



**PEMODELAN *SPATIAL AUTOREGRESSIVE PANEL*
DATA DENGAN PEMBOBOT *QUEEN CONTIGUITY*
DAN *ROOK CONTIGUITY* UNTUK INDEKS
PEMBANGUNAN MANUSIA DI JAWA TENGAH**

Skripsi

disusun sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Program Studi Matematika

oleh

Windi Aisyah
4111415021

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Pemodelan *Spatial Autoregressive Panel Data* dengan Pembobot *Queen Contiguity* dan *Rook Contiguity* untuk Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Tengah

disusun oleh

Windi Aisyah

4111415021

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA Universitas Negeri Semarang pada tanggal 12 Agustus 2019 dan disahkan oleh Panitia Ujian.

Panitia:



Dr. Agusanto, M.Si
NIP. 196102191993031001

Sekretaris

Drs. Arief Agoestanto, M.Si
NIP. 196807221993031005

Ketua Penguji

Dr. Scolastika Mariani, M.Si
NIP. 196502101991022001

Anggota Penguji/
Penguji II

Dra. Sunarmi, M.Si
NIP. 195506241988032001

Anggota Penguji/
Pembimbing I

Drs. Sugiman, M.Si
NIP. 196401111989011001

PERNYATAAN

Dengan ini, saya

Nama : Windi Aisyah

NIM : 4111415021

Program Studi : Matematika

Menyatakan bahwa skripsi berjudul “Pemodelan *Spatial Autoregressive Panel Data* dengan Pembobot *Queen Contiguity* dan *Rook Contiguity* untuk Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Tengah” ini benar-benar karya saya sendiri bukan jiplakan dari karya orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan dari pihak lain yang terdapat dalam skripsi ini telah dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Atas pernyataan ini, saya secara pribadi siap menanggung resiko/sanksi hukum yang dijatuhkan apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini.

Semarang, Agustus 2019



Windi Aisyah
NIM 4111415021

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. “Dan barang siapa yang bertakwa kepada Allah, niscaya Allah menjadikan baginya kemudahan dalam urusannya.” (Q.S At-Talaq:4)
2. Bandingkan dirimu dengan dirimu yang kemarin, bukan dengan orang lain. Syukuri hidupmu, berusaha dan berdoa, selebihnya biarlah Allah yang mengaturnya.
(Penulis)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

1. Almamater tercinta, Universitas Negeri Semarang, yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk mengenyam pendidikan.
2. Bapak, ibu, dan adik tercinta yang menjadi kebanggaan dan motivasi terbaik saya dalam meraih cita-cita.

PRAKATA

Segala puji syukur penulis haturkan atas segala nikmat dan karunia Allah SWT. Tiada yang bisa penulis lakukan tanpa ridho-Nya. Semoga Allah SWT selalu meridhoi setiap langkah untuk mencapai masa depan. Sholawat serta salam selalu tercurah kepada nabi besar Nabi Muhammad SAW, yang dinantikan syafaatnya di yaumul akhir nanti.

Alhamdulillah atas rahmat dan berkah yang Allah berikan, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pemodelan *Spatial Autoregressive Panel Data* dengan Pembobot *Queen Contiguity* dan *Rook Contiguity* untuk Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Tengah”. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains.

Dalam penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan semua pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum., Rektor Universitas Negeri Semarang
2. Dr. Sugianto, M.Si, Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang
3. Drs. Arief Agoestanto, M.Si., Ketua Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Semarang
4. Drs. Mashuri, M.Si., Ketua Prodi Matematika Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Semarang
5. Drs. Sugiman, M.Si., Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, nasehat, saran, dan dorongan selama penyusunan skripsi ini.

6. Dr. Scolastika Mariani, M.Si., Dosen Penguji I yang telah memberikan penilaian dan saran dalam perbaikan skripsi ini.
7. Dra. Sunarmi. M.Si., Dosen Penguji II yang telah memberikan penilaian dan saran dalam perbaikan skripsi ini.
8. Dosen Jurusan Matematika Universitas Negeri Semarang yang telah membekali ilmu selama perkuliahan hingga akhir penulisan skripsi ini.
9. Bapak dan Ibu tercinta, Bapak Sukirman, dan Ibu Supriyanti yang telah memberikan semangat, ridho, dan doa yang tiada putusnya.
10. Adikku tersayang Ahmad Hariz dan keluarga yang selalu memberi dukungan
11. Teman-teman terdekat, Indana Lutfiani , Ianatusyarifah, Dwi Rizkiana Dewi dan Siti Khasanah yang selalu memberi dukungan
12. Teman seperjuangan skripsi, Erlinda Permata Fitri yang selalu memberi semangat dalam bimbingan.
13. Teman-Teman Matematika UNNES 2015 yang berjuang bersama untuk mencapai cita-cita
14. Semua pihak yang telah memberi dukungan dan bantuan dalam penulisan skripsi ini

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritikan yang membangun dari pembaca.

Semarang, Agustus 2019

Penulis

ABSTRAK

Aisyah, Windi. 2019. *Pemodelan Spatial Autoregressive Panel Data dengan Pembobot Queen Contiguity dan Rook Contiguity untuk Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Tengah*. Skripsi. Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing: Drs. Sugiman, M.Si.

Kata Kunci : *Spatial Autoregressive Panel Data, Queen Contiguity, Rook Contiguity*, Indeks Pembangunan Manusia.

Model spasial data panel merupakan model yang menggabungkan antara data lintas individu dan data deret waktu, serta mempunyai ketergantungan antara satu lokasi pengamatan dengan lokasi pengamatan lain yang saling berdekatan sehingga memiliki efek ruang atau lokasi. *Spatial Autoregressive Panel Data* merupakan salah satu model spasial data panel yang menggabungkan antara *Spatial Autoregressive Model* dengan Data Panel menggunakan spasial lag pada variabel dependennya. Tujuan utama dari penelitian ini ialah pemodelan *Spatial Autoregressive Panel Data* terbaik dengan pembobot *Queen Contiguity* dan *Rook Contiguity* untuk Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Tengah serta mengetahui faktor/variabel yang mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Tengah.

Penelitian ini difokuskan pada pemilihan pemodelan *Spatial Autoregressive Panel Data* terbaik dengan pembobot *Queen Contiguity* dan *Rook Contiguity*. Data yang digunakan adalah data Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Tengah dari tahun 2013-2017 dengan variabel independen yang diamati adalah angka harapan hidup, rata-rata lama sekolah, harapan lama sekolah, dan pengeluaran per kapita disesuaikan. Pemodelan *Spatial Autoregressive Panel Data* yang digunakan adalah model *fixed effect* dan *random effect*, serta dilakukan pemilihan model tersebut menggunakan uji Hausman. Selanjutnya, pemilihan model *Spatial Autoregressive Panel Data* terbaik dengan pembobot *Queen Contiguity* dan *Rook Contiguity* menggunakan AIC terkecil.

Hasil penelitian diperoleh pemodelan terbaik yaitu *Spatial Autoregressive Panel Data Fixed Effect* dengan pembobot *Rook Contiguity* dengan AIC terkecil yaitu 43,8503. Persamaan model yaitu $y_{it} = 0,0669 \sum_{j=1}^{35} W_{ij} y_{jt} + 0,4783x_{1it} + 1,469x_{2it} + 1,0741x_{3it} + 0,0007x_{4it} + \varepsilon_{it}$. Faktor yang mempengaruhi indeks pembangunan manusia di Jawa Tengah adalah angka harapan hidup, rata-rata lama sekolah, harapan lama sekolah, dan pengeluaran per kapita disesuaikan. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan pembobot yang lain seperti *customize contiguity* dan model yang lain seperti *spatial durbin panel data*

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Batasan Masalah	8
1.4 Tujuan Penelitian	9
1.5 Manfaat Penelitian	9
1.6 Sistematika Penulisan	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	12
2.1 Analisis Regresi	12
2.1.1 Analisis Regresi Sederhana	12
2.1.2 Analisis Regresi Berganda.....	12
2.1.2.1 Estimasi Parameter Regresi Berganda.....	13

2.1.3	Pengujian Model Regresi.....	14
2.1.3.1	Uji Signifikansi Regresi	14
2.1.3.2	Uji Signifikansi Parameter	14
2.1.3.3	Pemeriksaan <i>Standart Error</i>	15
2.1.3.4	Koefisien Determinasi.....	16
2.2	Regresi Data Panel	16
2.2.1	Data Panel	16
2.2.2	Model Regresi Data Panel	18
2.2.2.1	Estimasi Model Regresi Data Panel.....	20
2.2.2.2	Pemilihan Model Estimasi Regresi Data Panel	24
2.3	Regresi Spasial Panel	26
2.3.1	Matriks Keterkaitan Spasial	26
2.3.2	Uji Efek Ketergantungan/Depedensi Spasial	30
2.3.3	<i>Spatial Autoregressive Panel Data</i>	32
2.3.2.1	Estimasi Model <i>Spatial Autoregressive Fixed Effect</i>	34
2.3.2.2	Estimasi Model <i>Spatial Autoregressive Random Effect</i>	35
2.3.4	<i>Spatial Error Model Panel Data</i>	35
2.4	Pemilihan Model Terbaik.....	36
2.5	Indeks Pembangunan Manusia (IPM).....	36
2.6	Kerangka Berfikir.....	39
BAB III METODE PENELITIAN.....		43
3.1	Identifikasi Masalah	43
3.2	Fokus Penelitian	43

3.3 Variabel Penelitian	44
3.4 Sumber Pengumpulan Data	45
3.5 Analisis Data	47
3.6 Kesimpulan.....	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	51
4.1 Hasil	51
4.1.1 Pola Penyebaran IPM.....	51
4.1.2 Pemodelan IPM Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Tengah dengan Regresi Data Panel.....	58
4.1.2.1 <i>Common Effect Model</i> (CEM)	58
4.1.2.2 <i>Fixed Effect Model</i> (CEM)	60
4.1.2.3 <i>Random Effect Model</i> (REM)	61
4.1.3 Pemodelan <i>Spatial Autoregressive Panel Data</i> dengan Pembobot <i>Queen Contiguity</i>	63
4.1.3.1 Uji <i>Lagrange Multiplier</i>	64
4.1.3.2 <i>Spatial Autoregressive Panel Data Fixed Effect Model</i>	64
4.1.3.3 <i>Spatial Autoregressive Panel Data Random Effect Model</i>	66
4.1.3.4 Pemilihan Model dengan Uji Hausman	67
4.1.3.5 Pengujian Model Regresi.....	68
4.1.3.6 <i>Akaike Information Criterion</i> (AIC)	70
4.1.4 Pemodelan <i>Spatial Autoregressive Panel Data</i> dengan Pembobot <i>Rook Contiguity</i>	70
4.1.3.1 Uji <i>Lagrange Multiplier</i>	71

4.1.3.2 <i>Spatial Autoregressive Panel Data Fixed Effect Model</i>	71
4.1.3.3 <i>Spatial Autoregressive Panel Data Random Effect Model</i> ...	73
4.1.3.4 Pemilihan Model dengan Uji Hausman	74
4.1.3.5 Pengujian Model Regresi	75
4.1.3.6 <i>Akaike Information Criterion (AIC)</i>	77
4.1.5 Pemilihan Model Terbaik	77
4.2 Pembahasan	78
BAB IV PENUTUP	92
5.1 Simpulan	92
5.2 Saran	93
DAFTAR PUSTAKA	95
LAMPIRAN	99

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Variabel Penelitian.....	44
Tabel 3.2 Struktur Data.....	46
Tabel 4.1 Hasil <i>Output Common Effect Model</i> (CEM).....	59
Tabel 4.2 Hasil <i>Output Fixed Effect Model</i> (FEM)	60
Tabel 4.3 Hasil <i>Output Random Effect Model</i> (REM).....	62
Tabel 4.4 Hasil <i>Output Spatial Autoregressive Panel Data Fixed Effect Model</i> dengan Pembobot <i>Queen Contiguity</i>	65
Tabel 4.5 Hasil <i>Output Spatial Autoregressive Panel Data Random Effect Model</i> dengan Pembobot <i>Queen Contiguity</i>	66
Tabel 4.6 Hasil <i>Output Spatial Autoregressive Panel Data Fixed Effect Model</i> dengan Pembobot <i>Rook Contiguity</i>	72
Tabel 4.7 Hasil <i>Output Spatial Autoregressive Panel Data Random Effect Model</i> dengan Pembobot <i>Rook Contiguity</i>	73
Tabel 4.8 Perbandingan AIC model SAR <i>Fixed Queen</i> dan SAR <i>Fixed Rook</i>	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Persinggungan Wilayah.....	28
Gambar 2.2 Kerangka Berpikir	42
Gambar 3.1 Alur Penelitian	49
Gambar 4.1 Peta Penyebaran IPM Kabupaten/Kota Prov Jawa Tengah 2013	52
Gambar 4.2 Peta Penyebaran IPM Kabupaten/Kota Prov Jawa Tengah 2014	53
Gambar 4.3 Peta Penyebaran IPM Kabupaten/Kota Prov Jawa Tengah 2015	54
Gambar 4.4 Peta Penyebaran IPM Kabupaten/Kota Prov Jawa Tengah 2016	55
Gambar 4.5 Peta Penyebaran IPM Kabupaten/Kota Prov Jawa Tengah 2017	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	100
Lampiran 2	106
Lampiran 3	107
Lampiran 4	109
Lampiran 5	111
Lampiran 6	115
Lampiran 7	118
Lampiran 8	121
Lampiran 9	125

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Statistika merupakan pengetahuan yang berhubungan dengan cara-cara pengumpulan data, pengolahan atau penganalisisannya, dan penarikan kesimpulan berdasarkan kumpulan data dan penganalisisan yang dilakukan (Sudjana, 2005). Statistika yang digunakan untuk mendeskripsikan, menginterpretasikan sebuah data dan menyajikan dalam bentuk grafik disebut statistika deskriptif, dan untuk menganalisis, meramalkan, dan menyimpulkan bagi kelompok data yang lebih besar disebut statistika inferensial. Berbagai macam permasalahan yang muncul dalam kehidupan sehari-hari membutuhkan solusi dan penyelesaian dengan analisis yang tepat. Salah satu analisis yang digunakan untuk menanganinya ialah statistika inferensial, dimana mencakup semua metode yang berhubungan dengan analisis data.

Dalam ilmu statistika, salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui hubungan variabel respon (dependen) dengan satu atau lebih variabel penjelas (independen) yang bertujuan untuk menaksir dan/atau memprediksi rata-rata dari populasi atau nilai rata-rata dari variabel respon berdasarkan nilai variabel penjelas yang diketahui ialah analisis regresi (Gujarati, 2004). Pada analisis regresi tidak memperhatikan adanya kedekatan antar wilayah, sehingga menghasilkan analisis yang kurang tepat, maka dibutuhkan analisis regresi yang memperhatikan kedekatan wilayah yaitu analisis regresi spasial (Sari *et.al.*, 2018).

Disisi lain, apabila data terdapat efek spasial maka digunakan analisis regresi spasial (Lutfiani *et.al.*, 2017).

Menurut Wall (2004) sebagaimana dikutip oleh Khasanah *et.al* (2016), pemodelan analisis spasial menggunakan hubungan ketergantungan ke dalam bentuk struktur *covariance* melalui model *autoregressive*. Pada proses *autoregressive* dijelaskan hubungan ketergantungan antara sekumpulan amatan atau wilayah (LeSage & Pace, 2009). *Mixed Regressive – Autoregressive* menggabungkan antara model analisis regresi biasa dengan model analisis regresi spasial lag pada variabel dependen (Khasanah, *et.al.*, 2016). *Mixed Regressive – Autoregressive* disebut juga dengan *Spatial Autoregressive Models* (SAR).

Pemodelan regresi spasial merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui hubungan variabel respon (dependen) dengan variabel penjelas (independen) dan untuk memperoleh informasi pengamatan yang dipengaruhi faktor kedekatan wilayah dimana suatu wilayah memiliki kedekatan dengan wilayah lain. Dua pengelompokan dalam regresi spasial adalah berhubungan dengan keheterogenan spasial (*spatial heterogeneity*) dan ketergantungan spasial (*spatial dependence*). Menurut Anselin (2009) sebagaimana dikutip Diputra *et.al* (2012), pada kasus keheterogenan spasial dikembangkan analisis Regresi Terboboti secara Geografis atau *Geographically Weighted Regression*, sedangkan kasus ketergantungan spasial dikembangkan Model Autoregresi Spasial (*Spatial Autoregressive Model/ SAR*) dan Model Galat Spasial (*Spatial Error Model/SEM*). Ciri utama regresi spasial adalah adanya penambahan penggunaan pembobot yang digunakan untuk menjelaskan tentang kedekatan wilayah satu

dengan wilayah yang lain. Berbagai estimator yang digunakan untuk mengestimasi parameternya yaitu *Ordinary Least Square (OLS)*, *Maximum Likelihood Estimation (MLE)*, dan Bayesian (Anselin, 1988).

Di lain sisi, data yang diperoleh dari hasil pengamatan/penelitian terhadap sebuah fenomena atau peristiwa, tidak cukup hanya melakukan terhadap unit-unit amatan dalam satu waktu tertentu saja, akan tetapi juga mengamati pada berbagai periode waktu tertentu. Hal ini akan memberikan hasil amatan yang jauh lebih baik dan meyakinkan.

Data yang menggabungkan antara unit-unit amatan dengan berbagai periode waktu tertentu adalah data panel. Data panel merupakan data yang mengombinasikan antara data lintas individu (*cross section*) dan data deret waktu (*time series*) (Khasanah *et.al.*, 2016). Data panel mengombinasikan data dari unit-unit amatan dengan memasukkan pengaruh waktu dari beberapa periode waktu tertentu, sehingga data yang diperoleh lebih bervariasi dan dapat dikatakan memiliki dimensi ruang dan waktu (Meilliana & Zain, 2013). Data panel tidak hanya menangkap dinamika pada suatu data, akan tetapi juga untuk mengontrol heterogenitas data yang teramati diseluruh unit (Karim *et.al.*, 2016). Selain itu, data panel dapat meningkatkan derajat bebas dan mengurangi kolinearitas antar variabel karena meningkatkan efisiensi ekonometrik (Hsiao, 2003).

Pemodelan regresi data panel adalah pemodelan regresi yang digunakan untuk mengetahui ketergantungan variabel respon (dependen) dengan satu atau lebih variabel penjelas (independen) yang melibatkan pengaruh periode waktu berbagai unit amatan tersebut ke dalam model. Menurut Elhorst (2010)

sebagaimana dikutip Khasanah *et.al* (2016), secara umum pemodelan regresi data panel akan memberikan informasi yang lebih informatif dan akurat dibandingkan pemodelan regresi yang hanya menggunakan data lintas individu (*cross section*) atau data deret waktu (*time series*) saja.

Model spasial data panel merupakan model analisis yang menggabungkan antara data lintas individu dan data deret waktu, yaitu berupa data yang diamati pada unit tiap lokasi pengamatan secara berkala dari waktu ke waktu (Khasanah *et.al.*, 2016), dimana data tersebut mempunyai ketergantungan antara satu lokasi pengamatan dengan lokasi pengamatan lain yang saling berdekatan yang memiliki efek ruang atau lokasi.

Salah satu model spasial data panel adalah *Spatial Autoregressive Panel Data*. *Spatial Autoregressive Panel Data* menggabungkan antara *Spatial Autoregressive* dengan Data Panel. *Spatial Autoregressive Panel Data* menggunakan bentuk spasial lag pada variabel dependennya (Alvarez *et.al.*, 2016). Jika lag signifikan, maka nilai variabel pada wilayah dapat dijelaskan melalui level rata-rata wilayah yang saling bertetangga (Antczak & Suchecka, 2011).

Indeks Pembangunan Manusia (IPM) merupakan indikator penting yang digunakan untuk mengukur keberhasilan dalam upaya membangun kualitas hidup manusia (masyarakat/penduduk) (BPS, 2014). Secara global, IPM juga dapat digunakan sebagai penentu suatu negara termasuk dalam negara maju ataupun negara berkembang (Triangga *et.al*, 2016) dan digunakan untuk menentukan peringkat atau level pembangunan suatu wilayah/negara. Menurut Aji *et.al* (2014)

sebagaimana dikutip Latuconsina (2017), IPM ialah alat ukur yang mampu menggambarkan tingkat kesejahteraan menyeluruh karena dapat menggambarkan faktor ekonomi dan non-ekonomi. IPM juga dapat digunakan sebagai alokator penentuan Dana Alokasi Umum (Juliarini, 2018). Seperti halnya juga menurut Meilliana & Zain (2013), IPM ialah ukuran untuk melihat dampak kinerja pembangunan wilayah yang mempunyai dimensi yang sangat luas, karena memperlihatkan kualitas penduduk suatu wilayah dalam hal harapan hidup, pendidikan, dan standar hidup layak. Menurut BPS Jawa Tengah (2014), IPM dibagi menjadi tiga dimensi yaitu Umur Panjang dan Sehat, Pengetahuan, dan Standar Hidup Layak

Provinsi Jawa Tengah merupakan salah satu provinsi yang menggunakan IPM yang digunakan untuk mengetahui perkembangan penduduk. Perhitungan IPM di Jawa Tengah ditinjau dari berbagai komponen dasar kualitas hidup antara lain umur panjang dan hidup sehat, pengetahuan, dan standar hidup layak (BPS,2014). Pada tahun 2017, Badan Pusat Statistik mencatat bahwa IPM Jawa Tengah mengalami kemajuan dari status “sedang” menjadi “tinggi”. Hal ini terlihat dari IPM Jawa Tengah pada tahun 2017 mencapai 70,52 dibandingkan tahun 2016 sebesar 69,98 (Semarangpos.com,2018). Menurut Badan Pusat Statistik Jawa Tengah (2018), peningkatan IPM Provinsi Jawa Tengah tahun 2017 naik sebesar 0,54 poin.

IPM Jawa Tengah mengalami kenaikan dalam kurun 5 tahun terakhir. Pada tahun 2013, BPS Jawa Tengah mencatat IPM Jawa Tengah sebesar 68. Pada tahun 2014, IPM Jawa Tengah berada pada kisaran 68,98. Selanjutnya, pada tahun 2015,

IPM Jawa Tengah naik pada kisaran 69,50. Sedangkan, pada tahun 2016, IPM Jawa Tengah mencapai angka 70. Pada tahun 2017, IPM Jawa Tengah sebesar 70,52 yang berada pada kategori tinggi. Dengan adanya kenaikan IPM Jawa Tengah setiap tahunnya menunjukkan bahwa kualitas hidup dan perkembangan penduduk Jawa Tengah dari tahun ke tahun semakin menunjukkan pertumbuhan baik dan maju.

Beberapa penelitian yang menggunakan Pemodelan *Spatial Autoregressive Panel Data* antara lain Karim *et.al* (2016) yang mengidentifikasi pemodelan Produk Domestik Regional Bruto Sektor Industri dengan pendekatan *Spatial Autoregressive Panel Data*, hasil yang diperoleh adalah faktor yang mempengaruhi Pemodelan Produk Domestik Regional Bruto Sektor Industri adalah upah tenaga kerja sektor industri wilayah tersebut dan wilayah yang saling berdekatan. Khasanah *et.al* (2016), yang menganalisis pemodelan Produk Domestik Regional Bruto Provinsi Jawa Tengah dengan pendekatan *Spatial Autoregressive Panel Data*, dimana Produk Domestik Regional Bruto berpengaruh terhadap Pendapatan Asli Daerah. Alvarez *et.al* (2016), mengidentifikasi Pemodelan *Spatial Autoregressive Panel* untuk menganalisis jalan jaringan dalam produksi, hasil yang diperoleh menyatakan bahwa faktor tenaga kerja dan modal swasta sangat berpengaruh terhadap jalan jaringan dalam produksi. Kegiatan ekonomi suatu wilayah juga berpengaruh terhadap kegiatan produksi di wilayah lainnya. Antczak & Suchecka (2011) mengidentifikasi Pemodelan *Spatial Autoregressive Panel Data* yang diterapkan untuk mengevaluasi tingkat keberlanjutan pembangunan di negara-negara Eropa, yang

mendapatkan hasil bahwa kualitas lingkungan dan kehidupan berpengaruh terhadap keberlanjutan pembangunan. Kegiatan interaksi spasial antar wilayah juga berpengaruh terhadap keberlanjutan pembangunan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti mengambil judul "**Pemodelan *Spatial Autoregressive Panel Data* dengan Pembobot *Queen Contiguity* dan *Rook Contiguity* untuk Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Tengah**". Peneliti menggunakan model tersebut untuk memodelkan data Indeks Pembangunan Manusia dengan *Spatial Autoregressive Panel Data* menggunakan pembobot *Queen Contiguity* dan *Rook Contiguity*, serta membandingkan kedua pembobot untuk mencari model terbaik dengan AIC terkecil.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan di atas, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pemodelan *Spatial Autoregressive Panel Data* dengan pembobot *Queen Contiguity* untuk Indeks Pembangunan Manusia Provinsi Jawa Tengah tahun 2013 hingga tahun 2017?
2. Bagaimana pemodelan *Spatial Autoregressive Panel Data* dengan pembobot *Rook Contiguity* untuk Indeks Pembangunan Manusia Provinsi Jawa Tengah tahun 2013 hingga tahun 2017?
3. Bagaimana perbandingan pemodelan *Spatial Autoregressive Panel Data* antara pembobot *Queen Contiguity* dengan pembobot *Rook Contiguity* untuk Indeks Pembangunan Manusia Provinsi Jawa Tengah tahun 2013 hingga tahun 2017?

4. Faktor apa saja yang mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Kabupaten/Kota di Jawa Tengah tahun 2013 hingga tahun 2017?

1.3 Batasan Masalah

Batasan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan adalah IPM, Angka Harapan Hidup (AHH), Harapan Lama Sekolah (HLS), Rata-Rata Lama Sekolah (RLS), dan Pengeluaran Per Kapita Disesuaikan (PPK) 35 Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Tengah dari tahun 2013 hingga tahun 2017.
2. Pemodelan *Spatial Autoregressive Panel Data* dengan matriks pembobot *Queen Contiguity*.
3. Pemodelan *Spatial Autoregressive Panel Data* dengan matriks pembobot *Rook Contiguity*.
4. Perbandingan pemodelan *Spatial Autoregressive Panel Data* dengan matriks pembobot *Queen Contiguity* dan matriks pembobot *Rook Contiguity*.
5. Pemilihan model analisis terbaik berdasarkan AIC terkecil.
6. *Software* yang digunakan adalah RStudio dan ArcView GIS 3.3.
7. Pembobot didasarkan pada wilayah yang saling bertetangga berdasarkan peta dan tidak memperhatikan keadaan geografis secara riil antar wilayah yang saling bertetangga

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang dipaparkan di atas, diperoleh tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Memodelkan *Spatial Autoregressive Panel Data* dengan pembobot *Queen Contiguity* untuk Indeks Pembangunan Manusia Provinsi Jawa Tengah tahun 2013 hingga tahun 2017.
2. Memodelkan *Spatial Autoregressive Panel Data* dengan pembobot *Rook Contiguity* untuk Indeks Pembangunan Manusia Provinsi Jawa Tengah tahun 2013 hingga tahun 2017.
3. Membandingkan *Spatial Autoregressive Panel Data* antara pembobot *Queen Contiguity* dengan pembobot *Rook Contiguity* untuk Indeks Pembangunan Manusia Provinsi Jawa Tengah tahun 2013 hingga tahun 2017.
4. Mengetahui faktor yang mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Jawa Tengah tahun 2013 hingga tahun 2017.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti

Penelitian ini membantu peneliti untuk dapat mengaplikasikan Pemodelan *Spatial Autoregressive Panel Data* dengan matriks Pembobot *Queen Contiguity* dan *Rook Contiguity* untuk Indeks Pembangunan Manusia Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Tengah tahun 2013 hingga tahun 2017 beserta faktor-faktornya.

2. Bagi Pemerintah Kabupaten/Kota serta Pemerintah Provinsi Jawa Tengah.

Penelitian ini dapat dijadikan bahan referensi dan pertimbangan dalam perencanaan kebijakan ekonomi dan pendidikan di kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah.

3. Bagi Masyarakat

Penelitian ini dapat memberikan informasi tentang IPM, pertumbuhan ekonomi, dan perkembangan pendidikan di kabupaten/kota di Provinsi Jawa Tengah dan dapat dijadikan rujukan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan bertujuan untuk mempermudah dalam memahami alur pemikiran keseluruhan skripsi. Penulisan skripsi ini secara garis besar dibagi menjadi tiga bagian yaitu sebagai berikut:

1. Bagian awal

Bagian ini terdiri atas halaman judul, pernyataan keaslian tulisan, halaman pengesahan, motto dan persembahan, abstrak, kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, dan daftar lampiran

2. Bagian Isi

Bagian ini terdiri atas lima bab, sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini terdiri atas latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini terdiri atas materi yang berkaitan dengan penelitian yaitu analisis regresi, regresi data panel, regresi spasial panel, pemilihan model terbaik, indeks pembangunan manusia, dan kerangka berpikir

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini terdiri atas identifikasi masalah, fokus penelitian, variabel penelitian, sumber pengumpulan data, analisis data, dan kesimpulan

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini terdiri atas hasil penelitian dan pembahasan penelitian.

BAB V PENUTUP

Bab ini terdiri atas simpulan dan saran

3. Bagian Akhir

Bagian ini terdiri atas daftar pustaka yang berisi informasi mengenai sumber-sumber dan referensi seperti buku, jurnal, artikel, serta lampiran yang mendukung penulis dalam penulisan skripsi ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisis Regresi

Analisis regresi adalah metode yang digunakan untuk mengetahui hubungan variabel independen dengan variabel dependen. Pada analisis regresi, untuk melihat hubungan satu arah antara variabel yang lebih khusus, dimana variabel X berfungsi sebagai variabel dependen yaitu variabel yang mempengaruhi, dan variabel Y sebagai variabel dependen adalah variabel yang dipengaruhi (Sukestiarno, 2013). Hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen di bagi menjadi dua yaitu analisis regresi sederhana dan analisis regresi berganda.

2.1.1 Analisis Regresi Sederhana

Analisis regresi sederhana adalah analisis regresi yang menjelaskan hubungan antara satu peubah dependen dengan satu peubah independen. Secara umum model regresi sederhana adalah (Sukestiarno, 2013):

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon \quad (2.1)$$

2.1.2 Analisis Regresi Berganda

Analisis regresi yang digunakan untuk menerangkan pengaruh lebih dari satu variabel independen terhadap sebuah variabel dependen disebut analisis regresi berganda (Sukestiarno, 2013). Secara umum model regresi berganda adalah:

$$y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j X_{ij} + \varepsilon_i \quad (2.2)$$

Keterangan:

y_i = variabel respon (dependen) pada pengamatan ke- i ($i = 1, 2, \dots, n$)

β_0 = konstanta

β_j = koefisien regresi ke- j ($j = 1, 2, \dots, k$)

x_{ij} = variabel prediktor (independen) ke- j pada pengamatan ke- i

ε = residual dengan asumsi identik, independen, dan berdistribusi normal dengan mean nol dan varians σ^2

n = banyaknya amatan atau lokasi ($k + 1$)

2.1.2.1 Estimasi Parameter Regresi Berganda

Estimasi parameter regresi berganda menggunakan metode kuadrat terkecil (*Ordinary Least Square*). Estimasi parameter untuk β dapat diperoleh dari metode kuadrat terkecil (*Ordinary Least Square*) (Anselin, 1988). Prinsip dasar OLS adalah meminimumkan jumlah kuadrat galat. Untuk memperoleh estimator bagi β yang dilambangkan dengan $\hat{\beta}$ dilakukan menggunakan persamaan 2.2

Matriks *error* dapat diperoleh dengan

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \mathbf{Y} - \boldsymbol{\beta}\mathbf{X} \quad (2.3)$$

Dengan menggunakan prinsip dasar OLS dan persamaan 2.3 maka diperoleh estimator OLS berikut

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}^T\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}^T\mathbf{Y} \quad (2.4)$$

2.1.3 Pengujian Model Regresi

2.1.3.1 Uji Signifikansi Regresi

Uji signifikansi regresi digunakan untuk mengetahui hubungan linier antara variabel dependen dengan variabel independen. (Montgomery dan Runger, 2011).

Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$ (variabel independen x_{ij} tidak memberikan kontribusi signifikan pada model)

$H_1: \beta_j \neq 0$ untuk paling sedikit satu j (paling sedikit ada satu variabel independen x_j yang memberikan kontribusi signifikan pada model)

Statistik Uji :

$$F_{hitung} = \frac{\left(\frac{SSR}{k}\right)}{\left(\frac{SSE}{n-k-1}\right)} \quad (2.5)$$

dengan :

$$SST = \sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n y_i)^2}{n} \quad (2.6)$$

$$SSR = \hat{\beta}^T X^T y - \frac{(\sum_{i=1}^n y_i)^2}{n} \quad (2.7)$$

$$SSE = SST - SSR \quad (2.8)$$

Kriteria Uji : H_0 ditolak jika nilai $F_{hitung} > F_{\alpha, k, n-k-1}$

2.1.3.2 Uji Signifikansi Parameter

Pengujian signifikansi parameter mengetahui pengaruh masing-masing variabel independen terhadap model regresi (Montgomery & Runger, 2011).

Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$H_0: \beta_j = 0$ (Parameter tidak signifikan)

$H_1: \beta_j \neq 0$ (Parameter signifikan)

Statistik Uji :

$$t_{hitung} = \frac{\widehat{\beta}_j}{se(\widehat{\beta}_j)} \quad (2.9)$$

dengan:

$$se(\widehat{\beta}_j) = \sqrt{var(\widehat{\beta}_j)} \quad (2.10)$$

$$var(\widehat{\beta}_j) = C_{jj}\sigma^2 \quad (2.11)$$

C_{jj} = elemen diagonal dari perkalian matriks $(X_T X)^{-1}$

Kriteria Uji : H_0 ditolak jika nilai $|t_{hitung}| > t_{\frac{\alpha}{2}, n-k-1}$

2.1.3.3 Pemeriksaan *Standard Error*

Pemeriksaan *Standard Error* digunakan untuk mengukur ketepatan estimasi pada estimator. Selain itu, *Standard Error of Estimate* merupakan suatu ukuran banyaknya kesalahan model regresi dalam memprediksi nilai Y. *Standard Error of Estimate* juga disebut dengan *Standard Error of Regression*.

Menurut Soewarno (1995) sebagaimana dikutip Yusniyanti & Kurniati (2017), persamaan *standard error* adalah sebagai berikut

$$SE = \frac{S_x}{\sqrt{n}} \quad (2.12)$$

Keterangan

SE = Standar Error

S_x = Standar Deviasi

n = jumlah data

Semakin kecil *standard error* dari estimator maka semakin kecil variabilitas dari angka estimator dan artinya semakin dipercaya nilai estimator yang didapat (Basuki & Prawoto, 2016)

2.1.3.4 Koefisien Determinasi (R^2)

Koefisien determinasi (R^2) adalah proporsi atau persentase dari total variasi variabel dependen Y yang dijelaskan oleh garis regresi (variabel independen X) (Basuki & Prawoto, 2016). Persamaan koefisien determinasi adalah sebagai berikut (Basuki & Prawoto, 2016).

$$R^2 = 1 - \frac{\sum \hat{e}_i^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (2.13)$$

Keterangan :

\bar{Y} : rata-rata keseluruhan variabel independen

e : vektor residual dari model

Semakin mendekati 1 maka semakin baik regresi karena mampu menjelaskan secara aktual, dan begitupun sebaliknya.

2.2 Regresi Data Panel

2.2.1 Data Panel

Data panel adalah gabungan antara data lintas individu (*cross section*) dan deret waktu (*time series*). Data lintas individu (*cross section*) adalah data yang diperoleh dari banyak unit amatan dalam satu waktu, sedangkan data deret waktu (*time series*) adalah data yang diperoleh dari suatu unit amatan terhadap periode waktu ke waktu tertentu (Diputra *et.al*, 2012), sehingga data panel selalu berhubungan dengan data observasi yang besar (Fitrianto & Musakkal, 2016).

Data panel digunakan pada model regresi data panel untuk mengetahui hubungan antara variabel independen dan variabel dependen.

Data panel tidak hanya menangkap dinamika pada suatu data, akan tetapi juga untuk mengontrol heterogenitas data yang teramati diseluruh unit (Karim *et.al.*, 2016). Jika setiap unit lintas individu memiliki jumlah pengamatan deret waktu yang sama, maka disebut data panel seimbang (*balance panel data*). Sebaliknya, jika pada data panel setiap unit lintas individu memiliki jumlah pengamatan deret waktu yang berbeda, maka disebut data panel tidak seimbang (*unbalance panel data*) (Gujarati, 2003).

Kelebihan menggunakan data panel adalah sebagai berikut :

1. Mengontrol heterogenitas individu
2. Memberikan data yang lebih informatif, lebih banyak variabilitas, lebih sedikit kolinearitas antar variabel, memiliki derajat kebebasan lebih banyak, dan lebih efisien
3. Memahami dinamika penyesuaian
4. Mengidentifikasi dan mengukur efek yang tidak terdeteksi dalam data lintas individu murni (*pure cross section*) atau data deret waktu murni (*pure time series*)
5. Membuat dan menguji model perilaku yang lebih rumit dari data lintas individu murni (*pure cross section*) atau data deret waktu murni (*pure time series*).

6. Data panel mikro yang diperoleh secara individu, perusahaan dan rumah tangga mungkin lebih akurat diukur dari variabel serupa yang diukur di tingkat makro
7. Data panel memiliki deret waktu yang lebih lama dan tidak memiliki masalah seperti distribusi tidak standar tipikal unit root dalam analisis deret waktu (Baltagi, 2005).

Menurut Elhorst (2010) sebagaimana dikutip Khasanah *et.al* (2016), secara umum pemodelan regresi data panel akan memberikan informasi yang lebih informatif dan akurat dibandingkan pemodelan regresi yang hanya menggunakan data lintas individu (*cross section*) atau data deret waktu (*time series*) saja.

2.2.2 Model Regresi Data Panel

Model regresi data panel adalah pemodelan regresi yang melibatkan pengaruh periode waktu pada unit amatan tersebut ke dalam model. Selain itu, model regresi data panel merupakan metode yang digunakan untuk memodelkan pengaruh variabel prediktor (independen) terhadap variabel respon (dependen) dalam beberapa sektor yang diamati dari suatu objek penelitian selama periode waktu tertentu (Srihardianti *et.al*, 2016). Regresi data panel berbeda dengan regresi dengan *Ordinary Least Square* dikarenakan menggunakan informasi dua dimensi yaitu *over individuals* dan *over time* (Bala & Prada, 2014).

Secara umum model regresi data panel adalah sebagai berikut (Prasanti *et.al*, 2015):

$$y_{it} = \alpha_{it} + \beta x_{it} + u_{it} \quad (2.14)$$

Keterangan:

$i = 1, 2, 3, \dots, N$, menunjukkan unit data *cross section*

$t = 1, 2, 3, \dots, T$, menunjukkan unit data *time series*

y_{it} = nilai variabel dependen pada unit *cross section* ke- i untuk periode waktu ke- t

$x_{it} = (x_{1it}, x_{2it}, \dots, x_{kit})$ menunjukkan vektor observasi pada variabel independen berukuran $1 \times k$

$\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k)$ menunjukkan vektor slope berukuran $1 \times k$ dengan k banyaknya variabel independen

α_{it} = intersep yang merupakan efek individu unit *cross section* ke- i untuk periode waktu ke- t

u_{it} = *error* regresi unit *cross section* ke- i untuk unit periode waktu ke- t
; $u_{it} \sim N(0, \sigma_u^2)$

Ada beberapa model regresi data panel, salah satunya adalah model dengan *slope* konstan dan *intercept* bervariasi. Berikut beberapa model yang dapat diselesaikan dengan data panel adalah sebagai berikut (Hsiao, 2003):

Model 1: *slope* koefisien konstan, *intercept* bervariasi tergantung individu

$$y_{it} = \alpha_i^* + \sum_{k=1}^K \beta_k x_{kit} + u_{it} \quad (2.15)$$

Model 2: *slope* koefisien konstan, *intercept* bervariasi tergantung individu dan waktu

$$y_{it} = \alpha_{it}^* + \sum_{k=1}^K \beta_k x_{kit} + u_{it} \quad (2.16)$$

Model 3: *slope* dan *intercept* bervariasi tergantung individu

$$y_{it} = \alpha_i^* + \sum_{k=1}^K \beta_{ki} x_{kit} + u_{it} \quad (2.17)$$

Model 4: *slope* dan *intercept* bervariasi tergantung individu dan waktu

$$y_{it} = \alpha_{it}^* + \sum_{k=1}^K \beta_{kit} x_{kit} + u_{it} \quad (2.18)$$

Keterangan:

$i = 1, 2, 3, \dots, N$, menunjukkan unit data *cross section*

$t = 1, 2, 3, \dots, T$, menunjukkan unit data *time series*

y_{it} = nilai variabel dependen pada unit *cross section* ke- i untuk periode waktu ke- t

$x_{it} = (x_{1it}, x_{2it}, \dots, x_{kit})$ menunjukkan vektor observasi pada variabel independen berukuran $1 \times k$

$\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k)$ menunjukkan vektor slope berukuran $1 \times k$ dengan k banyaknya variabel independen

α_{it}^* = intersep yang merupakan efek individu unit *cross section* ke- i untuk periode waktu ke- t

u_{it} = *error* regresi unit *cross section* ke- i untuk unit periode waktu ke- t ;

$$u_{it} \sim N(0, \sigma_u^2)$$

Secara umum terdapat dua pendekatan yang digunakan dalam menduga model dari data panel yaitu model tanpa pengaruh individu (*common effect*) dan model dengan pengaruh individu (*fixed effect dan random effect*).

2.2.2.1 Estimasi Model Regresi Data Panel

Dalam melakukan estimasi model regresi dengan data panel terdapat tiga pendekatan yang digunakan yaitu pendekatan *Common Effect Model* (CEM), *Fixed Effect Model* (FEM), dan *Random Effect Model* (REM)

1. *Common Effect Model* (CEM)

Common Effect Model merupakan teknik yang paling sederhana untuk mengestimasi model regresi data panel. Pendekatan ini mengabaikan heterogenitas antar unit *cross section* maupun antar waktu (Prasanti, *et.al*, 2015). Metode ini menggunakan pendekatan *Ordinary Least Square* atau teknik kuadrat terkecil untuk mengestimasi model data panel.

Menurut Widarjono (2009) sebagaimana dikutip Prasanti *et.al*, (2015), persamaan model data panel adalah sebagai berikut.

$$y_{it} = \alpha + \beta x_{it} + u_{it} \quad (2.19)$$

Keterangan:

$i = 1, 2, 3, \dots, N$, menunjukkan unit data *cross section*

$t = 1, 2, 3, \dots, T$, menunjukkan unit data *time series*

y_{it} = nilai variabel dependen pada unit *cross section* ke- i untuk periode waktu ke- t

$x_{it} = (x_{1it}, x_{2it}, \dots, x_{kit})$ menunjukkan vektor observasi pada variabel independen berukuran $1 \times k$

$\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k)$ menunjukkan vektor slope berukuran $1 \times k$ dengan k banyaknya variabel independen

α = koefisien intersep (konstan) yang merupakan bilangan skalar

u_{it} = *error* regresi unit *cross section* ke- i untuk unit periode waktu ke- t ; $u_{it} \sim N(0, \sigma_u^2)$

2. *Fixed Effect Model (FEM)*

Fixed Effect Model (FEM) atau model pengaruh tetap mengasumsikan koefisien *slope* konstan, namun koefisien intersep berbeda tiap individu. Pendugaan parameter pada model pengaruh tetap diduga menggunakan penduga dalam (*within*), melalui pendekatan metode OLS. Model pengaruh tetap juga dikenal dengan Metode Kuadrat Terkecil Peubah Boneka (*Least Square Dummy Variable/ LSDV*) (Baltagi, 2005).

Persamaan *Fixed Effect Model* adalah sebagai berikut (Prasanti *et.al*, 2015):

$$y_{it} = \alpha_i + \beta x_{it} + u_{it} \quad (2.20)$$

Keterangan:

$i = 1, 2, 3, \dots, N$, menunjukkan unit data *cross section*

$t = 1, 2, 3, \dots, T$, menunjukkan unit data *time series*

y_{it} = nilai variabel dependen pada unit *cross section* ke- i untuk periode waktu ke- t

$x_{it} = (x_{1it}, x_{2it}, \dots, x_{kit})$ menunjukkan vektor observasi pada variabel independen berukuran $1 \times k$

$\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k)$ menunjukkan vektor slope berukuran $1 \times k$ dengan k banyaknya variabel independen

α_i = parameter tetap yang tidak diketahui dan akan diestimasi

u_{it} = *error* regresi unit *cross section* ke- i untuk unit periode waktu ke- t

$$; u_{it} \sim N(0, \sigma_u^2)$$

3. *Random Effect Model (REM)*

Random Effect Model (REM) disebut juga dengan *Error Component Model (ECM)*. Pada model pengaruh acak (*Random Effect Model*), individu yang digunakan biasanya merupakan individu yang dipilih secara acak dari populasi yang besar (Diputra *et.al*, 2012). Dalam model ini terdapat perbedaan karakteristik-karakteristik individu dan waktu yang diakomodasikan pada *error* dari model. Mengingat ada dua komponen yang mempunyai kontribusi pada pembentukan *error*, yaitu individu dan waktu, maka *random error* pada REM perlu diurai menjadi *error* untuk komponen waktu dan *error* gabungan. *Random Effect Model* diestimasi menggunakan metode *Generalized Least Square*.

Persamaan *Random Effect Model* adalah sebagai berikut (Gujarati, 2003):

$$y_{it} = \alpha_0 + \beta x_{it} + w_{it} \quad (2.21)$$

dengan

$$w_{it} = \varepsilon_i + u_{it} \quad (2.22)$$

Keterangan:

$i = 1, 2, 3, \dots, N$, menunjukkan unit data *cross section*

$t = 1, 2, 3, \dots, T$, menunjukkan unit data *time series*

y_{it} = nilai variabel dependen pada unit *cross section* ke- i untuk periode waktu ke- t

$x_{it} = (x_{1it}, x_{2it}, \dots, x_{kit})$ menunjukkan vektor observasi pada variabel independen berukuran $1 \times k$

$\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k)$ menunjukkan vektor slope berukuran $1 \times k$

dengan k banyaknya variabel independen

α_0 = rata-rata dari efek individual yang tidak terobservasi

ε_i = komponen *error cross section*

u_{it} = *error* menyeluruh yang merupakan kombinasi *cross section* dan *time series*

2.2.2.2 Pemilihan Model Estimasi Regresi Data Panel

Pemilihan model estimasi regresi data panel dapat menggunakan metode atau uji, seperti Uji Chow, dan Uji Hausman

1. Uji Chow

Uji Chow digunakan untuk memilih salah satu model pada regresi data panel, yaitu antara model efek tetap (*fixed effect model*) dengan model efek gabungan (*common effect model*).

Hipotesis Uji Chow sebagai berikut (Diputra, *et.al* ,2012) :

Hipotesis :

H_0 = tidak terdapat pengaruh individu terhadap model (mengikuti model efek gabungan)

H_1 = terdapat satu atau lebih pengaruh individu terhadap model (mengikuti model efek tetap)

Statistik uji yang digunakan adalah uji F, yaitu:

$$F_{hitung} = \frac{[RRSS-URSS]/(n-1)}{URSS/(nT-n-K)} \quad (2.23)$$

Keterangan:

n = Jumlah individu (*cross section*)

T = Jumlah periode waktu (*time series*)

K = Jumlah variabel penjelas

$RRSS$ = *restricted residual sums of squares* yang berasal dari model koefisien tetap

$URSS$ = *unrestricted residual sums of squares* yang berasal dari model efek tetap

Kriteria uji : $F_{hitung} > F_{(n-1, nT-n-K)}$ maka H_0 ditolak sehingga model yang dipilih adalah model efek tetap. Kriteria uji juga dapat diperoleh dari $P\text{-value} < \alpha = 0,05$ (taraf signifikansi/alpha), maka H_0 ditolak sehingga model yang dipilih adalah model efek tetap (Baltagi, 2005).

2. Uji Hausman

Uji ini digunakan untuk memilih model efek acak (*random effect model*) dengan model efek tetap (*fixed effect model*). Prosedur pengujiannya sebagai berikut (Baltagi, 2008):

Hipotesis:

H_0 : Korelasi $(X_{it}, \varepsilon_{it}) = 0$ (efek *cross-sectional* tidak berhubungan dengan regresor lain/*Random Effect Model*)

H_1 : Korelasi $(X_{it}, \varepsilon_{it}) \neq 0$ (efek *cross-sectional* berhubungan dengan regresor lain/*Fixed Effect Model*)

Statistik uji yang digunakan adalah uji *chi-squared* berdasarkan kriteria

Wald, yaitu:

$$W = \hat{q}'[\text{var}(\hat{q})]^{-1}\hat{q} \quad (2.24)$$

$$W = (\hat{\beta}_{MET} - \hat{\beta}_{MEA})' [var(\hat{\beta}_{MET} - \hat{\beta}_{MEA})]^{-1} (\hat{\beta}_{MET} - \hat{\beta}_{MEA}) \quad (2.25)$$

Keterangan:

$\hat{\beta}_{MET}$ = vektor estimasi *slope* model efek tetap

$\hat{\beta}_{MEA}$ = vektor estimasi *slope* model efek acak

Kriteria Uji : $W > X_{\alpha, K}^2$ atau nilai *p-value* $< \alpha=0,05$, maka tolak H_0 ,

sehingga model yang terpilih adalah model efek tetap.

2.3 Regresi Spasial Panel

2.3.1 Matriks Keterkaitan Spasial

Pada dasarnya matriks keterkaitan spasial atau pembobot spasial menjelaskan hubungan antar wilayah dan diperoleh berdasarkan informasi jarak atau ketetanggaan. Diagonal dari matriks pembobot spasial biasa diisi dengan nilai 0 dan 1. Menurut Dubin (2009) sebagaimana dikutip oleh Diputra *et.al* (2012), matriks pembobot menjelaskan hubungan antar keseluruhan observasi, sehingga dimensi dari matriks adalah $N \times N$. Berikut adalah jenis-jenis penentuan matriks keterkaitan spasial antara lokasi yang saling berhubungan:

1. *Contiguity Weight*

Beberapa metode untuk mendefinisikan hubungan persinggungan (*contiguity*) antar wilayah antara lain sebagai berikut (LeSage, 1999) :

1. *Linear contiguity* (persinggungan tepi) adalah persentuhan tepi wilayah satu dengan tepi wilayah yang saling bertetangga. Dengan keterangan:

$w_{ij} = 1$, untuk wilayah yang berada di tepi (*edge*) kiri maupun kanan yang menjadi perhatian.

$w_{ij} = 0$, untuk wilayah lainnya.

2. *Rook contiguity* (persinggungan sisi) yaitu persinggungan sisi wilayah satu dengan wilayah yang lain yang saling bertetangga. Dengan keterangan:

$w_{ij} = 1$, untuk wilayah yang bersisian (*common side*) dengan wilayah yang menjadi perhatian,

$w_{ij} = 0$, untuk wilayah lainnya.

3. *Bhisop contiguity* (persinggungan titik) yaitu persinggungan titik wilayah satu dengan wilayah yang lain yang saling bertetangga. Dengan keterangan:

$w_{ij} = 1$, untuk wilayah yang titiknya (*common vertex*) bertemu dengan titik wilayah yang menjadi perhatian,

$w_{ij} = 0$, untuk wilayah lainnya.

4. *Double linear contiguity* (persinggungan dua tepi) yaitu persentuhan dua tepi wilayah satu dengan tepi wilayah yang saling bertetangga. Dengan keterangan:

$w_{ij} = 1$, untuk wilayah dengan tepi (*edge*) berada pada kiri dan kanan wilayah yang menjadi perhatian,

$w_{ij} = 0$, untuk wilayah lainnya.

5. *Double rook contiguity* (persinggungan dua sisi) yaitu persinggungan dua sisi wilayah satu dengan wilayah yang lain yang saling bertetangga. Dengan keterangan:

$w_{ij} = 1$, untuk wilayah pada dua sisi di kiri, kanan, utara dan selatan dengan wilayah yang menjadi perhatian.

$w_{ij} = 0$, untuk wilayah lainnya.

6. *Queen contiguity* (persinggungan sisi-sudut) yaitu persinggungan baik sisi maupun titik wilayah satu dengan wilayah yang lain yang merupakan gabungan dari *rook contiguity* dan *bishop contiguity*.

Dengan keterangan:

$w_{ij} = 1$, untuk wilayah yang bersisian (*common side*) atau titik sudutnya (*common vertex*) bertemu dengan wilayah yang menjadi perhatian

$w_{ij} = 0$, untuk wilayah lainnya.

Gambar berikut merupakan ilustrasi persinggungan wilayah pada peta



Gambar 2.1 Persinggungan Wilayah (Sumber: Pratama *et.al.*,2018)

Matriks W yang merefleksikan *Rook Contiguity* pada gambar 2.1 adalah

$$\begin{array}{cccccccccccc}
 & \mathbf{1} & \mathbf{2} & \mathbf{3} & \mathbf{4} & \mathbf{5} & \mathbf{6} & \mathbf{7} & \mathbf{8} & \mathbf{9} & \mathbf{10} & \\
 \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \\
 \mathbf{2} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \\
 \mathbf{3} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \\
 \mathbf{4} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \\
 \mathbf{5} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{0} & \\
 \mathbf{6} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \\
 \mathbf{7} & \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \\
 \mathbf{8} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \\
 \mathbf{9} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \\
 \mathbf{10} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} &
 \end{array}$$

Matriks yang sudah diperoleh kemudian dibentuk kedalam matriks yang telah distandarisasi baris, yaitu matriks dimana jumlah dari setiap barisnya adalah satu. Standarisasi digunakan agar pembobotan matriks menjadi proporsional jika terdapat kasus yang memiliki jumlah tetangga yang tidak sama.

Jadi, matriks standarisasi matriks W *Rook Contiguity* adalah (Pratama *et.al.*,2018):

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix}
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 1/5 & 0 & 1/5 & 1/5 & 0 & 0 & 1/5 & 1/5 & 0 \\
 0 & 1/4 & 0 & 0 & 1/4 & 0 & 0 & 0 & 1/4 & 1/4 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/2 & 0 & 1/2 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 1/3 & 1/3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/3 & 0 \\
 0 & 1/5 & 0 & 1/5 & 0 & 0 & 1/5 & 1/5 & 0 & 1/5 & 0 \\
 1/3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1/3 & 0 & 0 & 0 & 1/3 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 1/2 & 0 & 1/2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 1/3 & 1/3 & 0 & 1/3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 1/3 & 0 & 0 & 0 & 1/3 & 1/3 & 0 & 0 & 0 & 0
 \end{bmatrix}$$

2. Distance Weight

Matriks pembobot lain yang dapat digunakan yaitu menggunakan fungsi jarak. Pada prinsipnya antara satu lokasi dengan lokasi yang lain ditentukan oleh jarak kedua lokasi tersebut (Hikmah, 2017). Semakin dekat jarak antara

kedua lokasi tersebut maka bobot yang diberikan akan semakin besar dan sebaliknya.

Berikut beberapa cara dalam menentukan matriks pembobot dengan fungsi jarak:

1. Fungsi jarak menurun

Didefinisikan sebagai:

$$w_{ij} = d_{ij}^z, \text{ jika } d \leq D, z < 0 \quad (2.26)$$

$$w_{ij} = 0, \text{ jika } d > D \quad (2.27)$$

2. K lokasi

Cara ini digunakan dengan cara menentukan sebanyak k lokasi j disekitar lokasi i yang terdekat dengan lokasi tersebut.

3. Invers jarak

Prinsip invers jarak adalah semakin pendek jarak antar lokasi maka bobot yang diberikan akan semakin besar (Hikmah, 2017). Invers jarak didefinisikan sebagai berikut:

$$W_{ij} = \frac{1}{d_{ij}}, \text{ jika } d \leq D \quad (2.28)$$

$$W_{ij} = 0, \text{ jika } d > D \quad (2.29)$$

Keterangan :

D = limit jarak yang ditentukan

d = jarak antar lokasi i dan j

Bentuk umum matriks spasial (W)

$$W = \begin{pmatrix} W_{11} & \cdots & W_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ W_{m1} & \cdots & W_{mn} \end{pmatrix} \quad (2.30)$$

2.3.2 Uji Efek Ketergantungan/Depedensi Spasial

Uji efek ketergantungan/depedensi spasial digunakan untuk mengetahui terdapat atau tidaknya ketergantungan antar wilayah yang saling berdekatan. Salah satu uji efek ketergantungan/depedensi spasial adalah *Lagrange Multiplier* yang digunakan untuk mengetahui ketergantungan/depedensi spasial antar wilayah (Purba & Setiawan, 2015). Untuk mengetahui suatu model dikategorikan *spasial lag* maka digunakan uji *Langrange Multiplier lag*.

Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$H_0: \delta = 0$ (tidak terdapat kebergantungan/depedensi spasial lag)

$H_1: \delta \neq 0$ (terdapat kebergantungan/depedensi spasial lag)

Statistik uji *Langrange Multiplier lag* adalah sebagai berikut (Tamara *et.al.*, 2016):

$$LM_{\delta} = \frac{[e'(I_T \otimes W)Y/\hat{\sigma}^2]^2}{J} \quad (2.31)$$

dengan,

$$J = \frac{1}{\hat{\sigma}_e^2} \left[\left((I_T \otimes W)X \hat{\beta} \right)' (I_{NT} - X(X'X)^{-1}X') (I_T \otimes W)X \hat{\beta} + TT_w \hat{\sigma}_e^2 \right] \quad (2.32)$$

$$T_w = tr(WW + W'W) \quad (2.33)$$

Keterangan:

LM_{δ} = statistik Uji *Langrange Multiplier lag*

\otimes = perkalian Kronecker

I_T = matriks identitas berukuran T x T

$\hat{\sigma}_e^2$ = taksiran varian dari error model regresi gabungan

W = matriks pembobot spasial yang telah dinormalisasikan

e = vektor error model regresi gabungan (*pooled model*)

tr = *trace* matriks

Kriteria uji:

Statistik Uji *Langrange Multiplier lag* berdistribusi χ^2 dengan H_0 ditolak jika *Langrange Multiplier lag* $> \chi^2_{(\alpha, l)}$ atau *P-value* $< \alpha$ (0,05).

2.3.3 *Spatial Autoregressive Panel Data*

Spatial Autoregressive Panel Data merupakan salah satu pemodelan spasial data panel. *Spatial Autoregressive Panel Data* merupakan kombinasi dari *Spatial Autoregressive Model* dengan data panel, menggabungkan antara data lintas individu dan deret waktu dimana data tersebut mempunyai hubungan antara satu lokasi pengamatan dengan lokasi pengamatan lain yang saling berdekatan yang menambahkan spasial lag pada variabel dependen. *Spatial Autoregressive Panel Data* menjelaskan variabel dependen bergantung pada variabel independen yang diamati dan variabel dependen pada unit terdekat (Tamara *et.al.*, 2016).

Perbedaan model SAR *panel data* dengan regresi panel yaitu adanya penambahan unsur matriks pembobot spasial (W) pada model SAR (Karim, *et.al.*, 2016) dan spasial lag pada variabel dependen. Matriks W dapat diperoleh berdasarkan informasi jarak atau ketetanggaan (*neighborhood*), dengan kata lain dari jarak atau ketetanggaan antara satu wilayah dengan wilayah yang lain.

Persamaan *Spatial Autoregressive Panel Data* dapat dinyatakan sebagai berikut (Purba & Setiawan, 2016):

$$y_{it} = \delta \sum_{j=1}^N W_{ij} y_{jt} + \mu_i + \beta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2.34)$$

Keterangan :

y_{it} = Variabel dependen pada unit observasi ke- i dan waktu ke- t

δ = Koefisien spasial autoregresif atau spasial lag

W_{ij} = Elemen matriks pembobot spasial pada baris ke- i dan kolom ke- j

μ_i = Intersep model regresi

X_{it} = Variabel independen pada unit observasi ke- i dan waktu ke- t

β = Koefisien *slope*

ε_{it} = Komponen error pada unit observasi ke- i dan waktu ke- t

Persamaan *Spatial Autoregressive Panel Data* dalam bentuk matriks adalah sebagai berikut (Tamara, *et.al.*, 2016):

$$y = \delta W_{NT} y + \beta X + (i_T \otimes I_N) \mu + \varepsilon \quad (2.35)$$

Keterangan :

y = Vektor variabel dependen berukuran NT x 1

X = Matriks variabel independen berukuran NT x K

δ = Koefisien parameter spasial lag pada model spasial lag data panel

ε = Vektor error berukuran NT x 1

μ = Matriks efek spesifik spasial berukuran N x 1

W_{NT} = Matriks pembobot spasial terstandarisasi berukuran NT x NT

i_T = Vektor berukuran T x 1 yang setiap entrinya berisi 1

I_N = Matriks identitas berukuran N x N

Persamaan *Spatial Autoregressive Panel Data Fixed Effect Model* dapat dinyatakan sebagai berikut (Antczak & Suchecka, 2011):

$$y_{it} = \rho W y_{it} + \alpha_i + \beta X_{it} + u_{it} \quad (2.36)$$

Keterangan :

y_{it} = Variabel dependen pada unit observasi ke- i dan waktu ke- t

ρ = Koefisien spasial autoregresif atau spasial lag

W = Elemen matriks pembobot spasial terstandarisasi

α_i = efek individu konstan dalam waktu dan berbeda tiap unit

X_{it} = Variabel independen pada unit observasi ke- i dan waktu ke- t

β = Koefisien parameter variabel independen

u_{it} = Komponen error pada unit observasi ke- i dan waktu ke- t

Pada pemodelan ini menggunakan estimator *Maximum Likelihood Estimator* (MLE), dikarenakan pada model dengan komponen error autokorelasi spasial, estimasi *Ordinary Least Square* (OLS) tidak efisien ketika $\sigma_\mu^2 = 0$. Secara analog, estimasi *Ordinary Least Square* (OLS) pada *Random Effect Model* (tanpa komponen spasial) juga tidak efisien. Dikarenakan *Ordinary Least Square* (OLS) tidak efisien sebagai estimator, maka digunakan cara alternatif lain yaitu estimasi *Maximum Likelihood* (ML) (Milo & Piras, 2012). *Maximum Likelihood Estimator* (MLE) dinilai lebih efisien dibandingkan *Ordinary Least Square* (OLS). Estimator yang digunakan untuk mengestimasi parameter model yaitu *Maximum Likelihood Estimation* (MLE), yang bekerja dengan memaksimalkan fungsi *likelihood* $L(\theta)$ atau fungsi *log-likelihood* $\ln L(\theta)$.

2.3.2.1 Estimasi Model *Spatial Autoregressive Fixed Effect*

Persamaan *log-likelihood* untuk *spatial autoregressive fixed effect* adalah sebagai berikut (Tamara *et.al.*, 2016):

$$\begin{aligned} \ln L = & -\frac{NT}{2} \ln(2\pi\sigma^2) + T \ln|I_N - \delta W| - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (y_{it} - \\ & \delta \sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt} - x_{it}\beta - \mu_i)^2 \end{aligned} \quad (2.37)$$

2.3.2.2 Estimasi Model *Spatial Autoregressive Random Effect*

Persamaan *log-likelihood* untuk *spatial autoregressive random effect* adalah sebagai berikut (Tamara *et.al.*, 2014):

$$\begin{aligned} \ln L = & -\frac{NT}{2} \ln(2\pi\sigma^2) + T \ln |(I_N - \delta W)| + \\ & \frac{N}{2} \ln \phi^2 - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (y_{it} - \delta [\sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt}] - x_{it}\beta)^2 \end{aligned} \quad (2.38)$$

2.3.4 *Spatial Error Model Panel Data*

Spatial Error Model Panel Data menjelaskan variabel dependen bergantung pada variabel independen yang diamati dan *error* yang berkorelasi antar tempat (*space*) yang berdekatan (Tamara *et.al.*, 2016).

Persamaan *Spatial Error Model Panel Data* dalam bentuk matriks adalah sebagai berikut (Tamara, *et.al.*, 2016):

$$\mathbf{y} = \mathbf{\beta X} + (\mathbf{i}_T \otimes \mathbf{I}_N) \boldsymbol{\mu} + \boldsymbol{\phi} \quad (2.39)$$

$$\boldsymbol{\phi} = \rho \mathbf{W}_{NT} \boldsymbol{\phi} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.40)$$

Keterangan :

\mathbf{y} = Vektor variabel dependen berukuran NT x 1

\mathbf{X} = Matriks variabel independen berukuran NT x K

$\boldsymbol{\mu}$ = Matriks efek spesifik spasial berukuran N x 1

\mathbf{W}_{NT} = Matriks pembobot spasial terstandarisasi berukuran NT x NT

\mathbf{i}_T = Vektor berukuran T x 1 yang setiap entrinya berisi 1

\mathbf{I}_N = Matriks identitas berukuran N x N

ρ = Koefisien parameter spasial *error* pada model spasial error data panel

ϕ = Vektor error berukuran NT x 1

ε = Vektor error berukuran NT x 1

2.4 Pemilihan Model Terbaik

Kriteria pemilihan model terbaik dalam penelitian ini adalah *Akaike Info Criterion* (AIC). AIC merupakan penduga kualitas relatif dari model statistik untuk sekumpulan data yang diberikan. Persamaannya adalah sebagai berikut:

$$AIC = -2Lm + 2m \quad (2.41)$$

Keterangan:

Lm = maksimum log-likelihood

m = jumlah parameter dalam model (Akaike, 1974)

Model dengan nilai terkecil adalah yang terbaik (Wei & William, 1990)

2.5 Indeks Pembangunan Manusia (IPM)

Indeks Pembangunan Manusia merupakan indikator penting untuk mengukur keberhasilan dalam upaya membangun kualitas hidup manusia (masyarakat/penduduk) (BPS Provinsi Jawa Tengah, 2014). Sebagai ukuran kualitas hidup, IPM dibangun melalui pendekatan tiga dimensi dasar yaitu:

1. Dimensi umur panjang dan hidup sehat.
2. Dimensi pengetahuan.
3. Dimensi standar hidup layak.(BPS Provinsi Jawa Tengah,2014)

Pengelompokan indeks pembangunan manusia (BPS, 2014):

$IPM < 60$: IPM rendah
$60 \leq IPM < 70$: IPM sedang
$70 \leq IPM < 80$: IPM tinggi
$IPM \geq 80$: IPM sangat tinggi

Variabel yang diamati untuk indeks pembangunan manusia adalah:

1. Angka Harapan Hidup Saat Lahir – AHH (Life Expectory-e)

Angka Harapan Hidup saat lahir (AHH) didefinisikan sebagai rata-rata perkiraan banyak tahun yang dapat ditempuh oleh seseorang saat lahir. Angka Harapan Hidup saat lahir (AHH) mencerminkan derajat kesehatan suatu masyarakat. Angka Harapan Hidup saat lahir (AHH) dihitung dari hasil sensus dan survey kependudukan (BPS, 2014) yang merupakan alat untuk mengevaluasi kinerja pemerintah dalam meningkatkan kesejahteraan penduduk pada umumnya, dan meningkatkan derajat kesehatan pada khususnya. Angka Harapan Hidup yang rendah di suatu daerah harus diikuti dengan program pembangunan kesehatan, dan program sosial lainnya termasuk kesehatan lingkungan, kecukupan gisi dan kalori termasuk program pemberantasan kemiskinan.

2. Rata-rata Lama Sekolah - RLS (*mean years of schooling - MYS*)

Rata-rata lama sekolah didefinisikan sebagai jumlah tahun yang digunakan oleh penduduk dalam menjalani pendidikan formal. Diasumsikan bahwa dalam kondisi normal rata-rata lama sekolah suatu wilayah tidak akan

turun. Cakupan penduduk yang dihitung dalam perhitungan rata-rata lama sekolah adalah penduduk berusia 25 tahun ke atas.

3. Harapan Lama Sekolah- HLS (*Expected Years of Schooling – EYS*)

Angka Harapan Lama Sekolah didefinisikan lamanya sekolah (dalam tahun) yang diharapkan akan dirasakan oleh anak pada umur tertentu di masa mendatang. Diasumsikan bahwa peluang anak tersebut akan tetap bersekolah pada umur-umur berikutnya sama dengan peluang penduduk yang bersekolah per jumlah penduduk untuk umur yang sama saat ini.

Angka Harapan Lama Sekolah dihitung untuk penduduk berusia 7 tahun ke atas. HLS dapat digunakan untuk mengetahui kondisi pembangunan sistem pendidikan di berbagai jenjang yang ditunjukkan dalam bentuk lamanya pendidikan (dalam tahun) yang diharapkan dapat dicapai oleh setiap anak.

4. Pengeluaran Per Kapita Disesuaikan

UNDP mengukur standar hidup layak menggunakan Produk Domestik Bruto (PDRB) riil yang disesuaikan, sedangkan BPS dalam menghitung standar hidup layak menggunakan Pengeluaran rata-rata disesuaikan.

Pengeluaran per kapita yang disesuaikan ditentukan dari nilai pengeluaran per kapita dan paritas daya beli (*Purchasing Power Parity / PPP*). Rata-rata pengeluaran per kapita setahun diperoleh dari Susenas, dihitung dari level provinsi hingga level kab/kota. Rata-rata pengeluaran per kapita dibuat konstan/riil dengan tahun dasar 2012=100. Perhitungan paritas daya beli pada metode baru menggunakan 96 komoditas dimana 66

komoditas merupakan makanan dan sisanya merupakan komoditas nonmakanan. Metode penghitungan paritas daya beli menggunakan Metode Rao. Perhitungan paritas daya beli dihitung dari bundle komoditas makanan dan non makanan.

Rumus Perhitungan Paritas Daya Beli (PPP):

$$PPP_j = \prod_{i=1}^m \left(\frac{p_{ij}}{p_{ik}} \right)^{\frac{1}{m}} \quad (2.42)$$

Keterangan

p_{ij} = Harga Komoditas i di kab atau kota j

p_{ik} = Harga Komoditas i di Jakarta Selatan

m = Jumlah Komoditas

2.6 Kerangka Berfikir

Model spasial data panel merupakan model analisis yang menggabungkan antara model spasial dengan data panel. Data panel ialah data yang menggabungkan antara unit-unit amatan dengan berbagai periode waktu tertentu. Data panel merupakan data yang mengkombinasikan antara data lintas individu (*cross section*) dan data deret waktu (*time series*) (Khasanah *et.al.*, 2016). Data panel mengkombinasikan data dari unit-unit amatan dengan memasukkan pengaruh waktu dari beberapa periode waktu tertentu, sehingga data yang diperoleh lebih bervariasi. Data panel tidak hanya menangkap dinamika pada suatu data, akan tetapi juga untuk mengontrol heterogenitas data yang teramati diseluruh unit (Karim *et.al.*, 2016). Selain itu, data panel dapat meningkatkan derajat bebas dan mengurangi kolinearitas antar variabel karena meningkatkan

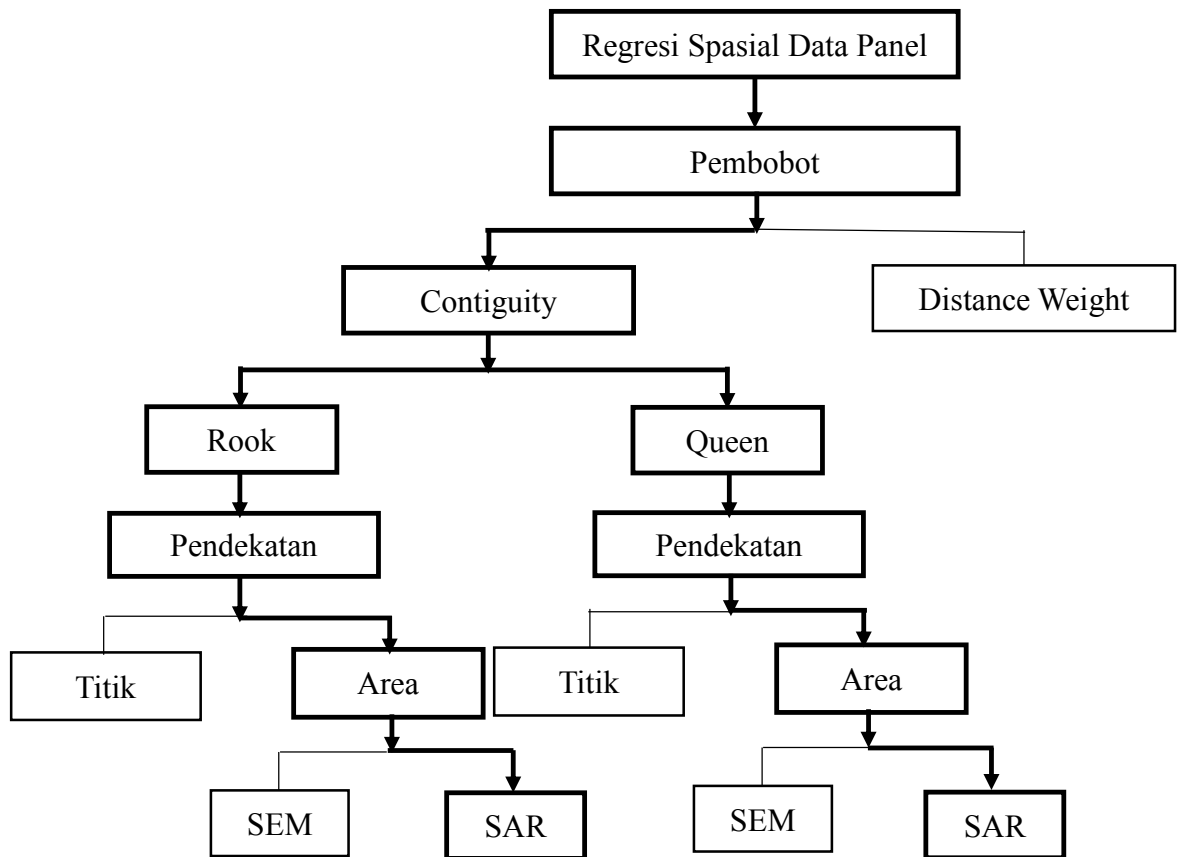
efisiensi ekonometrik (Hsiao, 2003). Sedangkan, model regresi spasial merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui hubungan variabel respon dengan variabel penjelas dan untuk memperoleh informasi pengamatan yang dipengaruhi faktor kedekatan wilayah dimana suatu wilayah memiliki kedekatan dengan wilayah lain.

Ciri utama regresi spasial adalah adanya penambahan penggunaan matriks pembobot yang digunakan untuk menjelaskan tentang kedekatan wilayah satu dengan wilayah yang lain. Terdapat dua jenis matriks pembobot spasial, yaitu *contiguity weight* dan *distance weight*. *Contiguity weight* adalah matrik pembobot yang memperhitungkan persentuhan sisi atau titik vertek wilayah satu dengan wilayah lainnya. Terdiri dari *rook contiguity* dan *queen contiguity*. Sedangkan *distance weight* adalah matriks pembobot yang memperhitungkan bobot jarak antar lokasi pengamatan. *Distance weight* terdiri dari fungsi jarak minimum, K lokasi, dan invers jarak.

Regresi spasial dikelompokkan menjadi dua yaitu berhubungan dengan keheterogenan spasial (*spatial heterogeneity*) dan ketergantungan spasial (*spatial dependence*). Menurut Anselin (2009) sebagaimana dikutip Diputra *et.al* (2012), pada kasus keheterogenan spasial (*spatial heterogeneity*) dikembangkan analisis Regresi Terboboti secara Geografis atau Geographically Weighted Regression, sedangkan kasus ketergantungan spasial (*spatial dependence*) dikembangkan Model Autoregresi Spasial (*Spatial Autoregressive Model/ SAR*) dan Model Galat Spasial (*Spatial Error Model/SEM*).

Salah satu model spasial data panel adalah *Spatial Autoregressive Panel Data*. *Spatial Autoregressive Panel Data* menggabungkan antara *Spatial Autoregressive* dengan Data Panel, menggabungkan antara data lintas individu dan deret waktu dimana data tersebut mempunyai hubungan antara satu lokasi pengamatan dengan lokasi pengamatan lain yang saling berdekatan yang menambahkan spasial lag pada variabel dependen. *Spatial Autoregressive Panel Data* menggunakan bentuk spasial lag pada variabel dependennya (Alvarez *et.al.*, 2016). Jika lag signifikan, maka nilai variabel pada wilayah dapat dijelaskan melalui level rata-rata wilayah yang saling bertetangga (Antczak & Suchecka, 2011). *Spatial Autoregressive Panel Data* menjelaskan variabel dependen bergantung pada variabel independen yang diamati dan variabel dependen pada unit terdekat (Tamara *et.al.*, 2016).

Berdasarkan penjelasan di atas, maka dapat disusun kerangka berpikir sebagai berikut:



Gambar 2.2 Kerangka Berpikir

Keterangan :

SAR : *Spatial Autoregressive Model*

SEM : *Spatial Error Model*

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan rumusan masalah dan hasil dari pembahasan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pemodelan dan pemilihan model menggunakan uji haussman, diperoleh pemodelan *spatial autoregressive panel data* terbaik dengan dengan pembobot *queen contiguity* yaitu *spatial autoregressive panel data fixed effect model* dengan persamaan modelnya yaitu $\hat{y}_{it} = -0,0035 \sum_{j=1}^{35} W_{ij} y_{jt} + 0,5657 x_{1it} + 1,5167 x_{2it} + 1,1409 x_{3it} + 0,0008 x_{4xit} + \epsilon_{it}$
2. Berdasarkan hasil pemodelan dan pemilihan model menggunakan uji haussman, diperoleh pemodelan *spatial autoregressive panel data* terbaik dengan dengan pembobot *rook contiguity* yaitu *spatial autoregressive panel data fixed effect model* dengan persamaan modelnya yaitu $\hat{y}_{it} = 0,0669 \sum_{j=1}^{35} W_{ij} y_{jt} + 0,4783 x_{1it} + 1,469 x_{2it} + 1,0741 x_{3it} + 0,0007 x_{4xit} + \epsilon_{it}$
3. Berdasarkan hasil pemodelan data IPM di Provinsi Jawa Tengah menggunakan *spatial autoregressive panel data fixed effect model* dengan pembobot *queen contiguity* dan *rook contiguity*, diperoleh hasil terbaik dari kedua pemodelan metode tersebut berdasarkan AIC terkecil yaitu 43,85028 adalah *spatial autoregressive panel data fixed effect model* dengan pembobot *rook contiguity*.

4. Faktor atau variabel yang mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Kabupaten/Kota di Jawa Tengah tahun 2013 hingga tahun 2017 dibagi menjadi 2 yaitu pengaruh secara langsung dan tak langsung. Pengaruh langsung yaitu diperoleh dari variabel yang diamati berpengaruh secara langsung terhadap Indeks Pembangunan Manusia yaitu Angka Harapan Hidup, Rata-rata Lama Sekolah, Harapan Lama Sekolah, dan Pengeluaran Per Kapita Disesuaikan. Sedangkan pengaruh tidak langsung diperoleh dari koefisien spasial lag yaitu variabel dependen antar wilayah yang berdekatan yaitu variabel Indeks Pembangunan Manusia antar wilayah yang berdekatan.

5.2 Saran

Adapun saran dari peneliti untuk penelitian ini ialah

1. Penelitian ini menggunakan matriks pembobot *queen contiguity* dan *rook contiguity* dan menggunakan pemodelan *spatial autoregressive panel data*. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan pembobot lain seperti *customize contiguity* yaitu pembobot yang tidak hanya memperhatikan faktor persinggungan antar daerah tetapi juga faktor kedekatan ekonomi, infrastruktur, dan lainnya. Pada penelitian selanjutnya juga dapat menggunakan pemodelan yang lain seperti *spatial durbin panel data* yang melibatkan koefisien lag pada variabel independen dalam hal perhitungannya.
2. Penelitian ini memetakan Indeks Pembangunan Manusia dari tahun 2013 hingga tahun 2017. Penelitian ini menjelaskan hubungan antar daerah yang saling bertetangga/berdekatan atau berhubungan satu sama lain dalam hal geografi. Berdasarkan hasil penelitian terdapat beberapa kabupaten/kota yang memiliki warna abu-abu yang menunjukkan tingkat kenaikan Indeks Pembangunan Manusia yang relatif rendah sehingga tetap berada pada kategori sedang selama

lima tahun. Pada Kabupaten/kota yang memiliki warna abu-abu diharapkan dapat melaksanakan kerja sama dalam hal peningkatan variabel/faktor pendukung Indeks Pembangunan Manusia dengan kabupaten/kota yang saling bertetangga, sehingga akan menaikkan angka Indeks Pembangunan Manusia menjadi kategori tinggi pada Kabupaten/kota yang memiliki warna abu-abu. Disisi lain, untuk meningkatkan indeks pembangunan manusia perlu kebijakan dari pemerintah daerah yang mendukung kenaikan indeks pembangunan manusia.

3. Pada penelitian ini menggunakan faktor pembobot yang didasarkan pada kedekatan antar wilayah yang saling berdekatan berdasarkan peta. Diharapkan pada penelitian berikutnya memperhatikan faktor kedekatan antar wilayah yang bertetangga ditinjau dari faktor sosial, ekonomi, transportasi dan lain-lain, serta memperhatikan keadaan geografis riil antar wilayah yang saling berdekatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alvarez, C.I., Barbero, J., & Zofio, L.J. (2016). A Spatial Autoregressive Panel Data Model To Analyze Road Network Spillovers On Production. *Transportation Research Part A*, 83-92. doi:dx.doi.org/10.1016/j.tra.2016.08.018
- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics : Methods and Models*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Antczak, E., & Suchecka, J. (2011). Spatial Autoregressive Panel Data Models Applied To Evaluate The Levels Of Sustainable Development In European Countries. *Acta Universitatis Lodziensis*, 21-44
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2014. *Indeks Pembangunan Manusia*.
_____. 2018. *Indeks Pembangunan Manusia*.
- Baltagi, B. H. (2005). *Econometrics Analysis of Panel Data* (3rd ed). Chicester, England: John Wiley & Sons Ltd.
_____. (2008). *Econometrics (4th ed)*. Verlag Berlin Heidelberg: Springer.
- Bala, R. M., & Prada, E. M. (2014). Migration and Private Consumption in Europe; a panel data analysis. *Procedia Economics and Finance* , 141-149. doi:10.1016/S2212-567(14)00287-1
- Basuki, A.T., & Prawoto, N. (2012). *Analisis Regresi dalam Penelitian Ekonomi & Bisnis (Dilengkapi Aplikasi SPSS & Eviews)*. Jakarta: PT Rajagrafindo Persada
- Bhakti, N. A., Istiqomah, & Suprpto. (2012). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia di Indonesia Periode 2008-2012. *Ekuitas Jurnal Ekonomi dan Keuangan*, 18(4), 452-469.
- Diputra, T. F., Sadik, K., & Angraini, Y. (2012). Pemodelan Data Panel Spasial dengan Dimensi Waktu dan Ruang. *Indonesian Journal of Statistics*, 17(1), 6-14.
- Fitrianto, A., & Musakkal, N. F. (2016). Panel Data Analysis for Sabah Contruction Industries; Choosing the Best Model. *Procedia Economics and Finance*, 241-248. doi:10.1016/S2212-5671(16)00030-7
- Gujarati, D. (2003). *Basic Econometrics Fourth Edition*. New York: McGraw-Hill.
_____. (2004). *Basic Econometrics (Ekonometrika Dasar)*. Alih Bahasa Sumarno Zain. Jakarta: Erlangga.

- Hikmah, Y. (2017). Pemodelan Panel Spasial pada Data Kemiskinan di Provinsi Papua. *Statistika*, 17(1), 1-15.
- Hsiao, C. (2003). *Analysis of Panel Data (2 ed.)*. New York: Cambridge University Press.
- Juliarini, A. (2018). Kinerja Pendapatan Daerah Terhadap Indeks Pembangunan Manusia Studi Kasus Provinsi di Pulau Jawa. *Simposium Nasional Keuangan Negara*, 934-957.
- Karim, A., Darsyah, M. Y., & Wasono, R. (2016). Pemodelan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Sektor Industri dengan Pendekatan *Spatial Autoregressive Panel Data*. *The 3rd University Research Colloquium*, 471-478.
- Khasanah, U., Karim, A., & Nur, I. M. (2016). Pemodelan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Provinsi Jawa Tengah dengan Pendekatan Spasial Autoregressive Model Panel Data. *Seminar Nasional Pendidikan, Sains, dan Teknologi* (pp. 331-336). Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Latuconsina, Z. M. (2017). Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia Kabupaten Malang Berbasis Pendekatan Perwilayahan dan Regresi Panel. *Journal of Regional and Rural Development Planning*, 1(2), 202-216.
- LeSage, J. (1999). *The Theory and Practice of Spatial Econometrics*. Toledo: University of Toledo.
- LeSage, J. P., & Pace, R. K., (2009). *Introduction to Spatial Econometrics*. Boca Raton: Taylor and Francis Group.
- Lutfiani, N., Sugiman, & Mariani, S. (2017). Pemodelan *Geographically Weighted Regression* dengan Fungsi Pembobot *Kernel Gaussian* dan *BI-Square*. *UNNES Journal of Mathematics*, V(1). 1-9
- Melliana, A., & Zain, I. (2013). Analisis Statistika Faktor yang Mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia di Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Timur dengan Menggunakan Regresi Panel. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 2(2), 227-242.
- Milo, G & Piras, G. (2012). *splm : Spatial Panel Data Models in R*. *Journal of Statistical Software*.47(1), 1-39
- Mirza, D. S. (2012). Pengaruh Kemiskinan, Pertumbuhan Ekonomi, dan Belanja Modal Terhadap Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Tengah Tahun 2006-2009. *Economics Development Analysis Journal*, 1(1), 1-15.

- Montgomery & Runger. (2011). *Applied Statistics and Probability for Engineers (5th ed)* United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Muda, R., Koleangan, R., & Kalangi, J. B. (2019). Pengaruh Angka Harapan Hidup, Tingkat Pendidikan, dan Pengeluaran Per Kapita Terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Sulawesi Utara pada 2003-2017. *Jurnal Berkala Ilmiah Efisien*, 19(1), 44-55.
- Nurwijayanti, N. (2017). Pengaruh Indikator Komposit Pembangunan Manusia Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Kabupaten/Kota Provinsi DIY. *Jurnal Pendidikan dan Ekonomi* , 6(6), 520-529
- Prasanti, A.T., Wuryandari, T., & Rusgiyono , A. (2015). Aplikasi Regresi Data Panel untuk Pemodelan Tingkat Pengangguran Terbuka Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Gaussian*, 4(3), 687-696.
- Pratama, R., Kusnandar, D., & Rizki, S. W. (2018). Pendekatan Ekonometrika Panel Spasial untuk Pemodelan Domestik Regional Bruto di Kalimantan Barat. *Buletin Ilmiah Math, Stat, dan Terapannya*, 7(1), 1-8.
- Purba, O. N., & Setiawan. (2016). Pemodelan Pertumbuhan Ekonomi Provinsi Sumatera Utara dengan Pendekatan Ekonometrika Spasial Data Panel. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 5(2), D-139-D-144
- Sari, Y., Nur Karomah, D, & Putriaji,H. (2018). Estimasi Parameter pada Regresi Spatial Error Model (SEM) yang Memuat Outlier menggunakan Iterative Z Algorithm. *Prosiding Seminar Nasional Matematika* (hal. 456-463). Semarang: Prisma.
- Semarangpos.com. (2018). BPS Catat Indeks Pembangunan Manusia Jateng 70,52. <http://semarang.solopos.com/read/20180417/515/910817/bps-catat-indeks-pembangunan-manusia-jateng-7052> (Diakses tanggal 2 Januari 2018).
- Sartika, W., Susetyo, B., & Syafitri, U. D. (2017). Spatial Panel Data Models of Aquaculture Production in West Sumatra Province with Random-Effect. *AIP Conference Proceedings* (hal. 1-9). AIP Publishing. doi:doi.org/10.1063/1.4979424
- Srihardianti, M., Mustafid ., & Prahutama, A. (2016). Metode Regresi Data Panel untuk Peramalan Konsumsi Energi di Indonesia. *Jurnal Gaussian*, 5(3), 475-485.
- Sudjana. (2005). *Metoda Statistika*. Edisi Keenam. Bandung: PT Tarsito Bandung.
- Sugiyono. (2006). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif, dan R & D*. Bandung:Alfabeta

- _____ (2013). *Metode Penelitian Pendidikan Kuantitatif Kualitatif, dan R & D*. Bandung:Alfabeta
- Sukestiarno.(2013).*Olah Data Penelitian Berbantuan SPSS*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Tamara, I., Ispriyanti,D., & Prahutama, A. (2016). Pembentukan Model Spasial Data Panel *Fixed Effect* Menggunakan Gui Matlab. *Jurnal Gaussian*, 5(3), 417-426.
- Trianggara, N., Rahmawati, R., & Yasin, H. (2016). Pemodelan Indeks Pembangunan Manusia Menggunakan *Spatial Panel Fixed Effect* . *Jurnal Gaussian* , 5(1), 173-182.
- Wei, & William. S., W. (1990). *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods*. Addison: Wesley Publishing Company.
- Yuliani, T., & Saragih, N. (2014). Determinan Pembangunan Manusia di Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Tengah. *Journal of Economics and Policy*, 7(1), 60-72. doi:dx.doi.org/10.15294/jejak.v7i2.3843
- Yusniyanti, E., & Kurniati. (2017). Analisa Puncak Banjir dengan Metode MAF (Studi Kasus Sungai Krueng Keureuto). *Jurnal Einstein*, 5(1), 7-12.