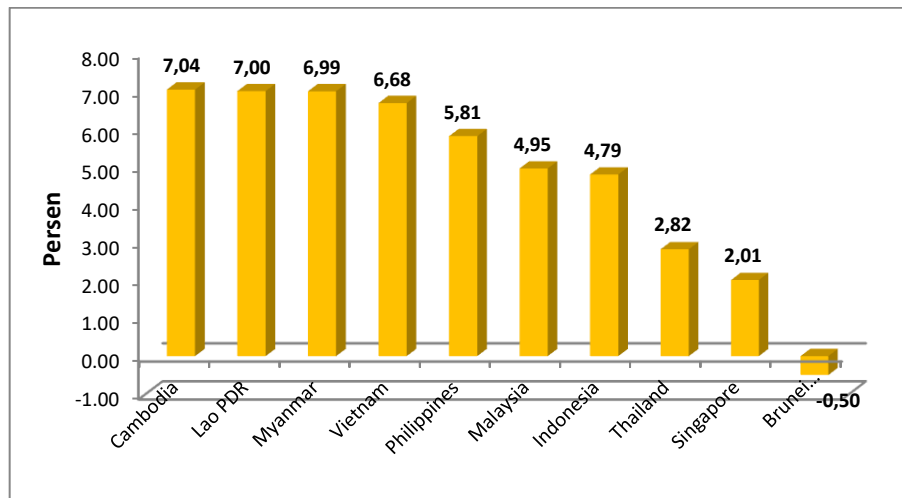
Pada Gambar 4.2, terlihat bahwa pendapatan perkapita semua negara anggota ASEAN termasuk dalam keempat kategori tersebut. Dilihat dari sebarannya, Negara Brunei Darussalam dan Negara Singapura yang termasuk dalam negara pendapatan perkapita yg berkategori pendapatan tinggi. Negara

Malaysia, dan Thailand termasuk kategori negara dengan tingkat pendapatan perkapita yang menengah keatas. Untuk negara dengan kategori pendapatan perkapita menengah kebawah, terdiri dari Negara Indonesia, Filipina, Laos, dan Vietnam. Sedangkan untuk sisanya, negara Kamboja dan Myanmar termasuk negara yang pendapatan perkapitanya tergolong rendah.



Gambar 4.2 Pendapatan Perkapita Negara ASEAN 2016 Menurut Kategorinya

Pada tahun 2015, negara anggota ASEAN yang mengalami laju pertumbuhan ekonomi tertinggi yakni Negara Kamboja dan Laos yang mencapai angka 7 persen (lihat Gambar 4.3). Pertumbuhan ekonomi Kamboja yang tinggi didorong oleh kebijakan pemerintahannya yang mengembangkan sistem perekonomian berorientasi pasar (*market-oriented economy*) serta melakukan perbaikan infrastruktur, meningkatkan ekspor, dan mendorong industri substitusi impor. Sektor-sektor yang memberikan kontribusi yang besar bagi peningkatan pertumbuhan ekonomi negara Kamboja antara lain sektor pertanian, pariwisata, industri pengolahan, dan properti. Negara-negara dengan laju pertumbuhan yang tertinggi ini merupakan negara yang memiliki potensi besar untuk mengejar ketertinggalan dari negara lain.



Gambar 4.3 Pertumbuhan Ekonomi Negara Anggota ASEAN Tahun 2015

Perekonomian Laos juga mengalami pertumbuhan pesat meskipun Laos masih tergolong negara *lower middle income*. Laos telah berhasil melakukan restrukturisasi kebijakan ekonomi agar dapat mencapai pertumbuhan ekonomi yang pesat dan mampu mengejar ketinggalan dengan perekonomian negara anggota ASEAN lainnya. Salah satu kebijakan ekonomi tersebut adalah menarik modal asing. Laos sering merevisi undang-undang investasi asing. Investor asing juga diizinkan mendirikan perusahaan dengan modal murni atau patungan. Pemerintah Laos bahkan tidak memungut pajak terhadap perusahaan asing untuk lima tahun pertama bisnis di Laos. Laos juga menggiatkan perdagangan luar negeri, serta layanan perdagangan transnasional, dan lain-lain. Laos juga meningkatkan kerja sama ekonomi regional. Dalam beberapa tahun terakhir, Laos memandang penting pengembangan hubungan kerja sama ekonomi dengan negara-negara Asia, khususnya Asia Tenggara. Dari pencapaian tersebut, Laos telah menikmati manfaat dari penyerapan modal, pembangunan infrastruktur, dan perdagangan ekspor impor.

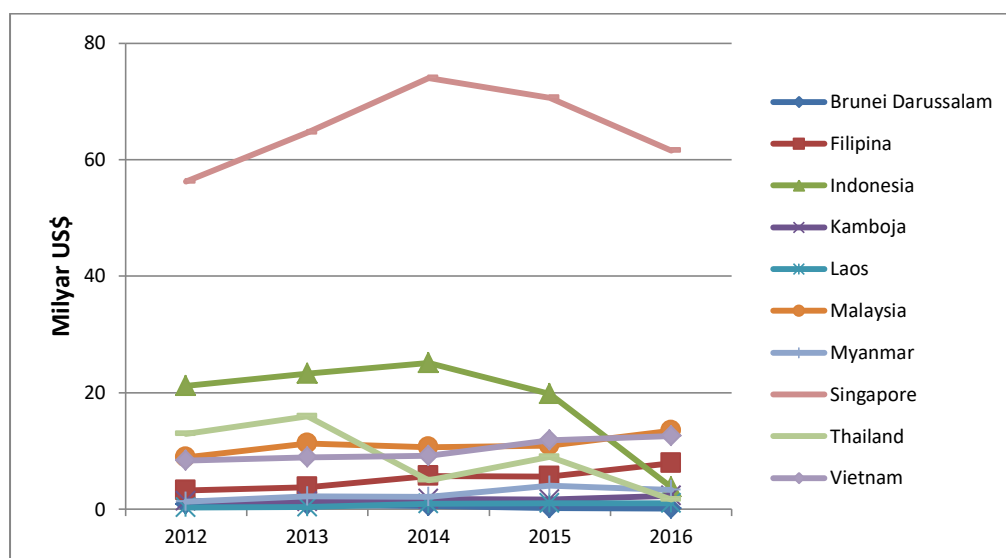
Sebaliknya, pertumbuhan ekonomi Negara Brunei Darussalam mengalami penurunan tajam hingga mencapai -0,50 persen di tahun 2015. Penurunan ini dipicu oleh penurunan tajam pada kinerja sektor migas. Permasalahan utama yang dihadapi Brunei Darussalam dalam pertumbuhan ekonominya antara lain kurangnya keragaman dalam perekonomian, ketergantungan yang kuat pada



sektor minyak dan gas yang fluktuatif, besarnya subsidi pemerintah, masalah tenaga kerja dimana sektor layanan sipil yang mempekerjakan lebih dari setengah angkatan kerja Brunei Darussalam, kontrol perekonomian oleh pemerintah yang berlebihan, sistem negara yang berbasis pajak rendah dimana tidak ada pajak pendapatan perorangan, serta kelambanan dalam hal privatisasi.

#### 4.1.2 Foreign Direct Investment (FDI)

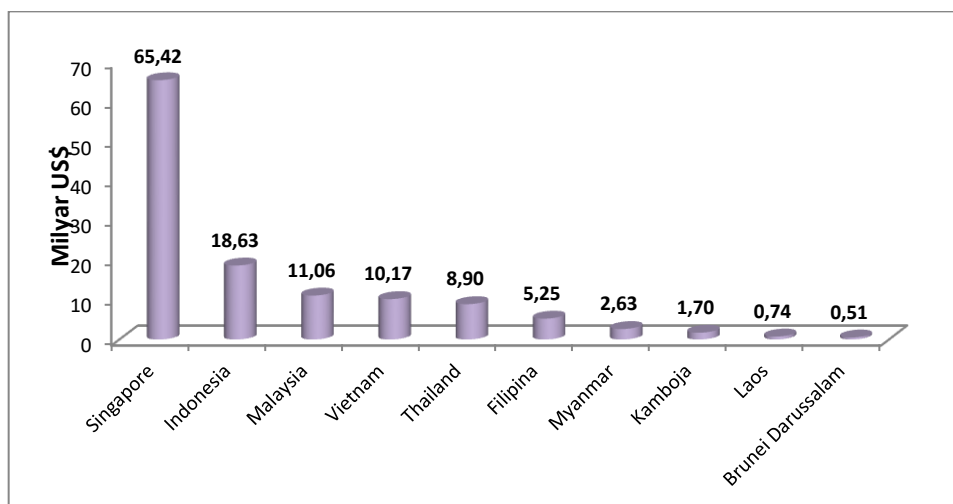
Negara ASEAN diharapkan dapat menjadi wilayah yang sangat kompetitif sebagai tujuan FDI serta mendukung realisasi *ASEAN Economic Community (AEC)*. Wujud realisasi liberalisasi investasi di kawasan ASEAN terlihat dari perkembangan FDI Inflow negara ASEAN yang secara umum mengalami peningkatan dari waktu ke waktu terutama pada dekade terakhir. FDI Inflow juga bisa mengalami penurunan. Penurunan FDI Inflow negara ASEAN lebih disebabkan oleh kemerosotan daya saing terjadi dipengaruhi krisis ekonomi yang dialami negara ASEAN tersebut dan suku bunga sentral yang meningkat.



Gambar 4.4 Jumlah FDI Inflow Negara Anggota ASEAN Tahun 2012-2016

Penurunan jumlah FDI Inflow ke negara ASEAN yang sangat signifikan terjadi pada tahun 2016 (lihat Gambar 4.4). Penurunan FDI inflow yang sangat signifikan dirasakan oleh Negara Singapura, Indonesia, dan Thailand. Meskipun

begitu, masih ada beberapa negara yang mengalami kenaikan FDI inflow seperti Negara Malaysia dan Filipina.



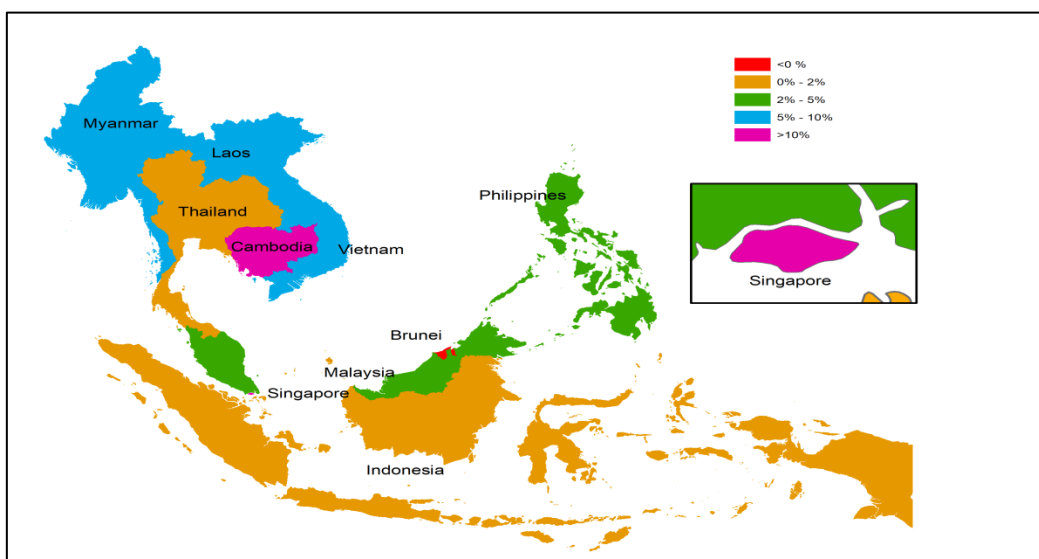
Gambar 4.5 Rata-Rata FDI Inflows Negara Anggota ASEAN Tahun 2012-2016

Selama tahun 2012-2016, Brunei Darussalam merupakan negara dengan rata-rata jumlah FDI Inflow terkecil se-ASEAN. Singapura menjadi negara ASEAN dengan FDI Inflow terbesar yaitu rata-rata mencapai 65,42 milyar US\$ per tahun atau 52,33 persen dari jumlah FDI Inflow ke negara ASEAN (Gambar 4.5). Singapura merupakan negara ASEAN yang menjadi 3 besar peringkat tertinggi sebagai negara yang paling menarik bagi investor asing dari seluruh dunia untuk menanamkan FDI selama tahun 2005-2010. Hal ini dikarenakan Singapura memiliki sarana infrastruktur yang baik dan birokrasi yang efisien sehingga menjadi lokasi investasi yang menarik meskipun tingkat biaya di Singapura lebih tinggi dibandingkan negara-negara lain di ASEAN dan cenderung meningkat. Selain itu, tingginya FDI Singapura ini disebabkan karena nilai GDP Singapura yang paling terbesar di kawasan Asia Tenggara. Besarnya GDP negara Singapura tentunya berhubungan signifikan terhadap besarnya nilai FDI di negara tersebut.

Rata-rata jumlah FDI Inflow ke negara Indonesia selama 2012-2016 berada di urutan kedua yaitu mencapai 18,63 milyar US\$ per tahun atau 14,90 persen dari jumlah FDI Inflow ke negara ASEAN. Walaupun GDP Per Kapita

Indonesia tidak sebesar apabila dibandingkan dengan negara lainnya di kawasan Asia Tenggara seperti Singapura, Malaysia dan Brunai Darussalam, namun faktor geografis yang sangat luas di Indonesia dan mudahnya mendapatkan tenaga kerja yang banyak dan biaya upah yang relatif lebih murah di bandingkan negara di kawasan ASEAN yang lainnya menjadi alasan sehingga banyaknya FDI yang terjadi di Indonesia.

Dikarenakan peningkatan FDI dianggap penting dalam menjamin kelangsungan pembangunan, sebab terjadinya FDI disuatu negara akan diikuti dengan *transfer of technology, know-how, management skill*, resiko usaha relatif kecil dan lebih untung. Sebagai bentuk aliran modal yang bersifat jangka panjang dan relatif tidak rentan terhadap gejolak perekonomian, FDI diharapkan untuk membantu mendorong pertumbuhan investasi yang sustainable di kawasan ASEAN. Seberapa besar kontribusi FDI dalam meningkatkan pertumbuhan ekonomi dapat dilihat pada Gambar 4.6 yang merupakan gambar sebaran *share* FDI terhadap GDP.



Gambar 4.6 *Share* FDI Terhadap GDP Negara Anggota ASEAN Tahun 2016

Pada Gambar 4.6, terlihat bahwa FDI sangat berkontribusi terhadap *GDP* khususnya pada Negara Singapura dan Kamboja yang kontribusinya mencapai lebih dari 10 persen. Hal tersebut menandakan bahwa jumlah FDI yang masuk dapat membantu meningkatkan pertumbuhan ekonomi di negara-negara tersebut.

Sebaliknya, hal tersebut kurang terjadi di Negara Thailand dan Indonesia dimana FDI berkontribusi terhadap GDP hanya kurang dari 2 persen. Hal tersebut menandakan bahwa perekonomian kedua negara tersebut lebih bertumpu pada faktor lainnya.

#### **4.1.3 Trade Openness**

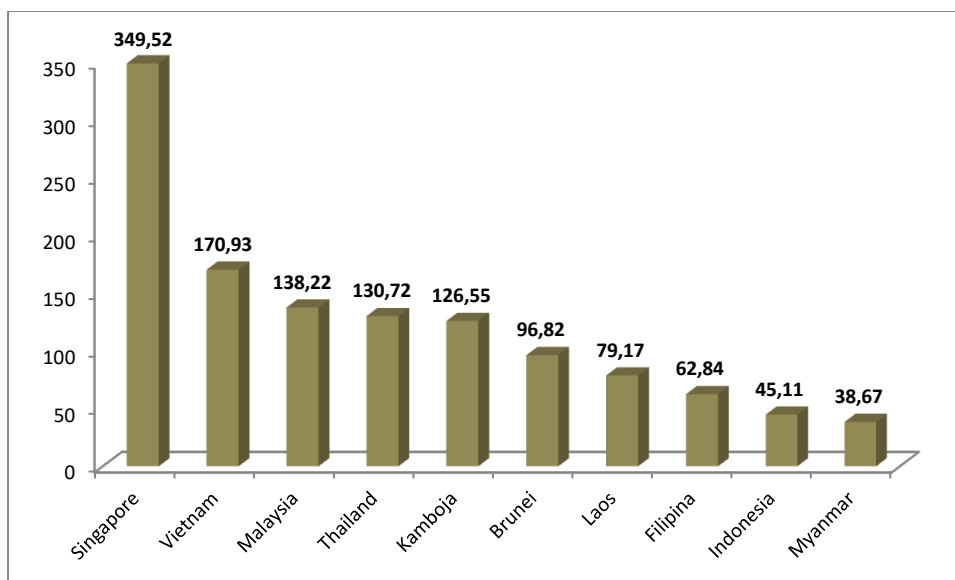
Perkembangan perdagangan internasional mengarah pada liberalisasi perdagangan yang disertai dengan berbagai bentuk kerjasama baik kerjasama bilateral, regional maupun multilateral. Salah satu tujuan utama perjanjian kerjasama perdagangan internasional adalah untuk mengurangi atau menghilangkan hambatan perdagangan yang diharapkan dapat memberikan pengaruh yang positif terhadap pertumbuhan ekonomi.

*Trade Openness* merupakan tingkat keterbukaan perdagangan yang terjadi disuatu negara terutama perdagangan internasional. Perdagangan internasional sendiri telah tumbuh dan berkembang secara drastis dan dalam ukuran yang besar disebabkan karena proses globalisasi yang terjadi. Sehingga dengan adanya perdagangan tersebut maka diharapkan akan memberikan keuntungan dan membawa pertumbuhan ekonomi dalam negeri baik secara langsung maupun tidak langsung.

Pada Gambar 4.7, terlihat bahwa negara Singapura merupakan negara yang memiliki rata-rata tingkat keterbukaan ekonomi yang paling tinggi dibandingkan dengan negara ASEAN lainnya, disusul oleh Negara Vietnam dan Malaysia. Negara Indonesia dan Myanmar mempunyai keterbukaan ekonomi terendah yang menjelaskan bahwa perekonomian Indonesia dan Myanmar masih didominasi perekonomian domestik dibandingkan dengan perdagangan internasional.

Dalam gambar tersebut, terlihat bahwa negara Singapura merupakan negara yang memiliki rata-rata tingkat keterbukaan ekonomi yang paling tinggi dari tahun 2012-2016 yaitu sebesar 349,52. Kemudian diikuti oleh Negara Vietnam sebesar 170,93 dan Negara Malaysia sebesar 138,22. Sedangkan yang berikutnya adalah Negara Thailand sebesar 130,72 dan Negara Kamboja sebesar

126,55. Indonesia dan Myanmar sendiri menempati posisi yang paling rendah dibandingkan dengan negara ASEAN lainnya yakni masing-masing sebesar 45,11 dan 38,67.



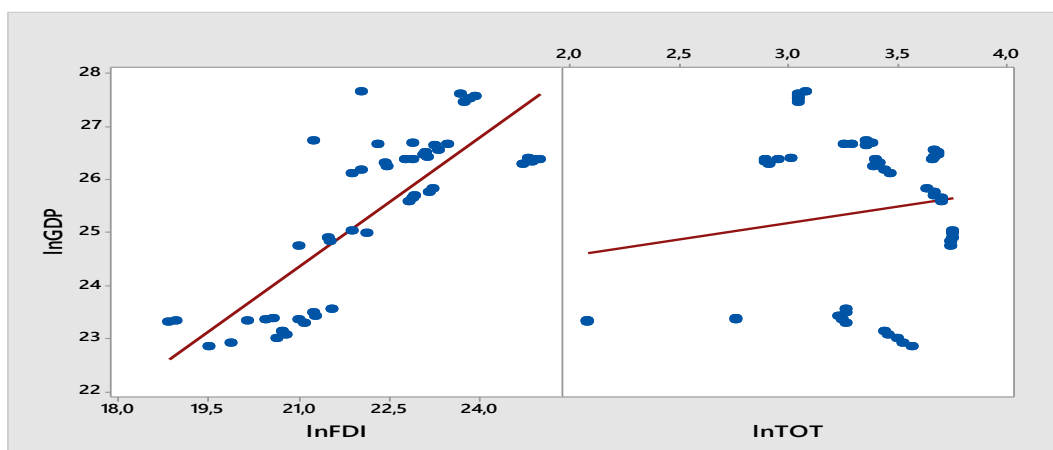
Gambar 4.7 Rata-rata *Trade Openness* Negara Anggota ASEAN Tahun 2012-2016

## 4.2. Hubungan Antar Variabel Penelitian

Hubungan antara variabel endogen dan variabel eksplanatori akan dijelaskan pada bagian ini. Variabel endogen pada penelitian ini adalah pertumbuhan ekonomi, FDI, dan *Trade Openness*. Hubungan antar variabel dapat dijelaskan melalui *scatterplot* hubungan antara variabel endogen dengan variabel eksplanatori serta dapat juga dijelaskan melalui korelasi *bivariate* antar variabel.

### 4.2.1 Pertumbuhan Ekonomi

Seperti dijelaskan pada bab sebelumnya, terdapat empat variabel yang diduga mempengaruhi pertumbuhan ekonomi di suatu wilayah. Sebagai identifikasi awal, hubungan antar variabel dapat dilakukan dengan membuat *scatterplot* variabel endogen dengan variabel eksplanatorinya. Hubungan antar variabel pertumbuhan ekonomi dengan variabel eksplanatorinya dapat dilihat melalui *scatterplot* pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 *Scatterplot* Hubungan antara pertumbuhan ekonomi dengan variabel eksplanatorinya

Berdasarkan Gambar 4.8, data FDI menunjukkan hubungan positif terhadap data pertumbuhan ekonomi. Hal ini menunjukkan bahwa daerah dengan karakteristik FDI yang lebih tinggi, maka ada kecenderungan tingkat pertumbuhan ekonominya akan meningkat. Data *Term of Trade (TOT)* juga menunjukkan hubungan positif terhadap data pertumbuhan ekonomi. *Term of Trade (TOT)* merupakan suatu bentuk representasi dari harga relatif ekspor dan harga impor memiliki hubungan yang positif dengan pertumbuhan ekonomi. Hal tersebut menunjukkan bahwa daerah dengan karakteristik TOT yang lebih tinggi, cenderung akan dapat menyebabkan tingkat pertumbuhan ekonominya meningkat pula.

Tabel 4.1 Korelasi Antar Variabel dalam Persamaan Pertumbuhan Ekonomi

Variabel	lnGDP	lnFDI
lnFDI	[0,812] (0,000)*	
lnTOT	[0,170] (0,038)*	[0,106] (0,196)

Ket: [ ] Korelasi Pearson, ( ) *P-value*, \*) sig pada  $\alpha = 5\%$

Prosedur identifikasi pola hubungan selanjutnya adalah korelasi *bivariate*. Koefisien korelasi menunjukkan keeratan hubungan antara dua variabel. Analisis

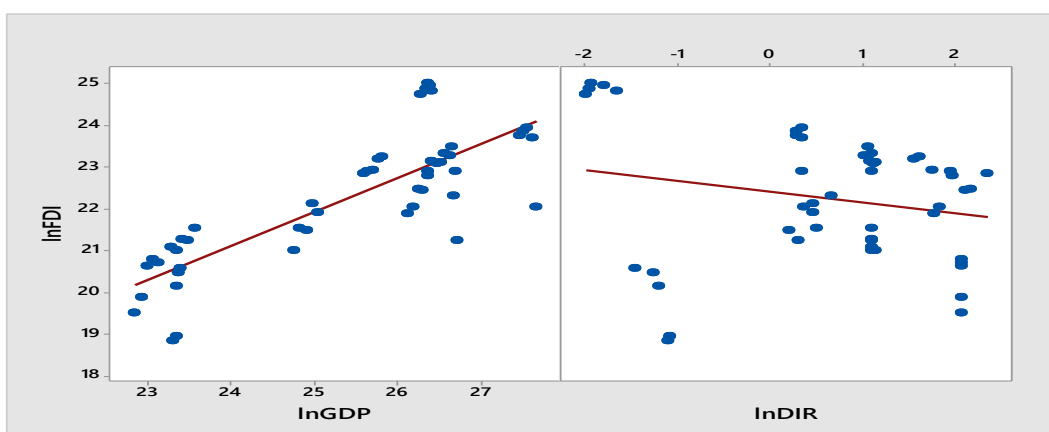
statistika mensyaratkan korelasi signifikan (adanya hubungan yang nyata) antara variabel respon atau variabel endogen dan variabel eksplanatori. Selain itu, diharapkan tidak terjadi multikolinieritas yang kuat antar variabel eksogen, sehingga mengakibatkan koefisien regresi berubah tanda atau signifikan.

Tingkat korelasi antara variabel endogen terhadap variabel eksplanatori serta korelasi antar variabel eksogen pada persamaan pertumbuhan ekonomi dapat dilihat pada Tabel 4.1. Adanya korelasi erat antara FDI dengan pertumbuhan ekonomi, *Term of Trade (TOT)* dengan pertumbuhan ekonomi. Dari hal tersebut, diduga tidak terjadinya multikolinieritas pada persamaan pertumbuhan ekonomi. Dengan memperhatikan nilai korelasi antara variabel eksogen dan endogen, serta nilai korelasi antar variabel eksogennya maka disimpulkan bahwa variabel-variabel yang digunakan untuk analisis selanjutnya adalah variabel lnFDI, lnTOT, atau dapat ditulis dengan persamaan:

$$\ln\text{GDP} = f(\ln\text{FDI}, \ln\text{TOT}).$$

#### 4.2.2 Foreign Direct Investment (FDI)

Pada penelitian ini, diduga ada dua variabel yang mempengaruhi besarnya FDI di suatu wilayah. Dua variabel tersebut yakni pertumbuhan ekonomi dan tingkat suku bunga. Awal hubungan antar variabel dapat dilakukan dengan mengplot variabel FDI dengan seluruh variabel eksogen yang mempengaruhinya, dimana dapat dilihat melalui *scatterplot* yang disajikan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 *Scatterplot* Hubungan antara FDI dengan variabel eksplanatorinya

Berdasarkan Gambar 4.9, terlihat data pertumbuhan ekonomi (lnGDP) secara empiris memiliki hubungan positif dengan data FDI (lnFDI), sedangkan data tingkat suku bunga (lnDIR) memiliki hubungan negatif terhadap FDI. Hal ini menunjukkan bahwa negara dengan karakteristik pertumbuhan ekonomi yang lebih tinggi, akan ada kecenderungan nilai FDI di wilayah tersebut juga akan semakin tinggi. Sebaliknya, negara dengan karakteristik tingkat suku bunga yang lebih tinggi, cenderung akan dapat menyebabkan nilai FDI akan menurun.

Prosedur identifikasi pola hubungan antar variabel selanjutnya yakni dengan nilai korelasi *bivariate*. Berdasarkan Tabel 4.2, terlihat bahwa nilai korelasi antara variabel endogen terhadap variabel eksogen signifikan pada tingkat  $\alpha = 5\%$ . Tingkat korelasi antar variabel eksogen dan endogen tergolong tinggi, tapi tidak berlaku untuk korelasi antara FDI dengan tingkat suku bunga.

Tabel 4.2. Korelasi Antar Variabel dalam Persamaan *Foreign Direct Investment (FDI)*

Variabel	lnFDI	lnGDP
lnGDP	[0,812] (0,000)*	
lnDIR	[-0,216] (0,032)*	[-0,082] (0,573)

Ket: [ ] Korelasi Pearson, ( ) *P-value*, \*) sig pada  $\alpha = 5\%$

Dengan memperhatikan nilai korelasi variabel endogen dengan seluruh variabel eksplanatori, serta koefisien korelasi antar variabel eksogen maka dapat disimpulkan bahwa variabel-variabel eksplanatori yang digunakan dalam persamaan FDI antara variabel pertumbuhan ekonomi dan tingkat suku bunga. Hal tersebut bisa juga dinyatakan dalam persamaan:

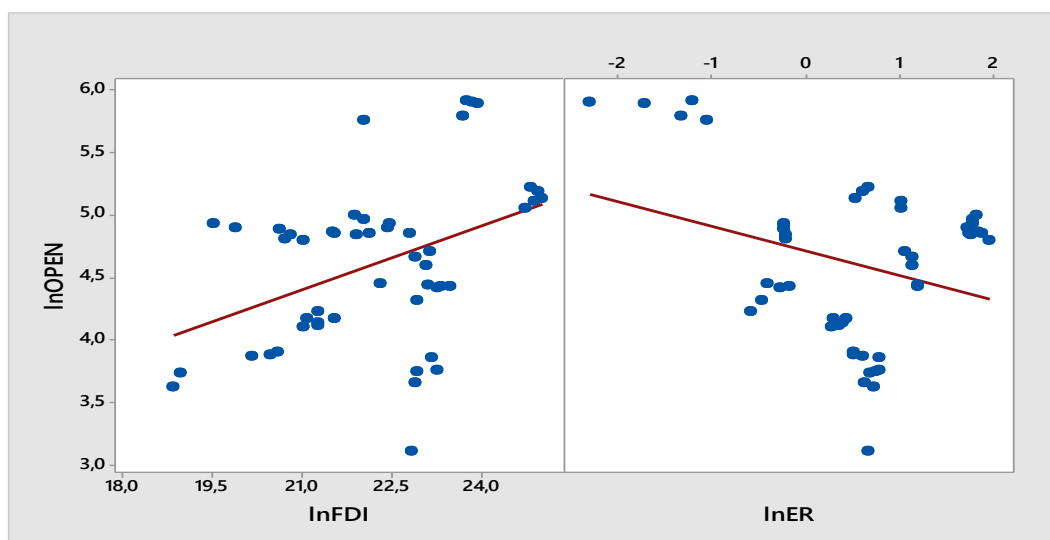
$$\ln\text{FDI} = f(\ln\text{GDP}, \ln\text{DIR}).$$

### 4.2.3 Trade Openness

Dalam menggambarkan kegiatan perdagangan internasional, ada dua variabel yang diduga mempengaruhi tingkat *trade openness* di suatu negara. Kedua variabel tersebut antara lain FDI dan Kurs mata uang terhadap dolar.



Berdasarkan Gambar 4.10, terlihat bahwa variabel eksplanatori yang memberikan pengaruh positif terhadap *trade openness* di wilayah negara ASEAN. Sebaliknya, ada juga variabel eksplanatori yang memberikan pengaruh negatif terhadap *trade openness*.



Gambar 4.10 Scatterplot Hubungan antara *Trade Openness* dengan variabel eksplanatorinya

Data FDI ( $\ln\text{FDI}$ ) menunjukkan hubungan positif terhadap data *Trade Openness* ( $\ln\text{OPEN}$ ). Hal ini menunjukkan negara ASEAN dengan karakteristik pertumbuhan ekonomi yang tinggi, jumlah FDI yang tinggi akan menyebabkan tingkat *Trade Openness* di negara tersebut cenderung akan meningkat pula. Sebaliknya, data kurs/nilai tukar mata uang terhadap dolar di suatu negara ( $\ln\text{ER}$ ) memiliki hubungan yang negatif terhadap tingkat *Trade Openness*. Apabila nilai tukar mata uang suatu negara terhadap dolar mengalami depresiasi, maka tingkat *Trade Openness* cenderung akan menurun.

Tabel 4.3. Korelasi Antar Variabel dalam Persamaan *Trade Openness*

Variabel	$\ln\text{OPEN}$	$\ln\text{FDI}$
$\ln\text{FDI}$	[0,408] (0,003)*	
$\ln\text{ER}$	[-0,306] (0,031)*	[-0,067] (0,642)

Ket: [ ] Korelasi Pearson, ( ) *P-value*, \*) sig pada  $\alpha = 5\%$

Prosedur identifikasi pola hubungan selanjutnya adalah korelasi *bivariate*. Berdasarkan, diketahui bahwa korelasi antara variabel eksogen terhadap variabel endogen signifikan pada  $\alpha = 5\%$ . Selain itu, dapat dilihat bahwa ada korelasi erat antara variabel *Trade Openness* dan FDI dan juga korelasi antara *Trade Openness* dengan nilai kurs mata uang suatu negara terhadap dolar (lihat Tabel 4.3). Dengan memperhatikan nilai korelasi antara variabel endogen dengan variabel eksplanatori serta nilai korelasi antar variabel eksogen, maka variabel-variabel yang akan digunakan untuk analisis selanjutnya adalah variabel FDI dan nilai kurs mata uang suatu negara terhadap dolar, atau dapat juga ditulis dengan persamaan:  $\ln\text{OPEN} = f(\ln\text{FDI}, \ln\text{ER})$ .

### **4.3 Pengujian Prasyarat Model Persamaan Simultan Spasial**

Penelitian ini menggunakan tiga persamaan yang memiliki hubungan saling berpengaruh dan diduga terdapat hubungan simultan. Hal ini karena terdapat variabel bebas pada satu persamaan bertindak sebagai variabel tak bebas pada persamaan lain. Sebuah sistem persamaan simultan merupakan himpunan persamaan dimana variabel tidak bebas dalam satu atau lebih persamaan juga merupakan variabel bebas di dalam beberapa persamaan lainnya. Dengan demikian, sebuah variabel dapat memiliki dua peran sekaligus yakni sebagai variabel bebas dan variabel tidak bebas. Untuk melakukan estimasi parameter pada model sistem persamaan simultan, perlu dilakukan beberapa pengujian. Pengujian prasyarat yang perlu dilakukan pada model persamaan simultan durbin spasial antara lain identifikasi model, pengujian simultanitas, dan pengujian dependensi spasial.

#### **4.3.1 Identifikasi Model Persamaan Simultan**

Identifikasi model diperlukan untuk menentukan metode estimasi yang akan dilakukan. Identifikasi akan menunjukkan ada tidaknya kemungkinan untuk memperoleh parameter struktural (koefisien dari persamaan asli) dari parameter bentuk sederhana (*reduced form*). Jika penaksiran parameter *structural form* (persamaan asli) dapat dihasilkan dari *reduced form* (bentuk yang telah disederhanakan), maka persamaan tersebut teridentifikasi (*identified*). Sebaliknya

jika penaksiran tersebut tidak berhasil didapatkan, maka persamaan tersebut tidak teridentifikasi (*unidentified/underidentified*) (Setiawan dan Kusriani, 2010).

Dalam Gujarati (2004), suatu persamaan teridentifikasi jika jumlah predetermined variabel yang dikeluarkan dari persamaan ( $K - k$ ) tidak kurang dari jumlah variabel endogen yang dimasukkan dalam persamaan dikurangi satu ( $m - 1$ ). Berdasarkan teori tersebut, dapat dilakukan identifikasi terhadap model persamaan simultan yang dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4.4. Hasil Pemeriksaan Kondisi Order pada Persamaan Simultan

<b>Model</b>	<b><math>K - k</math></b>	<b><math>m - 1</math></b>	<b>Keterangan</b>	<b>Hasil Identifikasi</b>
lnGDP	3-1=2	2-1=1	$(K - k) > (m - 1)$	<i>Overidentified</i>
lnFDI	3-1=2	2-1=1	$(K - k) > (m - 1)$	<i>Overidentified</i>
lnOPEN	3-1=2	2-1=1	$(K - k) > (m - 1)$	<i>Overidentified</i>

Berdasarkan Tabel 4.4, dapat ditunjukkan bahwa ketiga persamaan pertumbuhan ekonomi (lnGDP), FDI (lnGDI), dan *Trade Openness* (lnOPEN) telah memenuhi kondisi order dimana  $(K - k) > (m - 1)$ . Sebagai contoh, hasil pemeriksaan kondisi order untuk persamaan pertumbuhan ekonomi dapat diperoleh dari jumlah variabel *predetermined* pada model ( $K = 3$ ), jumlah variabel *predetermined* pada persamaan pertumbuhan ekonomi ( $k = 1$ ), jumlah variabel endogen pada persamaan pertumbuhan ekonomi ( $m = 2$ ), sehingga diperoleh  $(K - k = 4)$  dan  $(m - 1 = 2)$ . Dikarenakan  $(K - k) > (m - 1)$ , maka dapat dikatakan persamaan pertumbuhan ekonomi memenuhi kondisi order dan terkategori *overidentified*. Prosedur tersebut perlu dilakukan juga pada persamaan FDI dan persamaan *Trade Openness*.

Setelah dilakukan pemeriksaan kondisi order pada ketiga persamaan, maka dapat disimpulkan bahwa ketiga persamaan dalam model telah memenuhi kondisi order dan dikategorikan sebagai persamaan yang *overidentified*. Sesuai dengan teori yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, seluruh persamaan pada penelitian telah memenuhi kondisi order dan teridentifikasi *overidentified* maka

dapat dilakukan estimasi parameternya dengan menggunakan metode *Generalized Method of Moment (GMM)*.

#### **4.3.2 Pengujian Simultanitas**

Pengujian simultanitas bertujuan untuk membuktikan secara empiris bahwa suatu sistem model persamaan benar-benar memiliki hubungan simultan antar persamaan strukturalnya. Hipotesis yang digunakan untuk menguji simultanitasnya adalah:

Ho : Tidak terdapat simultanitas (tidak ada korelasi)

H<sub>1</sub> : Terdapat simultanitas (ada korelasi)

Suatu persamaan yang mengandung simultanitas dapat dilihat dari *F-Statistic* persamaan variabel endogen dan *t-statistic* residual variabel endogen yang menjadi variabel eksplanatori yang signifikan. Prosedur pengujian simultan Hausman diawali dengan mengestimasi variabel endogen melalui persamaan *reduced*-nya. Kemudian menghitung nilai residual dengan cara mendapatkan nilai estimasi variabel endogen tersebut dan selanjutnya dikurangkan terhadap nilai observasi. Selanjutnya substitusikan variabel endogen pada persamaan struktural tersebut dengan hasil estimasi dan residual yang diperoleh. Setelah itu regresikan bersama dengan variabel bebas lain pada persamaan struktural. Apabila residual variabel endogen tersebut signifikan, maka variabel endogen terbukti memiliki pengaruh simultan.

Dengan memasukkan unsur residual pada tiap persamaan maka dapat diketahui pengaruh residual tersebut. Pengaruh residual pada persamaan ini yang menjadi objek pengamatan keberadaan simultanitas pada persamaan. Pada Tabel 4.5, terlihat bahwa variabel residual pada masing-masing persamaan terbukti signifikan memiliki adanya simultanitas antar persamaan pertumbuhan ekonomi, FDI, dan *Trade Openness*. Pada ketiga persamaan tersebut, uji residual signifikan pada  $\alpha = 0,05$  sehingga dapat dikatakan bahwa terdapat efek simultan antar persamaan dalam pemodelan pertumbuhan ekonomi, FDI, dan *Trade Openness* negara anggota ASEAN. Dengan kata lain, dapat diartikan bahwa semua persamaan mengandung unsur saling silang terkait. Persamaan pertumbuhan ekonomi, FDI, dan *Trade Openness* juga mengindikasikan adanya unsur

simultanitas antara variabel endogen yang berada pada sisi kanan dengan variabel endogen pada sisi kiri.

Tabel 4.5. Hasil Uji Simultanitas pada Persamaan Simultan

Persamaan	F-Statistic	P-value	Keterangan
lnGDP	5,35	0,025	Ada Simultanitas
lnFDI	14,4	0,000	Ada Simultanitas
lnOPEN	12,51	0,001	Ada Simultanitas

### 4.3.3 Pengujian Dependensi Spasial

Pada penelitian ini, pengujian dependensi spasial menggunakan 2 jenis matriks pembobot spasial yaitu matriks ketersinggungan antar wilayah (*rook contiguity*) dan matriks keterkaitan ekonomi antar wilayah (*costumized*). Matriks *rook contiguity* dipilih untuk merepresentasikan keterkaitan menurut persinggungan sisi wilayah antar lokasi. Daerah yang bersinggungan secara wilayah dianggap memiliki kedekatan karakteristik. Misalnya Negara Indonesia dengan Negara Malaysia dan Negara Thailand dan Negara Kamboja dianggap memiliki keterkaitan spasial dikarenakan keduanya bersinggungan secara kewilayahan atau saling berbatasan langsung. Sedangkan matriks *costumized* dipilih untuk merepresentasikan keterkaitan hubungan sosial dan ekonomi antar lokasi. Daerah yang tidak mengandung persinggungan sisi, bisa saja berhubungan atau berkaitan dengan wilayah lain karena hubungan ekonomi atau kedekatan karakteristik sosial.

Dalam penelitian ini, matriks pembobot *customized* didasarkan pada karakteristik ekonomi antar negara ASEAN, yakni kesamaan kategori pada jumlah pendapatan perkapita antar negara ASEAN. Misalnya, Negara Brunei Darussalam dan Negara Singapura dianggap memiliki keterkaitan spasial karena kedua negara tersebut termasuk negara yang jumlah pendapatan per kapitanya masuk dalam kategori negara dengan jumlah pendapatan perkapita yang tinggi. Sebagai contoh yang lain, Negara Filipina dan Negara Indonesia meskipun tidak memiliki keterkaitan spasial secara geografis tapi kedua negara tersebut memiliki

karakteristik ekonomi yang sama dalam hal kategori jumlah pendapatan perkapitanya.

Identifikasi awal untuk melihat adanya efek spasial pada model regresi dilakukan dengan menggunakan uji Lagrange Multiplier. Hasil uji ini juga bisa mengidentifikasi jenis model regresi spasial yang akan terbentuk, apakah model spasial autoregressive (SAR), spasial error (SEM), atau model *spatial autoregressive with autoregressive disturbances* (SARMA). Identifikasi ini dilakukan untuk melihat keterkaitan antar wilayah atau pengaruh efek spasial autoregressive. Hipotesis yang diajukan adalah :

Ho : Tidak ada dependensi spasial lag variabel endogen

H<sub>1</sub> : Terdapat dependensi spasial lag variabel endogen

Pengujian dependensi spasial menggunakan empat statistik uji yaitu *lagrange multiplier lag* (LMlag) untuk mendeteksi dependensi spasial pada lag variabel dependen, *LM error* (LMerr) untuk mendeteksi dependensi spasial pada error, *robust LM lag* (RLMlag) untuk mendeteksi dependensi spasial pada lag variabel dependen, dan *robust LM error* (RLMerr) untuk mendeteksi dependensi spasial pada error. Pengujian dependensi spasial pada penelitian ini mengharapkan hasil *lag* spasial model signifikan.

### **Pengujian Dependensi Spasial dengan Bobot *Rook Contiguity***

Hasil uji dependensi spasial ketiga model persamaan simultan dengan bobot *rook contiguity* dapat dilihat pada Tabel 4.6. Pada persamaan pertumbuhan ekonomi, diperoleh hasil pengujian dari keempat uji yang dipakai yaitu *lagrange multiplier lag* (LMlag), *LM error* (LMerr), *robust LM lag* (RLMlag), *robust LM error* (RLMerr) yang semuanya signifikan pada  $\alpha = 10\%$ . Hal ini menandakan bahwa persamaan pertumbuhan ekonomi dengan menggunakan bobot *rook contiguity* diduga mengandung dependensi spasial baik pada *lag* maupun pada *error* model. Dengan kata lain, diduga adanya keterkaitan spasial pada pertumbuhan ekonomi antar negara anggota ASEAN. Hasil yang sama juga terlihat pada persamaan FDI dan persamaan *Trade Openness*. Dengan tingkat signifikansi sebesar  $\alpha = 10\%$ , persamaan FDI dan persamaan *Trade Openness* diduga mengandung dependensi spasial pada lag dan error model.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Dependensi Spasial dengan Bobot *Rook Contiguity*

Persamaan Pertumbuhan Ekonomi (lnGDP)			Persamaan FDI (lnFDI)		
Uji	Stat	<i>p-value</i>	Uji	Stat	<i>p-value</i>
LMlag	4,0344	0,0446	LMlag	5,1874	0,0228
LMerr	4,9527	0,0261	LMerr	6,4347	0,0112
RLMlag	5,0343	0,0249	RLMlag	4,0729	0,0436
RLMerr	5,9526	0,0147	RLMerr	5,3202	0,0211

Persamaan Trade Openness (lnOPEN)		
Uji	Stat	<i>p-value</i>
LMlag	4,0011	0,0455
LMerr	2,9888	0,0838
RLMlag	2,5583	0,1097
RLMerr	1,5461	0,2137

#### Pengujian Dependensi Spasial dengan Bobot *Customized*

Pengujian dependensi spasial juga dilakukan dengan pendekatan matriks bobot *customized*. Pada penelitian ini, pembobot *customized* yang digunakan adalah hasil modifikasi bobot spasial *rook contiguity* dengan mempertimbangkan variabel pendapatan perkapita pada setiap negara anggota ASEAN. Hasil uji dependensi spasial dengan bobot *customized* dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Pada Tabel 4.7, terdapat perbedaan hasil pengujian dependensi spasial dengan bobot *customized* pada ketiga persamaan simultan pada penelitian ini. Persamaan pertumbuhan ekonomi dan persamaan *Trade Openness* secara signifikan diduga mengandung dependensi spasial. Persamaan pertumbuhan ekonomi mengandung dependensi spasial pada lag dan *error* model. Persamaan *Trade Openness* hanya mengandung dependensi spasial pada lag. Sedangkan persamaan FDI ternyata tidak mengandung dependensi spasial baik pada lag maupun pada *error* model.

Berdasarkan uji dependensi spasial dengan menggunakan dua bobot yang berbeda yaitu bobot *rook contiguity* dan bobot *costumized*, dapat diduga ada dependensi spasial pada lag variabel endogen dalam persamaan pertumbuhan

ekonomi, FDI, dan *Trade Openness*. Oleh karena itu, pemodelan dapat dilanjutkan dengan menggunakan model durbin spasial yang memasukkan dua unsur spasial yaitu *lag* spasial variabel endogen dan *lag*spasial variabel eksogen.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Dependensi Spasial dengan Bobot *Customized*

Persamaan Pertumbuhan Ekonomi (lnGDP)			Persamaan FDI (lnFDI)		
Uji	Stat	<i>p-value</i>	Uji	Stat	<i>p-value</i>
LMlag	13,4731	0,0002	LMlag	0,4754	0,4905
LMerr	4,8695	0,0273	LMerr	0,0233	0,8787
RLMlag	8,6415	0,0033	RLMlag	0,4866	0,4854
RLMerr	0,0379	0,8456	RLMerr	0,0345	0,8527

Persamaan <i>Trade Openness</i> (lnOPEN)		
Uji	Stat	<i>p-value</i>
LMlag	0,0364	0,8488
LMerr	2,0450	0,1527
RLMlag	1,7531	0,1855
RLMerr	3,7618	0,0524

#### 4.4 Parameter Model Simultan Durbin Spasial

Pada bagian ini, akan ditampilkan estimasi parameter model simultan durbin spasial dengan metode *Generalized Method of Moment (GMM)* dengan dua pendekatan matriks pembobot spasial. *Pertama*, estimasi parameter model simultan durbin spasial dengan metode GMM dan matriks pembobot *rook contiguity*. *Kedua*, estimasi parameter model simultan durbin spasial dengan metode GMM dan matriks pembobot *customized*.

##### 4.4.1 Model Simultan Durbin Spasial dengan Metode GMM dan Pembobot

###### *Rook Contiguity*

Setelah melalui berbagai alternatif spesifikasi model persamaan simultan yang didasarkan pada teori-teori dan penelitian sebelumnya, maka diperoleh tiga persamaan simultan antara pertumbuhan ekonomi, FDI dan *Trade Openness* Negara ASEAN. Dengan menggunakan bobot spasial *rook contiguity*, ketiga



persamaan tersebut diestimasi dengan metode GMM. Hasil estimasi parameternya dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Hasil Estimasi Parameter Model Durbin Spasial dengan Pembobot *Rook Contiguity*

<b>Persamaan Pertumbuhan Ekonomi (lnGDP)</b>					
Variabel	Koefisien	SE	$t_{hitung}$	<i>P-value</i>	$R^2$ SSE
a1	0,0152	1,0307	0,0147	0,9883	
lnFDI	1,0586	0,0233	45,3857	0,0000	0,6528
lnTOT	0,2217	0,1338	1,6562	0,1048	40,7091
WlnFDI	-0,1853	0,1299	-1,4955	0,1419	
WlnTOT	0,8743	0,1229	7,1139	0,0000	
WlnGDP	0,0353	0,1087	0,3249	0,7468	
<b>Persamaan FDI (lnFDI)</b>					
Variabel	Koefisien	SE	$t_{hitung}$	<i>P-value</i>	$R^2$ SSE
b1	0,0126	1,3376	0,0094	0,9925	
lnGDP	0,9161	0,0232	39,4119	0,0000	
lnDIR	-0,1561	0,0229	-6,8114	0,0000	0,6793
WlnGDP	0,0032	0,05664	0,0562	0,9554	37,8343
WlnDIR	0,0589	0,0287	2,0479	0,0466	
WlnFDI	-0,0460	0,0874	-0,5263	0,6014	
<b>Persamaan <i>Trade Openness</i> (lnOPEN)</b>					
Variabel	Koefisien	SE	$t_{hitung}$	<i>P-value</i>	$R^2$ SSE
c1	0,0011	8,7477	0,0001	0,9999	
lnFDI	0,1880	0,1307	1,4385	0,1574	
lnER	-0,2181	0,0706	-3,0875	0,0035	0,2665
WlnFDI	-0,0013	0,2933	-0,0045	0,9964	14,937
WlnER	-0,2769	0,6693	-1,6357	0,1091	
WlnOPEN	0,1546	0,3317	0,4660	0,6435	

Dari hasil olah estimasi parameter yang terdapat pada Tabel 4.8, dapat dilakukan analisis melalui tingkat signifikansi setiap variabelnya. Pada persamaan pertumbuhan ekonomi (lnGDP), variabel FDI (lnFDI) secara signifikan berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi negara ASEAN. Sebaliknya, *Term of Trade* (lnTOT) ternyata tidak signifikan berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi pada  $\alpha = 10\%$ . Selanjutnya, spasial lag variabel dependen yakni spasial lag variabel pertumbuhan ekonomi (WlnGDP) ternyata juga tidak signifikan

hingga  $\alpha = 10\%$ . Untuk spasial lag variabel eksplanatori seperti spasial lag FDI (WlnFDI) ternyata juga tidak signifikan. Sebaliknya, spasial lag *Term of Trade* (WlnTOT) ternyata secara signifikan berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi pada  $\alpha = 10\%$ . Tanda koefisien regresi dari hasil parameter persamaan pertumbuhan ekonomi ini ternyata sudah sesuai dengan teori yang sudah ada dan sesuai dengan hipotesis penelitian yang telah dibuat.

Pada persamaan FDI (lnFDI), variabel pertumbuhan ekonomi (lnGDP) dan tingkat suku bunga (lnDIR) berpengaruh secara signifikan terhadap FDI. Selanjutnya, spasial lag variabel FDI (WlnFDI) ternyata tidak berpengaruh secara signifikan dengan  $\alpha = 10\%$ . Hal ini diikuti pula oleh spasial lag variabel pertumbuhan ekonomi (WlnGDP) yang ternyata juga tidak signifikan. Sebaliknya, spasial lag variabel eksplanatori lainnya yakni spasial lag tingkat suku bunga ternyata berpengaruh secara signifikan terhadap FDI. Tanda koefisien regresi dari hasil parameter persamaan FDI ternyata juga sudah sesuai dengan teori yang sudah ada dan sesuai dengan hipotesis penelitian yang telah dibuat.

Untuk persamaan yang ketiga yakni persamaan *Trade Openness*, diperoleh variabel FDI (lnFDI) tidak signifikan mempengaruhi *Trade Openness* (lnOPEN). Sebaliknya, Kurs mata uang negara terhadap dolar (lnER) berpengaruh terhadap *Trade Openness*. Selanjutnya, spasial lag variabel dependen yakni spasial lag *Trade Openness* (WlnOPEN) ternyata juga tidak signifikan hingga  $\alpha = 10\%$ . Untuk spasial lag variabel eksplanatori, seperti spasial lag FDI (WlnFDI) dan spasial lag kurs mata uang negara terhadap dolar (WlnER) ternyata juga tidak signifikan pada  $\alpha = 10\%$ . Tanda koefisien regresi dari hasil parameter persamaan *Trade Openness* ini ternyata juga sudah sesuai dengan teori yang sudah ada dan sesuai dengan hipotesis penelitian yang telah dibuat.

#### **4.4.2 Model Simultan Durbin Spasial dengan Metode GMM dan Pembobot Customized**

Sama halnya dengan analisis pada model simultan durbin spasial dengan metode GMM pada pembobot *rook contiguity*, estimasi parameter yang menggunakan pendekatan pembobot *customized* juga telah melalui beberapa

penyesuaian spesifikasi model berdasarkan teori-teori dan penelitian sebelumnya. Hasil estimasi parameter dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Analisis pada hasil Tabel 4.9 sama saja dengan analisis pada tabel sebelumnya, dimana perlu diperhatikan tingkat signifikansi parameter dari tiap variabelnya. Selain itu, perlu juga dilihat kesesuaian tanda koefisien parameter dari hasil estimasi dengan dasar teori yang ada dan sesuai dengan hipotesis penelitian yang telah ditetapkan. Dari hasil olah estimasi parameter yang terdapat pada Tabel 4.9, dapat dilakukan analisis melalui tingkat signifikansi setiap variabelnya. Pada persamaan pertumbuhan ekonomi ( $\ln\text{GDP}$ ), variabel FDI ( $\ln\text{FDI}$ ) dan variabel *Term of Trade* ( $\ln\text{TOT}$ ) secara signifikan berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi negara ASEAN. Selanjutnya, spasial lag variabel dependen yakni spasial lag variabel pertumbuhan ekonomi ( $\text{W}\ln\text{GDP}$ ) ternyata juga signifikan hingga  $\alpha = 10\%$ . Untuk spasial lag variabel eksplanatori seperti spasial lag FDI ( $\text{W}\ln\text{FDI}$ ) ternyata juga tidak signifikan. Sebaliknya, spasial lag eksplanatori yang lainnya yakni spasial lag *Term of Trade* ( $\text{W}\ln\text{TOT}$ ) ternyata secara signifikan berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi pada  $\alpha = 10\%$ . Tanda koefisien regresi dari hasil parameter persamaan pertumbuhan ekonomi ini ternyata sudah sesuai dengan teori yang sudah ada dan sesuai dengan hipotesis penelitian yang telah dibuat.

Pada persamaan FDI ( $\ln\text{FDI}$ ), variabel pertumbuhan ekonomi ( $\ln\text{GDP}$ ) dan tingkat suku bunga ( $\ln\text{DIR}$ ) berpengaruh secara signifikan terhadap FDI. Selanjutnya, spasial lag variabel FDI ( $\text{W}\ln\text{FDI}$ ) ternyata tidak berpengaruh secara signifikan dengan  $\alpha = 10\%$ . Hal ini diikuti pula oleh spasial lag variabel pertumbuhan ekonomi ( $\text{W}\ln\text{GDP}$ ) yang ternyata juga tidak signifikan. Sebaliknya, spasial lag variabel eksplanatori lainnya yakni spasial lag tingkat suku bunga ternyata berpengaruh secara signifikan terhadap FDI. Tanda koefisien regresi dari hasil parameter persamaan FDI ternyata juga sudah sesuai dengan teori yang sudah ada dan sesuai dengan hipotesis penelitian yang telah dibuat.

Untuk persamaan yang ketiga yakni persamaan *Trade Openness*, diperoleh variabel FDI ( $\ln\text{FDI}$ ) dan Kurs mata uang negara terhadap dolar ( $\ln\text{ER}$ ) berpengaruh secara signifikan terhadap *Trade Openness* ( $\ln\text{OPEN}$ ). Selanjutnya, spasial lag variabel dependen yakni spasial lag *Trade Openness* ( $\text{W}\ln\text{OPEN}$ )

ternyata tidak signifikan hingga  $\alpha = 10\%$ . Sama halnya dengan spasial lag variabel eksplanatori seperti spasial lag FDI (WlnFDI). Sebaliknya, spasial lag kurs mata uang negara terhadap dolar (WlnKurs) ternyata secara signifikan berpengaruh terhadap *Trade Openness* pada  $\alpha = 10\%$ . Tanda koefisien regresi dari hasil parameter persamaan *Trade Openness* ini ternyata juga sudah sesuai dengan teori yang sudah ada dan sesuai dengan hipotesis penelitian yang telah dibuat.

Tabel 4.9. Hasil Estimasi Parameter Model Durbin Spasial dengan Pembobot *Customized*

<b>Persamaan Pertumbuhan Ekonomi (lnGDP)</b>					
Variabel	Koefisien	SE	$t_{hitung}$	<i>P-value</i>	$R^2$ SSE
a1	0,0022	2,7725	0,0008	0,9994	0,7678 27,23
lnFDI	0,9911	0,0303	32,7406	0,0000	
lnTOT	0,6207	0,1861	3,3359	0,0017	
WlnFDI	0,0406	0,1588	0,2558	0,7993	
WlnTOT	-0,5718	0,2017	-7,7944	0,0000	
WlnGDP	0,2688	0,1531	1,7560	0,0861	
<b>Persamaan FDI (lnFDI)</b>					
Variabel	Koefisien	SE	$t_{hitung}$	<i>P-value</i>	$R^2$ SSE
b1	0,0047	0,5743	0,0083	0,9935	0,7322 31,5871
lnGDP	0,8992	0,0219	41,0148	0,0000	
lnDIR	-0,1730	0,0360	-4,8053	0,0000	
WlnGDP	0,0318	0,1871	0,1699	0,8659	
WlnDIR	-0,4312	0,0564	-7,6441	0,0000	
WlnFDI	-0,0356	0,2151	-0,1653	0,8695	
<b>Persamaan <i>Trade Openness</i> (lnOPEN)</b>					
Variabel	Koefisien	SE	$t_{hitung}$	<i>P-value</i>	$R^2$ SSE
c1	0,0015	1,5485	0,0010	0,9992	0,7325 5,4480
lnFDI	0,2242	0,0625	3,5852	0,0008	
lnER	-0,1890	0,1007	-1,8760	0,0673	
WlnFDI	0,0153	0,0419	0,3663	0,7159	
WlnER	-0,6606	0,1081	-6,1105	0,0000	
WlnOPEN	-0,0945	0,2222	-0,4253	0,6727	

Jika dilihat dari hasil ulasan kedua model estimasi parameter sebelumnya, terlihat hasil estimasi parameter model simultan durbin spasial yang menggunakan metode GMM baik dengan pendekatan pembobot *rook contiguity* maupun dengan pembobot *customized* ternyata memberikan tanda koefisien dan signifikansi variabel-variabelnya sebagian besar sama. Akan tetapi, hasil tersebut tidak berlaku pada hasil signifikansi spasial lag variabel dependen yang memberikan hasil berbeda bila dengan menggunakan pendekatan dua pembobot tersebut.

#### 4.5 Pemilihan Model Terbaik

Berdasarkan dua alternatif hasil estimasi parameter model simultan durbin spasial pada ketiga persamaan simultan (persamaan pertumbuhan ekonomi, FDI, dan *Trade Openness*), selanjutnya akan ditentukan model terbaik yang nantinya akan dianalisis lebih lanjut. Penentuan model terbaik didasarkan pada tiga kriteria, yaitu koefisien spasial lag variabel endogen ( $\rho_j$ ), nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ), dan nilai SSE. Model terbaik dan yang akan dianalisis lebih lanjut adalah model dengan koefisien spasial lag variabel endogen ( $\rho_j$ ) yang signifikan, nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang terbesar, dan nilai SSE yang terkecil. Ketiga kriteria tersebut disajikan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10. Kriteria Pemilihan Model Terbaik

<b>GMM Durbin Spasial dengan <i>rook contiguity</i></b>			
Persamaan	<i>P-value</i>	$R^2$	SSE
Pertumbuhan Ekonomi	0,7468	0,6528	40,7091
FDI	0,6014	0,6793	37,8343
<i>Trade Openness</i>	0,6435	0,2665	14,937
<b>GMM Durbin Spasial dengan <i>customized</i></b>			
Persamaan	<i>P-value</i>	$R^2$	SSE
Pertumbuhan Ekonomi	0,0861	0,7678	27,23
FDI	0,8695	0,7322	31,5871
<i>Trade Openness</i>	0,6727	0,7325	5,4480

Berdasarkan kriteria diatas, dapat dikatakan bahwa hasil estimasi parameter model persamaan pertumbuhan ekonomi, FDI dan *Trade Openness*

dengan bobot *customized* relatif lebih baik dibandingkan dengan hasil estimasi parameter dengan pendekatan bobot *rook contiguity*. Hal tersebut dikarenakan hasil estimasi parameter GMM dengan pembobot *customized* menghasilkan koefisien spasial lag variabel endogen ( $\rho_j$ ) yang signifikan, nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang terbesar, dan nilai SSE yang terkecil.

#### 4.6 Interpretasi Model

Pada bagian ini akan dilakukan analisis lebih lanjut dari pemilihan model terbaik yang telah dihasilkan. Selain itu, akan dibahas juga tinjauan secara ekonomi pada seluruh variabel penelitian berdasarkan hasil pemodelan dan estimasi parameter pada subbab sebelumnya. Pembahasan yang dilakukan yakni mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi, FDI, dan *Trade Openness*. Parameter hasil estimasi yang akan dianalisis dari hasil pada Tabel 4.9.

Secara umum, hasil estimasi parameter model simultan durbin spasial pada penelitian ini sudah menunjukkan kesesuaian antara konsep teori ekonometrika dan hasil empiris. Hasil signifikansi parameter pada tiap variabel sebagian besar terpenuhi. Hal tersebut mengindikasikan bahwa hipotesis penelitian yang telah dibuat sudah cukup direpresentasikan dari spesifikasi model yang ada. Selain itu, besaran dan tanda koefisien estimasi parameter perlu diperhatikan karena besaran dapat menunjukkan seberapa besar kekuatan hubungan antar variabel dan tanda koefisien estimasi parameter menunjukkan arah hubungan antar variabel.

Berdasarkan hasil estimasi parameter dengan metode GMM dan pembobot *customized*, maka persamaan pertumbuhan ekonomi ( $\ln GDP$ ) dapat ditulis seperti:

$$\ln \widehat{GDP}_i = 0,0022 + 0,2680 \sum_{i=1}^n \sum_{h=1}^n W_{ih} \ln GDP_i + 0,9911 \ln FDI_i + 0,6207 \ln TOT_i + 0,0406 \sum_{i=1}^n \sum_{h=1}^n W_{ih} \ln FDI_i - 0,5718 \sum_{i=1}^n \sum_{h=1}^n W_{ih} \ln TOT_i .$$

Koefisien  $R^2$  sebesar 0,7678. Artinya, 76,78 persen variabilitas data pertumbuhan ekonomi ( $\ln GDP$ ) mampu dijelaskan oleh model yang telah dibentuk.

Hasil estimasi parameter dengan metode GMM menunjukkan bahwa variabel FDI ( $\ln FDI$ ) berpengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi. Koefisien variabel FDI sebesar 0,9911. Artinya, negara yang jumlah

FDInya naik sebesar 1 persen, maka akan diikuti oleh kenaikan angka pertumbuhan sebesar 0,99 persen, dengan asumsi variabel yang lain tidak berubah. Hal ini sejalan dengan hipotesis yang diharapkan yakni peningkatan angka pertumbuhan ekonomi dapat dilakukan melalui jumlah FDI yang masuk ke negara tersebut.

Respon positif menunjukkan bahwa peningkatan pertumbuhan ekonomi akan meningkatkan aliran masuk modal asing dalam bentuk FDI. Hal ini sejalan dengan teori yang ada, bahwa negara-negara investor akan mencari negara berkembang dengan pertumbuhan ekonomi tinggi untuk menanamkan dananya dalam bentuk FDI pada negara berkembang tersebut, mengingat masyarakat di negara berkembang dengan pertumbuhan ekonomi yang tinggi cenderung konsumtif sehingga sangat prospektif untuk menjadi pangsa pasar baru bagi negara investor.

Selanjutnya, variabel *Term of Trade* (lnTOT) ternyata berpengaruh positif dan signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi. Koefisien variabel *Term of Trade* sebesar 0,6207. Artinya, negara yang besaran angka indeks *Term of Trade* meningkat sebesar 1 persen, maka akan diikuti oleh meningkatnya pertumbuhan ekonomi sebesar 0,62 persen, dengan asumsi variabel lain tidak mengalami perubahan.

*Term of Trade* pada dasarnya adalah rasio harga ekspor terhadap harga impor. Artinya semakin tinggi nilai, maka semakin baik bagi negara tersebut. Ekspor dilakukan karena harga di luar negeri bisa lebih tinggi, kemudian hasil ekspor digunakan untuk belanja impor. Apabila harga ekspor lebih tinggi dari harga impornya, maka negara akan semakin baik perekonomiannya.

Jika ekspor dan impor terus meningkat, diharapkan angka *Term of Trade* meningkat pula dan tentunya akan dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi. Apabila angka *Term of Trade* meningkat dan dapat menyebabkan pertumbuhan ekonomi meningkat maka terlihat adanya peningkatan daya saing perdagangan. Hal tersebut dapat ditunjukkan dari penjualan ekspor ternyata lebih baik daripada pembelian impornya.

Keterkaitan antar lokasi (dependensi spasial lag) yang bersifat positif dan signifikan pada variabel pertumbuhan ekonomi. Artinya, kenaikan angka pertumbuhan ekonomi di suatu negara ASEAN akan memberikan efek yang positif pula terhadap negara yang ada di sekitarnya. Pengaruh dari masing-masing pertumbuhan ekonomi dapat diukur dari nilai 0,2680 dibagi dengan jumlah wilayah yang memiliki karakteristik yang sama dengan wilayah negara yang diamati.

Keterkaitan antar lokasi pada variabel *Term of Trade* juga terbukti secara signifikan berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi, meskipun pengaruh tersebut bersifat negatif. Artinya, kenaikan angka *Term of Trade* di suatu negara ASEAN akan memberikan efek yang negatif terhadap negara yang ada di sekitarnya. Pengaruh dari masing-masing *Term of Trade* dapat diukur dari nilai 0,5718 dibagi dengan jumlah wilayah yang memiliki karakteristik yang sama dengan wilayah negara yang diamati.

Berdasarkan hasil estimasi parameter dengan metode GMM dan pembobot *customized*, maka persamaan FDI (lnFDI) dapat ditulis seperti:

$$\ln \widehat{FDI}_i = 0,0047 - 0,0356 \sum_{i=1}^n \sum_{h=1}^n W_{ih} \ln FDI_i + 0,8922 \ln GDP_i - 0,1730 \ln DIR_i \\ + 0,0318 \sum_{i=1}^n \sum_{h=1}^n W_{ih} \ln GDP_i - 0,4312 \sum_{i=1}^n \sum_{h=1}^n W_{ih} \ln DIR_i .$$

Koefisien  $R^2$  sebesar 0,7322. Artinya, 73,22 persen variabilitas data FDI (lnFDI) mampu dijelaskan oleh model yang telah dibentuk.

Hasil estimasi parameter dengan metode GMM menunjukkan bahwa variabel pertumbuhan ekonomi (lnGDP) berpengaruh positif dan signifikan terhadap FDI. Koefisien variabel pertumbuhan ekonomi sebesar 0,8922. Artinya, negara yang tingkat pertumbuhannya naik sebesar 1 persen, maka akan diikuti oleh kenaikan jumlah FDI yang masuk ke negara tersebut sebesar 0,89 persen, dengan asumsi variabel yang lain tidak berubah.

Pertumbuhan ekonomi merupakan determinan yang kuat untuk menarik investor asing menanamkan modalnya. Oleh karena itu, mendorong peningkatan pertumbuhan ekonomi menjadi penting di dalam mendorong aliran masuk FDI.



Selanjutnya, variabel tingkat suku bunga (lnDIR) ternyata berpengaruh negatif dan signifikan terhadap FDI. Koefisien variabel tingkat suku bunga sebesar 0,1730. Artinya, negara yang tingkat suku bunganya sedang mengalami peningkatan sebesar 1 persen, maka akan diikuti oleh menurun jumlah FDI yang masuk ke negara tersebut sebesar 0,17 persen, dengan asumsi variabel lain tidak mengalami perubahan.

Bagi para penanam modal, yang menjadi acuan untuk melakukan suatu investasi adalah suku bunga riil. Suku bunga riil berperan sebagai determinan pada *cost of capital* (biaya modal). Tingginya tingkat suku bunga riil akan menyebabkan biaya modal yang tinggi sehingga membuat tingkat investasi menurun.

Penurunan tingkat bunga akan mendorong kenaikan investasi yang selanjutnya akan mendorong meningkatnya pendapatan. Adapun jumlah permintaan akan barang-barang modal bergantung pada tingkat bunga yang menentukan biaya dari dana yang digunakan untuk membiayai investasi.

Menurut teori klasik, investasi merupakan fungsi dari tingkat bunga. Makin tinggi tingkat bunga maka keinginan untuk melakukan investasi akan semakin kecil. Hal ini dikarenakan pengusaha akan menambah pengeluaran investasinya apabila keuntungan yang diharapkan dari investasi lebih besar dari tingkat bunga yang harus dia bayarkan untuk dana investasi tersebut dimana tingkat bunga disini merupakan *cost of capital* atau ongkos untuk penggunaan dana. Sebaliknya, makin kecil tingkat bunga maka *cost of capital*-nya akan semakin kecil pula sehingga pengusaha akan lebih terdorong untuk melakukan investasi.

Keterkaitan antar lokasi pada variabel tingkat suku bunga juga terbukti secara signifikan berpengaruh terhadap FDI, meskipun pengaruh tersebut bersifat negatif. Artinya, kenaikan tingkat suku bunga di suatu negara ASEAN akan memberikan efek yang negatif terhadap negara yang ada di sekitarnya. Pengaruh dari masing-masing tingkat suku bunga dapat diukur dari nilai 0,4312 dibagi dengan jumlah wilayah yang memiliki karakteristik yang sama dengan wilayah negara yang diamati.

Berdasarkan hasil estimasi parameter dengan metode GMM dan pembobot *customized*, maka persamaan *Trade Openness* ( $\ln OPEN$ ) dapat ditulis seperti:

$$\begin{aligned} \ln \widehat{OPEN}_i = & 0,0015 - 0,0945 \sum_{i=1}^n \sum_{h=1}^n W_{ih} \ln OPEN_i + 0,2242 \ln FDI_i \\ & - 0,1890 \ln ER_i + 0,0153 \sum_{i=1}^n \sum_{h=1}^n W_{ih} \ln FDI_i \\ & - 0,6606 \sum_{i=1}^n \sum_{h=1}^n W_{ih} \ln ER_i . \end{aligned}$$

Koefisien  $R^2$  sebesar 0,7325. Artinya, 73,25 persen variabilitas data keterbukaan perdagangan internasional (*trade Openness*) mampu dijelaskan oleh model yang telah dibentuk.

Hasil estimasi parameter dengan metode GMM menunjukkan bahwa variabel FDI berpengaruh positif dan signifikan terhadap tingkat *Trade Openness* di suatu negara. Koefisien variabel FDI sebesar 0,2242. Artinya, negara dengan jumlah FDInya yang masuk (*FDI inflows*) meningkat sebesar 1 persen, maka akan diikuti oleh kenaikan tingkat *Trade Openness* yang di negara tersebut sebesar 0,22 persen, dengan asumsi variabel yang lain tidak berubah. Dengan kata lain, kinerja perdagangan internasional di negara tersebut mengalami peningkatan.

Keterbukaan perdagangan merupakan indikasi adanya *demand* dari luar negeri terhadap produk domestik. Hal tersebut tentu akan mendorong produksi barang unggulan untuk diekspor yang akan berpengaruh dalam pertumbuhan ekonomi.

Selanjutnya, variabel kurs mata uang terhadap dolar ternyata berpengaruh negatif dan signifikan terhadap tingkat *Trade Openness*. Koefisien variabel kurs mata uang terhadap dolar sebesar 0,1890. Artinya, negara yang kurs mata uang terhadap dolar sedang mengalami pelemahan mata uang sebesar 1 persen, maka akan diikuti oleh menurunnya tingkat *Trade Openness* atau kinerja perdagangan internasional di negara tersebut yang juga menurun 0,19 persen, dengan asumsi variabel lain tidak mengalami perubahan.

Perdagangan antar negara (perdagangan internasional) tidak terlepas dari pengaruh perubahan nilai tukar (*exchange rate*). Nilai tukar yang terjadi pada sistem nilai tukar mengambang (*floating exchange rate*) baik depresiasi maupun

apresiasi mempunyai pengaruh terhadap neraca perdagangan (*trade balance*) pada kegiatan ekspor dan impor.

Depresiasi nilai tukar menyebabkan nilai ekspor ke negara lain akan meningkat. Hal ini disebabkan oleh barang di negara tersebut (*domestic goods*) dipandang lebih murah atau lebih kompetitif dibanding barang yang ada di negara asing (*foreign goods*) atau pengimpor. Akan tetapi, hal tersebut dapat mengakibatkan nilai impor menurun karena barang menjadi lebih mahal. Meningkatnya ekspor dan menurunnya impor dapat menyebabkan tingkat *Trade Openness* mengalami penurunan. Oleh karena itu, kondisi yang diharapkan dalam menjaga kestabilan perdagangan internasional adalah saat terjadinya apresiasi nilai tukar.

Keterkaitan antar lokasi pada variabel kurs mata uang juga terbukti secara signifikan berpengaruh terhadap *trade openness*, meskipun pengaruh tersebut bersifat negatif. Artinya, nilai kurs mata uang terhadap dolar di suatu negara ASEAN akan memberikan efek yang negatif terhadap negara yang ada di sekitarnya. Pengaruh dari masing-masing nilai kurs mata uang terhadap dolar dapat diukur dari nilai 0,6606 dibagi dengan jumlah wilayah yang memiliki karakteristik yang sama dengan wilayah negara yang diamati.

Koefisien  $\rho$  yang nyata menunjukkan bahwa suatu wilayah yang memiliki karakteristik ekonomi (kategori pendapatan perkapita) yang sama dengan wilayah lain sebanyak  $h$  negara, maka pengaruh dari masing-masing wilayah tersebut dapat diukur sebesar 0,2680 dibagi dengan jumlah wilayah yang memiliki karakteristik yang sama dengan wilayah negara yang diamati. Hal ini juga berlaku untuk variabel lag spasial eksplanatori yang berupa variabel *Term of Trade*. Pengaruh dari masing-masing nilai *Term of Trade* pada wilayah yang mengelilinginya dapat diukur dari nilai 0,5718 dibagi dengan jumlah wilayah yang memiliki karakteristik yang sama dengan wilayah negara yang diamati.

Sebagai contoh, model durbin spasial yang diamati adalah Negara Indonesia, dimana Negara Indonesia memiliki karakteristik yang sama dengan Negara Thailand dan Negara Filipina, sehingga model yang terbentuk adalah:

$$\begin{aligned} \ln \widehat{GDP}_{Indonesia} = & 0,0022 + 0,1340 \ln GDP_{Thailand} + 0,1340 \ln GDP_{Filipina} \\ & + 0,9911 \ln FDI_{Indonesia} + 0,6207 \ln TOT_{Indonesia} \\ & - 0,2859 \ln TOT_{Thailand} - 0,2859 \ln TOT_{Filipina} \end{aligned}$$

Model diatas dapat diinterpretasikan bahwa:

Secara spesifik pada kondisi *ceteris paribus*, perubahan FDI Indonesia sebesar 1 persen diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi Indonesia sebesar 0,9911 persen. Angka *Term of Trade* Indonesia naik sebesar 1 persen, maka rata-rata pertumbuhan ekonomi akan meningkat sebesar 0,6207 persen. Apabila masing-masing angka *Term of Trade* Negara Thailand dan Negara Filipina meningkat sebesar 1 persen maka akan dapat melemahkan pertumbuhan ekonomi Indonesia sebesar 0,2859 persen. Sebaliknya, kenaikan 1 persen pertumbuhan ekonomi di Negara Thailand dan Negara Filipina akan dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi Indonesia sebesar 0,1340 persen.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil analisis dan pembahasan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. a. ASEAN merupakan negara kawasan dengan pertumbuhan ekonomi yang tinggi dan selalu berada di atas rata-rata pertumbuhan ekonomi dunia selama periode penelitian. Perekonomian ASEAN rata-rata mampu tumbuh berkisar 4-5 persen per tahun. Pertumbuhan ekonomi yang tinggi terjadi selain disebabkan potensi sumber daya yang dimiliki ASEAN juga disebabkan besarnya FDI yang masuk ke ASEAN.
- b. Rata-rata FDI masuk ke ASEAN sebesar 125 milyar US\$ per tahun dengan konsentrasi di negara ASEAN-6. FDI mendorong terjadinya *transfer of technology, know-how*, dan *management skill* dari negara maju ke negara ASEAN yang mampu menjadi *sustainable machine* bagi perekonomian. Kontribusi FDI terhadap GDP di ASEAN masih tergolong rendah, hanya Singapura dan Kamboja yang memiliki kontribusi FDI ke GDP di atas 10 persen, sedangkan negara lainnya masih di bawah 10 persen. FDI juga membantu peningkatan kapasitas produksi yang berpotensi memperbesar ekspor, sedangkan kenaikan GDP sendiri akan memperbesar impor.
- c. Semakin besar peran ekspor dan impor terhadap GDP menunjukkan tingkat *trade openness* suatu negara. ASEAN merupakan kawasan dengan keterbukaan perdagangan yang tinggi, 8 negara ASEAN kecuali Indonesia dan Myanmar memiliki *trade openness* di atas 50 persen dan Singapura merupakan negara paling terbuka dengan *trade openness* sebesar 348,52 persen.

2. a. Metode estimasi GMM dengan bobot *customized* ternyata menghasilkan hasil estimasi yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan pendekatan bobot *rook contiguity* pada persamaan simultan durbin spasial dalam pemodelan pertumbuhan ekonomi, FDI, dan *Trade Openness* Negara ASEAN.
- b. Model Pertumbuhan ekonomi, FDI, dan *Trade Openness* terbukti secara signifikan memiliki keterkaitan antar lokasi (dependensi spasial).
- c. Variabel FDI berpengaruh positif dan *Term of Trade* berpengaruh negatif dalam peningkatan pertumbuhan ekonomi dengan elastisitas masing-masing sebesar 0,99 dan 0,62. Variabel pertumbuhan ekonomi berpengaruh positif dan tingkat suku bunga berpengaruh negatif dalam peningkatan FDI dengan elastisitas masing-masing sebesar 0,89 dan 0,17. Variabel Kurs mata uang berpengaruh negatif dan FDI berpengaruh positif terhadap peningkatan tingkat keterbukaan perdagangan internasional (*Trade Openness*) negara ASEAN dengan elastisitas masing-masing sebesar 0,19 dan 0,22.

## 5.2 Saran

Dari hasil analisis dan pembahasan sebelumnya, maka ada beberapa saran yang dapat digunakan oleh pihak pemerintahan negara-negara anggota ASEAN untuk dapat mengambil suatu kebijakan ekonomi dalam rangka mempercepat laju pertumbuhan ekonomi, meningkatkan jumlah FDI yang masuk (*FDI Inflows*), kinerja perdagangan internasional khususnya antar negara-negara ASEAN, dan juga untuk penelitian selanjutnya.

1. Untuk meningkatkan FDI dan investasi domestik yang mempunyai kontribusi yang terkecil terhadap pertumbuhan ekonomi, maka seharusnya mengambil kebijakan yang mendukung iklim investasi dan usaha yang kondusif seperti menjaga stabilitas suku bunga pada level yang menarik bagi investasi dan menjaga stabilitas nilai tukar. Selain itu pemerintah perlu melakukan penyesuaian dan perbaikan regulasi, reformasi kelembagaan dan pemerintahan serta perbaikan infrastruktur fisik. Ketika FDI terjadi maka apa yang diharapkan dari dampak positif FDI seperti *transfer of technology*,

*know-how*, dan *management skill* dapat terjadi sehingga pada akhirnya akan meningkatkan mutu produk domestik yang akan menciptakan daya saing perdagangan internasional. Peningkatan daya saing diharapkan mampu menghilangkan anomali hubungan TOT terhadap pertumbuhan ekonomi.

2. Beberapa saran untuk penelitian selanjutnya adalah:

- a. Mengembangkan persamaan simultan spasial dengan memperhitungkan efek waktu (panel) sehingga bisa dilihat pengaruh antar wilayah dan antar waktu.
- b. Model spasial yang dibentuk dalam pemodelan pertumbuhan ekonomi, FDI dan *Trade Openness* tidak hanya memperhitungkan interaksi spasial pada variabel dependen dan variabel eksplanatori, tetapi juga memperhitungkan memasukan interaksi spasial pada variabel eksplanatori dan *disturbance*. Model spasial dapat disebut dengan *spatial durbin error model*.
- c. Pemodelan persamaan simultan spasial dapat diperluas dengan cara menambah persamaan struktural
- d. Pemodelan persamaan simultan spasial dengan menggunakan pendekatan variabel atau indikator sosial dalam pemodelan pertumbuhan ekonomi negara ASEAN.
- e. Matriks pembobot spasial *customized* bisa dipertimbangkan untuk menggunakan pusat perdagangan internasional berdasarkan kegiatan ekspor impor di wilayah negara ASEAN.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andren, T., (2007), "Econometrics", Thomas Andren & Ventus Publishing ApS.
- Anselin, L., (1988), *Spatial Econometrics: Methods and Models*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Bera, A. dan Yoon, (1993), "Specification Testing with Locally Misspecified Alternatives", *Econometric Theory*, Vol. 9, hal. 649-658.
- Cressie, N.A.C., (1991), *Statistics for Spatial Data, Revised Edition*, Iowa State University, Wiley, New York.
- Dewi, P.K dan Triaryati, N. (2015). "Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Suku Bunga, dan Pajak Terhadap Investasi Asing Langsung", *E-Jurnal Manajemen Universitas Udayana*, Vol. 4, No. 4.
- Dritsaki dan Adamopoulos, A. (2004), "A Causal Relationship Between Trade, Foreign Direct Investment and Economic Growth for Greece", *American Journal of Applied Sciences*.
- Drukker, D.M., Engger, P., Pruscha, I.R, (2013), "On Two-Step Estimation of a Spatial Autoregressive Model With Autogressive Disturbance and Endogenous Regressor", *Econometric Reviews*, Vol.32, hal 686–733.
- Eshafani, H.S. (1991), "Exports, Imports, and Economic Growth in Semi-industrialized Countries", *Journal of Development Economics*, Vol. 35, Januari 1991, hal. 93-116.
- Greene, W. (2012). *Econometrics Analysis*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Gujarati, D., (2003). *Basic Econometric: Fourth Edition*, Mc.Graw Hill Companies.
- Hausman, J. (1978). Specification Test in Econometrics. *Econometrica*, Vo, 46, No.6, Hal. 1251-1271.
- Jaya, L. (2017). *Penerapan Generalized Method of Moment (GMM) Pada Persamaan Simultan Durbin Spasial Untuk Memodelkan Kemiskinan Jawa Timur*. Tesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.



- Kelejian, H.H., Prucha, I.R., (1999), “A Generalized Moments Estimator for the Autoregressive Parameter in a Spatial Model”, *International Economic Review*, Vol. 40, No.2, hal. 509-533.
- Kelejian, H.H., Prucha, I.R. (2004), “Estimation of Simultaneous Systems of Spatially Interrelated Cross Sectional Equations”, *Journal of Econometrics*, Vol. 118, No.1-2, hal. 27–50.
- Kurniati, Y dan Prasmuko, A. (2007), “Determinan FDI (Faktor-Faktor yang Menentukan Investasi Asing Langsung)”, *Working Paper*, Vol. 6, Bank Indonesia.
- Lan, N.P. (2006), *Foreign Direct Investment and Its Linkage to Economic Growth in Vietnam: A Provincial Level Analysis*, Centre for Regulation and Market Analysis, University of South Australia, Adelaide.
- Lee, L.F. (2007), “The method of Elimination and Substitution in the GMM estimation of mixed regressive, spastial autoregressive models”, *Journal of Econometrics*, vol. 140, hal. 155–189.
- LeSage, J.P. dan R.K. Pace, (2009), *Introduction to Spatial Econometrics*, Taylor and Francis, Boca Raton.
- LeSage, J.P., (1999), *The Theory and Practice of Spatial Econometrics*, University of Toledo.
- Liu, X., dan Saraiva, P., (2015), “GMM estimation of SAR Models with Endogenous Regressors”, *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 55, hal. 68-79.
- Makki, S.S. (2000), “Impact of Foreign Direct Investment and Trade on Economic Growth”, *Journal of Economic Literature*, World Bank.
- Manski, C.F. (1993), “Identification of Endogenous Social Effects: The Reflection Problem”, *The Review of Economic Studies*, Vol. 60, No. 2, hal 531-542.
- Mitze, Timo, dkk. (2008), “Trade, FDI and Cross-Variable Linkages: A German (Macro-Regional Perspective)”, *MPRA Paper*.
- Nielsen, H.B., (2007), *Generalized method of moment estimation, Lecture notes*.  
[http://www.econ.ku.dk/metrics/Econometrics2\\_07\\_I/LectureNotes/gmm.pdf](http://www.econ.ku.dk/metrics/Econometrics2_07_I/LectureNotes/gmm.pdf).

- Rahayu, A.Y. (2011). *Analisis Hubungan Pertumbuhan Ekonomi, Perdagangan Internasional, dan Foreign Direct Investment*. Tesis, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Risdiana, F.Y. (2017). *Analisis Pendapatan Nasional Negara-Negara ASEAN dengan Pendekatan Simultan Spasial Menggunakan Generalized of Moment (GMM)*. Tesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Ruxanda, G.. (2010), “FDI and Economic Growth. Evidence From Simultaneous Equation Models”, *Romanian Journal of Economic Forecasting*, Vol. 1, hal. 45-58.
- Salsabila, A.H dan Kertahadi. (2015), “Pengaruh Foreign Direct Investment (FDI) dan Daya Saing Terhadap Ekspor (Studi Pada Sektor Industri Manufaktur Indonesia Tahun 2004-2013)”, *Jurnal Administrasi Bisnis*, Vol. 2, No. 2, hal. 1-6.
- Seddighi, H., Lawler, K., dan Katos, A. (2001). *Econometrics: A Practical Approach*. London: Routledge.
- Setiawan dan Kusri, D.E. (2010). *Ekonometrika*. Jogjakarta: ANDI
- Setiawan, Ahmad, I.S., dan Sutikno, (2015), “Spatial Simultaneous Equation Model, Case Study Empirical Analysis Of Regional Economic Growth in Central Java Province”, *International Journal Of Applied Mathematics and Statistics*, Vol. 53, Issue No. 5.
- Stakhovych, S., dan Bijmolt, T.H.A., (2008), “Specification of Spatial Models: A Simulation Study on Weights Matrices”, *Papers in Regional Science*, Vol. 88, hal. 389-408.
- Todaro, M.P. dan Smith, S. C. (2003). *Pembangunan Ekonomi di Dunia Ketiga. Munandar dan Puji(penerjemah)*. Erlangga, Jakarta
- Tsai, P. (1994), “Determinants of Foreign Direct Investment and Its Impact on Economic Growth”, *Journal of Economic of Economic Development*, Vol. 19, No. 1, hal. 137-163.
- Verbeek, M. (2004). *A Guide to Modern Econometrics*. Second Edition. England: John Wiley & Sons, Ltd.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Data Variabel Penelitian

Tabel 1. Data Variabel Penelitian

Tahun	Negara	GDP (milyar US\$)	FDI (juta US\$)	Trade Openness (%)	Term of Trade (Index)	Tingkat Suku Bunga (%)	Kurs Mata Uang
2012	Brunei Darussalam	14,35	864,91	49,58	209,94	0,23	1,250
	Filipina	220,72	3215,42	147,84	134,50	5,95	9386,629
	Indonesia	850,02	21200,78	370,96	68,60	1,33	4033
	Kamboja	12,92	1440,98	64,90	121,35	3,00	8007,758
	Laos	8,32	294,38	138,50	106,87	8,00	640,653
	Malaysia	283,22	8895,77	105,64	97,68	2,98	3,089
	Myanmar	56,15	1333,86	120,74	63,79	3,16	42,229
	Singapura	260,86	56236,65	156,55	77,66	0,14	1,250
	Thailand	368,88	12899,04	83,07	93,81	2,80	31,083
	Vietnam	129,63	8368,00	22,38	129,81	10,50	20828,
2013	Brunei Darussalam	14,05	775,64	48,64	224,57	0,28	1,251
	Filipina	236,32	3737,37	142,72	129,52	6,26	10461,240
	Indonesia	897,26	23281,74	365,96	71,43	1,34	4027,250
	Kamboja	13,88	1345,04	60,25	112,03	3,00	7860,138
	Laos	8,99	426,67	133,34	113,20	8,00	933,570
	Malaysia	296,51	11296,28	110,94	97,02	2,97	3,151
	Myanmar	60,88	2254,60	128,18	63,40	1,66	42,446
	Singapura	273,91	64684,57	165,09	77,05	0,14	1,251
	Thailand	378,96	15935,96	84,09	92,90	2,88	30,726
	Vietnam	136,66	8900,00	38,58	129,55	7,14	20933,417
2014	Brunei Darussalam	13,72	567,89	48,08	215,86	0,30	1,267
	Filipina	250,84	5739,57	138,31	122,57	8,75	11865,211
	Indonesia	942,18	25120,73	362,30	69,87	1,42	4037,500
	Kamboja	14,86	1730,36	61,47	108,39	3,00	8048,960
	Laos	9,67	913,24	132,07	112,27	8,00	984,346
	Malaysia	314,33	10619,43	99,23	96,63	3,05	3,273
	Myanmar	65,74	2175,02	129,03	62,27	1,23	44,395
	Singapura	283,69	73986,66	169,53	77,11	0,14	1,267
	Thailand	382,43	4975,46	85,48	94,46	1,96	32,480
	Vietnam	144,83	9200,00	42,26	129,55	5,76	21148

**Lampiran 1. (Lanjutan)**

Lanjutan Tabel 1.

<b>Tahun</b>	<b>Negara</b>	<b>GDP (milyar US\$)</b>	<b>FDI (juta US\$)</b>	<b>Trade Openness (%)</b>	<b>Term of Trade (Index)</b>	<b>Tingkat Suku Bunga (%)</b>	<b>Kurs Mata Uang</b>
2015	Brunei Darussalam	13,64	171,29	41,87	202,00	0,34	1,375
	Filipina	266,06	5639,16	134,16	121,78	8,34	13389,413
	Indonesia	988,13	19779,13	329,94	68,85	1,42	4067,750
	Kamboja	15,90	1700,97	62,69	104,33	3,00	8147,906
	Laos	10,37	1079,14	126,59	112,55	8,00	1162,615
	Malaysia	329,95	10962,72	84,90	96,23	3,13	3,906
	Myanmar	70,54	4083,84	127,86	64,94	1,59	45,503
	Singapura	289,17	70579,75	178,77	77,52	0,17	1,375
	Thailand	393,68	9003,52	74,76	95,24	1,42	34,248
Vietnam	154,51	11800,00	47,32	132,30	4,75	21697,568	
2016	Brunei Darussalam	13,30	150,55	37,39	140,12	0,33	1,381
	Filipina	284,48	7933,06	128,08	121,79	7,17	13308,327
	Indonesia	1037,69	3761,97	318,42	75,54	1,44	4058,695
	Kamboja	17,00	2287,03	64,90	99,97	3,00	8129,057
	Laos	11,10	997,44	123,12	111,92	8,00	1234,870
	Malaysia	343,94	13515,83	83,43	96,58	3,03	4,148
	Myanmar	75,12	3278,10	126,95	68,60	1,60	47,492
	Singapura	294,95	61596,85	184,69	82,59	0,19	1,382
	Thailand	406,39	1710,57	68,45	104,36	1,35	35,296
Vietnam	164,10	12600,00	42,79	136,26	5,04	21935,001	

## Lampiran 2. Matriks Pembobot Spasial

### Matriks Bobot *Rook Contiguity*

Negara	Brunei	Kamboja	Indonesia	Laos	Malaysia	Myanmar	Filipina	Singapura	Thailand	Vietnam
Brunei	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Kamboja	0	0	0	0,3333	0	0	0	0	0,3333	0,3333
Indonesia	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Laos	0	0,25	0	0	0	0,25	0	0	0,25	0,25
Malaysia	0,3333	0	0,3333	0	0	0	0	0	0,3333	0
Myanmar	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0,5	0
Filipina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Singapura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thailand	0	0,3333	0	0,3333	0	0,3333	0	0	0	0
Vietnam	0	0,3333	0	0,3333	0	0	0	0	0,3333	0

### Matriks Bobot *Customized*

Negara	Brunei	Kamboja	Indonesia	Laos	Malaysia	Myanmar	Filipina	Singapura	Thailand	Vietnam
Brunei	0	0	0	0	0,5	0	0	0,5	0	0
Kamboja	0	0	0	0,3333	0	0,3333	0	0	0	0,3333
Indonesia	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,5	0
Laos	0	0,3333	0	0	0	0,3333	0	0	0	0,3333
Malaysia	0,5	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0
Myanmar	0	0,3333	0	0,3333	0	0	0	0	0	0,3333
Filipina	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0,5	0
Singapura	0,5	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0
Thailand	0	0	0,5	0	0	0	0,5	0	0	0
Vietnam	0	0,3333	0	0,3333	0	0,3333	0	0	0	0

### Lampiran 3. Hasil Uji Dependensi Spasial dengan Bobot *Rook Contiguity*

#### Persamaan Pertumbuhan Ekonomi

```
> lm_error(y,x,W_rook,0.1)
Statistik Uji LM untuk spasial error
      LM_Error Chi-Square_Tabel  p-value
[1,]  4.95268          2.70554 0.0260502
Kesimpulan
Tolak H0

> lm_lag(y,x,W_rook,0.1)
Statistik Uji LM untuk spasial Lag
      LM_Lag Chi-Square_Tabel  p-value
[1,]  4.03441          2.70554 0.0445812
Kesimpulan
Tolak H0

> lmerr_rob(y,x,W_rook,0.1)
Statistik Uji LM untuk spasial error Robust
      LM_Error_Robust Chi-Square_Tabel  p-value
[1,]    5.95258          2.70554 0.0146958
Kesimpulan
Tolak H0

> lmlag_rob(y,x,W_rook,0.1)
Statistik Uji LM untuk spasial error Lag
      LM_Lag_Robust Chi-Square_Tabel  p-value
[1,]    5.0343          2.70554 0.0248501
Kesimpulan
Tolak H0
```

### Lampiran 3 (Lanjutan).

#### Persamaan FDI

```
> lm_error(y,x,W_rook,0.1)
Statistik Uji LM untuk spasial error
      LM_Error Chi-Square_Tabel  p-value
[1,] 6.43466      2.70554 0.0111914
Kesimpulan
Tolak H0

> lm_lag(y,x,W_rook,0.1)
Statistik Uji LM untuk spasial Lag
      LM_Lag Chi-Square_Tabel  p-value
[1,] 5.1874      2.70554 0.0227513
Kesimpulan
Tolak H0

> lmerr_rob(y,x,W_rook,0.1)
Statistik Uji LM untuk spasial error Robust
      LM_Error_Robust Chi-Square_Tabel  p-value
[1,] 5.3202      2.70554 0.0210795
Kesimpulan
Tolak H0

> lmlag_rob(y,x,W_rook,0.1)
Statistik Uji LM untuk spasial error Lag
      LM_Lag_Robust Chi-Square_Tabel  p-value
[1,] 4.07294      2.70554 0.0435754
Kesimpulan
Tolak H0
```

### Lampiran 3 (Lanjutan).

#### Persamaan *Trade Openness*

```
> lm_error(y,x,W_rook,0.1)
Statistik Uji LM untuk spasial error
      LM_Error Chi-Square_Tabel  p-value
[1,]  2.98879         2.70554 0.0838426
Kesimpulan
Tolak H0

> lm_lag(y,x,W_rook,0.1)
Statistik Uji LM untuk spasial Lag
      LM_Lag Chi-Square_Tabel  p-value
[1,]  4.00105         2.70554 0.045472
Kesimpulan
Tolak H0

> lmerr_rob(y,x,W_rook,0.1)
Statistik Uji LM untuk spasial error Robust
      LM_Error_Robust Chi-Square_Tabel  p-value
[1,]      1.54605         2.70554 0.213719
Kesimpulan
Gagal Tolak H0

> lmlag_rob(y,x,W_rook,0.1)
Statistik Uji LM untuk spasial error Lag
      LM_Lag_Robust Chi-Square_Tabel  p-value
[1,]      2.55831         2.70554 0.109716
Kesimpulan
Gagal Tolak H0
```



#### Lampiran 4. Hasil Uji Dependensi Spasial dengan Bobot *Customized*

##### Persamaan Pertumbuhan Ekonomi

```
> lm_error(y,x,W_custom,0.1)
Statistik Uji LM untuk spasial error
      LM_Error Chi-Square_Tabel  p-value
[1,]  4.86951      2.70554 0.0273352
Kesimpulan
Tolak H0

> lm_lag(y,x,W_custom,0.01)
Statistik Uji LM untuk spasial Lag
      LM_Lag Chi-Square_Tabel  p-value
[1,] 13.4731      6.6349 0.000242002
Kesimpulan
Tolak H0

> lmerr_rob(y,x,W_custom,0.1)
Statistik Uji LM untuk spasial error Robust
      LM_Error_Robust Chi-Square_Tabel  p-value
[1,]  0.0379018      2.70554 0.84564
Kesimpulan
Gagal Tolak H0

> lmlag_rob(y,x,W_custom,0.1)
Statistik Uji LM untuk spasial error Lag
      LM_Lag_Robust Chi-Square_Tabel  p-value
[1,]  8.64153      2.70554 0.00328585
Kesimpulan
Tolak H0
```

## Lampiran 4 (Lanjutan).

### Persamaan FDI

```
> lm_error(y,x,W_custom,0.1)
      [,1]
[1,] -1.00427
Statistik Uji LM untuk spasial error
      LM_Error Chi-Square_Tabel p-value
[1,] 0.0232743      2.70554 0.878746
Kesimpulan
Gagal Tolak H0
> lm_lag(y,x,W_custom,0.1)
Statistik Uji LM untuk spasial Lag
      LM_Lag Chi-Square_Tabel p-value
[1,] 0.475394      2.70554 0.490516
Kesimpulan
Gagal Tolak H0
> lmerr_rob(y,x,W_custom,0.1)
Statistik Uji LM untuk spasial error Robust
      LM_Error_Robust Chi-Square_Tabel p-value
[1,] 0.0344659      2.70554 0.852719
Kesimpulan
Gagal Tolak H0
> lmlag_rob(y,x,W_custom,0.1)
Statistik Uji LM untuk spasial error Lag
      LM_Lag_Robust Chi-Square_Tabel p-value
[1,] 0.486586      2.70554 0.485454
Kesimpulan
Gagal Tolak H0
```

## Lampiran 4 (Lanjutan).

### Persamaan *Trade Openness*

```
> lm_error(y,x,W_custom,0.1)
      [,1]
[1,] -9.41372
Statistik Uji LM untuk spasial error
      LM_Error Chi-Square_Tabel  p-value
[1,]  2.04503      2.70554 0.152704
Kesimpulan
Gagal Tolak H0
> lm_lag(y,x,W_custom,0.1)
Statistik Uji LM untuk spasial Lag
      LM_Lag Chi-Square_Tabel  p-value
[1,] 0.0363557      2.70554 0.848783
Kesimpulan
Gagal Tolak H0
> lmerr_rob(y,x,W_custom,0.1)
Statistik Uji LM untuk spasial error Robust
      LM_Error_Robust Chi-Square_Tabel  p-value
[1,]  3.76181      2.70554 0.0524356
Kesimpulan
Tolak H0
> lmlag_rob(y,x,W_custom,0.1)
Statistik Uji LM untuk spasial error Lag
      LM_Lag_Robust Chi-Square_Tabel  p-value
[1,]  1.75314      2.70554 0.185483
Kesimpulan
Gagal Tolak H0
```

## Lampiran 5. Hasil Estimasi Parameter Model GMM Persamaan Pertumbuhan Ekonomi

### Pendekatan Bobot *Rook Contiguity*

```

> gmm_sdm_sim(y1,y2,x1,x2,W,-2.3389)
*****
Estimasi GMM model simultan spasial durbin
*****
      GDPconst      se_bi      GDPconst      GDPconst
GDPconst  0.0151505  1.0306679  0.0146997  9.88338e-01
FDI        1.0586366  0.0233254  45.3856503  0.00000e+00
TOT        0.2216770  0.1338434  1.6562422  1.04788e-01
FDI        -0.1853303  0.1239268  -1.4954822  1.41927e-01
TOT        0.8743406  0.1229063  7.1138818  7.78662e-09
GDPconst  0.0353290  0.1087275  0.3249314  7.46773e-01
$y1
      GDPconst
[1,] 23.3871
[2,] 26.1202
[3,] 27.4685
[4,] 23.2818
[5,] 22.8418
[6,] 26.3695
[7,] 24.7512
[8,] 26.2873
[9,] 26.6337
[10,] 25.5879
[11,] 23.3656
[12,] 26.1884
[13,] 27.5226
[14,] 23.3535
[15,] 22.9190
[16,] 26.4153
[17,] 24.8321
[18,] 26.3361
[19,] 26.6607
[20,] 25.6407
[21,] 23.3418
[22,] 26.2481
[23,] 27.5715
[24,] 23.4218
[25,] 22.9924
[26,] 26.4737
[27,] 24.9090
[28,] 26.3712
[29,] 26.6698
[30,] 25.6989
[31,] 23.3361
[32,] 26.3070
[33,] 27.6191
[34,] 23.4898
[35,] 23.0625
[36,] 26.5222
[37,] 24.9794
[38,] 26.3903
[39,] 26.6988
[40,] 25.7635
[41,] 23.3111

```

```
[42,] 26.3739
[43,] 27.6680
[44,] 23.5564
[45,] 23.1304
[46,] 26.5637
[47,] 25.0424
[48,] 26.4101
[49,] 26.7306
[50,] 25.8238
```

```
$nobs
[1] 50
```

```
$nvar
[1] 2
```

```
$par1
      GDPconst
GDPconst 0.0151505
FDI      1.0586366
TOT      0.2216770
FDI     -0.1853303
TOT      0.8743406
GDPconst 0.0353290
```

```
$par1
      GDPconst
GDPconst 0.0151505
FDI      1.0586366
TOT      0.2216770
FDI     -0.1853303
TOT      0.8743406
GDPconst 0.0353290
```

```
$t1
      GDPconst
GDPconst 0.0146997
FDI     45.3856503
TOT      1.6562422
FDI      1.4954822
TOT      7.1138818
GDPconst 0.3249314
```

```
$ttab
[1] 1.29907
```

```
$pval1
      GDPconst
GDPconst 9.88338e-01
FDI      0.00000e+00
TOT      1.04788e-01
FDI      1.41927e-01
TOT      7.78662e-09
GDPconst 7.46773e-01
```

```
$rsqr
      GDPconst
GDPconst 0.652821
```

```
$sse
      GDPconst
GDPconst 40.7091
```

```

$meth
[1] "SDM"

$resid
      GDPconst
[1,] -0.8756563
[2,]  0.9665911
[3,]  0.0669975
[4,] -0.9633183
[5,]  0.2988726
[6,]  0.2331317
[7,]  1.5715081
[8,] -0.8969555
[9,] -0.0179376
[10,] -0.8446375
[11,] -0.7810163
[12,]  0.9214993
[13,]  0.0287527
[14,] -0.7597654
[15,] -0.0467697
[16,]  0.0782293
[17,]  1.0980804
[18,] -0.9945927
[19,] -0.1587999
[20,] -0.7982057
[21,] -0.3203554
[22,]  0.4880955
[23,]  0.1476433
[24,] -0.9784932
[25,] -0.8509632
[26,]  0.1241915
[27,]  1.2170082
[28,] -1.1018822
[29,]  1.1418787
[30,] -0.6495177
[31,]  0.9838205
[32,]  0.6187830
[33,]  0.4778873
[34,] -0.8500762
[35,] -0.9898217
[36,]  0.2046903
[37,]  0.6111656
[38,] -1.0340151
[39,]  0.5531384
[40,] -0.8527287
[41,]  1.1644703
[42,]  0.2194540
[43,]  2.2511892
[44,] -1.1648789
[45,] -0.9981795
[46,] -0.1257502
[47,]  0.8946504
[48,] -0.8841871
[49,]  2.3844315
[50,] -0.8076564

$yhat
      GDPconst
[1,] 24.2627
[2,] 25.1536
[3,] 27.4015

```

[4, ]	24.2452
[5, ]	22.5429
[6, ]	26.1363
[7, ]	23.1797
[8, ]	27.1842
[9, ]	26.6517
[10, ]	26.4326
[11, ]	24.1466
[12, ]	25.2669
[13, ]	27.4939
[14, ]	24.1133
[15, ]	22.9658
[16, ]	26.3371
[17, ]	23.7341
[18, ]	27.3306
[19, ]	26.8195
[20, ]	26.4389
[21, ]	23.6621
[22, ]	25.7600
[23, ]	27.4238
[24, ]	24.4003
[25, ]	23.8433
[26, ]	26.3495
[27, ]	23.6920
[28, ]	27.4730
[29, ]	25.5279
[30, ]	26.3484
[31, ]	22.3523
[32, ]	25.6882
[33, ]	27.1412
[34, ]	24.3399
[35, ]	24.0524
[36, ]	26.3175
[37, ]	24.3682
[38, ]	27.4243
[39, ]	26.1457
[40, ]	26.6162
[41, ]	22.1467
[42, ]	26.1545
[43, ]	25.4168
[44, ]	24.7213
[45, ]	24.1286
[46, ]	26.6895
[47, ]	24.1477
[48, ]	27.2942
[49, ]	24.3462
[50, ]	26.6314

## Lampiran 5 (Lanjutan).

### Pendekatan Bobot *Customized*

```
> gmm_sdm_sim(y1,y2,x1,x2,W,-0.7816)
*****
Estimasi GMM model simultan spasial durbin
*****
      GDPconst      se_bi      GDPconst      GDPconst
GDPconst  0.00218429  2.7724853  0.000787847  9.99375e-01
FDI       0.99114486  0.0302726  32.740628202  0.00000e+00
TOT       0.62068084  0.1860633  3.335859385  1.73509e-03
FDI       0.04061406  0.1587781  0.255791293  7.99304e-01
TOT      -0.57175475  0.2016507 -7.794443298  7.97465e-10
GDPconst  0.26881758  0.1531205  1.755594572  8.61177e-02
$y1
      GDPconst
[1,] 23.3871
[2,] 26.1202
[3,] 27.4685
[4,] 23.2818
[5,] 22.8418
[6,] 26.3695
[7,] 24.7512
[8,] 26.2873
[9,] 26.6337
[10,] 25.5879
[11,] 23.3656
[12,] 26.1884
[13,] 27.5226
[14,] 23.3535
[15,] 22.9190
[16,] 26.4153
[17,] 24.8321
[18,] 26.3361
[19,] 26.6607
[20,] 25.6407
[21,] 23.3418
[22,] 26.2481
[23,] 27.5715
[24,] 23.4218
[25,] 22.9924
[26,] 26.4737
[27,] 24.9090
[28,] 26.3712
[29,] 26.6698
[30,] 25.6989
[31,] 23.3361
[32,] 26.3070
[33,] 27.6191
[34,] 23.4898
[35,] 23.0625
[36,] 26.5222
[37,] 24.9794
[38,] 26.3903
[39,] 26.6988
[40,] 25.7635
[41,] 23.3111
[42,] 26.3739
[43,] 27.6680
[44,] 23.5564
[45,] 23.1304
[46,] 26.5637
```



```
[47,] 25.0424
[48,] 26.4101
[49,] 26.7306
[50,] 25.8238
```

```
$nobs
[1] 50
```

```
$nvar
[1] 2
```

```
$par1
      GDPconst
GDPconst 0.00218429
FDI      0.99114486
TOT      0.62068084
FDI      0.04061406
TOT     -1.57175475
GDPconst 0.26881758
```

```
$par1
      GDPconst
GDPconst 0.00218429
FDI      0.99114486
TOT      0.62068084
FDI      0.04061406
TOT     -1.57175475
GDPconst 0.26881758
```

```
$t1
      GDPconst
GDPconst 7.87847e-04
FDI      3.27406e+01
TOT      3.33586e+00
FDI      2.55791e-01
TOT      7.79444e+00
GDPconst 1.75559e+00
```

```
$ttab
[1] 1.29907
```

```
$pval1
      GDPconst
GDPconst 9.99375e-01
FDI      0.00000e+00
TOT      1.73509e-03
FDI      7.99304e-01
TOT      7.97465e-10
GDPconst 8.61177e-02
```

```
$rsqr
      GDPconst
GDPconst 0.767774
```

```
$sse
      GDPconst
GDPconst 27.23
```

```
$meth
[1] "SDM"
```

```
$resid
```

```

      GDPconst
[1,] -0.74006313
[2,]  1.19545628
[3,]  0.30376031
[4,] -0.99479480
[5,]  0.63743885
[6,]  0.83842813
[7,]  0.00883104
[8,] -0.10415614
[9,] -0.60093026
[10,] -0.27889544
[11,] -0.68360123
[12,]  1.07318004
[13,]  0.19809173
[14,] -0.85064393
[15,]  0.35359136
[16,]  0.56979168
[17,] -0.41970900
[18,] -0.10389399
[19,] -0.78125445
[20,] -0.37207477
[21,] -0.41253547
[22,]  0.70288448
[23,]  0.19696449
[24,] -1.06374974
[25,] -0.35065078
[26,]  0.61937318
[27,] -0.28596813
[28,] -0.25569904
[29,]  0.32205828
[30,] -0.42023441
[31,]  0.80262822
[32,]  0.75226830
[33,]  0.49190887
[34,] -0.96854989
[35,] -0.47192891
[36,]  0.60641592
[37,] -0.88857845
[38,] -0.23107485
[39,] -0.24428730
[40,] -0.65654457
[41,]  1.17059279
[42,]  0.45303079
[43,]  2.26866596
[44,] -1.17505669
[45,] -0.55408053
[46,]  0.40449896
[47,] -0.44051564
[48,] -0.40912744
[49,]  1.51590038
[50,] -0.72716105

$yhat
      GDPconst
[1,]  24.1271
[2,]  24.9247
[3,]  27.1648
[4,]  24.2766
[5,]  22.2044
[6,]  25.5310
[7,]  24.7424
[8,]  26.3914

```

[9, ]	27.2347
[10, ]	25.8668
[11, ]	24.0492
[12, ]	25.1153
[13, ]	27.3245
[14, ]	24.2041
[15, ]	22.5654
[16, ]	25.8455
[17, ]	25.2518
[18, ]	26.4399
[19, ]	27.4420
[20, ]	26.0128
[21, ]	23.7543
[22, ]	25.5452
[23, ]	27.3745
[24, ]	24.4856
[25, ]	23.3430
[26, ]	25.8543
[27, ]	25.1950
[28, ]	26.6269
[29, ]	26.3478
[30, ]	26.1191
[31, ]	22.5335
[32, ]	25.5547
[33, ]	27.1272
[34, ]	24.4584
[35, ]	23.5345
[36, ]	25.9158
[37, ]	25.8680
[38, ]	26.6214
[39, ]	26.9431
[40, ]	26.4201
[41, ]	22.1405
[42, ]	25.9209
[43, ]	25.3994
[44, ]	24.7314
[45, ]	23.6845
[46, ]	26.1592
[47, ]	25.4829
[48, ]	26.8192
[49, ]	25.2147
[50, ]	26.5509

## Lampiran 6. Hasil Estimasi Parameter Model GMM Persamaan FDI

### Pendekatan Bobot *Rook Contiguity*

```
> gmm_sdm_sim(y1,y2,x1,x2,W,0.2276)
*****
Estimasi GMM model simultan spasial durbin
*****
          FDI      se_bi          FDI          FDI
FDI      0.01256868 1.3375907  0.00939651 9.92545e-01
GDPconst 0.91610469 0.0232444 39.41185565 0.00000e+00
DIR      -0.15610070 0.0229177 -6.81137364 2.16189e-08
GDPconst 0.00317182 0.0564151  0.05622282 9.55419e-01
DIR      0.05885100 0.0287372  2.04790104 4.65669e-02
FDI      -0.04599993 0.0874096 -0.52625733 6.01352e-01
$y1
      FDI
[1,] 20.5781
[2,] 21.8912
[3,] 23.7773
[4,] 21.0886
[5,] 19.5004
[6,] 22.9088
[7,] 21.0113
[8,] 24.7528
[9,] 23.2804
[10,] 22.8477
[11,] 20.4692
[12,] 22.0416
[13,] 23.8709
[14,] 21.0197
[15,] 19.8715
[16,] 23.1477
[17,] 21.5362
[18,] 24.8928
[19,] 23.4918
[20,] 22.9093
[21,] 20.1574
[22,] 22.4707
[23,] 23.9470
[24,] 21.2716
[25,] 20.6325
[26,] 23.0860
[27,] 21.5003
[28,] 25.0272
[29,] 22.3278
[30,] 22.9425
[31,] 18.9589
[32,] 22.4530
[33,] 23.7079
[34,] 21.2545
[35,] 20.7994
[36,] 23.1178
[37,] 22.1303
[38,] 24.9800
[39,] 22.9209
[40,] 23.1914
[41,] 18.8298
[42,] 22.7943
[43,] 22.0482
[44,] 21.5505
[45,] 20.7207
```

```
[46,] 23.3271
[47,] 21.9105
[48,] 24.8439
[49,] 21.2601
[50,] 23.2570
```

```
$nobs
[1] 50
```

```
$nvar
[1] 2
```

```
$par1
```

```
                FDI
FDI      0.01256868
GDPconst 0.91610469
DIR      -0.15610070
GDPconst 0.00317182
DIR       0.05885100
FDI      -0.04599993
```

```
$par1
```

```
                FDI
FDI      0.01256868
GDPconst 0.91610469
DIR      -0.15610070
GDPconst 0.00317182
DIR       0.05885100
FDI      -0.04599993
```

```
$t1
```

```
                FDI
FDI      0.00939651
GDPconst 39.41185565
DIR       6.81137364
GDPconst 0.05622282
DIR       2.04790104
FDI      0.52625733
```

```
$ttab
```

```
[1] 1.29907
```

```
$pval1
```

```
                FDI
FDI      9.92545e-01
GDPconst 0.00000e+00
DIR       2.16189e-08
GDPconst 9.55419e-01
DIR       4.65669e-02
FDI      6.01352e-01
```

```
$rsqr
```

```
                FDI
FDI 0.679251
```

```
$sse
```

```
                FDI
FDI 37.8343
```

```
$meth
```

```
[1] "SDM"
```

```

$resid
      FDI
[1,] -0.1503419
[2,] -0.9155652
[3,] -0.4812067
[4,]  0.7710933
[5,] -0.0474486
[6,] -0.2630245
[7,] -0.5387500
[8,]  1.1771141
[9,] -0.0659313
[10,] 0.6132114
[11,] -0.1968488
[12,] -0.8085345
[13,] -0.4012711
[14,]  0.6499211
[15,]  0.2467241
[16,] -0.0581661
[17,] -0.1823071
[18,]  1.2769749
[19,]  0.1582817
[20,]  0.5699886
[21,] -0.4589061
[22,] -0.3750122
[23,] -0.3689544
[24,]  0.8423303
[25,]  0.9339628
[26,] -0.1609752
[27,] -0.3511350
[28,]  1.3924372
[29,] -1.0665085
[30,]  0.5185324
[31,] -1.6363141
[32,] -0.4471308
[33,] -0.6217527
[34,]  0.7709519
[35,]  1.0003251
[36,] -0.1614032
[37,]  0.2723374
[38,]  1.3232478
[39,] -0.5493249
[40,]  0.6782623
[41,] -1.7525948
[42,] -0.1826778
[43,] -2.3663389
[44,]  1.0177971
[45,]  0.8496875
[46,]  0.0169204
[47,] -0.0801765
[48,]  1.1848326
[49,] -2.2906143
[50,]  0.7142815

```

```

$yhat
      FDI
[1,] 20.7285
[2,] 22.8068
[3,] 24.2585
[4,] 20.3175
[5,] 19.5478
[6,] 23.1719
[7,] 21.5501

```

[8, ]	23.5757
[9, ]	23.3463
[10, ]	22.2345
[11, ]	20.6661
[12, ]	22.8502
[13, ]	24.2722
[14, ]	20.3698
[15, ]	19.6248
[16, ]	23.2059
[17, ]	21.7185
[18, ]	23.6158
[19, ]	23.3336
[20, ]	22.3393
[21, ]	20.6163
[22, ]	22.8457
[23, ]	24.3159
[24, ]	20.4293
[25, ]	19.6986
[26, ]	23.2469
[27, ]	21.8514
[28, ]	23.6347
[29, ]	23.3943
[30, ]	22.4239
[31, ]	20.5952
[32, ]	22.9001
[33, ]	24.3296
[34, ]	20.4835
[35, ]	19.7991
[36, ]	23.2792
[37, ]	21.8580
[38, ]	23.6568
[39, ]	23.4702
[40, ]	22.5131
[41, ]	20.5824
[42, ]	22.9770
[43, ]	24.4145
[44, ]	20.5327
[45, ]	19.8710
[46, ]	23.3102
[47, ]	21.9907
[48, ]	23.6590
[49, ]	23.5507
[50, ]	22.5427

## Lampiran 6 (Lanjutan).

### Pendekatan Bobot Customized

```
> gmm_sdm_sim(y1,y2,x1,x2,W,-2.8252)
*****
Estimasi GMM model simultan spasial durbin
*****
                FDI      se_bi      FDI      FDI
FDI      0.00472536  0.5743246  0.00822768  9.93473e-01
GDPconst 0.89917938  0.0219233  41.01480076  0.00000e+00
DIR      -0.17298647  0.0359989  -4.80533290  1.82888e-05
GDPconst 0.03179580  0.1871230  0.16991921  8.65853e-01
DIR      -0.43118294  0.0564071  -7.64412894  1.31551e-09
FDI      -0.03555131  0.2150668  -0.16530360  8.69462e-01
$y1
      FDI
[1,] 20.5781
[2,] 21.8912
[3,] 23.7773
[4,] 21.0886
[5,] 19.5004
[6,] 22.9088
[7,] 21.0113
[8,] 24.7528
[9,] 23.2804
[10,] 22.8477
[11,] 20.4692
[12,] 22.0416
[13,] 23.8709
[14,] 21.0197
[15,] 19.8715
[16,] 23.1477
[17,] 21.5362
[18,] 24.8928
[19,] 23.4918
[20,] 22.9093
[21,] 20.1574
[22,] 22.4707
[23,] 23.9470
[24,] 21.2716
[25,] 20.6325
[26,] 23.0860
[27,] 21.5003
[28,] 25.0272
[29,] 22.3278
[30,] 22.9425
[31,] 18.9589
[32,] 22.4530
[33,] 23.7079
[34,] 21.2545
[35,] 20.7994
[36,] 23.1178
[37,] 22.1303
[38,] 24.9800
[39,] 22.9209
[40,] 23.1914
[41,] 18.8298
[42,] 22.7943
[43,] 22.0482
[44,] 21.5505
[45,] 20.7207
```



```
[46,] 23.3271
[47,] 21.9105
[48,] 24.8439
[49,] 21.2601
[50,] 23.2570
```

```
$nobs
[1] 50
```

```
$nvar
[1] 2
```

```
$par1
```

```
                FDI
FDI      0.00472536
GDPconst 0.89917938
DIR      -0.17298647
GDPconst 0.03179580
DIR      -0.43118294
FDI      -0.03555131
```

```
$par1
```

```
                FDI
FDI      0.00472536
GDPconst 0.89917938
DIR      -0.17298647
GDPconst 0.03179580
DIR      -0.43118294
FDI      -0.03555131
```

```
$t1
```

```
                FDI
FDI      0.00822768
GDPconst 41.01480076
DIR      4.80533290
GDPconst 0.16991921
DIR      7.64412894
FDI      0.16530360
```

```
$ttab
```

```
[1] 1.29907
```

```
$pval1
```

```
                FDI
FDI      9.93473e-01
GDPconst 0.00000e+00
DIR      1.82888e-05
GDPconst 8.65853e-01
DIR      1.31551e-09
FDI      8.69462e-01
```

```
$rsqr
```

```
                FDI
FDI 0.732213
```

```
$sse
```

```
                FDI
FDI 31.5871
```

```
$meth
```

```
[1] "SDM"
```

```

$resid
      FDI
[1,] 0.1547789
[2,] -0.6518277
[3,] -0.0131218
[4,] 0.9894176
[5,] -0.7243810
[6,] -0.1641936
[7,] -1.0503741
[8,] 0.7658176
[9,] 0.0538897
[10,] 0.9580963
[11,] 0.1114512
[12,] -0.6040155
[13,] 0.0438611
[14,] 0.8273685
[15,] -0.3859570
[16,] 0.0404457
[17,] -0.7091616
[18,] 0.8671168
[19,] 0.2551871
[20,] 0.9310866
[21,] -0.1449405
[22,] -0.2691624
[23,] 0.1101182
[24,] 0.9835260
[25,] 0.2520551
[26,] -0.1701964
[27,] -0.8664462
[28,] 0.9749916
[29,] -0.9268116
[30,] 1.0323383
[31,] -1.3151826
[32,] -0.4143901
[33,] -0.1680536
[34,] 0.8533378
[35,] 0.3147876
[36,] -0.2382604
[37,] -0.2549585
[38,] 0.9357254
[39,] -0.4206633
[40,] 1.1662414
[41,] -1.4280322
[42,] -0.1750151
[43,] -1.8744914
[44,] 1.0597729
[45,] 0.1273936
[46,] -0.1084212
[47,] -0.5309066
[48,] 0.8044854
[49,] -2.1369087
[50,] 1.1325827

```

```

$yhat
      FDI
[1,] 20.4234
[2,] 22.5431
[3,] 23.7904
[4,] 20.0992
[5,] 20.2247
[6,] 23.0730
[7,] 22.0617

```

[8, ]	23.9870
[9, ]	23.2265
[10, ]	21.8896
[11, ]	20.3578
[12, ]	22.6457
[13, ]	23.8271
[14, ]	20.1923
[15, ]	20.2575
[16, ]	23.1073
[17, ]	22.2454
[18, ]	24.0257
[19, ]	23.2367
[20, ]	21.9782
[21, ]	20.3024
[22, ]	22.7398
[23, ]	23.8368
[24, ]	20.2881
[25, ]	20.3805
[26, ]	23.2561
[27, ]	22.3667
[28, ]	24.0522
[29, ]	23.2546
[30, ]	21.9101
[31, ]	20.2740
[32, ]	22.8674
[33, ]	23.8759
[34, ]	20.4011
[35, ]	20.4846
[36, ]	23.3560
[37, ]	22.3853
[38, ]	24.0443
[39, ]	23.3415
[40, ]	22.0251
[41, ]	20.2578
[42, ]	22.9693
[43, ]	23.9227
[44, ]	20.4907
[45, ]	20.5933
[46, ]	23.4355
[47, ]	22.4414
[48, ]	24.0394
[49, ]	23.3970
[50, ]	22.1244

## Lampiran 7. Hasil Estimasi Parameter Model GMM Persamaan *Trade Openness*

### Pendekatan Bobot *Rook Contiguity*

```

> gmm_sdm_sim(y1,y2,x1,x2,W,-2.1321)
*****
Estimasi GMM model simultan spasial durbin
*****
                Openn      se_bi      Openn      Openn
Openn  0.00114938  8.7476610  0.000131393  0.99989576
FDI    0.18796434  0.1306642  1.438529632  0.15735943
kurs   -0.21812600  0.0706476  -3.087521851  0.00348818
FDI    -0.00133446  0.2933572  -0.004548911  0.99639107
kurs   -0.27690758  0.1693213  -1.635396893  0.10910076
Openn  0.15456524  0.3316505  0.466048604  0.64347973
$y1
      Openn
[1,] 3.90365
[2,] 4.99614
[3,] 5.91609
[4,] 4.17284
[5,] 4.93086
[6,] 4.66002
[7,] 4.79360
[8,] 5.05340
[9,] 4.41963
[10,] 3.10837
[11,] 3.88439
[12,] 4.96089
[13,] 5.90254
[14,] 4.09842
[15,] 4.89294
[16,] 4.70896
[17,] 4.85344
[18,] 5.10652
[19,] 4.43189
[20,] 3.65275
[21,] 3.87287
[22,] 4.92949
[23,] 5.89247
[24,] 4.11858
[25,] 4.88330
[26,] 4.59740
[27,] 4.86005
[28,] 5.13306
[29,] 4.44830
[30,] 3.74381
[31,] 3.73465
[32,] 4.89900
[33,] 5.79892
[34,] 4.13820
[35,] 4.84092
[36,] 4.44144
[37,] 4.85097
[38,] 5.18609
[39,] 4.31430
[40,] 3.85686
[41,] 3.62132
[42,] 4.85268
[43,] 5.76337
[44,] 4.17283

```

```
[45,] 4.81320
[46,] 4.42398
[47,] 4.84379
[48,] 5.21866
[49,] 4.22603
[50,] 3.75620
```

```
$nobs
[1] 50
```

```
$nvar
[1] 2
```

```
$par1
      Openn
Openn 0.00114938
FDI   0.18796434
kurs  -0.21812600
FDI   -0.00133446
kurs  -0.27690758
Openn 0.15456524
```

```
$par1
      Openn
Openn 0.00114938
FDI   0.18796434
kurs  -0.21812600
FDI   -0.00133446
kurs  -0.27690758
Openn 0.15456524
```

```
$t1
      Openn
Openn 0.000131393
FDI   1.438529632
kurs  3.087521851
FDI   0.004548911
kurs  1.635396893
Openn 0.466048604
```

```
$ttab
[1] 1.29907
```

```
$pval1
      Openn
Openn 0.99989576
FDI   0.15735943
kurs  0.00348818
FDI   0.99639107
kurs  0.10910076
Openn 0.64347973
```

```
$rsqr
      Openn
Openn 0.266479
```

```
$sse
      Openn
Openn 14.937
```

```
$meth
[1] "SDM"
```

\$resid

Openn

[1,] -0.48267601  
[2,] 0.88490549  
[3,] 0.73576804  
[4,] -0.02129253  
[5,] 0.76826030  
[6,] 0.25319095  
[7,] 0.30036189  
[8,] 0.00919974  
[9,] -0.70752188  
[10,] -1.42520110  
[11,] -0.48515698  
[12,] 0.77448034  
[13,] 0.46162072  
[14,] -0.12836591  
[15,] 0.65601182  
[16,] 0.20964792  
[17,] 0.10552416  
[18,] 0.03876539  
[19,] -0.88160961  
[20,] -0.90995599  
[21,] -0.48366441  
[22,] 0.68914019  
[23,] 0.52309588  
[24,] -0.11893595  
[25,] 0.44801883  
[26,] 0.14112591  
[27,] 0.15598560  
[28,] -0.05230524  
[29,] -0.62257798  
[30,] -0.77721345  
[31,] -0.37007192  
[32,] 0.66099741  
[33,] 0.55393424  
[34,] -0.08027588  
[35,] 0.40228618  
[36,] -0.01199894  
[37,] 0.07719778  
[38,] 0.05083007  
[39,] -0.82848430  
[40,] -0.69276409  
[41,] -0.44019317  
[42,] 0.56662046  
[43,] 0.87891696  
[44,] -0.08074719  
[45,] 0.41195814  
[46,] -0.05393059  
[47,] 0.14014847  
[48,] 0.14177801  
[49,] -0.59063140  
[50,] -0.79419637

\$yhat

Openn

[1,] 4.38632  
[2,] 4.11124  
[3,] 5.18033  
[4,] 4.19413  
[5,] 4.16260  
[6,] 4.40683

[7, ]	4.49324
[8, ]	5.04420
[9, ]	5.12715
[10, ]	4.53358
[11, ]	4.36955
[12, ]	4.18641
[13, ]	5.44092
[14, ]	4.22679
[15, ]	4.23693
[16, ]	4.49931
[17, ]	4.74792
[18, ]	5.06775
[19, ]	5.31350
[20, ]	4.56271
[21, ]	4.35653
[22, ]	4.24035
[23, ]	5.36938
[24, ]	4.23751
[25, ]	4.43528
[26, ]	4.45627
[27, ]	4.70407
[28, ]	5.18536
[29, ]	5.07088
[30, ]	4.52103
[31, ]	4.10473
[32, ]	4.23800
[33, ]	5.24499
[34, ]	4.21848
[35, ]	4.43863
[36, ]	4.45344
[37, ]	4.77377
[38, ]	5.13526
[39, ]	5.14278
[40, ]	4.54963
[41, ]	4.06151
[42, ]	4.28606
[43, ]	4.88445
[44, ]	4.25358
[45, ]	4.40124
[46, ]	4.47791
[47, ]	4.70365
[48, ]	5.07688
[49, ]	4.81667
[50, ]	4.55039

## Lanjutan Lampiran 7.

### Pendekatan Bobot *Customized*

```
> gmm_sdm_sim(y1,y2,x1,x2,W,0.6773)
*****
Estimasi GMM model simultan spasial durbin
*****
           Openn      se_bi           Openn      Openn
Openn  0.00150253  1.5485188  0.000970303  9.99230e-01
FDI    0.22415202  0.0625207  3.585242160  8.39249e-04
kurs   -0.18900136  0.1007456  -1.876025263  6.72954e-02
FDI    0.01534289  0.0418898  0.366268215  7.15920e-01
kurs   -0.66058330  0.1081061  -6.110507867  2.32149e-07
Openn  -0.09447528  0.2221606  -0.425256763  6.72722e-01
$y1
      Openn
[1,] 3.90365
[2,] 4.99614
[3,] 5.91609
[4,] 4.17284
[5,] 4.93086
[6,] 4.66002
[7,] 4.79360
[8,] 5.05340
[9,] 4.41963
[10,] 3.10837
[11,] 3.88439
[12,] 4.96089
[13,] 5.90254
[14,] 4.09842
[15,] 4.89294
[16,] 4.70896
[17,] 4.85344
[18,] 5.10652
[19,] 4.43189
[20,] 3.65275
[21,] 3.87287
[22,] 4.92949
[23,] 5.89247
[24,] 4.11858
[25,] 4.88330
[26,] 4.59740
[27,] 4.86005
[28,] 5.13306
[29,] 4.44830
[30,] 3.74381
[31,] 3.73465
[32,] 4.89900
[33,] 5.79892
[34,] 4.13820
[35,] 4.84092
[36,] 4.44144
[37,] 4.85097
[38,] 5.18609
[39,] 4.31430
[40,] 3.85686
[41,] 3.62132
[42,] 4.85268
[43,] 5.76337
[44,] 4.17283
[45,] 4.81320
[46,] 4.42398
```



```
[47,] 4.84379
[48,] 5.21866
[49,] 4.22603
[50,] 3.75620
```

```
$nobs
[1] 50
```

```
$nvar
[1] 2
```

```
$par1
      Openn
Openn 0.00150253
FDI   0.22415202
kurs  -0.18900136
FDI   0.01534289
kurs  -0.66058330
Openn -0.09447528
```

```
$par1
      Openn
Openn 0.00150253
FDI   0.22415202
kurs  -0.18900136
FDI   0.01534289
kurs  -0.66058330
Openn -0.09447528
```

```
$t1
      Openn
Openn 0.000970303
FDI   3.585242160
kurs  1.876025263
FDI   0.366268215
kurs  6.110507867
Openn 0.425256763
```

```
$ttab
[1] 1.29907
```

```
$pval1
      Openn
Openn 9.99230e-01
FDI   8.39249e-04
kurs  6.72954e-02
FDI   7.15920e-01
kurs  2.32149e-07
Openn 6.72722e-01
```

```
$rsqr
      Openn
Openn 0.732463
```

```
$sse
      Openn
Openn 5.44797
```

```
$meth
[1] "SDM"
```

```
$resid
```

```
      Openn
[1,] -0.59247302
[2,]  0.61082812
[3,]  0.37738191
[4,]  0.11166742
[5,]  0.41033188
[6,] -0.18587382
[7,]  0.45282517
[8,] -0.30190031
[9,] -0.03629094
[10,] -0.55038284
[11,] -0.59979147
[12,]  0.55621168
[13,]  0.12509514
[14,]  0.04988904
[15,]  0.06180770
[16,] -0.18429517
[17,]  0.38092009
[18,] -0.28008784
[19,] -0.08639296
[20,] -0.05814875
[21,] -0.53228921
[22,]  0.42970809
[23,]  0.19544329
[24,]  0.02456602
[25,] -0.00900753
[26,] -0.31372208
[27,]  0.38678205
[28,] -0.37915785
[29,]  0.17329643
[30,]  0.04518337
[31,] -0.39022851
[32,]  0.38850463
[33,]  0.22800456
[34,]  0.04178249
[35,] -0.00641288
[36,] -0.48036166
[37,]  0.22361106
[38,] -0.30062313
[39,] -0.10176902
[40,]  0.06046191
[41,] -0.46589008
[42,]  0.25769351
[43,]  0.61592466
[44,]  0.00350791
[45,]  0.03638198
[46,] -0.56339353
[47,]  0.26630994
[48,] -0.22378777
[49,]  0.17020024
[50,] -0.04203994
```

\$yhat

```
      Openn
[1,] 4.49612
[2,] 4.38531
[3,] 5.53871
[4,] 4.06117
[5,] 4.52053
[6,] 4.84589
[7,] 4.34078
[8,] 5.35530
```

[9,] 4.45592  
[10,] 3.65876  
[11,] 4.48418  
[12,] 4.40468  
[13,] 5.77744  
[14,] 4.04854  
[15,] 4.83113  
[16,] 4.89326  
[17,] 4.47252  
[18,] 5.38660  
[19,] 4.51829  
[20,] 3.71090  
[21,] 4.40516  
[22,] 4.49979  
[23,] 5.69703  
[24,] 4.09401  
[25,] 4.89231  
[26,] 4.91112  
[27,] 4.47327  
[28,] 5.51221  
[29,] 4.27500  
[30,] 3.69863  
[31,] 4.12488  
[32,] 4.51049  
[33,] 5.57092  
[34,] 4.09642  
[35,] 4.84733  
[36,] 4.92180  
[37,] 4.62736  
[38,] 5.48671  
[39,] 4.41607  
[40,] 3.79640  
[41,] 4.08721  
[42,] 4.59499  
[43,] 5.14745  
[44,] 4.16932  
[45,] 4.77682  
[46,] 4.98737  
[47,] 4.57748  
[48,] 5.44245  
[49,] 4.05583  
[50,] 3.79824

>

## Lampiran 8. Syntax Pengujian Dependensi Spasial

```

lm_error=function (y,x,W,alpha=0.05)
{
  if (nargs()==3) alpha=0.05
  if (nargs(<3) {stop('lm_error : Input Variabel Kurang')}}
  y=as.matrix(y)
  x=as.matrix(x)
  W=as.matrix(W)
  n=nrow(x)
  k=ncol(x)
  l=ncol(W)
  m=nrow(W)
  if (l!=m) { stop('lm_error : matrix W bukan matrix bujur sangkar')
    stop      }

  z=t(x)%*%x;                # Menghitung Invers Matrik x'*x
  xpxi=solve(z);
  b = xpxi%*(t(x)%*%y);      # Hitung nilai koefisien beta OLS
  M = diag(n) - x%*%xpxi%*t(x); # Hitung Nilai M
  e = M%*%y;                 # Hitung nilai residual
  sighat = (t(e)%*%e)/n;     # Hitung nilai sigma hat

  T = sum(diag((W+t(W))%*%W)); # Hitung nilai penyebut
  lm1 = (t(e)%*%W%*%e)/sighat; # Hitung nilai pembilang
  print(lm1)
  lmerr = (lm1%*%lm1)%*(1/T); # Hasil LM error
  prob = 1-pchisq(lmerr,1);   # Nilai probabilitas LM error
  chi2_tabel=qchisq((1-alpha),1);
  result=(cbind(lmerr,chi2_tabel,prob))
  colnames(result)<-c('LM_Error','Chi-Square_Tabel','p-value')
  cat("Statistik Uji LM untuk spasial error","\n")
  print(result)
  cat('Kesimpulan ','\n');
  if (lmerr<chi2_tabel){ cat('Gagal Tolak H0 ','\n')}
  else { cat('Tolak H0 ','\n')}
}

lm_lag=function (y,x,W,alpha=0.05)
{
  if (nargs()==3) alpha=0.05
  if (nargs(<3) {stop('lm_lag : Input Variabel Kurang')}}
  y=as.matrix(y)
  x=as.matrix(x)
  W=as.matrix(W)
  n=nrow(x)
  k=ncol(x)
  l=ncol(W)
  m=nrow(W)
  if (l!=m) { stop('lm_lag : matrix W bukan matrix bujur sangkar')
    stop      }

  z=t(x)%*%x;                # Menghitung Invers Matrik x'*x
  xpxi=solve(z);
  b = xpxi%*(t(x)%*%y);      # Hitung nilai koefisien beta OLS
  M = diag(n) - x%*%xpxi%*t(x); # Hitung Nilai M
  e = M%*%y;                 # Hitung nilai residual
  sighat = (t(e)%*%e)/n;     # Hitung nilai sigma hat

  T = sum(diag((W+t(W))%*%W)); # Hitung nilai penyebut
  J = t(W%*%x%*%b)%*%M%*%(W%*%x%*%b)+(T%*%sighat);

```

```

lm1 = (t(e)%*%W%*%y)/sighat;      # Hitung nilai pembilang
lm1ag = (lm1*lm1)*(1/(J/sighat));  # Hasil LM lag
prob = 1-pchisq(lm1ag,1);         # Nilai probabilitas LM lag
chi2_tabel=qchisq((1-alpha),1);
result=(cbind(lm1ag,chi2_tabel,prob))
colnames(result)<-c('LM_Lag','Chi-Square_Tabel','p-value')
cat("Statistik Uji LM untuk spasial Lag","\n")
print(result)
cat('Kesimpulan ', '\n');
if (lm1ag<chi2_tabel){ cat('Gagal Tolak H0 ', '\n')}
else { cat('Tolak H0 ', '\n')}
}

lmerr_rob=function (y,x,W,alpha=0.05)
{
  if (nargs()==3) alpha=0.05
  if (nargs(<3) {stop('lm_error : Input Variabel Kurang')}}
  y=as.matrix(y)
  x=as.matrix(x)
  W=as.matrix(W)
  n=nrow(x)
  k=ncol(x)
  l=ncol(W)
  m=nrow(W)
  if (l!=m) { stop('lm_lag : matrix W bukan matrix bujur sangkar')}
  stop      }

  z=t(x)%*%x;                      # Menghitung Invers Matrik x'*x
  xpxi=solve(z);
  b = xpxi%*%(t(x)%*%y);           # Hitung nilai koefisien beta OLS
  M = diag(n) - x%*%xpxi%*%t(x);   # Hitung Nilai M
  e = M%*%y;                       # Hitung nilai residual
  sighat = (t(e)%*%e)/n;           # Hitung nilai sigma hat
  T = sum(diag((W+t(W))%*%W));     # Hitung nilai penyebut
  J = t(W%*%x%*%b)%*%M%*%(W%*%x%*%b)+(T%*%sighat)
  lm1 = (t(e)%*%W%*%e/sighat);     # Hitung nilai faktor koreksi
  lm2 = T%*%sighat%*%solve(J);
  lm3 = (t(e)%*%W%*%y/sighat);
  lmr1 = (lm1 - (lm2%*%lm3));
  lmr2 = lmr1%*%lmr1;
  den = T%*%(1-T%*%sighat%*%solve(J));
  lmerr_rob = lmr2/den;             # Hasil LM error robust
  prob = 1-pchisq(lmerr_rob,1);     # Nilai probabilitas LM error robust
  chi2_tabel=qchisq((1-alpha),1);
  result=(cbind(lmerr_rob,chi2_tabel,prob))
  colnames(result)<-c('LM_Error_Robust','Chi-Square_Tabel','p-value')
  cat("Statistik Uji LM untuk spasial error Robust","\n")
  print(result)
  cat('Kesimpulan ', '\n');
  if (lmerr_rob<chi2_tabel){ cat('Gagal Tolak H0 ', '\n')}
  else { cat('Tolak H0 ', '\n')}
}

lm1ag_rob=function (y,x,W,alpha=0.05)
{
  if (nargs()==3) alpha=0.05
  if (nargs(<3) {stop('lm_error : Input Variabel Kurang')}}
  y=as.matrix(y)
  x=as.matrix(x)
  W=as.matrix(W)
  n=nrow(x)
  k=ncol(x)

```

```

l=ncol(W)
m=nrow(W)
if (l!=m) { stop('lm_lag : matrix W bukan matrix bujur sangkar')
  stop      }

z=t(x)%*%x;          # Menghitung Invers Matrik x'*x
xpxi=solve(z);
b = xpxi%*(t(x)%*%y); # Hitung nilai koefisien beta OLS
M = diag(n) - x%*%xpxi%*t(x); # Hitung Nilai M
e = M%*%y;          # Hitung nilai residual
sighat = (t(e)%*%e)/n; # Hitung nilai sigma hat
T = sum(diag((W+t(W))%*%W)); # Hitung nilai penyebut
J = t(W%*%x%*%b)%*%M%*%(W%*%x%*%b)+(T%*%sighat)
lm1 = (t(e)%*%W%*%y/sighat); # Hitung nilai faktor koreksi
lm2 = (t(e)%*%W%*%e/sighat);
lmr1 = (lm1 - lm2);
lmr2 = lmr1*lmr1;
den = (J/sighat) - T;
lmlag_rob = lmr2/den; # Hitung nilai LM lag robust
prob = 1-pchisq(lmlag_rob,1); # Nilai probabilitas LM error robust
chi2_tabel=qchisq((1-alpha),1);
result=(cbind(lmlag_rob,chi2_tabel,prob))
colnames(result)<-c('LM_Lag_Robust','Chi-Square_Tabel','p-value')
cat("Statistik Uji LM untuk spasial error Lag","\n")
print(result)
cat('Kesimpulan ','\n');
if (lmlag_rob<chi2_tabel){ cat('Gagal Tolak H0 ','\n')}
else { cat('Tolak H0 ','\n')}
}

```

## Lampiran 9. Syntax Estimasi GMM Durbin Spasial

```

gmm_sdm_sim=function (y1,y2,x1,x2,W,p)
{
  y1=as.matrix(y1)
  y2=as.matrix(y2)
  x1=as.matrix(x1)
  x2=as.matrix(x2)
  W=as.matrix(W)
  y3=cbind(y2,x1);
  n=nrow(y3)
  nvar=ncol(y3)

  #tahap pertama
  wy1=W%*%y1;
  wy2=W%*%y2;
  wx1=W%*%x1;
  wx2=W%*%x2;
  ww2=W%*%W%*%x1;

  s=diag(n)-W*p;
  sinv=solve(s);
  g=W%*%W%*%sinv;
  gy2=g%*%y2;
  gx1=g%*%x1;
  gx2=g%*%x2;

  z1=cbind(y2,x1, wy2, wx1, wy1);
  z3=cbind(y2, x1, wy2, wx1);
  H=cbind(x1, x2 ,wx1, wx2)
  Hinv=solve(t(H)%*%H);
  PH=H%*%Hinv%*%t(H);
  wy1hat=PH%*%wy1;
  zhat=cbind(y2, x1 ,wy2, wx1, wy1hat)
  zhat1=solve(t(zhat)%*%zhat);
  deltahat=zhat1%*%t(zhat)%*%y1;      #parameter spasial lag witohtut b0
  deltahat=t(deltahat);
  yhat=deltahat%*%t(z1);
  yhat=t(yhat);
  uhat=y1-yhat;                          #residual
  uhat1=t(uhat)%*%uhat;
  var1=uhat1/n;

  q=cbind(y2, x1, x2, wy2, wx1, wx2, gy2, gx1, gx2);
  q1=t(q)%*%q;
  q1inv=solve(q1);
  A=q1inv*as.numeric(var1);

  q2=cbind(y2, x1, x2, wy2, wx1, wx2, gy2, gx1, gx2);
  x4=t(y3)%*%q2%*%A%*%t(q2)%*%y3;
  x4inv=solve(x4);
  x5=y3%*%x4inv%*%t(y3)%*%q2%*%A%*%t(q2);
  M=diag(n)-x5;
  M1=t(wy1)%*%M%*%q2%*%A%*%t(q2)%*%M%*%wy1;
  M1inv=solve(M1);
  rho=M1inv%*%t(wy1)%*%t(M)%*%q2%*%A%*%t(q2)%*%M%*%y1;

  rho1=diag(n)-W*as.numeric(rho);
  z5=t(z3)%*%q2%*%A%*%t(q2)%*%z3;
  z5inv=solve(z5);
  delta1hat=z5inv%*%t(z3)%*%q2%*%A%*%t(q2)%*%rho1%*%y1;

```

```

delta2hat=cbind(t(delta1hat), rho);
delta2hat=t(delta2hat);
y2hat=t(delta2hat)%*%t(z1);
y2hat=t(y2hat);
mean_obs1=cbind(mean(y2), t(colMeans(x1)), mean(wy2), t(colMeans(wx1)),
mean(wy1));

#menghitung b0
b01=mean(y1)-(t(delta2hat)%*%t(mean_obs1));
satu=matrix(rep(1,n),ncol=1)
obs1=cbind(satu, y2, x1, wy2, wx1, wy1);
par1=rbind(b01,delta2hat);

#parameter tahap pertama (x1,..xnvar,lambda,b0)

y3hat=t(par1)%*%t(obs1);
y3hat=t(y3hat);
uhat2=y1-y3hat;      # residual
uhat3=t(uhat2)%*%uhat2;
uhat4=as.numeric(uhat3)*q1inv;

#menentukan varian bi
XZ=t(obs1)%*%q;
ZX=t(q)%*%obs1;
V0=XZ%*%uhat4%*%ZX;
V=solve(V0);
cii=diag(V);
se_bi=sqrt(cii);
t0=par1/se_bi;
t1=abs(t0);
k=(nvar+1)*2;
pval=1-pt(t1,n-k);
pval1=2*pval;
ttab=qt(0.9,n-1);

#menghitung R-square
sst0=y1-mean(y1);
sst=t(sst0)%*%sst0;
sse=uhat3;
rsqr=1-(sse/sst);
t1=t1;
par1=par1;
pval1=pval1;
cat('*****', '\n')
cat('Estimasi GMM model simultan spasial durbin', '\n')
cat('*****', '\n')
Hasil_akhir=cbind(par1,se_bi,t0,pval1)
print(Hasil_akhir)

list(y1=y1,nobs=n,nvar=nvar,par1=par1,par1=par1,t1=t1,ttab=ttab,pval1=pval1,rsqr
=rsqr,sse=sse,meth='SDM',resid=uhat2,yhat=y3hat)
}

s2sls_sdm=function (y1,y2,x1,x2,W)
{
y1=as.matrix(y1)
y2=as.matrix(y2)
x1=as.matrix(x1)
x2=as.matrix(x2)
W=as.matrix(W)
y3=cbind(y2,x1);
n=nrow(y3)

```



```

nvar=ncol(y3)

#tahap pertama
wy1=W%*%y1;
wy2=W%*%y2;
wx1=W%*%x1;
wx2=W%*%x2;
z1=cbind(y2 ,x1 ,wy2 ,wx1 ,wy1)
H=cbind(y2 ,x1 ,x2 ,wy2 ,wx1 ,wx2)
Hinv=solve(t(H)%*%H);
PH=H%*%Hinv%*%t(H);
wy1hat=PH%*%wy1;
zhat=cbind(y2 ,x1 ,wy2 ,wx1 ,wy1hat)
zhat1=solve(t(zhat)%*%zhat);
deltahat=zhat1%*%t(zhat)%*%y1;      #parameter spasial lag witohtut b0
deltahat=t(deltahat);
yhat=deltahat%*%t(z1);
yhat=t(yhat);
mean_obs1=cbind(mean(y2), t(colMeans(x1)), mean(wy2) ,t(colMeans(wx1)),
mean(wy1));

#menghitung b0
b01=mean(y1)-(deltahat%*%t(mean_obs1));
satu=matrix(rep(1,n),ncol=1)
obs1=cbind(satu, y2 ,x1 ,wy2 ,wx1 ,wy1)
par1=rbind(b01,t(deltahat))

#parameter tahap pertama (x1,..xnvar,lambda,b0)
y1hat=t(par1)%*%t(obs1);
y1hat=t(yhat);
uhat=y1-t(y1hat);      #residual
uhat1=t(uhat)%*%uhat;
var1=uhat1/n;

#menentukan varian bi
obs2=t(obs1)%*%obs1;      #X'*X
obs2=solve(obs2);
cii=diag(obs2);          #elemen diagonal X'*X
var_bi=var1%*%cii;
se_bi=sqrt(var_bi);
t0=par1/t(se_bi);
t1=abs(t0);
k=(nvar+1)*2;
pval=1-pt(t1,n-k);
pval1=2*pval;
ttab=qt(0.9,n-1);

#menghitung R-square
sst0=y1-mean(y1);
sst=t(sst0)%*%sst0;
sse=uhat1;
rsqr=1-(sse/sst);
t1=t1;
par1=par1;
pval1=pval1;
cat('*****','\n')
cat('Estimasi S2SLS model simultan spasial durbin','\n')
cat('*****','\n')
Hasil_akhir=cbind(par1 ,t(se_bi) ,t0 ,pval1)
print(Hasil_akhir)

list(y1=y1,nobs=n,nvar=nvar,par1=par1,par1=par1,t1=t1,ttab=ttab,pval1=pval1,rsqr

```

```
=rsqr,sse=sse, meth='S2SLS SDM', resid=uhat, yp=y1hat)  
}
```

## BIOGRAFI PENULIS



**Mike Fitriandari** dilahirkan di Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur pada tanggal 27 Mei 1987, merupakan anak pertama dari dua bersaudara buah cinta dari pasangan Bapak Munif dan Ibu Tinuk Syamsiyah. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di SDN Wonorejo VII Surabaya (1993-1999), SMP Negeri 3 Surabaya (1999-2002), SMA Negeri 6 Surabaya (2002-2005), dan Sekolah Tinggi Ilmu Statistik (2005-2009). Setelah menamatkan pendidikan DIV di STIS, penulis ditugaskan bekerja di BPS Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan sebagai staf Seksi Nerwilis. Sejak tahun 2012, penulis dipindah tugaskan di BPS Kabupaten Gunung Mas Provinsi Kalimantan Tengah sampai sekarang. Pada tahun 2016, penulis memperoleh kesempatan beasiswa dari BPS untuk melanjutkan studi S2 di Departemen Statistika Fakultas Matematika, Komputasi, dan Sains Data (FMKSD) Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Pembaca yang ingin memberikan kritik, saran dan pertanyaan mengenai penelitian ini, dapat menghubunginya melalui email [mike@bps.go.id](mailto:mike@bps.go.id).