



TUGAS AKHIR - SS141501

PEMODELAN PERTUMBUHAN EKONOMI PROVINSI SUMATERA UTARA DENGAN PENDEKATAN EKONOMETRIKA SPASIAL DATA PANEL

**ONGKI NOVRIANDI PURBA
NRP 1314 105 012**

**Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Setiawan, MS**

**Program Studi S1
Jurusan Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016**



FINAL PROJECT - SS141501

Modeling of Economic Growth North Sumatera With Spatial Econometrics Panel Data

**ONGKI NOVRIANDI PURBA
NRP 1314 105 012**

**Supervisor
Dr. Ir. Setiawan, MS**

**Undergraduate Programme
Departement of Statistics
Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016**

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMODELAN PERTUMBUHAN EKONOMI PROVINSI
SUMATERA UTARA DENGAN PENDEKATAN
EKONOMETRIKA SPASIAL DATA PANEL**

TUGAS AKHIR

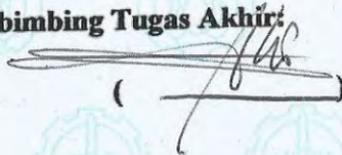
**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana pada
Jurusan Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh :

**ONGKI NOVRIANDI PURBA
NRP. 1314 105 012**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

**Dr. Ir. Setiawan, MS
NIP. 19601030 198701 1 001**



**Mengetahui,
Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS**

Dr. Suhartono

NIP. 19710929 199512 1 001

SURABAYA, JULI 2016



**LEMBAR PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai mahasiswa Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini saya :

Nama : ONGKI NOURIANDI PURBA
Nrp. : 1314105012
Jurusan / Fak. : STATISTIKA / FMIPA
Alamat kontak : KEPUTIH PERINTIS 1 NO.19 SURABAYA
a. Email : ONGKINOVNIANGIPURBA@gmail.com
b. Telp/HP : 03116184321

Menyatakan bahwa semua data yang saya *upload* di Digital Library ITS merupakan hasil final (revisi terakhir) dari karya ilmiah saya yang sudah disahkan oleh dosen penguji. Apabila dikemudian hari ditemukan ada ketidaksesuaian dengan kenyataan, maka saya bersedia menerima sanksi.

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non-Exclusive Royalti-Free Right)** kepada Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya atas karya ilmiah saya yang berjudul :

PEMODELAN PERTUMBUHAN EKONOMI PROVINSI SUMATERA UTARA
DENGAN PENDEKATAN EKONOMETRIKA SPASIAL DATA PANEL

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta. Saya bersedia menanggung secara pribadi, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya Ilmiah saya ini tanpa melibatkan pihak Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Surabaya
Pada tanggal : 11 Juli 2016

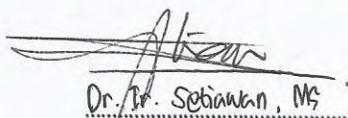
Yang menyatakan,



ONGKI NOURIANDI PURBA

Nrp. 1314105012

Dosen Pembimbing 1



Dr. Ir. Setiawan, MS

NIP. 19601030 1993701 1 001

KETERANGAN :

Tanda tangan pembimbing wajib dibubuhi stempel jurusan.

Form dicetak dan diserahkan di bagian Pengadaan saat mengumpulkan hard copy TA/Tesis/Disertasi.

PEMODELAN PERTUMBUHAN EKONOMI PROVINSI SUMATERA UTARA DENGAN PENDEKATAN EKONOMETRIKA SPASIAL DATA PANEL

Nama Mahasiswa : Ongki Novriandi Purba
NRP : 1314105012
Jurusan : Statistika FMIPA-ITS
Pembimbing : Dr.Ir.Setiawan, MS.

Abstrak

Salah satu indikator untuk melihat keberhasilan pembangunan suatu wilayah dapat dilihat dari pertumbuhan ekonominya. Dalam analisis pertumbuhan ekonomi, indikator yang menunjukkan pertumbuhan nyata ekonomi suatu wilayah adalah PDRB atas dasar harga konstan. Pertumbuhan ekonomi suatu wilayah memiliki kecenderungan berkaitan dengan wilayah sekitarnya, sehingga diperlukan model ekonometrika spasial yang dapat mengakomodasi adanya keterkaitan antar wilayah tersebut. Pada penelitian ini menggunakan pemodelan pertumbuhan ekonomi dengan model ekonometrika spasial data panel. Model spasial yang dibangun dalam penelitian ini yaitu *Spatial Autoregressive Model* (SAR) dan *Spatial Error Model* (SEM) dengan melibatkan model panel *pooled*, *fixed effects* dan *random effects* menggunakan prosedur estimasi *maximum likelihood*. Terdapat dua pembobot spasial yang digunakan, yaitu pembobot *queen contiguity* dan *customize*. Pembobot *queen contiguity* dibentuk berdasarkan ketersinggungan sisi sudut. Pembobot *customize* dibentuk berdasarkan faktor lain yaitu keterkaitan infrastruktur berupa jalan nasional, jalan provinsi serta Kota Medan sebagai pusat perekonomian. Model terbaik pada pemodelan pertumbuhan ekonomi kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara adalah SAR *pooled* dengan pembobot *queen contiguity*, dengan variabel signifikan yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara adalah pendapatan asli daerah dengan elastisitas sebesar 0,4044, belanja modal dengan elastisitas sebesar 0,6144 dan rumah tangga pengguna listrik dengan elastisitas sebesar 0,6609.

Kata Kunci: *Ekonometrika spasial data panel, Pertumbuhan ekonomi, SAR dan SEM model pooled, fixed effect atau random effect.*

Modeling of Economic Growth North Sumatera With Spatial Econometric Panel Data

Name : Ongki Novriandi Purba
NRP : 1314 105 012
Department : Statistics FMIPA-ITS
Supervisor : Dr.Ir.Setiawan, MS.

ABSTRACT

One of indicator to see the success of the development of an area can be seen from its economic growth. In the analysis of economic growth, an indicator showing the real economic growth of a region is the GDP at constant prices. The economic growth of the region has a tendency with regard to the surrounding area, so that the necessary spatial econometric model that can accommodate their interrelationships the region. In this study, using modeling economic growth with spatial econometric panel data models. Spatial models are built in this study is Spatial Autoregressive Model (SAR) and Spatial Error Model (SEM) involves pooled panel model, fixed effects and random effects using maximum likelihood estimation procedure. There are two spatial weighting is used, which is a weighted queen contiguity and customize. The weighting queen contiguity formed by the offense side of the corner. Customize weighting was formed based on other factors, namely infrastructure linkages such as national roads, provincial roads as well as the economic hub of Medan. The best model for modeling economic growth districts/cities in North Sumatra Province is pooled with the weighted SAR queen contiguity, with significant variables affecting economic growth regencies/cities in North Sumatra Province is the local revenue with the elasticity of 0.4044, with capital expenditure elasticities at 0.6144 and household electricity users with the elasticity of 0.6609.

Keywords: Spatial Econometrics of panel data, economic growth, SAR and SEM models pooled, fixed effect or random effect.

DAFTAR ISI

halaman

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Batasan Masalah.....	6
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Keadaan Geografis Provinsi Sumatera Utara	9
2.2 <i>Explanatory Spatial Data Analysis</i> (ESDA)	10
2.3 Ekonometrika Spasial Data Panel	13
2.3.1 Model Regresi Data Panel.....	13
2.3.2 Model Regresi Spasial.....	15
2.3.3 Uji Dependensi Spasial	17
2.3.4 Model Spasial Data Panel	18
2.3.5 Pemilihan Pembobot Spasial	23
2.3.6 Pengujian Signifikansi Parameter	24
2.3.7 Kriteria Kebaikan Model (<i>Goodness of Fit</i>).....	26
2.3.8 Pengujian Asumsi Model	28
2.4 Model Fungsi Produksi <i>Cobb-Douglas</i>	30
2.5 Keterkaitan Antar Variabel pada Model Pertumbuhan Ekonomi.....	31

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Kerangka Konsep	35
3.2 Sumber Data	36
3.3 Variabel Penelitian	36
3.4 Spesifikasi Model	38
3.5 Struktur Data	40
3.6 Metode Analisis.....	40
3.7 Diagram Alir	46

BAB IV. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 <i>Explanatory Spatial Data Analysis</i> (ESDA)	49
4.1.1 Gambaran Umum Variabel Penelitian.....	49
4.1.2 Autokorelasi Spasial	65
4.2 Pemodelan Pertumbuhan Ekonomi dengan Model Ekonometrika Spasial Data Panel	69
4.2.1 Pengujian Dependensi Spasial.....	69
4.2.2 Pemodelan Pertumbuhan Ekonomi dengan Model Spasial Data Panel.....	71
4.2.3 Pengujian Signifikansi Parameter.....	76
4.2.4 Deteksi Multikolinearitas.....	77
4.2.5 Pemilihan model terbaik dengan menghilangkan variabel yang terindikasi menyebabkan terjadinya multikolinearitas.....	78
4.2.6 Pengujian Signifikansi Parameter Dengan Tiga Variabel Independen.....	84
4.2.7 Estimasi Model Spasial Data Panel	85
4.2.8 Pengujian Asumsi Residual	88

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	91
5.2 Saran.....	91

DAFTAR PUSTAKA	93
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN.....	97
----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2.1	Peta Provinsi Sumatera Utara.....10
Gambar 2.2	<i>Moran's Scatterplot</i> .....13
Gambar 3.1	Kerangka Konsep .....35
Gambar 3.2	Ilustrasi Persinggungan (<i>Contiguity</i>).....41
Gambar 3.3	Diagram Alir Penelitian .....46
Gambar 3.4	Diagram Alir dari <i>Explanatory Spatial Data Analysis</i>.. .....47
Gambar 3.5	Diagram Alir Penelitian dari Pemodelan Pertumbuhan Ekonomi Provinsi Sumatera Utara dengan Pendekatan Ekonometrika Spasial Data Panel.....48
Gambar 4.1	PDRB atas Dasar Harga Konstan Menurut Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Utara Tahun 2012–2014.....50
Gambar 4.2	Peta Persebaran PDRB atas Dasar Harga Konstan Provinsi Sumatera Utara Tahun 2014 ....51
Gambar 4.3	Pendapatan Asli Daerah (PAD) Menurut Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Utara Tahun 2012–2014.....52
Gambar 4.4	Peta Persebaran Pendapatan Asli Daerah Provinsi Sumatera Utara Tahun 2014 .....54
Gambar 4.5	Belanja Modal Menurut Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Utara Tahun 2012–2014 (Ribuan rupiah).....55
Gambar 4.6	Peta Persebaran Belanja Modal Provinsi Sumatera Utara Tahun 2014.....56
Gambar 4.7	Tenaga Kerja Menurut Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Utara Tahun 2012–2014 (Ribuan rupiah).....57
Gambar 4.8	Peta Persebaran Jumlah Penduduk Umur 15 Tahun Keatas yang Bekerja Provinsi Sumatera Utara Tahun 2014.....58

Gambar 4.9	Rumah Tangga yang Menggunakan Sumber Penerangan Listrik Menurut Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Utara Tahun 2012–2014..	59
Gambar 4.10	Peta Persebaran Rumah Tangga yang Menggunakan Sumber Penerangan Listrik Provinsi Sumatera Utara 2014.....	61
Gambar 4.11	Rata-rata Lama Sekolah Menurut Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Utara Tahun 2012–2014 (Ribu rupiah).....	62
Gambar 4.12	Peta Persebaran Rata-rata Lama Sekolah Provinsi Sumatera Utara Tahun 2014	63
Gambar 4.13	<i>Scatterplot</i> antara Variabel Dependen dengan Masing-masing Variabel Independen.....	64
Gambar 4.14	<i>Moran's Scatterplot</i> PDRB atas Dasar Harga Konstan Menurut Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Utara Tahun 2012–2014 Pembobot <i>Queen Contiguity</i>	66
Gambar 4.15	<i>Moran's Scatterplot</i> PDRB atas Dasar Harga Konstan Menurut Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Utara Tahun 2012–2014 Pembobot <i>Costumize</i>	68
Gambar 4.16	<i>Scatterplot</i> antara Residual dengan Nilai Prediksi (<i>Fits</i>).....	88
Gambar 4.17	Plot <i>Autocorrelation Function</i> (ACF) dari Residual	89
Gambar 4.18	<i>Probability Plot</i> dari Residual.....	90

DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 2.1	Ukuran Kebaikan Model Untuk Model Spasial Data Panel.....27
Tabel 2.2	Kriteria Pengambilan Keputusan Uji <i>Durbin Watson</i> .....29
Tabel 3.1	Variabel Penelitian.....36
Tabel 3.2	Nama Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Utara ....37
Tabel 3.3	Struktur Data.....40
Tabel 4.1	Korelasi Pearson antara Variabel Dependen dengan Variabel Independen .....64
Tabel 4.2	Hasil Perhitungan Indeks Moran (<i>Moran's I</i>) PDRB atas Dasar Harga Konstan Menurut Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Utara Tahun 2012–2014 dengan Pembobot <i>Queen Contiguity</i>.....65
Tabel 4.3	Hasil Perhitungan Indeks Moran (<i>Moran's I</i>) PDRB atas Dasar Harga Konstan Menurut Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Utara Tahun 2012–2014 dengan Pembobot <i>Customize</i> .....67
Tabel 4.4	Uji Dependensi Spasial.....70
Tabel 4.5	Hasil Estimasi Parameter SAR dengan Pembobot <i>Queen Contiguity</i> 72
Tabel 4.6	Hasil Estimasi Parameter SAR dengan Pembobot <i>Customize</i>.....73
Tabel 4.7	Hasil Estimasi Parameter SEM dengan Pembobot <i>Queen Contiguity</i> 74
Tabel 4.8	Hasil Estimasi Parameter SEM dengan Pembobot <i>Customize</i>.....75
Tabel 4.9	Hasil Uji <i>Likelihood Ratio</i> (LR) .....76
Tabel 4.10	<i>Variance Inflation Factors</i> (VIF) .....77
Tabel 4.11	Korelasi Pearson antar Variabel .....77
Tabel 4.12	Uji Dependensi Spasial Tiga Variabel Independen .79

Tabel 4.13	Hasil Estimasi Parameter SAR pada Model Terbaik dengan Menggunakan Pembobot <i>Queen Contiguity</i>	80
Tabel 4.14	Hasil Estimasi Parameter SAR dengan Pembobot <i>Customize</i> Tiga Variabel Independen	81
Tabel 4.15	Hasil Estimasi Parameter SEM dengan Pembobot <i>Queen Contiguity</i> Tiga Variabel Independen	82
Tabel 4.16	Hasil Estimasi Parameter SEM dengan Pembobot <i>Customize</i> Tiga Variabel Independen	83
Tabel 4.17	Hasil Uji <i>Likelihood Ratio</i> (LR) Tiga Variabel Independen.....	85

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keberhasilan program pembangunan suatu negara dapat dilihat dari pertumbuhan ekonominya, sehingga dalam melakukan pembangunan suatu wilayah pemerintah memerlukan perencanaan yang akurat, serta diharapkan dapat melakukan evaluasi terhadap pembangunan yang dilakukannya. Pertumbuhan ekonomi di suatu wilayah merupakan suatu proses perubahan kondisi perekonomian yang berkesinambungan menuju keadaan yang lebih baik selama periode tertentu di wilayah tersebut. Oleh karena itu diperlukan pemodelan pertumbuhan ekonomi sebagai acuan dalam membuat perencanaan dan evaluasi pembangunan.

Pembangunan ekonomi daerah adalah suatu proses kerja antara Pemerintah Daerah dan masyarakatnya dalam mengelola sumber daya yang ada dan membentuk suatu pola kemitraan antara Pemerintah Daerah dengan sektor swasta untuk menciptakan suatu lapangan kerja baru dan merangsang perkembangan kegiatan ekonomi (pertumbuhan ekonomi) dalam wilayah tersebut (Arsyad,1999). Dengan demikian, tolok ukur keberhasilan pembangunan dapat dilihat dari pertumbuhan ekonomi, struktur ekonomi, dan semakin kecilnya ketimpangan pendapatan antar penduduk, antar daerah dan antar sektor.

Menurut Ahmad (2012), perkembangan ekonomi suatu daerah tidak terlepas dari keterkaitan dengan daerah lainnya. Faktor-faktor perkembangan ekonomi juga saling berkaitan dan tidak berdiri sendiri. Sumatera Utara sebagai salah satu provinsi yang sedang berkembang, terus berusaha meningkatkan derajat perekonomiannya. Salah satu indikator pertumbuhan ekonomi yang sering digunakan adalah Produk Domestik Regional Bruto (PDRB). Besaran nilai PDRB Provinsi Sumatera Utara terus mengalami perkembangan dari tahun ke tahun. Indikator tersebut

berkaitan dan disebabkan oleh sumbangsih semua sektor ekonomi, manusia, sumber daya manusia, regulasi/kebijakan daerah dan faktor-faktor lainnya.

Salah satu ahli yang telah memperkenalkan model ekonometrika untuk pertumbuhan ekonomi adalah Robert Solow, yang memperkenalkan model pertumbuhan ekonomi neoklasik (Sardadvar, 2011 dalam Utami, 2015). Model ini berfokus pada kondisi ekonomi tertutup (*closed economy*) yaitu *output* berupa produksi dihasilkan oleh dua faktor seperti tenaga kerja (*labour*) dan modal (*capital*). Seiring perkembangan kondisi ekonomi tertutup menjadi konsep perekonomian terbuka, model pertumbuhan ekonomi neoklasik Solow kemudian berkembang dengan penambahan faktor perkembangan teknologi. Mankiw, Romer, dan Weil pada tahun 1992, mengusulkan untuk menyertakan faktor sumber daya manusia (*human capital*) sebagai tambahan untuk modal fisik (*physical capital*) dan mendefinisikan sumber daya manusia (*human capital*) sebagai kemampuan, keterampilan serta pengetahuan tenaga kerja.

Model pertumbuhan ekonomi neoklasik sebelumnya dikembangkan mulai dari hipotesis bahwa perekonomian wilayah secara fundamental tertutup. Namun di dalam perkembangannya hipotesis ini kurang sesuai diterapkan, karena terjadinya perdagangan dan perpindahan antar wilayah yang menyebabkan pertumbuhan ekonomi di suatu wilayah memiliki kecenderungan berkaitan dengan wilayah sekitarnya. Oleh karena itu, untuk menganalisis fenomena pola hubungan antar wilayah dalam hal pertumbuhan ekonomi digunakan pendekatan ekonometrika spasial yang dapat memperhatikan adanya interaksi spasial. Interaksi spasial ini dapat dibedakan menjadi dua yaitu autokorelasi spasial dan heterogenitas. Autokorelasi spasial terjadi akibat adanya ketergantungan atau dependensi antar wilayah, sedangkan heterogenitas spasial terjadi akibat adanya perbedaan antara satu wilayah dengan wilayah lainnya spasial (Anselin, 1988).

Pada penelitian ini interaksi spasial yang akan menjadi bahan kajian adalah adanya dependensi antar wilayah. Salah satu cara untuk memodelkan adanya dependensi spasial adalah *Spatial Autoregressive Model (SAR)* yang mengasumsikan variabel dependen pada suatu wilayah berkaitan oleh variabel dependen wilayah lainnya. Cara lainnya adalah melalui *Spatial Error Model (SEM)* dimana diasumsikan pada *error* model suatu wilayah dengan wilayah lainnya terdapat korelasi spasial. LeSage dan Pace (2009) mengembangkan model yang mengasumsikan bahwa variabel dependen suatu wilayah juga berkaitan dengan variabel independen wilayah lainnya.

Model ekonometrika spasial pada penelitian ini diterapkan untuk menganalisis pertumbuhan ekonomi wilayah pada kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara. Provinsi Sumatera Utara yang merupakan salah satu provinsi besar di Indonesia, dengan luas wilayah secara keseluruhan yaitu 72.981,23 km². Laju pertumbuhan ekonomi Provinsi Sumatera Utara terbilang cukup tinggi. Pada tahun 2014, laju pertumbuhan ekonomi Sumatera Utara tercatat sebesar 5,23% berada di atas pertumbuhan ekonomi di atas pertumbuhan ekonomi nasional sebesar 5,02% (Bank Indonesia, 2015). Dalam analisis pertumbuhan ekonomi wilayah, indikator yang menunjukkan pertumbuhan nyata ekonomi suatu wilayah adalah PDRB atas dasar harga konstan wilayah tersebut.

Berdasarkan harga konstan tahun 2010, PDRB Provinsi Sumatera Utara pada tahun 2014 tercatat sebesar Rp. 419,65 triliun (BPS, 2015). Hal ini dapat dilihat bahwa PDRB Provinsi Sumatera Utara mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Sehingga hal tersebut menandakan terjadinya pertumbuhan nyata ekonomi ke arah yang positif. Berdasarkan fakta tersebut, faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara menjadi menarik untuk dikaji.

Selain faktor-faktor sosial ekonomi penelitian ini mempertimbangkan adanya interaksi spasial dalam pemodelan

pertumbuhan ekonomi kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara sehingga digunakan pendekatan ekonometrika spasial. Pemodelan pertumbuhan ekonomi Provinsi Sumatera Utara yaitu dengan model ekonometrika spasial yang menggunakan data *cross section* dan data *time series* kabupaten/kota Provinsi Sumatera Utara, sehingga digunakan data panel didalam penelitian ini untuk menggabungkan kedua data tersebut. Data panel adalah gabungan antara data *cross section* dan data *time series* dimana unit *cross section* yang sama diukur pada waktu yang berbeda. Terdapat beberapa kelebihan menggunakan data panel, yaitu data bersifat heterogen, lebih informatif, bervariasi, derajat bebas lebih besar, lebih efisien, dapat menghindari masalah multikolinearitas, lebih unggul dalam mempelajari perubahan dinamis, lebih dapat mendeteksi dan mengukur pengaruh-pengaruh yang tidak dapat diobservasi pada data *cross section* murni dan *time series* murni, dan dapat meminimalisasi bias (Baltagi, 2005).

Spesifikasi model dan prosedur estimasi untuk model ekonometrika spasial data panel telah banyak dikembangkan oleh para ahli antara lain Anselin (2005), Baltagi (2012), Elhorst (2003, 2010, 2013, 2014). Pada penelitian ini prosedur estimasi parameter yang digunakan sebagai acuan adalah prosedur estimasi parameter model spasial data panel oleh Elhorst (2014). Pada Elhorst (2014) diuraikan mengenai estimasi parameter pada model SAR dan SEM dengan melibatkan model panel *fixed effects* dan *random effects* dengan metode estimasi *maximum likelihood*.

Penelitian yang memodelkan adanya dependensi spasial dengan menggunakan data panel sebelumnya telah dilakukan oleh Mildino (2011) yang memodelkan indeks rasio gini provinsi di Pulau Jawa pada tahun 2004–2008 dengan model spasial yang digunakan adalah SAR dan SEM melibatkan model panel *fixed effects* dan *random effects*. Estimasi parameter dilakukan dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Marsono (2013) memodelkan pengangguran terbuka di

Indonesia pada tahun 2007–2011 dengan model spasial yang digunakan adalah SAR, SEM, dan SDM melibatkan model panel *fixed effects* dan *random effects*. Estimasi parameter dilakukan dengan menggunakan metode MLE.

Penelitian dalam kasus pertumbuhan ekonomi dengan model ekonometrika spasial data panel pernah dilakukan oleh Edi (2012) yang memodelkan laju pertumbuhan ekonomi di Jawa Timur pada tahun 2007–2009 dengan model spasial yang digunakan adalah SAR dan SEM melibatkan model panel *fixed effects*. Estimasi parameter dilakukan dengan menggunakan metode *Quasi-Maximum Likelihood Estimation* (QMLE). Model terbaik dihasilkan oleh model SAR *fixed individual effects* dimana variabel independen yang signifikan dalam memodelkan laju pertumbuhan ekonomi adalah rata-rata lama sekolah dan persentase dana alokasi umum. Dan, Utami (2015) yang memodelkan pertumbuhan ekonomi di Provinsi Bali pada tahun 2007–2012 dengan model spasial yang digunakan adalah SDM dan SDEM yang melibatkan model panel *fixed effects* dan *random effects*. Estimasi parameter dilakukan dengan menggunakan metode MLE. Model terbaik dihasilkan oleh model SDEM *random effects* dimana variabel independen yang signifikan dalam memodelkan laju pertumbuhan ekonomi adalah pendapatan asli daerah dan belanja modal.

Berdasarkan pemaparan di atas, penelitian yang memodelkan adanya dependensi spasial menggunakan data panel cukup menarik untuk dikaji dalam kaitannya untuk memodelkan pertumbuhan ekonomi. Sehingga, pada penelitian ini akan dilakukan kajian mengenai karakteristik pertumbuhan ekonomi di Provinsi Sumatera Utara dengan mempertimbangkan adanya dependensi spasial antar kabupaten/kota menggunakan data panel dalam memodelkan pertumbuhan ekonomi kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara dan menggunakan model SAR dan SEM.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan paparan pada latar belakang, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sebaran atau asosiasi spasial dari kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara dari segi pertumbuhan ekonomi?
2. Bagaimana memodelkan pertumbuhan ekonomi di Provinsi Sumatera Utara dengan pendekatan ekonometrika spasial data panel?

1.3 Batasan Masalah

Di dalam penelitian ini, permasalahan dibatasi pada:

1. Model data panel yang digunakan adalah model data panel statis.
2. Efek panel yang dimodelkan hanya efek spasial dengan tidak melibatkan efek waktu.
3. Pembobot spasial yang akan digunakan yaitu *queen contiguity* dan *customize*.

1.4 Tujuan Penelitian

Mengacu kepada rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan sebaran atau asosiasi spasial dari kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara dari segi pertumbuhan ekonomi.
2. Memperoleh model pertumbuhan ekonomi di Provinsi Sumatera Utara dengan pendekatan ekonometrika spasial data panel.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan wawasan keilmuan dalam kajian mengenai model pertumbuhan ekonomi dengan mempertimbangkan dependensi spasial dalam konteks data panel.
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan dan

bahan pertimbangan bagi pemerintah, masyarakat dan *stakeholder* dalam berbagai kebijakan pembangunan daerah yang menyangkut pengaruh spasial terhadap pertumbuhan ekonomi daerah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pada bab ini akan membahas tentang empat materi utama yaitu keadaan geografis Provinsi Sumatera Utara, konsep *explanatory spatial data analysis*, model ekonometrika spasial data panel dan pengujian-pengujian yang diperlukan, serta keterkaitan antar variabel yang digunakan pada model pertumbuhan ekonomi.

2.1 Keadaan Geografis Provinsi Sumatera Utara

Provinsi Sumatera Utara berada di bagian barat Indonesia, terletak di antara 1° – 4° Lintang Utara dan 98° – 100° Bujur Timur. Luas wilayah Provinsi Sumatera Utara mencapai 71.680,68 km² atau 3,72% dari luas wilayah Republik Indonesia. Provinsi Sumatera Utara memiliki 162 pulau, yaitu 6 pulau di Pantai Timur dan 156 pulau di Pantai Barat. Batas wilayah Provinsi Sumatera Utara berbatasan dengan daerah perairan dan laut serta dua provinsi lain: di sebelah Utara berbatasan dengan Provinsi Aceh, di sebelah Timur dengan Negara Malaysia di Selat Malaka, di sebelah Selatan berbatasan dengan Provinsi Riau dan Sumatera Barat, dan di sebelah Barat berbatasan dengan Samudera Hindia. Letak geografis Provinsi Sumatera Utara berada pada jalur strategis pelayaran Internasional. Selat Malaka yang dekat dengan Singapura, Malaysia dan Thailand (BPS, 2015).

Pada tahun 2014 penduduk Sumatera Utara berjumlah 13.766.851 jiwa yang terdiri dari 6.868.587 jiwa penduduk laki-laki dan 6.898.264 jiwa perempuan. Luas daratan Provinsi Sumatera Utara adalah 72.981,23 km², dimana sebagian besar berada di daratan Pulau Sumatera, dan sebagian kecil berada di Pulau Nias, Pulau-pulau Batu, serta beberapa pulau kecil, baik di bagian barat maupun bagian timur pantai pulau Sumatera. Provinsi Sumatera Utara terdiri atas 25 Kabupaten dan 8 Kota

(BPS, 2015). Peta Provinsi Sumatera Utara dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Peta Provinsi Sumatera Utara
Sumber: Sumatera Utara dalam Angka tahun 2015, BPS

2.2 Explanatory Spatial Data Analysis (ESDA)

Anselin (2005) mendefinisikan *Explanatory Spatial Data Analysis* (ESDA) sebagai kumpulan teknik untuk menggambarkan dan memvisualisasikan distribusi spasial, mengidentifikasi lokasi, menemukan pola asosiasi spasial (*spatial cluster*) dan bentuk ketidakstabilan spasial atau ketidakstasioneritasan spasial lainnya. Inti dari ESDA ialah konsep autokorelasi spasial yang mengukur korelasi variabel dengan dirinya sendiri melalui ruang. Autokorelasi spasial dapat bernilai positif atau negatif. Autokorelasi spasial yang positif terjadi ketika nilai yang sama terjadi pada wilayah yang berdekatan, hal ini menandakan terjadi pengelompokan (*clustering*). Autokorelasi spasial negatif terjadi ketika nilai-nilai yang berbeda terjadi pada wilayah yang berdekatan, hal ini menandakan terjadi penyebaran (*dispersion*).

Anselin (2005) juga menyatakan bahwa uji untuk mengetahui autokorelasi spasial adalah dengan menggunakan indeks Moran (*Moran's I*) seperti pada persamaan (2.1) berikut:

$$I = \frac{N \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (2.1)$$

Pada matriks dapat dinotasikan sebagai berikut:

$$I = \frac{(X - \bar{X})' W (X - \bar{X})}{(X - \bar{X})' (X - \bar{X})} \quad (2.2)$$

dengan:

x_i = data amatan ke- i ($i = 1, 2, \dots, N$) untuk variabel yang diduga memiliki autokorelasi spasial

x_j = data amatan ke- j ($j = 1, 2, \dots, N$) untuk variabel yang diduga memiliki autokorelasi spasial

\bar{x} = rata-rata data

w_{ij} = matriks pembobot spasial (dijelaskan pada sub-bab 2.3.5)

N = jumlah wilayah.

Hipotesis untuk uji signifikansi indeks Moran (*Moran's I*) adalah sebagai berikut:

H_0 : Tidak terdapat autokorelasi spasial

H_1 : Terdapat autokorelasi spasial

Dengan statistik uji sebagai berikut:

$$Z(I) = \frac{I - E(I)}{\sqrt{Var(I)}} N(0, 1) \quad (2.3)$$

dimana,

$$Var(I) = \frac{N^2 \cdot S_1 - N \cdot S_2 + 3 \cdot S_0^2}{(N^2 - 1) \cdot S_0^2} - [E(I)]^2$$

$$E(I) = -\frac{1}{N - 1}$$

$$S_0 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N W_{ij}$$

$$S_1 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (w_{ij} + w_{ji})^2$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^N \left(\sum_{j=1}^N w_{ij} + \sum_{j=1}^N w_{ji} \right)^2 = \sum_{i=1}^N (w_{i\bullet} + w_{\bullet i})^2$$

$$w_{i\bullet} = \sum_{j=1}^N w_{ij}$$

Keputusan:

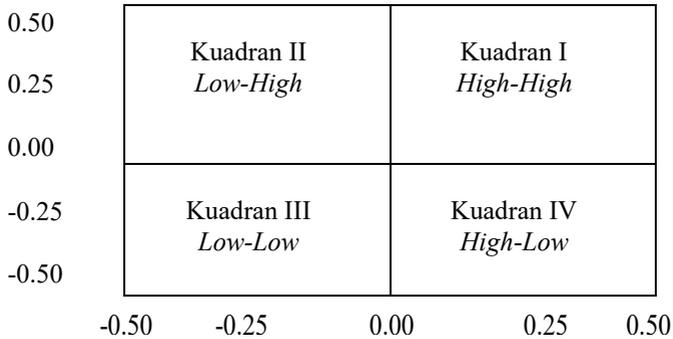
Tolak H_0 jika $|Z(I)| > Z_{\alpha/2}$.

Dengan membuat *Moran's scatterplot*, maka dapat dilihat pola penyebaran antar lokasi yang disajikan ada Gambar 2.2. Menurut Perobelli dan Haddad (2003), *Moran's scatterplot* dibagi atas empat kuadran yang cocok untuk empat pola kumpulan spasial lokal setiap wilayah yang bertetangga. Berikut adalah penjelasan dari masing-masing kuadran.

1. Kuadran I (terletak di kanan atas) disebut *High-High* (HH) menunjukkan wilayah yang memiliki pengamatan tinggi yang dikelilingi oleh wilayah yang juga memiliki pengamatan tinggi untuk variabel yang dianalisis.
2. Kuadran II (terletak di kiri atas) disebut *Low-High* (LH) menunjukkan wilayah dengan nilai rendah tapi dikelilingi wilayah dengan nilai tinggi.
3. Kuadran III (terletak di kiri bawah) disebut *Low-Low* (LL) menunjukkan wilayah dengan nilai pengamatan rendah dan dikelilingi oleh wilayah yang juga mempunyai nilai pengamatan rendah.
4. Kuadran IV disebut *High-Low* (HL) menunjukkan wilayah dengan nilai tinggi yang dikelilingi wilayah dengan nilai rendah.

Apabila amatan berada di kuadran I dan III maka terdapat indikasi terjadi pengelompokan (*clustering*) yang

berarti terjadi autokorelasi spasial yang positif antara wilayah yang diamati dengan wilayah yang lainnya, sedangkan apabila amatan berada di kuadran II dan IV mengindikasikan terjadi penyebaran (*dispersion*) yang berarti terjadi autokorelasi negatif antara wilayah yang diamati dengan wilayah yang lainnya.



Gambar 2.2 *Moran's Scatterplot*

2.3 Ekonometrika Spasial Data Panel

Model ekonometrika spasial data panel merupakan model ekonometrika yang mencakup adanya dependensi spasial dengan menggunakan data panel. Pada penelitian ini akan dibahas mengenai konsep dasar model regresi panel, model regresi spasial, model spasial data panel serta pengujian-pengujian yang diperlukan pada model spasial data panel.

2.3.1 Model Regresi Data Panel

Data panel (*panel pooled data*) adalah gabungan data *cross section* dan *time series*. Regresi dengan menggunakan data panel disebut model regresi data panel. Ada beberapa keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan data panel. Pertama, data panel mampu menyediakan data yang lebih banyak sehingga akan menghasilkan *degree of freedom* yang lebih besar. Kedua, menggabungkan informasi dari data *time*

series dan *cross section* dapat mengatasi masalah yang timbul ketika adalah masalah penghilangan variabel (*committed-variable*) (Widarjono, 2013).

Baltagi (2005) menyatakan bahwa regresi data panel berbeda dengan regresi *time series* atau *cross section*, dimana pada regresi panel terdapat dua indeks pada variabelnya, seperti digambarkan pada model berikut:

$$y_{it} = \beta_0 + \mathbf{X}'_{it} \boldsymbol{\beta} + u_{it} ; i = 1, 2, \dots, N; t = 1, 2, \dots, T \quad (2.4)$$

dimana indeks i menyatakan dimensi *cross section* sedangkan t menyatakan dimensi *time series*. β_0 adalah *intercept*, $\boldsymbol{\beta}$ adalah parameter regresi berukuran $k \times 1$ dan \mathbf{X}_{it} adalah pengamatan ke it dari vektor variabel dependen ke- k . Sebagian besar aplikasi data panel menggunakan model komponen *error one-way* dengan:

$$u_{it} = \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (2.5)$$

dimana μ_i menyatakan efek spesifik individu yang tidak teramati dan ε_{it} menyatakan komponen *error* lainnya. Dengan catatan ε_i *time-invariant* dan merupakan semua efek spesifik individu yang tidak diikutsertakan di dalam model regresi atau efek individu yang tidak dapat diamati. Komponen *error* ε_{it} berubah seiring individu dan waktu dan dapat digambarkan sebagai *error* yang umum dalam model regresi.

2.3.1.1 Estimasi Regresi Data Panel

Secara umum dengan menggunakan data panel, dapat diperoleh intersep dan *slope* koefisien yang berbedapada setiap data dependen dan setiap periode waktu. Oleh karena itu dalam mengestimasi persamaan akan sangat tergantung dari asumsi mengenai intersep, koefisien *slope* dan variabel gangguannya. Beberapa kemungkinan yang akan muncul antara lain:

1. Diasumsikan *slope* adalah tetap tetapi intersep berbeda antar individu.
2. Diasumsikan *slope* adalah tetap tetapi intersep berbeda baik antar waktu maupun antar individu.

3. Diasumsikan intersep dan *slope* adalah tetap sepanjang waktu dan individu dan perbedaan intersep dan *slope* dijelaskan oleh variabel gangguan.
4. Diasumsikan intersep dan *slope* berbeda antara waktu dan antar individu.
5. Diasumsikan intersep dan *slope* berbeda antar individu.

Pendekatan yang dapat dilakukan antara lain pendekatan *Fixed Effect* dan *Random Effect*.

a. Model *Fixed Effects*

Pada model *fixed effects*, μ_i dan τ_i diasumsikan *fixed* parameter yang akan diestimasi, sedangkan komponen *error* lainnya yaitu ε_{it} diasumsikan *random IID*($0, \sigma^2_\varepsilon$). X_{it} diasumsikan independen terhadap ε_{it} untuk setiap i dan t . model *fixed effects* adalah model yang sesuai ketika fokus utama dari penelitian ini adalah individu dan sifat dari individu yang diamati. Estimasi parameter pada model *fixed effects* biasanya menggunakan metode *Least Square Dummy Variable* (LSDV) atau dapat juga menggunakan estimasi MLE.

b. Model *random Effects*

Pada model *random effects*, μ_i , τ_i , dan komponen *error* lainnya yaitu ε_{it} diasumsikan *random IID*($0, \sigma^2$). Sebagai tambahan, X_{it} diasumsikan independen terhadap μ_i , τ_i , ε_{it} untuk setiap i dan t . Estimasi parameter pada model *random effects* biasanya menggunakan *Generalized Least Square* (GLS) ketika matriks varians kovarians Ω diketahui, sedangkan metode *Feasible Generalized Least Square* (FGLS) digunakan ketika Ω tidak diketahui. MLE juga dapat digunakan untuk estimasi parameter pada model *random effects*.

2.3.2 Model Regresi Spasial

Konsep mengenai kedekatan geografis pertama kali dikenalkan oleh Tobler (1970) yang menyatakan bahwa segala sesuatu yang berhubungan satu dengan yang lainnya, namun sesuatu yang dekat mempunyai pengaruh lebih besar daripada sesuatu yang berjauhan. Hukum tersebut merupakan dasar

pengkajian permasalahan berdasarkan pengaruh lokasi atau spasial. Metode spasial merupakan metode yang digunakan untuk mendapatkan informasi yang dipengaruhi efek ruang atau lokasi. Sedangkan regresi spasial merupakan suatu analisis untuk mengevaluasi hubungan antara satu variabel dengan beberapa variabel lain dengan memperhatikan pengaruh spasial.

Model regresi spasial yang disebut sebagai *General Spatial Model* secara umum dapat dimodelkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mathbf{y} &= \rho \mathbf{W}\mathbf{y} + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{u} \\ \mathbf{u} &= \lambda \mathbf{W}\mathbf{u} + \boldsymbol{\varepsilon} \\ \boldsymbol{\varepsilon} &\sim N(0, \sigma^2 \mathbf{I}) \end{aligned} \quad (2.6)$$

dimana:

\mathbf{y} = vektor variabel dependen berukuran $N \times 1$

\mathbf{X} = matriks variabel independen berukuran $N \times (k+1)$

$\boldsymbol{\beta}$ = vektor parameter regresi berukuran $(k+1) \times 1$

ρ = parameter spasial *lag* variabel dependen

λ = parameter spasial *error* yang bernilai $|\lambda| < 1$

\mathbf{u} = vektor *error* berukuran $N \times 1$

$\boldsymbol{\varepsilon}$ = vektor *error* berukuran $N \times 1$ yang berdistribusi normal dengan rata-rata nol dan varians $\sigma^2 \mathbf{I}$, $\boldsymbol{\varepsilon} \sim N(0, \sigma^2 \mathbf{I})$, dimana \mathbf{I} adalah matriks identitas berukuran $N \times N$ dan N adalah banyaknya pengamatan atau lokasi ($i=1,2,3,\dots,N$)

\mathbf{W} = matriks pembobot berukuran $N \times N$ dengan elemen diagonal bernilai nol.

Terdapat beberapa model yang dapat dibentuk dari *General Spatial Model* di atas, antara lain:

1. *Spatial Autoregressive Model* (SAR) adalah salah satu model spasial dengan pendekatan area dimana diasumsikan variabel dependen pada suatu wilayah berkaitan dengan variabel dependen wilayah lainnya dalam model. Model SAR terbentuk apabila $\rho \neq 0$ dan $\lambda = 0$, maka modelnya menjadi:

$$\begin{aligned} \mathbf{y} &= \rho \mathbf{W}\mathbf{y} + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \\ \boldsymbol{\varepsilon} &\sim N(0, \sigma^2 \mathbf{I}) \end{aligned} \quad (2.7)$$

2. *Spatial Error Model* (SEM) adalah salah satu model spasial dengan pendekatan area yang diasumsikan pada *error* model suatu wilayah dengan wilayah lainnya terdapat korelasi spasial. Model SEM terbentuk apabila $\rho = 0$ dan $\lambda \neq 0$, maka modelnya menjadi:

$$\begin{aligned} \mathbf{y} &= \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{u} \\ \mathbf{u} &= \lambda \mathbf{W}\mathbf{u} + \boldsymbol{\varepsilon} \\ \boldsymbol{\varepsilon} &\sim N(0, \zeta^2 \mathbf{I}). \end{aligned} \quad (2.8)$$

2.3.3 Uji Dependensi Spasial

Sebelum melakukan estimasi parameter model dengan pendekatan ekonometrika spasial, maka tahap awal adalah menguji adanya ketergantungan wilayah (*spatial dependency*) dengan suatu uji statistik yang sesuai. Salah satu uji statistik untuk mengetahui adanya *spatial dependency* adalah dengan menggunakan uji *Lagrange Multiplier* (LM) dan robust uji *Lagranger Multiplier*. Untuk mengetahui apakah suatu model dikatakan model spasial *lag* menggunakan uji LM *spatial lag* sedangkan untuk mengetahui model *spatial error* menggunakan uji LM *spatial error*.

1. Pengujian dependensi spasial pada *lag* variabel dependen

Uji Hipotesis:

$H_0 : \delta = 0$ (tidak ada dependensi *lag* spasial dalam model)

$H_1 : \delta \neq 0$ (ada dependensi *lag* spasial pada model)

Statistik Uji:

$$LM_{\delta} = \frac{[\mathbf{e}'(\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W})\mathbf{Y}/\hat{\sigma}^2]^2}{J} \quad (2.9)$$

$$\text{robust } LM_{\delta} = \frac{[\mathbf{e}'(\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W})\mathbf{Y}/\hat{\sigma}^2 - \mathbf{e}'(\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W})\mathbf{e}/\hat{\sigma}^2]^2}{J - TT_W} \quad (2.10)$$

dengan,

$$J = \frac{1}{\hat{\sigma}^2} \left[(I_T \otimes W) X \hat{\beta} (I_{NT} - X(X'X)^{-1}X') (I_T \otimes W) X \hat{\beta} + TT_W \hat{\sigma}^2 \right] \quad (2.11)$$

2. Pengujian dependensi spasial pada *error*

Uji Hipotesis:

$H_0 : \rho = 0$ (tidak ada dependensi *error* spasial dalam model)

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

Statistik Uji:

$$LM_\rho = \frac{[e'(I_T \otimes W)e/\hat{\sigma}^2]^2}{T \times T_W} \quad (2.12)$$

$$\text{robust } LM_\rho = \frac{[e'(I_T \otimes W)e/\hat{\sigma}^2 - TT_W/J \times e'(I_T \otimes W)Y/\hat{\sigma}^2]^2}{TT_W[1 - TT_W/J]^{-1}} \quad (2.13)$$

Keputusan:

Statistik uji LM berdistribusi χ^2 dengan H_0 ditolak jika $LM > \chi^2$.

2.3.4 Model Spasial Data Panel

Model regresi linier dengan efek spesifik spasial tetapi tanpa interaksi spasial dapat dituliskan seperti persamaan berikut:

$$y_{it} = \mathbf{x}_{it}\boldsymbol{\beta} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (2.14)$$

dengan,

i = indeks untuk dimensi *cross-section* (unit spasial), dimana $i = 1, \dots, N$

t = indeks untuk dimensi waktu (periode waktu), dimana $t = 1, \dots, T$

y_{it} = observasi terhadap variabel dependen pada pengamatan ke- i waktu ke- t

\mathbf{x}_{it} = vektor baris $(1, k)$ dari observasi variabel independen

β = matriks $(k,1)$ dengan parameter yang tidak diketahui

μ_i = efek spesifik spasial

ε_{it} = *error* yang berdistribusi dan bentuk dari observasi ke- i dan t dengan mean 0 dan varians σ^2 .

Ketika terdapat interaksi secara spesifik antar unit spasial, maka model mengandung spasial *lag* pada variabel dependen atau terdapat proses autoregresif spasial pada *lag*. Model spasial *lag* dinyatakan bahwa variabel dependen tergantung pada variabel dependen tetangga dan satu bagian dari karakteristik lokal. Berikut adalah model spasial *lag*:

$$y_{it} = \delta \sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt} + x_{it} \beta + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (2.15)$$

Dimana, δ adalah koefisien autoregresif spasial dan w_{ij} adalah elemen matrik pembobot (W) spasial.

Sedangkan model spasial *error* dinyatakan dimana variabel dependen tergantung pada karakteristik lokal dan *error* yang berkorelasi antar *space*. Berikut adalah model spasial *error*:

$$y_{it} = x_{it} \beta + \mu_i + \phi_{it},$$

$$\phi_{it} = \rho \sum_{j=1}^N w_{ij} \phi_{jt} + \varepsilon_{it} \quad (2.16)$$

Dimana ϕ_{it} adalah autokorelasi spasial *error* dan ρ adalah koefisien autokorelasi spasial.

2.3.4.1 Estimasi Model Spasial Data Panel

Model spasial data panel yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu SAR dan SEM. Berikut ini akan dibahas mengenai prosedur estimasi MLE yang akan digunakan untuk melakukan estimasi parameter pada model-model tersebut.

A. *Spatial Autoregressive Model (SAR)*

Pada pembahasan ini akan dipaparkan mengenai

modifikasi yang diperlukan untuk estimasi model *fixed effects* dan model *random effects* dengan mencakup *Spatial Autoregressive Model*. Diasumsikan bahwa W adalah konstan sepanjang waktu dan data yang digunakan adalah data panel seimbang (*balanced panel*).

1. Fixed Effect Spatial Autoregressive Model

Elhorst (2014) mengatakan bahwa parameter $\widehat{\beta}$, δ , dan σ^2 dari model spasial *lag* dapat diestimasi dengan *Maximum Likelihood* (ML) yang diawali dengan menggunakan data *cross section*. Prosedur estimasi ini juga dapat digunakan untuk maksimasi fungsi *log-likelihood* sehubungan dengan δ juga σ^2 pada data panel. Fungsi *log-likelihood* dari model spasial *lag* jika efek spasial diasumsikan tetap adalah:

$$\text{Log}L = -\frac{NT}{2} \log(2\pi\sigma^2) + T \log |I_N - \delta W| - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^N (y_{it} - \delta \sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt} - \mathbf{x}_{it} \boldsymbol{\beta} - \mu_i)^2 \quad (2.17)$$

Dimana bentuk turunan kedua yang mewakili bentuk *Jacobian* dari transformasi ε terhadap y mengambil bentuk endogen dari $\sum_j w_{ij} y_{jt}$ (Anselin, 1988).

$$\frac{\partial \text{Log}L}{\partial \mu_i} = \frac{1}{\sigma^2} \sum_{t=1}^T (y_{it} - \delta \sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt} - \mathbf{x}_{it} \boldsymbol{\beta} - \mu_i) = 0, i = 1, \dots, N \quad (2.18)$$

Sehingga diperoleh estimasi,

$$\mu_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (y_{it} - \delta \sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt} - \mathbf{x}_{it} \boldsymbol{\beta}), i = 1, \dots, N. \quad (2.19)$$

Dengan mensubstitusikan μ_i pada fungsi *log-likelihood* dengan memfokuskan pada $\widehat{\beta}$, δ , dan σ^2 adalah sebagai berikut:

$$\widehat{\beta} = (X'QX)^{-1} X'Q[Y - \delta(I_T \otimes W)Y] \quad (2.20)$$

Dimana Q dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$Q = I_{NT} - \frac{1}{T} \mathbf{1}_T \mathbf{1}'_T \otimes I_N, \quad (2.21)$$

Estimasi σ^2 dihitung sebagai berikut:

$$\sigma^2 = \frac{1}{NT} (e_0^* - \delta e_1^*)' (e_0^* - \delta e_1^*). \quad (2.22)$$

2. *Random Effects Spatial Autoregressive Model*

Fungsi *log-likelihood* dari model spasial *lag* jika efek spasial diasumsikan *random* adalah:

$$\text{Log}L = -\frac{NT}{2} \log(2\pi\sigma^2) + T \log |I_N - \delta W| - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (y_{it} - \delta [\sum_{j=1}^N W_{ij} y_{jt}] - x_{it}' \beta)^2 \quad (2.23)$$

Dimana \bullet menunjukkan transformasi variabel dependen terhadap θ .

$$\text{Log}L = -\frac{NT}{2} \log[e(\theta)' e(\theta)] + \frac{N}{2} \log \theta^2, \quad (2.24)$$

Dimana elemen $e(\theta)$ didefinisikan sebagai berikut:

$$e(\theta)_{it} = y_{it} - (1-\theta) \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T y_{it} - \delta \left[\sum_{j=1}^N W_{ij} y_{jt} - (1-\theta) \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^N W_{ij} y_{jt} \right] - \left[x_{it} - (1-\theta) \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T x_{it} \right] \beta. \quad (2.25)$$

Prosedur secara iterasi menggunakan beberapa nilai parameter $\hat{\beta}$, δ , dan σ^2 hingga didapatkan nilai estimasi θ yang konvergen.

B. *Spatial Error Model*

Pada pembahasan ini akan dipaparkan mengenai modifikasi yang diperlukan untuk estimasi model *fixed effects* dan model *random effects* dengan mencakup *Spatial Error Model*. Seperti pada model SAR, diasumsikan bahwa W adalah konstan sepanjang waktu data yang digunakan adalah data panel seimbang (*balanced panel*).

1. *Fixed Effect Spatial Error Model*

Fungsi *log-likelihood* dari model spasial *error* jika efek spesifik spasial diasumsikan tetap adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Log}L = & -\frac{NT}{2} \log(2\pi\sigma^2) + T \log |I_N - \rho W| - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \{y_{it}^* - \rho[\sum_{j=1}^N W_{ij} y_{jt}^*] - \\ & x_{it}^* - \rho[\sum_{j=1}^N W_{ij} x_{jt}^*]\beta\}^2. \end{aligned} \quad (2.26)$$

Dengan adanya nilai ρ , estimasi *Maximum Likelihood* dari $\hat{\beta}$ dan σ^2 dapat diselesaikan dengan turunan pertama kondisi maksimum, maka diperoleh:

$$\begin{aligned} \hat{\beta} &= ([X^* - \rho(I_T \otimes W)X^*]' [X^* - \rho(I_T \otimes W)X^*])^{-1} \times [X^* - \rho(I_T \\ &\otimes W)X^*]' [Y^* - \rho(I_T \otimes W)Y^*], \\ \sigma^2 &= \frac{e(\rho)' e(\rho)}{NT} \end{aligned} \quad (2.27)$$

Dimana, $e(\rho) = Y^* - \rho(I_T \otimes W)Y^* - [X^* - \rho(I_T \otimes W)X^*]\beta$.

Maka fungsi *consentrated log-likelihood* dari ρ adalah:

$$\text{Log}L = -\frac{NT}{2} \log[e(\rho)' e(\rho)] + T \log |I_N - \rho W|. \quad (2.28)$$

Dengan memaksimalkan fungsi kepada ρ , menghasilkan estimasi *Maximum Likelihood* untuk ρ dengan β dan σ^2 yang telah didapatkan. Prosedur secara iterative digunakan dengan beberapa nilai parameter β dan σ^2 sehingga didapat parameter ρ yang konvergen.

2. *Random Effect Spatial Error Model*

Fungsi *log-likelihood* dari model spasial *error* jika efek spesifik spasial diasumsikan *random* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Log}L = & -\frac{NT}{2} \log(2\pi\sigma^2) - \frac{1}{2} \log |V| + (T-1) \sum_{i=1}^N \log |B| - \frac{1}{2\sigma^2} \\ & e' \left(\frac{1}{T} l_T l_T' \otimes V^{-1} \right) e - \frac{1}{2\sigma^2} e' \left(I_T \cdot \frac{1}{T} l_T l_T' \right) \otimes (B' B) e \end{aligned} \quad (2.29)$$

Adapun fungsi yang dapat diperoleh dari hasil transformasi tersebut adalah sebagai berikut:

$$y_{it}^{\circ} = y_{it} - \rho \sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt} + \sum_{j=1}^N \{ [p_{ij} - (1 - \rho w_{ij})] \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T y_{jt} \} \quad (2.30)$$

Notasi $p_{ij} = p(\rho, \varphi)_{ij}$ digunakan untuk menunjukkan elemen matriks \mathbf{P} yang tergantung pada ρ dan φ . Estimasi $\hat{\beta}$ dan σ^2 dengan diberikan pada ρ dan φ bisa dilakukan dengan regresi OLS antara \mathbf{Y}° dengan \mathbf{X}° . Namun estimasi ρ dan φ dengan diberikan $\hat{\beta}$ dan σ^2 harus dilakukan secara numerik.

2.3.5 Pemilihan Pembobot Spasial

Matriks pembobot spasial (\mathbf{W}) dapat diperoleh berdasarkan informasi jarak dari kedekatan ketetanggaan (*neighborhood*), atau dalam kata lain jarak antara satu wilayah dengan wilayah yang lain. Beberapa metode untuk mendefinisikan hubungan persinggungan (*contiguity*) antar wilayah menurut LeSage (1999) antara lain sebagai berikut:

- a. *Linear Contiguity* (persinggungan tepi). Persinggungan tepi mendefinisikan $w_{ij}=1$ untuk wilayah yang berada di tepi (*edge*) kiri maupun kanan wilayah yang menjadi perhatian, $w_{ij}=0$ untuk wilayah lainnya.
- b. *Rook Contiguity* (persinggungan sisi). Persinggungan sisi mendefinisikan $w_{ij}=1$ untuk wilayah yang bersisian (*common side*) dengan wilayah yang menjadi perhatian, $w_{ij}=0$ untuk wilayah lainnya.
- c. *Bhisop Contiguity* (persinggungan sudut). Persinggungan sudut mendefinisikan $w_{ij}=1$ untuk wilayah yang titik sudutnya (*common vertex*) bertemu dengan sudut wilayah yang menjadi perhatian, $w_{ij}=0$ untuk wilayah lainnya.

- d. *Double Linear Contiguity* (persinggungan dua tepi). Persinggungan dua tepi mendefinisikan $w_{ij}=1$ untuk dua wilayah yang berada di sisi (*edge*) kiri dan kanan wilayah yang menjadi perhatian, $w_{ij}=0$ untuk wilayah lainnya.
- e. *Double Rook Contiguity* (persinggungan dua sisi). Persinggungan dua sisi mendefinisikan $w_{ij}=1$ untuk dua wilayah yang berada di kiri, kanan, utara dan selatan wilayah yang menjadi perhatian, $w_{ij}=0$ untuk wilayah lainnya.
- f. *Queen Contiguity* (persinggungan sisi-sudut). Persinggungan sisi-sudut mendefinisikan $w_{ij}=1$ untuk wilayah yang bersisian (*common side*) atau titik sudutnya (*common vertex*) bertemu dengan sudut wilayah yang menjadi perhatian, $w_{ij}=0$ untuk wilayah lainnya.

Selain jenis-jenis bobot *contiguity* diatas, sering juga digunakan jenis pembobot *customize*. Pembobot *customize* merupakan pembobot yang disusun tidak hanya memperhatikan faktor persinggungan antar wilayah tetapi juga mempertimbangkan faktor kedekatan ekonomi, infrastruktur, ataupun faktor lainnya. Nilai 1 diberikan untuk daerah yang memiliki kedekatan ekonomi, infrastruktur, ataupun faktor lainnya sedangkan nilai 0 untuk daerah yang tidak memiliki kedekatan ekonomi, infrastruktur, ataupun faktor lainnya.

2.3.6 Pengujian Signifikansi Parameter

Menurut Debarsy dan Ertur (2010) untuk menguji signifikansi dari koefisien spasial digunakan *uji Likelihood Ratio* (LR). Dan, Elhorst (2010) juga mengatakan bahwa pengujian *Likelihood Ratio* dilakukan untuk mengetahui apakah efek individu atau efek *random* memberikan pengaruh secara bersama-sama. Pengujian ini dilakukan dengan hipotesis sebagai berikut:

a. *Fixed effects*

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_i$$

$$H_1 : \mu_i \neq 0 \text{ (minimal ada salah satu yang berbeda)}$$

b. *Random effects*

$$H_0 : \theta = 1$$

$$H_1 : \theta \neq 1 \text{ (minimal ada salah satu yang berbeda)}$$

Uji ini didasarkan pada selisih *log-likelihood* *understricted* dan *restricted*, bentuk umumnya sebagai berikut:

$$LR = 2[L(\hat{\mathcal{G}}) - L(\tilde{\mathcal{G}})] \quad (2.31)$$

Dengan \mathcal{G} adalah parameter yang dievaluasi pada estimasi yang tidak dibatasi (*understricted*) dan yang dibatasi (*restricted*). Uji LR secara *asymtotik* mengikuti distribusi *chi-square* derajat bebas q , $\chi^2(q)$. Dengan q adalah jumlah parameter yang dibatasi.

Untuk menguji koefisien spasial *lag* model spasial data panel *fixed effect* dengan hipotesis adalah:

$$H_0 : \delta = 0 \text{ (tidak ada depedensi spasial lag)}$$

$$H_1 : \delta \neq 0 \text{ (ada depedensi spasial lag)}$$

Dengan menggunakan LR test sebagai berikut:

$$LR_{\delta} = NT[\log \tilde{\sigma}^2 - \log \hat{\sigma}^2] + 2T[\log |\mathbf{I}_N - \delta \mathbf{W}|] \quad (2.32)$$

Dengan $\tilde{\sigma}^2$ adalah varians *error* model *restricted*

$$(\tilde{\sigma}^2 = \frac{1}{NT} \sum_{t=1}^T \tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}'_{it} \tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}_{it}).$$

$\hat{\sigma}^2$ adalah varians *error* model *unrestricted*

$$(\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{NT} \sum_{t=1}^T \hat{\boldsymbol{\varepsilon}}'_{it} \hat{\boldsymbol{\varepsilon}}_{it})$$

Uji ini secara *asymtotik* mengikuti distribusi *chi-square* derajat bebas 1, $\chi^2(1)$.

Untuk menguji koefisien spasial *error* model spasial data panel *fixed effect* dengan hipotesis adalah:

$$H_0 : \rho = 0 \text{ (tidak ada depedensi spasial error)}$$

$H_1 : \rho \neq 0$ (ada depedensi spasial *error*)

Dengan menggunakan LR test sebagai berikut:

$$LR_\rho = NT \left[\log \tilde{\sigma}^2 - \log \hat{\sigma}^2 \right] + 2T \left[\log |\mathbf{I}_N - \rho \mathbf{W}| \right] \quad (2.33)$$

Uji ini secara *asymtotik* mengikuti distribusi *chi-square* derajat bebas 1, $\chi^2(1)$.

Untuk menguji signifikansi koefisien spasial *lag* dan spasial *error* secara bersama-sama (*joint test*) dengan hipotesis sebagai berikut:

$H_0 : \delta = \rho = 0$ (tidak ada depedensi spasial *lag* dan spasial *error*)

$H_1 : \delta = \rho \neq 0$ (Minimal ada satu interaksi atau dependensi spasial)

Dengan menggunakan uji LR adalah:

$$LR_j = NT \left[\log \tilde{\sigma}^2 - \log \hat{\sigma}^2 \right] + 2T \left(\left[\log |\mathbf{I}_N - \delta \mathbf{W}| \right] + \left[\log |\mathbf{I}_N - \rho \mathbf{W}| \right] \right) \quad (2.34)$$

Uji ini secara *asymtotik* mengikuti distribusi *chi-square* derajat bebas 2, $\chi^2(2)$.

2.3.7 Kriteria Keباikan Model (*Goodness of Fit*)

Kriteria kebaikan model pada model spasial data panel dapat dilihat dari nilai koefisien determinasi (R^2) dan *corr*². Koefisien determinasi (R^2) adalah proporsi besarnya variasi data yang dapat diberikan atau diterangkan oleh model. Perhitungan R^2 untuk data panel menggunakan persamaan berikut ini (Elhorst, 2014).

$$R^2(\mathbf{e}, \Omega) = 1 - \frac{\mathbf{e}' \Omega \mathbf{e}}{(\mathbf{Y} - \bar{\mathbf{Y}})' (\mathbf{Y} - \bar{\mathbf{Y}})} \quad \text{atau} \quad R^2(\tilde{\mathbf{e}}) = 1 - \frac{\tilde{\mathbf{e}} \tilde{\mathbf{e}}}{(\mathbf{Y} - \bar{\mathbf{Y}})' (\mathbf{Y} - \bar{\mathbf{Y}})} \quad (2.35)$$

dimana:

$\bar{\mathbf{Y}}$ = rata-rata keseluruhan dari variabel dependen

\mathbf{e} = vektor residual dari model

$\mathbf{e}' \Omega \mathbf{e}$ dapat diganti dengan *residual sum of square* dari

transformed residual $\tilde{\mathbf{e}}'\tilde{\mathbf{e}}$.

Ukuran kebaikan model lainnya adalah $corr^2$ yaitu koefisien korelasi kuadrat antara variabel dependen dengan variabel dependen taksiran. Perhitungan $corr^2$ untuk data panel menggunakan persamaan berikut ini (Elhorst, 2014).

$$corr^2(Y, \hat{Y}) = \frac{\left[(Y - \bar{Y})(\hat{Y} - \bar{Y}) \right]^2}{\left[(Y - \bar{Y})(Y - \bar{Y}) \right] \left[(\hat{Y} - \bar{Y})(\hat{Y} - \bar{Y}) \right]} \quad (2.36)$$

Dimana \hat{Y} adalah vektor dari nilai taksiran. Berbeda dengan R^2 , perhitungan $corr^2$ tidak melibatkan variasi pada spasial *fixed effects* atau *random effects*.

Kedua ukuran kebaikan model untuk model spasial data panel yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Ukuran Kebaikan Model Untuk Model Spasial Data Panel

<i>Fixed Effect Spatial Lag Model</i>	
$R^2(\mathbf{e}, \mathbf{I}_N)$	$\mathbf{e} = \mathbf{Y} - \hat{\delta}(\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W})\mathbf{Y} - \mathbf{X}\hat{\beta} - (\boldsymbol{\tau}_T \otimes \mathbf{I}_N)\hat{\boldsymbol{\mu}}$
$Corr^2$	$corr^2(\mathbf{Y}^*, [\mathbf{I}_{NT} - \hat{\delta}(\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W})]^{-1}\mathbf{X}^*\hat{\beta})$
<i>Fixed Effect Spatial Error Model</i>	
$R^2(\tilde{\mathbf{e}})$	$\tilde{\mathbf{e}} = \mathbf{Y} - \hat{\rho}(\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W})\mathbf{Y} - [\mathbf{X} - \hat{\rho}(\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W})\mathbf{X}]\hat{\beta} - (\boldsymbol{\tau}_T \otimes \mathbf{I}_N)\hat{\boldsymbol{\mu}}$
$Corr^2$	$corr^2(\mathbf{Y}^*, \mathbf{X}^*\hat{\beta})$
<i>Random Effect Spatial Lag Model</i>	
$R^2(\tilde{\mathbf{e}})$	$\tilde{\mathbf{e}} = \mathbf{Y}^* - \hat{\delta}(\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W})\mathbf{Y}^* - \mathbf{X}^*\hat{\beta}$
$Corr^2$	$corr^2(\mathbf{Y}, [\mathbf{I}_{NT} - \hat{\delta}(\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W})]^{-1}\mathbf{X}\hat{\beta})$
<i>Random Effect Spatial Error Model</i>	
$R^2(\tilde{\mathbf{e}})$	$\tilde{\mathbf{e}} = \mathbf{Y}^* - \mathbf{X}^*\hat{\beta}$
$Corr^2$	$corr^2(\mathbf{Y}, \mathbf{X}\hat{\beta})$

Sumber: Elhorst, 2014

2.3.8 Pengujian Asumsi Model

Adapun pengujian yang dilakukan untuk uji asumsi residual pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Asumsi identik atau kekonstanan varians residual (homoskedastisitas)

Pendeteksian identik atau kekonstanan varians dengan metode grafis dilakukan dengan melihat *scatterplot* nilai prediksi (*fits*) dengan residual, dimana jika titik-titik tidak menyebar secara acak dan membentuk pola tertentu maka dapat dikatakan terjadi kasus heteroskedastisitas. Ada beberapa cara untuk mendeteksi adanya kasus heteroskedastisitas diantaranya sebagai berikut:

- a. Metode Informal : Sifat persoalan dan metode grafik
- b. Metode Formal : Uji Korelasi Rank-Spearman, Uji Park, Uji Glejser, dan Uji Goldfeld-Quandt.

2. Asumsi independen atau tidak terdapat autokorelasi antar residual

Untuk melihat adanya autokorelasi antar residual dapat dilakukan dengan cara melihat plot dari *Autocorrelation Function* (ACF), dimana cara ini sering digunakan dalam analisis *time series*. Apabila terdapat lag yang keluar dari batas-batas signifikansi, dapat disimpulkan bahwa terjadi autokorelasi atau residual tidak independen. Secara formal uji autokorelasi dilakukan dengan menggunakan statistik uji *Durbin Watson*. Hipotesis dari uji *Durbin Watson* adalah sebagai berikut:

$H_0 : \rho = 0$ (tidak terjadi autokorelasi antar residual)

$H_1 : \rho \neq 0$ (terjadi autokorelasi antar residual)

Statistik uji *Durbin Watson* adalah sebagai berikut:

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{t=2}^t (e_{i,t} - e_{i,t-1})^2}{\sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^t e_{i,t}^2} \quad (2.37)$$

Kriteria yang digunakan dalam uji *Durbin Watson* disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kriteria Pengambilan Keputusan Uji *Durbin Watson*

Hipotesis Nol	Keputusan	Jika
Tidak ada autokorelasi positif	Tolak Tidak ada keputusan	$0 < d < d_L$ $d_L \leq d \leq d_U$
Tidak ada autokorelasi positif	Tolak Tidak ada keputusan	$4-d_L < d < 4$ $4-d_U \leq d \leq 4-d_L$
Tidak ada autokorelasi negatif	Gagal tolak	$d_U < d < 4-d_U$
Tidak ada autokorelasi negatif		
Tidak ada autokorelasi positif maupun negatif		

Sumber: Gujarati dan Porter, 2009

Selain asumsi untuk residual, pada analisis regresi juga terdapat asumsi regresi yang harus dipenuhi yaitu tidak terjadi multikolinearitas. Uji *multikolinearitas* merupakan situasi adanya korelasi variabel-variabel bebas diantara satu dengan yang lainnya, yang menggambarkan hubungan antara variabel bebas tersebut lebih tinggi dari hubungan variabel bebas terhadap variabel terikat.

Menurut Setiawan dan Kusriani (2010) salah satu cara untuk mendeteksi adanya multikolinearitas dapat dilakukan dengan melihat nilai *Variance Inflation Factor* (VIF). VIF menunjukkan seberapa besar parameter regresi dugaan membesar di atas nilai idealnya. Langkah awal untuk memperoleh nilai VIF adalah meregresikan setiap variabel independen dengan variabel independen lainnya sehingga akan diperoleh koefisien determinasi (R^2_j). Nilai VIF adalah dihitung dengan rumus berikut:

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R^2_j} \quad ; j = 1, 2, \dots, k \quad (2.38)$$

Apabila nilai VIF dari variabel independen lebih besar dari 10, maka variabel tersebut dikatakan mengalami multikolinieritas.

3. Asumsi residual menyebar normal

Asumsi persyaratan normalitas harus terpenuhi untuk mengetahui apakah residual dari data berdistribusi normal. Cara pengujian normalitas salah satunya dapat dilakukan dengan *Kolmogorov-Smirnov normality test* dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : data sampel berasal dari distribusi normal

H_1 : data sampel tidak berasal dari distribusi normal

Statistik uji yang digunakan adalah D dengan D adalah:

$$D = \text{Sup}_z | F_n(x) - F_0(x) | \quad (2.39)$$

Dasar penolakan H_0 adalah tolak H_0 jika $D > D_\alpha$, D_α adalah nilai kritis untuk uji *Kolmogorov-Smirnov* satu sampel yang diperoleh dari tabel *Kolmogorov-Smirnov* satu sampel. $F_n(x)$ adalah nilai distribusi kumulatif sampel $F_0(x)$ adalah nilai distribusi kumulatif dibawah H_0 ($P(Z < Z_i)$). Apabila pengujian normalitas tidak dapat dipenuhi maka solusinya dapat dilakukan dengan: transformasi data, pendeteksian data *outlier* (pencilan) dan regresi bootstrap.

2.4 Model Fungsi Produksi *Cobb-Douglas*

Fungsi produksi yang berbentuk tidak linear berarti bahwa fungsi tidak berupa garis lurus. Namun, dengan transformasi \ln , model juga dapat menjadi linear. Model fungsi *Cobb-Douglas* adalah sebagai berikut (Setiawan dan Kusri, 2010).

$$Y = \beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} e^\varepsilon \quad (2.40)$$

Model tersebut dapat diliniarkan menjadi linier didekati dengan pendekatan *log linear* (\ln) sehingga modelnya dapat dituliskan menjadi:

$$\ln(Y) = \ln(\beta_0) + \beta_1 \ln(X_1) + \beta_2 \ln(X_2) + \varepsilon \quad (2.41)$$

Apabila $\ln(Y) = Y^*$; $\ln(\beta_0) = \beta^*_0$, $\ln(X_1) = X^*_1$ serta $\ln(X_2) = X^*_2$ maka modelnya menjadi sebagai berikut.

$$Y^* = \beta^*_0 + \beta_1 X^*_1 + \beta_2 X^*_2 + \varepsilon \quad (2.42)$$

Model tersebut sudah linear. Sedangkan koefisien regresi merupakan besarnya elastisitas produksi, yaitu persentase perubahan output sebagai akibat berubahnya input sebesar satu persen. Secara matematika ekonomi, besaran elastisitas dapat diperoleh dengan persamaan berikut:

$$E_{x_1} = \frac{MP_{x_1}}{AP_{x_1}} \quad (2.43)$$

AP_{x_1} adalah produk rata-rata (*Average Product*) untuk input X_1 yang diperoleh dari persamaan berikut:

$$AP_{x_1} = \frac{Y}{X_1} \quad (2.44)$$

Dengan demikian, persamaan elastisitas produksi untuk input X_1 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} E_{x_1} &= \frac{MP_{x_1}}{AP_{x_1}} = \frac{\partial Y / \partial X_1}{Y / X_1} = \frac{\beta_1 \beta_0 X_1^{\beta_1 - 1} X_2^{\beta_2} e^\varepsilon}{Y / X_1} \\ &= \frac{\beta_1 X_1^{-1} \beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} e^\varepsilon}{Y / X_1} = \frac{\beta_1 X_1^{-1} Y X_1}{Y} = \beta_1 \end{aligned} \quad (2.45)$$

2.5 Keterkaitan Antar Variabel pada Model Pertumbuhan Ekonomi

Model pertumbuhan ekonomi yang diterapkan pada penelitian ini adalah model yang diusulkan Mankiw, Romer, dan Weil pada tahun 1992 (Sardadvar, 2011 dalam Utami, 2015) yang merupakan perluasan dari fungsi *Cobb-Douglas* dimana faktor produksi sebagai output dari pertumbuhan ekonomi dijelaskan oleh faktor modal (*physical capital*), tenaga kerja (*labour*), perkembangan teknologi (*technological progress*), dan sumber daya manusia (*human capital*).

Produk domestik regional bruto (PDRB) digambarkan dari faktor produksi sebagai output dari pertumbuhan ekonomi. PDRB adalah nilai keseluruhan semua barang dan jasa yang diproduksi dalam suatu wilayah dalam suatu jangka waktu tertentu (biasanya satu tahun) (BPS, 2015). Kegunaan dari PDRB adalah sebagai berikut:

- a. Indikator untuk mengetahui pertumbuhan ekonomi suatu daerah.
- b. Alat kontrol dalam menentukan kebijakan pembangunan.
- c. Bahan analisis tingkat kemakmuran masyarakat dan tingkat perubahan barang dan jasa.
- d. Bahan analisis produktivitas secara sektoral.

Oleh karena itu, pada penelitian ini yang digunakan sebagai pendekatan (*proxy*) dari output pertumbuhan ekonomi adalah PDRB atas dasar harga konstan untuk mengetahui pertumbuhan ekonomi secara nyata dari tahun ke tahun dari wilayah yang menjadi objek penelitian.

Faktor produksi lainnya sebagai output dari pertumbuhan ekonomi dapat dijelaskan oleh faktor modal (*physical capital*). Besarnya modal (*physical capital*) suatu daerah dapat dilihat dari ringkasan realisasi anggaran pendapatan dan belanja daerah (APBD) dari daerah tersebut. Dari segi pendapatan daerah, modal (*physical capital*) dapat didekati dari besarnya pendapatan asli daerah (PAD). Pendapatan asli daerah adalah penerimaan yang berasal dari sumber-sumber pendapatan daerah yang terdiri dari pajak daerah, retribusi daerah, bagian laba BUMD, penerimaan dari dinas-dinas, dan penerimaan lain-lain (BPS, 2015). Sedangkan dari segi belanja daerah, modal (*physical capital*) dapat didekati dari besarnya belanja modal. Belanja modal adalah pengeluaran yang digunakan untuk pembelian/pengadaan atau pembangunan aset tetap berwujud yang nilai manfaatnya lebih dari setahun, dan atau pemakaian jasa dalam melaksanakan program dan kegiatan pemerintah daerah (BPS, 2015).

Selain faktor modal (*physical capital*), faktor tenaga

kerja (*labour*) merupakan faktor yang penting dalam mempengaruhi pertumbuhan ekonomi di suatu wilayah. Besarnya tenaga kerja yang dimiliki dari suatu wilayah dapat dilihat dari jumlah angkatan kerja. Angkatan kerja adalah penduduk usia kerja (15 tahun dan lebih) yang bekerja, atau punya pekerjaan namun sementara tidak bekerja dan pengangguran (BPS, 2015). Indikator ini bermanfaat untuk mengetahui jumlah penduduk yang berpotensi untuk bekerja. Oleh karena diperlukan variabel yang dapat mewakili jumlah tenaga kerja yang dimiliki oleh suatu wilayah, maka variabel yang digunakan sebagai pendekatan (*proxy*) dari tenaga kerja adalah jumlah penduduk umur 15 tahun ke atas yang bekerja.

Faktor penting lainnya yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi adalah dengan adanya perkembangan teknologi (*technological progress*). Perkembangan teknologi tidak dapat terlepas dari ketersediaan listrik di suatu wilayah. Terdapat beberapa penelitian mengenai hubungan antara konsumsi listrik dengan pertumbuhan ekonomi, salah satunya adalah penelitian Ciarreta dan Zarraga (2010) yang meneliti tentang hubungan kausal antara konsumsi listrik dan GDP riil pada 12 negara di Eropa menggunakan data tahunan pada periode 1970–2007. Hasil penelitian ini memperlihatkan terdapat hubungan kausal yang kuat antara konsumsi listrik dengan GDP riil. Di Indonesia, Perusahaan Listrik Negara (PLN) adalah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang menjadi satu-satunya penyedia listrik utama sehingga berdasarkan definisi dari Badan Pusat Statistik (BPS), sumber listrik dibagi menjadi dua, yaitu:

- a. Listrik PLN adalah sumber penerangan listrik yang dikelola oleh PLN.
- b. Listrik Non-PLN adalah sumber penerangan listrik yang dikelola oleh instansi/pihak lain selain PLN termasuk yang menggunakan sumber penerangan dari accu (aki), generator, dan pembangkit listrik tenaga surya (yang tidak dikelola oleh PLN).

Faktor lainnya yang mempengaruhi faktor produksi sebagai output dari pertumbuhan ekonomi adalah sumber daya manusia (*human capital*). Menurut Romer, sumber daya manusia (*human capital*) didefinisikan sebagai kemampuan, keterampilan dan pengetahuan tenaga kerja. Kualitas dari sumber daya manusia dapat dilihat dari lama pendidikan yang ditempuh, sehingga variabel yang sesuai sebagai pendekatan (*proxy*) dari sumber daya manusia (*human capital*) adalah rata-rata lama sekolah. Rata-rata lama sekolah (RLS) adalah jumlah tahun belajar penduduk usia 15 tahun ke atas yang telah diselesaikan dalam pendidikan formal (tidak termasuk tahun yang mengulang) (BPS, 2015).

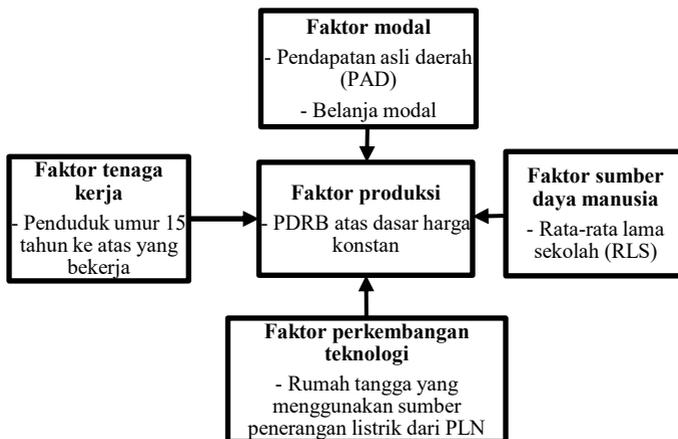
Berdasarkan pemaparan di atas, maka variabel dependen yaitu PDRB atas dasar harga konstan yang merupakan output dari pertumbuhan ekonomi dan variabel independen yaitu pendapatan asli daerah dan belanja modal pemerintah yang merupakan pendekatan dari faktor modal (*physical capital*), rumah tangga pengguna listrik bersumber dari PLN yang merupakan pendekatan dari faktor perkembangan teknologi (*technological progress*), rata-rata lama sekolah (RLS) yang merupakan pendekatan dari faktor sumber daya manusia (*human capital*) sesuai untuk digunakan dalam memodelkan pertumbuhan ekonomi kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian membahas mengenai kerangka konsep, sumber data, variabel penelitian, struktur data, spesifikasi model, metode analisis serta diagram alir dari metode yang akan dipergunakan. Masing-masing akan dijelaskan pada sub-bab berikut ini.

3.1 Kerangka Konsep

Pada penelitian ini, pertumbuhan ekonomi kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara dimodelkan berdasarkan model pertumbuhan ekonomi Mankiw-Romer-Weil dimana faktor produksi sebagai output dari pertumbuhan ekonomi dijelaskan oleh faktor modal (*physical capital*), tenaga kerja (*labour*), perkembangan teknologi (*technological progress*), dan sumber daya manusia (*human capital*). Pemilihan variabel yang akan digunakan untuk memodelkan pertumbuhan ekonomi Provinsi Sumatera Utara berdasarkan model pertumbuhan ekonomi Mankiw-Romer-Weil, dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Kerangka Konsep

3.2 Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari publikasi Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Sumatera Utara. Data yang digunakan adalah data tahun 2012, 2013 dan 2014. Objek penelitian adalah PDRB kabupaten dan kota, yaitu sebanyak 33 objek penelitian. Selain data PDRB, juga digunakan data dari faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan PDRB secara ekonomi, yaitu pendapatan asli daerah, belanja modal, tenaga kerja, rumah tangga pengguna listrik dan rata-rata lama sekolah.

3.3 Variabel Penelitian

Adapun variabel penelitian yang digunakan terdiri dari variabel dependen dan variabel independen yang ditunjukkan oleh Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Variabel		Nama Variabel	Skala Data	Satuan
Variabel Dependen	Y	PDRB atas dasar harga konstan	Rasio	Milyar Rupiah
Variabel Independen	X_1	Pendapatan Asli Daerah	Rasio	Ribu rupiah
	X_2	Belanja Modal	Rasio	Ribu rupiah
	X_3	Tenaga Kerja	Rasio	Jiwa
	X_4	Rumah Tangga Pengguna Listrik	Rasio	Persen
	X_5	Rata-rata Lama Sekolah	Rasio	Tahun

Unit *cross-section* pada penelitian ini adalah 33 kabupaten/kota yang ada di Provinsi Sumatera Utara yang disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Nama Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Utara

No	Kab/kota	No	Kab/kota	No	Kab/kota	No	Kab/kota
1	Nias	10	Dairi	19	Batubara	26	Sibolga
2	Mandailing Natal	11	Karo	20	Padang Lawas Utara	27	Tanjung Balai
3	Tapanuli Selatan	12	Deli Serdang	21	Padang Lawas	28	Pematang Siantar
4	Tapanuli Tengah	13	Langkat	22	Labuhanbatu Selatan	29	Tebing Tinggi
5	Tapanuli Utara	14	Nias Selatan	23	Labuhanbatu Utara	30	Medan
6	Toba Samosir	15	Humbang Hasudutan	24	Nias Utara	31	Binjai
7	Labuhan Batu	16	Pakpak Bharat	25	Nias Barat	32	Padang Sidimpunan
8	Asahan	17	Samosir			33	Gunung Sitoli
9	Simalungun	18	Serdang Berdagai				

Defenisi operasional dari masing-masing variabel dependen dan independen yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut (BPS, 2015):

1. Y = PDRB atas dasar harga konstan (milyar rupiah)

PDRB atas dasar harga konstan adalah nilai tambah barang dan jasa yang dihitung menggunakan harga berlaku pada satu tahun tertentu sebagai dasar dan saat ini menggunakan tahun 2000.

2. X_1 = Pendapatan Asli Daerah (ribu rupiah)

Pendapatan asli daerah (PAD) adalah penerimaan yang berasal dari sumber-sumber pendapatan daerah yang terdiri dari pajak daerah, retribusi daerah, bagian laba BUMD, penerimaan dari dinas-dinas dan penerimaan lain-lain.

3. X_2 = Belanja Modal (ribu rupiah)

Belanja modal adalah pengeluaran yang digunakan untuk pembelian/pengadaan atau pembangunan aset tetap berwujud yang nilai manfaatnya lebih dari setahun, dan atau pemakaian jasa dalam melaksanakan program dan kegiatan pemerintah daerah.

4. X_3 = Tenaga Kerja (jiwa)

Variabel yang digunakan sebagai pendekatan (*proxy*) dari tenaga kerja pada penelitian ini adalah jumlah penduduk umur 15 tahun keatas yang bekerja.

5. X_4 = Rumah Tangga Pengguna Listrik (persen)

Variabel yang digunakan sebagai pendekatan (*proxy*) dari perkembangan teknologi adalah persentase jumlah rumah tangga menggunakan penerangan listrik bersumber dari PLN.

6. X_5 = Rata-rata Lama Sekolah (tahun)

Rata-rata lama sekolah (RLS) adalah jumlah tahun belajar penduduk usia 15 tahun ke atas yang telah diselesaikan dalam pendidikan formal (tidak termasuk tahun yang mengulang). Untuk menghitung rata-rata lama sekolah dibutuhkan informasi partisipasi sekolah, jenjang dan jenis pendidikan yang pernah/sedang diduduki, ijazah tertinggi yang dimiliki dan tingkat/kelas tertinggi yang pernah/sedang diduduki.

3.4 Spesifikasi Model

Variabel yang digunakan dalam memodelkan pertumbuhan ekonomi Provinsi Sumatera Utara dimasukkan ke dalam model Mankiw-Romer-Weil, persamaan dapat dituliskan seperti berikut:

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln X_{1it} + \beta_2 \ln X_{2it} + \beta_3 \ln X_{3it} + \beta_4 \ln X_{4t} + \beta_5 \ln X_{5it} + \varepsilon_{it} \quad (3.1)$$

Model yang akan dibangun pada penelitian ini terdiri dari dua model spasial yaitu SAR dan SEM. Setiap model spasial tersebut akan dimodelkan menggunakan model panel *pooled*, *fixed effects* dan *random effects*. Berikut ini adalah spesifikasi model yang akan dibangun:

1. SAR panel

a. SAR *pooled*

$$\ln \hat{Y}_{it} = \hat{\delta} \sum_{j=1}^{33} w_{ij} \ln Y_{jt} + \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \ln X_{1it} + \hat{\beta}_2 \ln X_{2it} + \hat{\beta}_3 \ln X_{3it} + \hat{\beta}_4 \ln X_{4it} + \hat{\beta}_5 X_{5it}$$

b. SAR *fixed effects*

$$\ln \hat{Y}_{it} = \hat{\delta} \sum_{j=1}^{33} w_{ij} \ln Y_{jt} + \hat{\beta}_1 \ln X_{1it} + \hat{\beta}_2 \ln X_{2it} + \hat{\beta}_3 \ln X_{3it} + \hat{\beta}_4 \ln X_{4it} + \hat{\beta}_5 X_{5it} + \hat{\mu}_i$$

c. SAR *random effects*

$$\ln \hat{Y}_{it} = \hat{\delta} \sum_{j=1}^{33} w_{ij} \ln Y_{jt} + \hat{\beta}_1 \ln X_{1it} + \hat{\beta}_2 \ln X_{2it} + \hat{\beta}_3 \ln X_{3it} + \hat{\beta}_4 \ln X_{4it} + \hat{\beta}_5 X_{5it} + \hat{\theta}$$

2. SEM panel

a. SEM *pooled*

$$\ln \hat{Y}_{it} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \ln X_{1it} + \hat{\beta}_2 \ln X_{2it} + \hat{\beta}_3 \ln X_{3it} + \hat{\beta}_4 \ln X_{4it} + \hat{\beta}_5 \ln X_{5it} + \hat{\phi}_{it},$$

$$\hat{\phi}_{it} = \hat{\rho} \sum_{j=1}^{33} w_{ij} \phi_{it}$$

b. SEM *fixed effects*

$$\ln \hat{Y}_{it} = \hat{\beta}_1 \ln X_{1it} + \hat{\beta}_2 \ln X_{2it} + \hat{\beta}_3 \ln X_{3it} + \hat{\beta}_4 \ln X_{4it} + \hat{\beta}_5 \ln X_{5it} + \hat{\mu}_i + \hat{\phi}_{it},$$

$$\hat{\phi}_{it} = \hat{\rho} \sum_{j=1}^{33} w_{ij} \phi_{it}$$

c. SEM *random effects*

$$\ln \hat{Y}_{it} = \hat{\beta}_1 \ln X_{1it} + \hat{\beta}_2 \ln X_{2it} + \hat{\beta}_3 \ln X_{3it} + \hat{\beta}_4 \ln X_{4it} + \hat{\beta}_5 \ln X_{5it} + \hat{\theta} + \hat{\phi}_{it},$$

$$\hat{\phi}_{it} = \hat{\rho} \sum_{j=1}^{33} w_{ij} \phi_{it}$$

3.5 Struktur Data

Struktur dari data yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Struktur Data

Tahun (t)	Kabupaten/ Kota (i)	Y	X ₁	...	X ₅
2012 (1)	Kab. Nias (1)	$\ln(Y)_{1,2012}$	$\ln(X_1)_{1,2012}$	...	$\ln(X_5)_{1,2012}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2012 (33)	Kota Gunung Sitoli (33)	$\ln(Y)_{33,2012}$	$\ln(X_1)_{33,2012}$	...	$\ln(X_5)_{33,2012}$
2013 (1)	Kab. Nias (1)	$\ln(Y)_{1,2013}$	$\ln(X_1)_{1,2013}$	...	$\ln(X_5)_{1,2013}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2013 (33)	Kota Gunung Sitoli (33)	$\ln(Y)_{33,2013}$	$\ln(X_1)_{33,2013}$	...	$\ln(X_5)_{33,2013}$
2014 (1)	Kab. Nias (1)	$\ln(Y)_{1,2014}$	$\ln(X_1)_{1,2014}$	...	$\ln(X_5)_{1,2014}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2014 (33)	Kota Gunung Sitoli (33)	$\ln(Y)_{33,2014}$	$\ln(X_1)_{33,2014}$	...	$\ln(X_5)_{33,2014}$

3.6 Metode Analisis

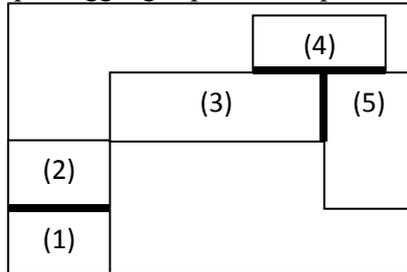
Sebelum membahas langkah-langkah analisis sesuai dengan tujuan penelitian, terlebih dahulu akan dilakukan pembahasan mengenai penentuan pembobot spasial yang akan digunakan dalam penelitian ini. Terdapat dua jenis pembobot spasial yang akan digunakan, yaitu *queen contiguity* dan *customize*.

a. *Queen Contiguity*

Pemilihan pembobot *queen contiguity* (persinggungan sisi-sudut) adalah berdasarkan pertimbangan bahwa wilayah yang berdekatan akan memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap wilayah yang menjadi perhatian. Persinggungan sisi-sudut mendefinisikan $w_{ij} = 1$ untuk wilayah yang bersisian (*common side*) atau titik sudutnya (*common vertex*) bertemu

dengan wilayah yang menjadi perhatian, $w_{ij} = 0$ untuk wilayah lainnya. Sehingga pembobot *queen contiguity* untuk kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara didefinisikan sebagai berikut:

Pada Gambar 3.2 diberikan ilustrasi wilayah yang mempunyai persinggungan pada suatu peta.



Gambar 3.2 Ilustrasi Persinggungan (*Contiguity*)

Matriks pembobot (W) dengan menggunakan metode *Queen Contiguity* berdasarkan Gambar 3.2 sebagai berikut:

$$W_{queen} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Baris dan kolom menyatakan region yang ada pada peta. Matriks pembobot spasial merupakan matriks simetris dengan kaidah bahwa diagonal utama selalu nol. Transformasi dilakukan untuk mendapatkan jumlah baris sama dengan satu sehingga matriks tersebut menjadi:

$$W = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0.5 \\ 0 & 0 & 0.5 & 0 & 0.5 \\ 0 & 0 & 0.5 & 0.5 & 0 \end{bmatrix}$$

b. *Customize*

Dalam menentukan pembobot spasial *customize*, yang digunakan sebagai pertimbangan adalah dengan mempertimbangkan akan adanya infrastruktur pembangunan jalan di Provinsi Sumatera Utara yaitu jalan nasional dan jalan provinsi serta dilihat juga dari segi pusat perekonomian dan administratif di Provinsi Sumatera Utara yaitu Kota Medan. Adapun pemilihan bobot untuk faktor infrastruktur dikarenakan jalan nasional dan jalan provinsi Provinsi Sumatera Utara merupakan jalan nasional dan jalan provinsi terpanjang di Indonesia sehingga memungkinkan adanya indikasi pertumbuhan ekonomi antar kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara. Untuk faktor infrastruktur, jalan nasional serta jalan provinsi di Provinsi Sumatera Utara setiap kabupaten/kota yang berada dalam lintasan jalan nasional diberi nilai 1, begitu juga setiap kabupaten/kota jalan provinsi diberi nilai 1. Sedangkan kabupaten/kota yang tidak memiliki faktor infrastruktur jalan nasional dan jalan provinsi diberi nilai 0. Adapun kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara yang memiliki faktor infrastruktur berupa jalan nasional yaitu Kabupaten Labuhan Batu, Kabupaten Asahan, Kabupaten Deli Serdang, Kabupaten Langkat, Kabupaten Serdang Berdagai, Kabupaten Batubara, Kabupaten Labuhanbatu Selatan, Kabupaten Labuhanbatu Utara, Kota Tebing Tinggi, Kota Binjai, dan Kota Medan. Sedangkan kabupaten/kota yang memiliki faktor infrastruktur berupa jalan provinsi yaitu Kabupaten Tapanuli Tengah, Kabupaten Tapanuli Utara,

Kabupaten Toba Samosir, Kabupaten Simalungun, Kabupaten Dairi, Kabupaten Karo, Kabupaten Pakpak Bharat, Kabupaten Deli Serdang, Kota Sibolga, Kota Tebing Tinggi, Kota Tanjung Balai, Kota Pematang Siantar, dan Kota Medan. Secara faktor ekonomi, Kota Medan merupakan pusat pemerintahan provinsi dan pusat perekonomian di Provinsi Sumatera Utara. Hal ini terlihat dari pesatnya setiap kegiatan perekonomian yang ada di Kota Medan dibandingkan di kabupaten/kota lainnya yang ada di Provinsi Sumatera Utara, terbukti dari PDRB Kota Medan yang tinggi dan meningkat dari tahun ke tahun. Selain itu dalam hal ketenagakerjaan, masyarakat yang berasal dari kabupaten lain di Provinsi Sumatera Utara juga menjadi tenaga kerja pada perusahaan-perusahaan yang ada di Kota Medan. Fenomena ini juga terjadi di bidang pendidikan, dimana siswa dan mahasiswa dari kabupaten lain di Provinsi Sumatera Utara bersekolah di Kota Medan karena sekolah-sekolah dan perguruan tinggi favorit berada di Kota Medan. Sehingga Kota Medan merupakan daerah urban, dimana banyak penduduknya berasal dari kabupaten lain di Provinsi Sumatera Utara yang tinggal menetap dan bekerja di Kota Medan. Berdasarkan pemaparan diatas, terdapat indikasi adanya keterkaitan dalam hal pertumbuhan ekonomi untuk faktor infrastruktur dan pusat perekonomian di kabupaten/kota ini dengan kabupaten lain di Provinsi Sumatera Utara.

Dengan mempertimbangkan karakteristik perekonomian di wilayah Provinsi Sumatera Utara sesuai pemaparan di atas, pembobot spasial *customize* akan dibentuk selain dari kedekatan sisi sudut seperti pada pembobot spasial *queen contiguity* juga akan mengasumsikan bahwa faktor infrastruktur yaitu jalan nasional dan juga jalan provinsi serta Kota Medan yang merupakan pusat perekonomian memiliki keterkaitan dengan setiap kabupaten di Provinsi Sumatera Utara sehingga antara setiap kabupaten di Provinsi Sumatera Utara dengan jalan nasional, jalan provinsi serta Kota Medan akan diberi

bobot 1 ($w_{ij} = 1$). Sehingga pembobot *customize* untuk kabupaten/kota di Sumatera Utara didefinisikan sebagai berikut:

$$W_{customize} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Pada kedua pembobot akan dilakukan standarisasi dengan menggunakan metode *row-normalized* dimana jumlah elemen dari setiap baris akan dibuat sama dengan 1 dengan cara membagi setiap elemen pada setiap baris dengan jumlah elemen pada baris tersebut $\left(W_{ij(\text{row-normalized})} = W_{ij} / \sum_{j=1}^N W_{ij} \right)$.

Setelah menentukan pembobot spasial yang akan digunakan selanjutnya akan dijelaskan mengenai langkah-langkah analisis pada penelitian ini. Langkah-langkah analisis yang akan dilakukan sesuai dengan tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan sebaran atau asosiasi spasial dari kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara dari segi pertumbuhan ekonomi dengan langkah-langkah sebagai berikut:
 - a. Menghitung autokorelasi spasial dengan menggunakan statistik *Moran's I* dari setiap tahun dengan menggunakan data PDRB atas dasar harga konstan kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara pada tahun 2012, 2013 dan 2014.
 - b. Membuat *Moran's scatterplot* dari statistik *Moran's I* yang diperoleh pada masing-masing tahun.
 - c. Menginterpretasi hasil dari *Moran's scatterplot* untuk mendeskripsikan sebaran atau asosiasi spasial.
 - d. Melakukan langkah a–c dengan menggunakan dua pembobot spasial yang berbeda (*queen contiguity* dan *customize*).

Software yang digunakan pada langkah 1 adalah R, Minitab 16, dan ArcView GIS.

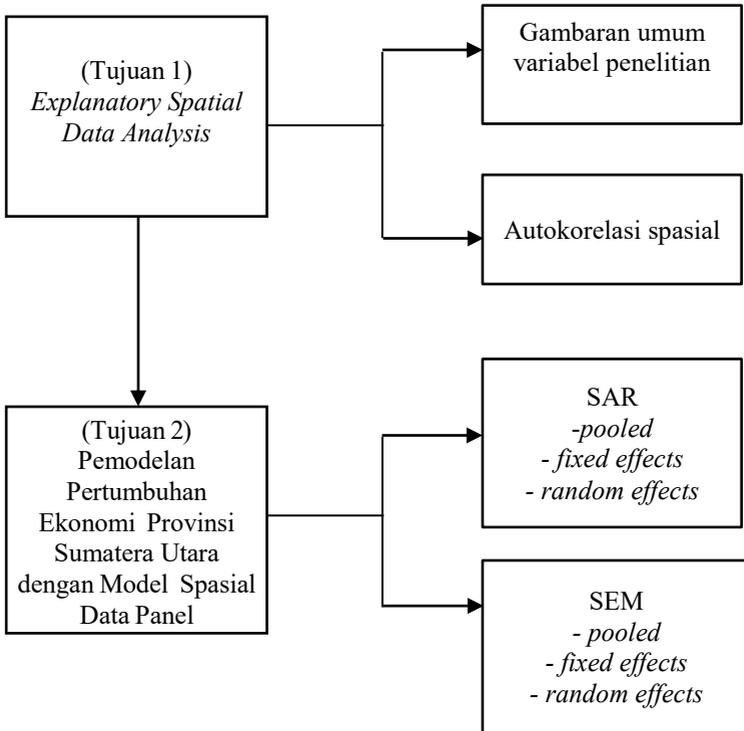
2. Memperoleh model pertumbuhan ekonomi di Provinsi Sumatera Utara dengan menggunakan model ekonometrika spasial panel (SAR panel dan SEM panel) dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Melakukan uji dependensi spasial dengan menggunakan uji *Lagrange Multiplier* (LM) dan *robust* LM untuk *lag* dan *error*, dengan ketentuan:
 - apabila uji LM *lag* signifikan, maka model yang sesuai adalah SAR panel
 - apabila uji LM *error* signifikan, maka model yang sesuai adalah SEM
- b. Memodelkan efek panel *pooled*, *fixed effects* dan *random effects* untuk setiap model spasial (SAR panel dan SEM panel).
- c. Membandingkan model *pooled*, *fixed effects* dan *random effects* untuk setiap model spasial (SAR panel dan SEM panel) dengan uji spesifikasi *Likelihood Ratio*.
- d. Melakukan pemilihan model terbaik dengan kriteria R^2 , $corr^2$, σ^2 dan jumlah variabel yang signifikan dalam model.
- e. Melakukan interpretasi model.
- f. Membandingkan model yang diperoleh dengan menggunakan kedua pembobot spasial (*queen contiguity* dan *customize*) dan memilih model terbaik dengan kriteria signifikan dalam model.

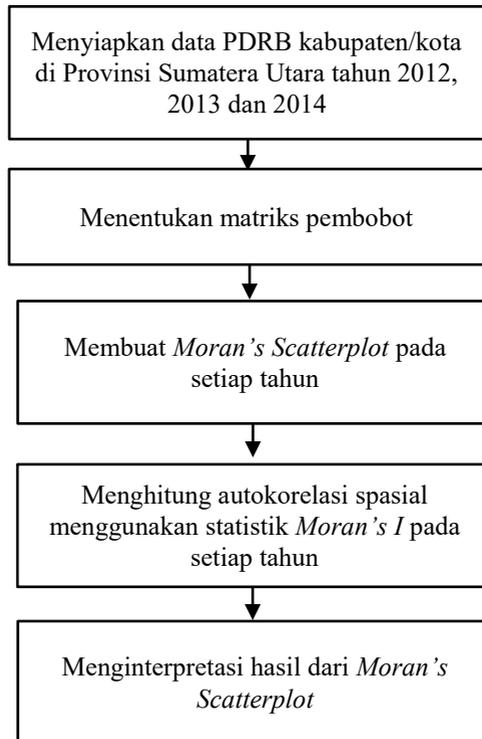
Software yang digunakan pada langkah 2 adalah Matlab R2011.

3.7 Diagram Alir

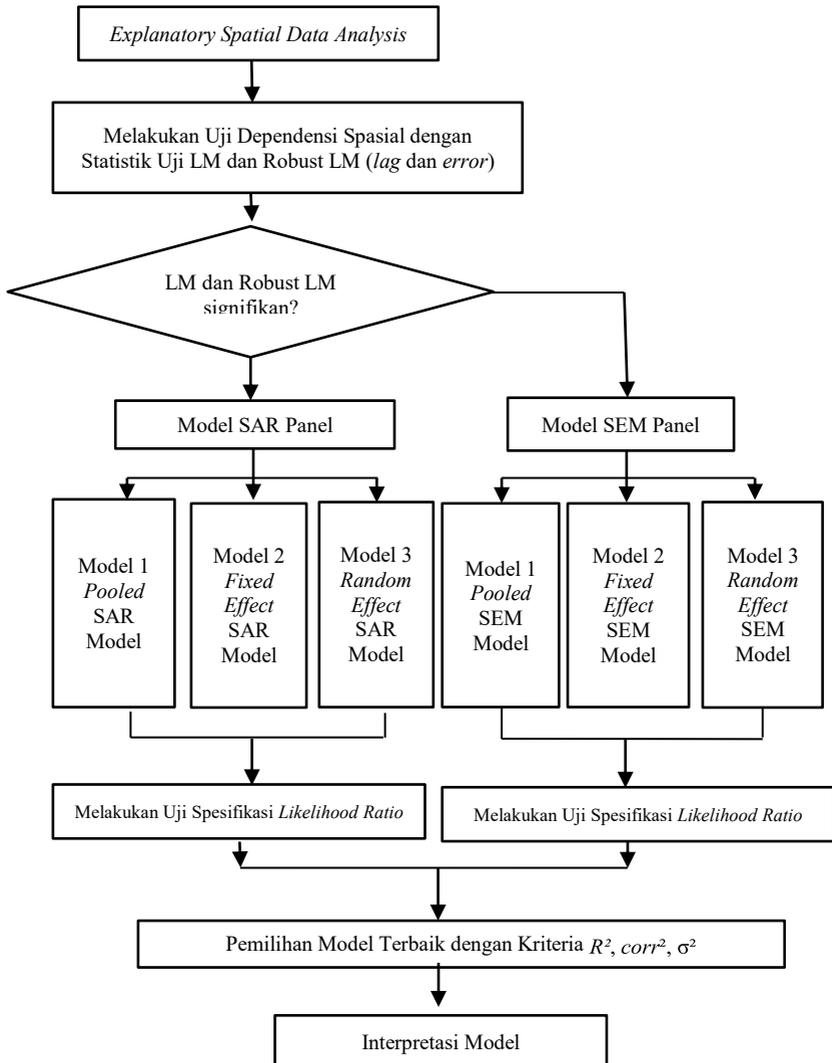
Adapun diagram alir dari penelitian ini ditunjukkan oleh gambar berikut:



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.4 Diagram Alir dari *Explanatory Spatial Data Analysis*



Gambar 3.5 Diagram Alir Penelitian dari Pemodelan Pertumbuhan Ekonomi Provinsi Sumatera Utara dengan Pendekatan Ekonometrika Spasial Data Panel

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dilakukan pembahasan mengenai hasil dari penelitian yang telah dilakukan dalam rangka menjawab rumusan masalah pada bab pertama.

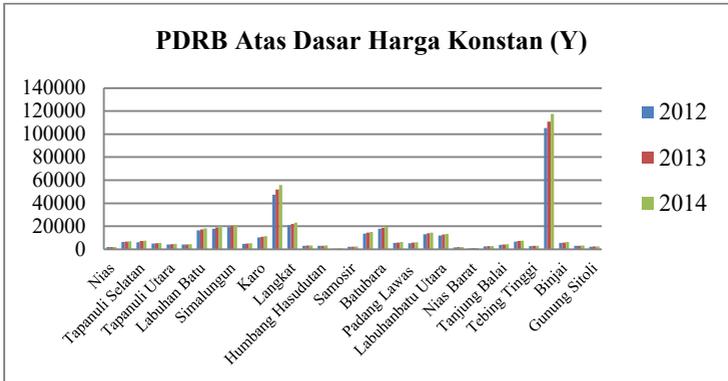
4.1 *Explanatory Spatial Data Analysis* (ESDA)

Pada kajian pustaka telah dipaparkan bahwa *Explanatory Spatial Data Analysis* (ESDA) merupakan kumpulan teknik untuk menggambarkan dan memvisualisasikan distribusi spasial, mengidentifikasi lokasi, menemukan pola asosiasi spasial (*spatial cluster*), dan bentuk ketidakstabilan spasial atau ketidakstasioneritasan spasial lainnya. Inti dari ESDA adalah konsep autokorelasi spasial yang mengukur korelasi variabel dengan dirinya sendiri melalui ruang. Oleh karena itu, pada sub-bab ini akan dilakukan pembahasan mengenai gambaran umum masing-masing variabel penelitian dan autokorelasi spasial antar wilayah berdasarkan pertumbuhan ekonomi kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara.

4.1.1 Gambaran Umum Variabel Penelitian

Faktor produksi sebagai output dari pertumbuhan ekonomi dapat digambarkan dari produk domestik regional bruto (PDRB). Variabel yang dipilih sebagai variabel dependen (y) pada penelitian ini adalah PDRB atas dasar harga konstan setiap kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara. Pada Gambar 4.1 terlihat bahwa PDRB atas dasar harga konstan setiap kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Hal ini menandakan bahwa terjadi pertumbuhan nyata ekonomi kearah yang positif. PDRB tertinggi dari tahun 2012 sampai dengan tahun 2014 dihasilkan oleh Kota Medan dengan rata-rata PDRB mencapai Rp 111.151.346.700.000,00. Berdasarkan data tersebut, dapat diketahui bahwa Kota Medan merupakan pusat dari kegiatan

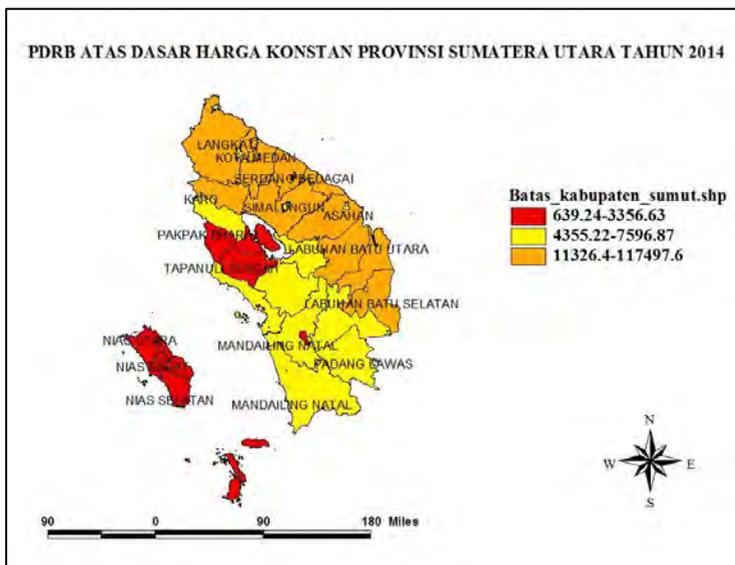
perekonomian di Provinsi Sumatera Utara. Sedangkan kabupaten/kota dengan PDRB terendah adalah Kabupaten Pakpak Bharat dengan rata-rata PDRB sebesar Rp 604.217.000.000,00.



Gambar 4.1 PDRB atas Dasar Harga Konstan Menurut Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Utara Tahun 2012–2014 (Milyar Rupiah)

Persebaran PDRB atas dasar harga konstan Provinsi Sumatera Utara pada tahun 2014 dapat dilihat pada Gambar 4.2. Berdasarkan peta pada Gambar 4.2, terlihat bahwa terdapat tiga kelompok kabupaten/kota berdasarkan besarnya PDRB atas dasar harga konstan dari masing-masing kabupaten/kota. Kelompok pertama yaitu kelompok kabupaten/kota dengan PDRB rendah yaitu Kabupaten Pakpak Barat, Kabupaten Nias Barat, Kabupaten Nias Utara, Kabupaten Nias, Kabupaten Samosir, Kota Gunung Sitoli, Kota Sibolga, Kota Tebing Tinggi, Kota Padang Sidimpuan, Kabupaten Humbang Hasudutan dan Kabupaten Nias Selatan dengan PDRB berkisar diantara Rp 639.240.000.000,00 – Rp 3.356.630.000.000,00. Kelompok kedua yaitu kelompok kabupaten/kota dengan PDRB menengah yaitu Kabupaten Toba Samosir, Kota Tanjung Balai, Kabupaten Tapanuli Utara, Kabupaten Dairi,

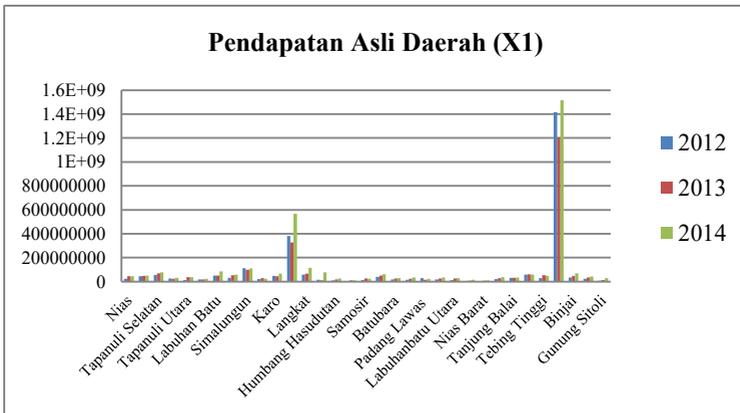
Kabupaten Tapanuli Tengah, Kabupaten Padang Lawas, Kota Binjai, Kabupaten Padang Lawas Utara, Kabupaten Mandailing Natal, Kabupaten Tapanuli Selatan dan Kota Pematang Siantar dengan PDRB berkisar antara Rp 4.355.220.000.000,00 – Rp 7.596.870.000.000,00. Dan terakhir, kelompok ketiga yaitu kabupaten/kota dengan PDRB tinggi yaitu Kabupaten Karo, Kabupaten Labuhanbatu Utara, Kabupaten Labuhanbatu Selatan, Kabupaten Serdang Berdagai, Kabupaten Labuhan Batu, Kabupaten Batubara, Kabupaten Asahan, Kabupaten Simalungun, Kabupaten Langkat, Kabupaten Deli Serdang dan Kota Medan dengan PDRB berkisar diantara Rp 11.326.400.000.000,00 – Rp 117.498.600.000.000,00.



Gambar 4.2 Peta Persebaran PDRB atas Dasar Harga Konstan Provinsi Sumatera Utara Tahun 2014

Faktor produksi sebagai output dari pertumbuhan ekonomi salah satunya dapat dijelaskan oleh faktor modal (*physical capital*). Besarnya modal (*physical capital*) suatu

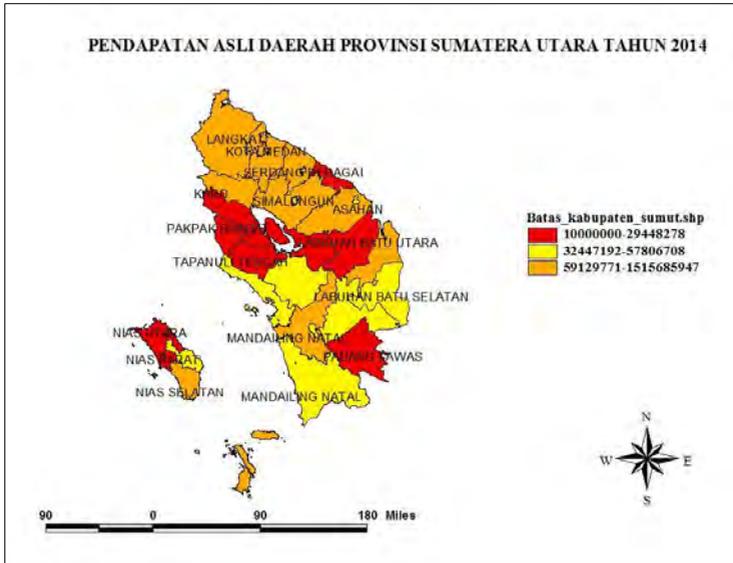
daerah dapat dilihat dari ringkasan realisasi anggaran pendapatan dan belanja daerah (APBD) dari daerah tersebut. Dari segi pendapatan daerah, modal (*physical capital*) dapat didekati dari besarnya pendapatan asli daerah (PAD). Variabel pendapatan asli daerah (X_1) dari masing-masing kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara digambarkan pada Gambar 4.3. Gambar 4.3 memperlihatkan bahwa terjadi ketimpangan yang cukup besar antara PAD Kota Medan dengan kabupaten/kota lainnya. Rata-rata PAD Kota Medan dari tahun 2012 sampai 2014 mencapai Rp 1.379.361.610.000,00. Ketimpangan PAD ini terjadi karena keberadaan Kota Medan sebagai pusat perekonomian di Provinsi Sumatera Utara. Sedangkan kabupaten/kota yang memiliki PAD terendah di Provinsi Sumatera Utara dari tahun 2012 sampai 2014 ialah Kabupaten Nias Barat yaitu sebesar Rp Rp 774.123.033.000,00.



Gambar 4.3 Pendapatan Asli Daerah (PAD) Menurut Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Utara Tahun 2012–2014 (Ribu Rupiah)

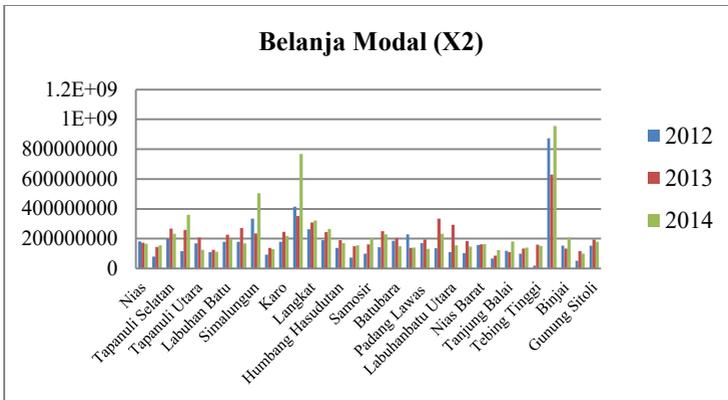
Persebaran pendapatan asli daerah Provinsi Sumatera Utara pada tahun 2014 dapat dilihat pada Gambar 4.4. Berdasarkan peta pada Gambar 4.4, terlihat bahwa terdapat tiga

kelompok kabupaten/kota berdasarkan besarnya pendapatan asli daerah masing-masing kabupaten/kota. Kelompok pertama yaitu kelompok kabupaten/kota dengan pendapatan asli daerah rendah yaitu Kabupaten Nias Barat, Kabupaten Pakpak Bharat, Kabupaten Nias Utara, Kabupaten Toba Samosir, Kabupaten Padang Lawas, Kabupaten Samosir, Kabupaten Dairi, Kabupaten Humbang Hasudutan, Kota Gunung sitoli, Kabupaten Labuhanbatu Utara, dan Kabupaten Batubara dengan pendapatan asli daerah berkisar diantara Rp 10.000.000.000,00 – Rp 29.448.278.000,00. Kelompok kedua yaitu kelompok kabupaten/kota dengan pendapatan asli daerah menengah yang berkisar diantara Rp 32.447.192.000,00 – Rp 57.806.708.000,00. Kabupaten/kota yang masuk kedalam kelompok ini adalah Kabupaten Tapanuli Tengah, Kabupaten Padang Lawas Utara, Kota Tanjung Balai, Kabupaten Labuhanbatu Selatan, Kota Sibolga, Kabupaten Tapanuli Utara, Kota Padang Sidempuan, Kabupaten Nias, Kota Tebing Tinggi, Kabupaten Mandailing Natal dan Kota Pematang Siantar. Terakhir, kelompok ketiga yaitu kelompok kabupaten/kota dengan pendapatan asli daerah tinggi yang berkisar antara Rp 59.129.771.000,00 – Rp 1.515.685.947.000,00. Kabupaten/kota yang masuk dalam kelompok ini adalah Kabupaten Asahan, Kabupaten Serdang Berdagai, Kabupaten Karo, Kota Binjai, Kabupaten Nias Selatan, Kabupaten Tapanuli Selatan, Kabupaten Labuhan Batu, Kabupaten Simalungun, Kabupaten Langkat, Kabupaten Deli Serdang, dan Kota Medan.



Gambar 4.4 Peta Persebaran Pendapatan Asli Daerah Provinsi Sumatera Utara Tahun 2014

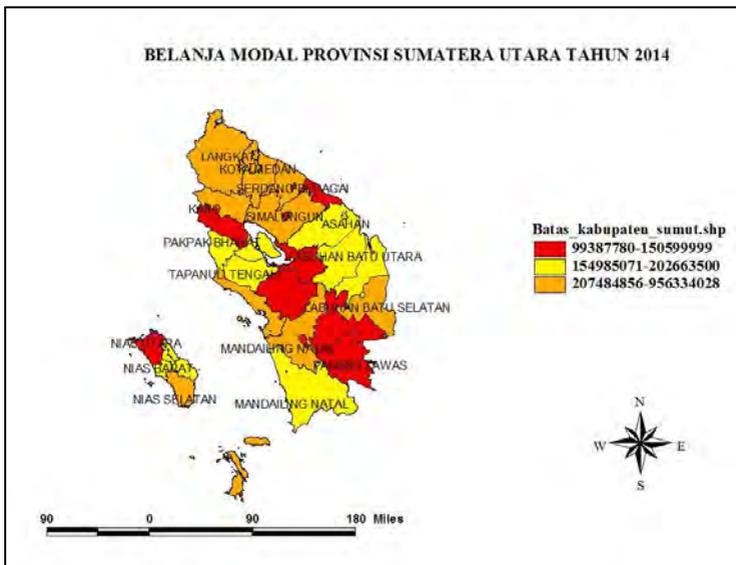
Dari segi belanja daerah, faktor modal (*physical capital*) dapat didekati dari besarnya belanja modal. Besarnya belanja modal (X_2) dari masing-masing kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara dari tahun 2012 sampai dengan 2014 dapat dilihat pada Gambar 4.5. Pengeluaran Kota Medan untuk belanja modal tertinggi di Provinsi Sumatera Utara dari tahun 2012 sampai dengan 2014 dengan rata-rata Rp 820.104.273.300,00, hal ini sejalan dengan tingginya pendapatan Kota Medan. Dan kabupaten/kota yang memiliki belanja modal terendah dari tahun 2012 sampai dengan 2014 ialah Kota Padang Sidempuan dengan rata-rata Rp 89.530.264.000,00.



Gambar 4.5 Belanja Modal Menurut Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Utara Tahun 2012–2014 (Ribu Rupiah)

Persebaran belanja modal Provinsi Sumatera Utara pada tahun 2014 dapat dilihat pada Gambar 4.6. Berdasarkan peta pada Gambar 4.6, terlihat bahwa terdapat tiga kelompok kabupaten/kota berdasarkan besarnya belanja modal dari masing-masing kabupaten/kota. Kelompok pertama yaitu kelompok kabupaten/kota dengan jumlah belanja modal rendah dengan jumlah belanja modal berkisar diantara Rp 99.387.780.000,00 – Rp 150.599.999.000,00. Kabupaten/kota yang masuk kedalam kelompok ini adalah Kota Padang Sidempuan, Kabupaten Toba Samosir, Kota Sibolga, Kabupaten Tapanuli Utara, Kabupaten Dairi, Kabupaten Padang Lawas, Kabupaten Padang Lawas Utara, Kota Pematang Siantar, Kabupaten Nias Utara, Kabupaten Batubara, dan Kota Tebing Tinggi. Kelompok kedua yaitu kelompok kabupaten/kota dengan jumlah belanja modal menengah yang berkisar diantara Rp 154.985.071.000,00 – Rp 202.663.500.000,00 yaitu Kabupaten Mandailing Natal, Kabupaten Pakpak Bharat, Kabupaten Labuhanbatu Utara, Kabupaten Nias Barat, Kabupaten Nias, Kabupaten Asahan, Kabupaten Humbang Hasudutan, Kota Gunung Sitoli, Kota Tanjung Balai, Kabupaten Labuhan Batu, dan Kabupaten

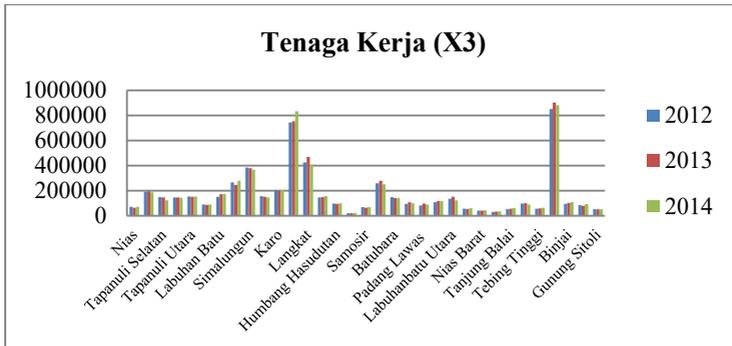
Samosir. Terakhir, kelompok ketiga yaitu kelompok kabupaten/kota dengan jumlah belanja modal tinggi yang berkisar diantara Rp 207.484.856.000,00 – Rp 956.334.028.000,00 yaitu Kota Binjai, Kabupaten Karo, Kabupaten Serdang Berdagai, Kabupaten Labuhanbatu Selatan, Kabupaten Tapanuli Selatan, Kabupaten Nias Selatan, Kabupaten Langkat, Kabupaten Tapanuli Tengah, Kabupaten Simalungun, Kabupaten Deli Serdang, dan Kota Medan.



Gambar 4.6 Peta Persebaran Belanja Modal Provinsi Sumatera Utara Tahun 2014

Selain faktor modal (*physical capital*), faktor tenaga kerja (*labour*) merupakan faktor yang peting dalam mempengaruhi pertumbuhan ekonomi di suatu wilayah. Variabel yang dapat mewakili jumlah tenaga kerja yang dimiliki oleh suatu wilayah adalah jumlah penduduk umur 15 tahun ke atas yang bekerja (X_3). Jumlah penduduk umur 15 tahun ke atas yang bekerja tertinggi ditempati oleh Kota Medan

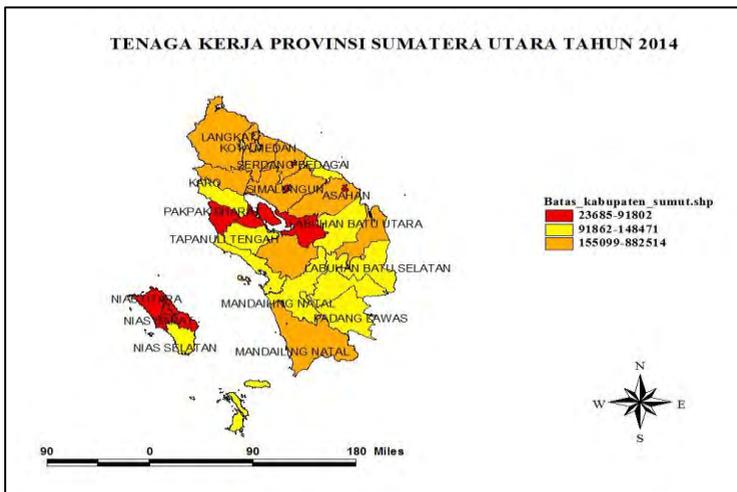
pada tiga tahun terakhir, yaitu ada sebanyak 879.462 jiwa. Hal itu sangat wajar karena Kota Medan merupakan pusat perekonomian di Provinsi Sumatera Utara. Sedangkan kabupaten dengan rata-rata jumlah penduduk umur 15 tahun ke atas yang bekerja terendah per tahunnya adalah Kabupaten Pakpak Bharat yaitu sebanyak 22.757 jiwa.



Gambar 4.7 Tenaga Kerja Menurut Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Utara Tahun 2012–2014 (Tahun)

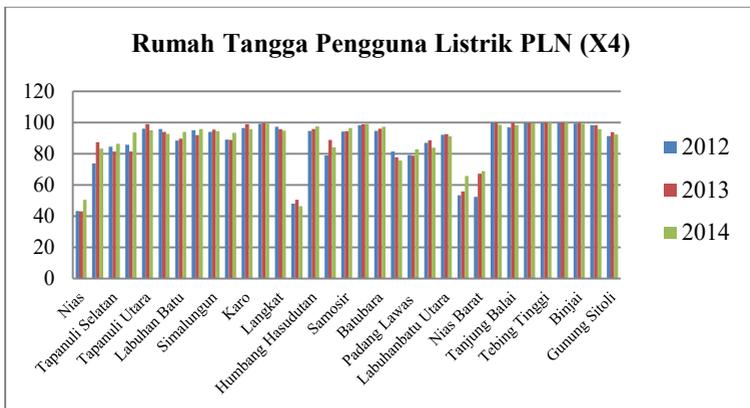
Persebaran jumlah penduduk umur 15 tahun keatas yang bekerja di Provinsi Sumatera Utara pada tahun 2014 dapat dilihat pada Gambar 4.8. Berdasarkan peta pada Gambar 4.8, diketahui terdapat tiga kelompok kabupaten/kota berdasarkan jumlah penduduk umur 15 tahun keatas yang bekerja, yaitu kelompok kabupaten/kota dengan jumlah penduduk umur 15 tahun keatas yang bekerja rendah terdapat pada Kabupaten Pakpak Bharat, Kota Sibolga, Kabupaten Nias Barat, Kota Gunung Sitoli, Kota Tanjung Balai, Kabupaten Nias Utara, Kota Tebing Tinggi, Kabupaten Samosir, Kabupaten Nias, Kabupaten Toba Samosir dan Kota Pematang Siantar dengan jumlah penduduk umur 15 tahun keatas yang bekerja berkisar diantara 23.685 – 91.802 jiwa. Kelompok kedua yaitu kelompok kabupaten/kota dengan jumlah penduduk umur 15 tahun keatas yang bekerja menengah yaitu Kabupaten Padang

Lawas, Kabupaten Padang Sidempuan, Kabupaten Padang Lawas Utara, Kabupaten Humbang Hasudutan, Kota Binjai, Kabupaten Labuhanbatu Selatan, Kabupaten Tapanuli Selatan, Kabupaten Labuhanbatu Utara, Kabupaten Batubara, Kabupaten Tapanuli Tengah, dan Kabupaten Dairi dengan jumlah penduduk umur 15 tahun keatas yang bekerja berkisar diantara 91.862 – 148.471 jiwa. Terakhir, kabupaten/kota berdasarkan jumlah penduduk umur 15 tahun keatas yang bekerja tinggi dari masing-masing kabupaten/kota. Adapun kabupaten/kota dengan jumlah penduduk umur 15 tahun keatas yang bekerja tinggi yaitu Kabupaten Tapanuli Utara, Kabupaten Nias Selatan, Kabupaten Labuhan Batu, Kabupaten Mandailing Natal, Kabupaten Karo, Kabupaten Serdang Berdagai, Kabupaten Asahan, Kabupaten Simalungun, Kabupaten Langkat, Kabupaten Deli Serdang dan Kota Medan dengan jumlah penduduk umur 15 tahun keatas yang bekerja berkisar diantara 155.099 – 882.514 jiwa.



Gambar 4.8 Peta Persebaran Jumlah Penduduk Umur 15 Tahun Keatas yang Bekerja Menurut Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Utara Tahun 2012–2014

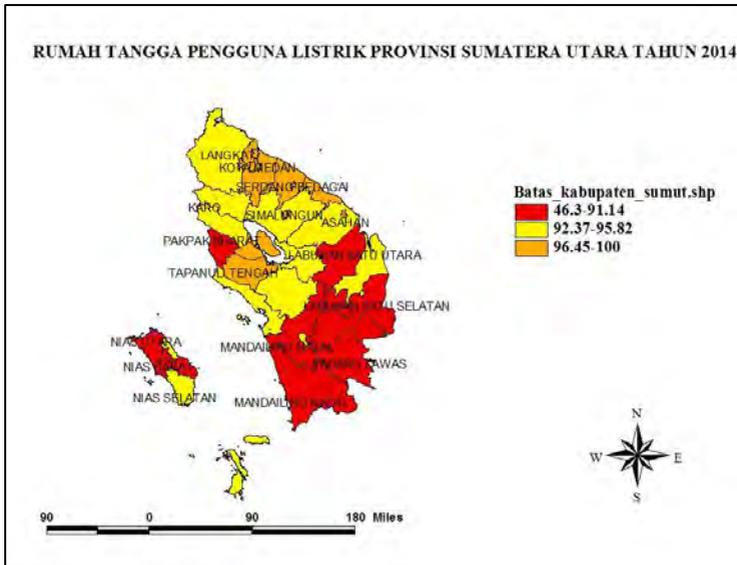
Perkembangan teknologi (*technological progress*) merupakan faktor penting lainnya yang mempengaruhi pertumbuhan ekonomi. Mengingat perkembangan teknologi tidak dapat terlepas dari ketersediaan listrik di suatu wilayah, maka persentase rumah tangga pengguna listrik bersumber dari PLN akan digunakan sebagai pendekatan (*proxy*) dari perkembangan teknologi. Pada Gambar 4.9 terlihat bahwa Kota Tebing Tinggi dan Kota Medan merupakan daerah dimana rumah tangga yang menggunakan sumber penerangan listrik paling tinggi dengan rata-rata pengguna listrik per tahunnya masing-masing sebanyak 99,89% dan 99,86% rumah tangga. Sedangkan Kabupaten Nias merupakan kabupaten dengan rumah tangga yang menggunakan sumber penerangan listrik paling rendah dengan rata-rata pengguna listrik per tahunnya sebanyak 47,24% rumah tangga.



Gambar 4.9 Rumah Tangga yang Menggunakan Sumber Penerangan Listrik PLN Menurut Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Utara Tahun 2012–2014 (Persen)

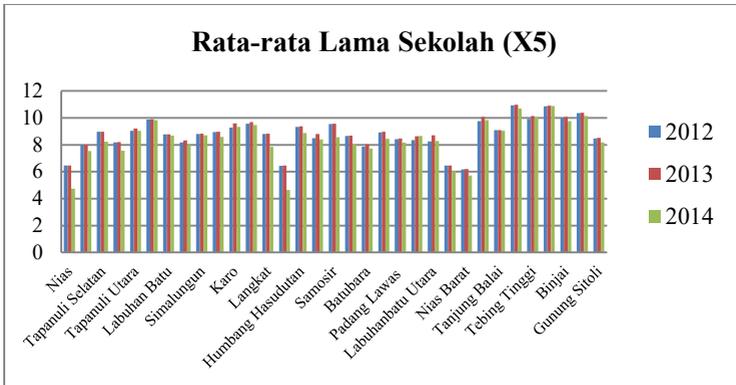
Persebaran rumah tangga yang menggunakan sumber penerangan listrik (PLN) pada tahun 2014 dapat dilihat pada Gambar 4.10. Berdasarkan peta pada Gambar 4.10, terlihat

bahwa terdapat tiga kelompok kabupaten/kota berdasarkan besarnya rumah tangga yang menggunakan sumber penerangan listrik (PLN) dari masing-masing kabupaten/kota. Kelompok pertama yaitu kelompok kabupaten/kota dengan rumah tangga yang menggunakan sumber penerangan listrik (PLN) kategori rendah yaitu Kabupaten Nias Selatan, Kabupaten Nias, Kabupaten Nias Utara, Kabupaten Nias Barat, Kabupaten Padang Lawas Utara, Kabupaten Padang Lawas, Kabupaten Mandailing Natal, Kabupaten Labuhanbatu Selatan, Kabupaten Pakpak Bharat, Kabupaten Tapanuli Selatan, dan Kabupaten Labuhanbatu Utara dengan jumlah berkisar diantara 46,3% – 91,14% rumah tangga. Kelompok kedua yaitu kelompok kabupaten/kota dengan rumah tangga yang menggunakan sumber penerangan listrik (PLN) kategori menengah yaitu Kota Gunung Sitoli, Kabupaten Toba Samosir, Kabupaten Dairi, Kabupaten Tapanuli Tengah, Kabupaten Labuhan Batu, Kabupaten Simalungun, Kabupaten Langkat, Kabupaten Tapanuli Utara, Kabupaten Padang Sidempuan, Kabupaten Asahan, dan Kabupaten Karo dengan jumlah berkisar diantara 92,37% – 95,82% rumah tangga. Terakhir, kelompok ketiga yaitu kabupaten/kota dengan rumah tangga yang menggunakan sumber penerangan listrik (PLN) kategori tinggi dengan jumlah berkisar diantara 96,45% – 100% rumah tangga. Kabupaten/kota yang masuk ke dalam kelompok ini adalah Kabupaten Samosir, Kabupaten Batubara, Kabupaten Humbang Hasudutan, Kota Tanjung Balai, Kota Sibolga, Kabupaten Serdang Berdagai, Kota Binjai, Kabupaten Deli Serdang, Kota Pematang Siantar, Kota Medan dan Kota Tebing Tinggi.



Gambar 4.10 Peta Persebaran Rumah Tangga yang Menggunakan Sumber Penerangan Listrik Provinsi Sumatera Utara Tahun 2014 (Rumah Tangga)

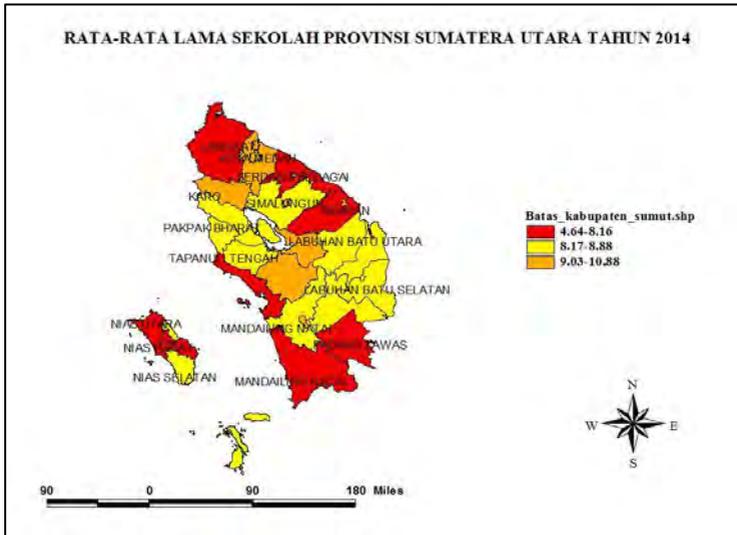
Sumber daya manusia (*human capital*) adalah faktor lainnya yang mempengaruhi faktor produksi sebagai output dari pertumbuhan ekonomi. Kualitas dari sumber daya manusia dapat dilihat dari lama pendidikan yang ditempuh, maka dari itu variabel yang digunakan sebagai pendekatan (*proxy*) dari sumber daya manusia (*human capital*) pada penelitian ini adalah rata-rata sekolah (X_5). Dari Gambar 4.11, terlihat bahwa Kota Medan merupakan daerah dimana rata-rata lama sekolah paling tinggi dengan rata-rata lama sekolah menamatkan wajib belajar 9 tahun menuju jenjang yang lebih tinggi. Sedangkan Kabupaten Nias Selatan merupakan kabupaten dengan rata-rata lama sekolah penduduknya hanya sampai menamatkan wajib belajar 9 tahun atau bahkan kurang dari itu di Provinsi Sumatera Utara.



Gambar 4.11 Rata-rata Lama Sekolah Menurut Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Utara Tahun 2012–2014 (Tahun)

Persebaran rata-rata lama sekolah Provinsi Sumatera Utara pada tahun 2014 dapat dilihat pada Gambar 4.12. Berdasarkan peta pada Gambar 4.12, terlihat bahwa rata-rata lama sekolah dikelompokkan menjadi tiga kelompok. Kelompok pertama yaitu kelompok kabupaten/kota dengan dimana rata-rata lama sekolah penduduknya menamatkan dibawah wajib belajar 9 tahun yaitu Kabupaten Nias Selatan, Kabupaten Nias, Kabupaten Nias Barat, Kabupaten Nias Utara, Kabupaten Mandailing Natal, Kabupaten Tapanuli Tengah, Kabupaten Batubara, Kabupaten Langkat, Kabupaten Asahan, Kabupaten Serdang Berdagai dan Kabupaten Padang Lawas. Kelompok kedua yaitu kelompok kabupaten/kota dengan dimana rata-rata lama sekolah penduduknya hanya sampai menamatkan wajib belajar 9 tahun atau kurang dari itu yaitu Kota Gunung Sitoli, Kabupaten Tapanuli Selatan, Kabupaten Labuhanbaru Utara, Kabupaten Pakpak Bharat, Kabupaten Padang Lawas Utara, Kabupaten Samosir, Kabupaten Dairi, Kabupaten Labuhanbaru Selatan, Kabupaten Labuhan Batu, Kabupaten Simalungun, dan Kabupaten Humbang Hasudutan. Dan kelompok ketiga yaitu kelompok kabupaten/kota dimana rata-rata lama sekolah penduduknya telah menamatkan wajib

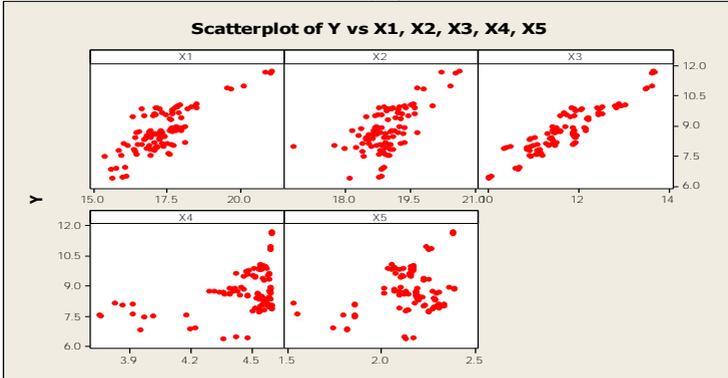
belajar 9 tahun menuju jenjang pendidikan yang lebih tinggi yaitu Kota Tanjung Balai, Kabupaten Tapanuli Utara, Kabupaten Karo, Kabupaten Deli Serdang, Kota Binjai, Kabupaten Toba Samosir, Kota Sibolga, Kota Tebing Tinggi, Kabupaten Padang Sidempuan, Kota Pematang Siantar dan Kota Medan.



Gambar 4.12 Peta Persebaran Rata-rata Lama Sekolah Menurut Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Utara Tahun 2012–2014 (Tahun)

Hubungan antara variabel dependen yaitu PDRB atas dasar harga konstan dan masing-masing variabel independen dapat dilihat pada Gambar 4.13. Berdasarkan *scatterplot* pada Gambar 4.13 dapat dilihat bahwa terdapat hubungan yang positif antara PDRB (Y) dengan semua variabel independen. Hal ini menandakan bahwa pertumbuhan ekonomi kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara yang diwakili oleh variabel PDRB (Y) akan meningkat seiring kenaikan dari faktor modal yang diwakili oleh variabel pendapatan asli daerah (X_1) dan belanja modal (X_2), faktor tenaga kerja yang diwakili oleh

variabel jumlah penduduk umur 15 tahun ke atas yang bekerja (X_3), faktor perkembangan teknologi yang diwakili oleh variabel rumah tangga yang menggunakan sumber penerangan listrik (X_4), dan faktor sumber daya manusia yang diwakili oleh variabel rata-rata lama sekolah (X_5).



Gambar 4.13 Scatterplot antara Variabel Dependen dengan masing-masing Variabel Independen

Adanya hubungan yang positif antara variabel dependen dengan masing-masing variabel independen juga diperkuat dengan melihat korelasi antara masing-masing variabel independen dengan variabel dependen seperti pada Tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1 Korelasi *Pearson* antara Variabel Dependen dengan Variabel Independen

Variabel	PDRB (Y)
Pendapatan Asli Daerah (X_1)	0,800 (0,000)
Belanja Modal (X_2)	0,635 (0,000)
Tenaga Kerja (X_3)	0,905 (0,000)
Rumah Tangga Pengguna Listrik (X_4)	0,432 (0,000)
Rata-rata Lama Sekolah (X_5)	0,349 (0,000)

Berdasarkan korelasi *Pearson* pada Tabel 4.1, terlihat bahwa terdapat korelasi positif yang signifikan (pada $\alpha=5\%$) antara semua variabel independen dengan variabel dependen.

4.1.2 Autokorelasi Spasial

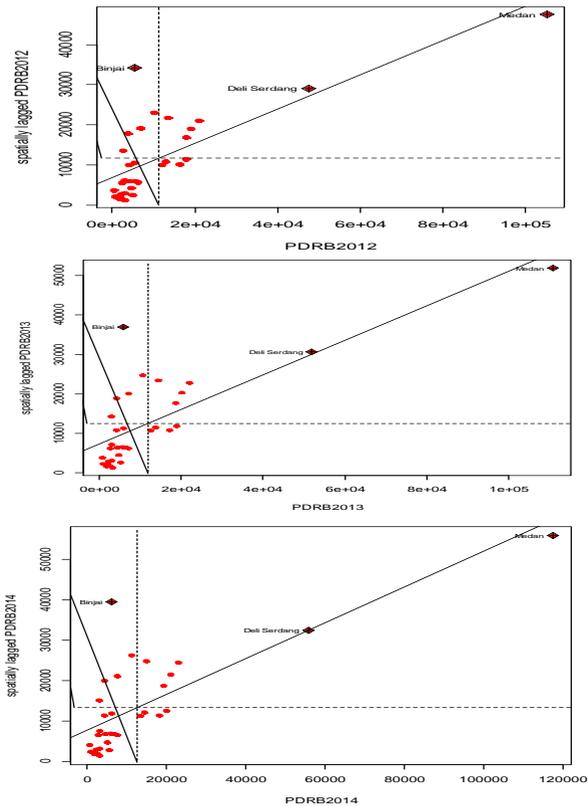
Pada Bab 2 telah dipaparkan bahwa inti dari ESDA adalah konsep autokorelasi spasial yang mengukur korelasi variabel dengan dirinya sendiri melalui ruang. Autokorelasi spasial dapat dideteksi dengan melihat nilai indeks Moran (*Moran's I*) dari variabel yang diamati. Hasil perhitungan indeks Moran dari data PDRB kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara menggunakan dua pembobot spasial yang berbeda, yaitu *queen contiguity* dan *customize* disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Indeks Moran (*Moran's I*) PDRB atas Dasar Harga Konstan Menurut Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Utara Tahun 2012–2014 dengan Pembobot *Queen Contiguity*

<i>Queen Contiguity</i>						
Tahun	I	E(I)	Var (I)	Z(I)	p-value	Pola
2012	0,4269	- 0,0312	0,0081	5,0877	3,62e-07	Mengelompok (<i>clustering</i>)
2013	0,4373	- 0,0312	0,0083	5,1298	2,9e-07	Mengelompok (<i>clustering</i>)
2014	0,4423	- 0,0312	0,0084	5,1643	2,41e-07	Mengelompok (<i>clustering</i>)

Dari hasil perhitungan indeks Moran PDRB dengan pembobot *queen contiguity* pada Tabel 4.2 dapat disimpulkan bahwa terjadi autokorelasi spasial antar kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara terlihat dari uji signifikansi indeks Moran yang signifikan pada $\alpha = 5\%$. Hal ini mengindikasikan bahwa dari tahun 2012 sampai tahun 2014 pertumbuhan ekonomi suatu kabupaten/kota berkaitan dengan pertumbuhan ekonomi dari kabupaten/kota lainnya di Provinsi Sumatera Utara. Indeks Moran yang bernilai positif menyatakan bahwa

terbentuk pola mengelompok (*clustering*) dimana pertumbuhan ekonomi yang sama terjadi pada wilayah yang berdekatan.



Gambar 4.14 Moran's Scatterplot PDRB atas Dasar Harga Konstan Menurut Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Utara Tahun 2012–2014 dengan Pembobot *Queen Contiguity*

Moran's scatterplot pada Gambar 4.14 memperlihatkan bahwa dengan menggunakan pembobot *queen contiguity* terdapat dua kabupaten/kota yang berdekatan, yaitu Kota Medan dan Kabupaten Deli Serdang berada di kuadran I. Apabila amatan berada di kuadran I maka terdapat indikasi terjadi pengelompokan (*clustering*), yang berarti terjadi

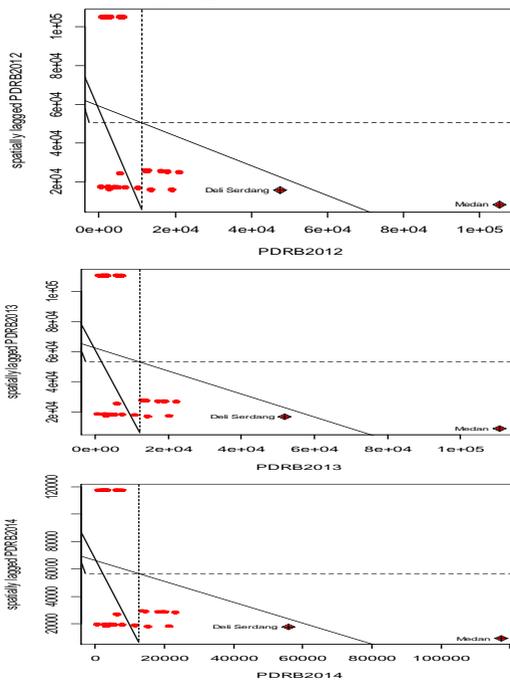
autokorelasi spasial positif dimana Kota Medan dan Kabupaten Deli Serdang beserta empat kabupaten/kota lainnya yang memiliki PDRB yang cukup tinggi dikelilingi oleh kabupaten yang memiliki PDRB yang tinggi pula. Kota Binjai berada di Kuadran II. Apabila amatan berada di kuadran II maka terdapat indikasi terjadi penyebaran (*dispersion*). Hal ini berarti terjadi autokorelasi negatif dimana lima kabupaten/kota tersebut memiliki PDRB cenderung rendah dikelilingi oleh kabupaten/kota dengan PDRB yang tinggi. Seperti pada kuadran I, apabila amatan berada di kuadran III maka terdapat indikasi terjadi pengelompokan (*clustering*). Hal ini menunjukkan bahwa terjadi autokorelasi spasial positif dimana ada sebanyak 16 kabupaten/kota tersebut yang memiliki PDRB yang cenderung rendah dikelilingi oleh kabupaten/kota dengan PDRB yang rendah pula. Ada sebanyak empat kabupaten/kota yang berada di kuadran IV. Apabila amatan berada di kuadran IV maka terdapat indikasi terjadi penyebaran (*dispersion*). Hal ini berarti terjadi autokorelasi negatif dimana keempat kabupaten/kota yang memiliki PDRB yang cukup tinggi dikelilingi oleh kabupaten/kota dengan PDRB yang cenderung rendah.

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Indeks Moran (*Moran's I*) PDRB atas Dasar Harga Konstan Menurut Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Utara Tahun 2012–2014 dengan Pembobot *Customize*

<i>Customize</i>						
Tahun	I	E(I)	Var (I)	Z(I)	p-value	Pola
2012	-0,7713	-0,0312	0,0063	-9,3153	< 2,2e-16	Menyebar (<i>dispersion</i>)
2013	-0,7643	-0,0312	0,0063	-9,1996	< 2,2e-16	Menyebar (<i>dispersion</i>)
2014	-0,7611	-0,0312	0,0063	-9,1526	< 2,2e-16	Menyebar (<i>dispersion</i>)

Dari hasil perhitungan indeks Moran PDRB dengan pembobot *customize* pada Tabel 4.3 dapat disimpulkan bahwa terjadi autokorelasi spasial antar kabupaten/kota di Provinsi

Sumatera Utara pada tahun 2012 sampai dengan 2014 terlihat dari uji signifikansi indeks Moran yang signifikan pada $\alpha = 5\%$. Hal ini mengindikasikan bahwa pada tahun 2012 sampai dengan 2014 pertumbuhan ekonomi suatu kabupaten/kota berkaitan dengan pertumbuhan ekonomi dari kabupaten/kota lainnya di Provinsi Sumatera Utara. Indeks Moran yang bernilai negatif menyatakan bahwa terbentuk pola menyebar (*dispersion*) dimana pertumbuhan ekonomi yang berbeda terjadi pada wilayah yang berdekatan.



Gambar 4.15 Moran's Scatterplot PDRB atas Dasar Harga Konstan Menurut Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Utara Tahun 2012–2014 dengan Pembobot *Customize*

Pada *Moran's scatterplot* (Gambar 4.15) menggunakan pembobot *customize* terlihat bahwa tidak terdapatnya

kabupaten/kota yang berada di kuadran I, yang mengindikasikan pada amatan yang berada di kuadran I, tidak terdapat indikasi terjadi pengelompokan (*clustering*), yang berarti tidak terjadi autokorelasi spasial positif. Apabila amatan berada di kuadran II maka terdapat indikasi terjadi penyebaran (*dispersion*). Hal ini berarti terjadi autokorelasi spasial negatif dimana keenam kabupaten/kota tersebut yang memiliki PDRB cenderung rendah dikelilingi oleh kabupaten/kota dengan PDRB yang tinggi. Seperti pada kuadran I, apabila amatan berada di kuadran III maka terdapat indikasi terjadi pengelompokan (*clustering*). Hal ini menunjukkan bahwa terjadi autokorelasi spasial positif dimana ada sebanyak 18 kabupaten/kota yang memiliki PDRB yang cenderung rendah dikelilingi oleh kabupaten dengan PDRB yang rendah pula. Kota Medan dan Kabupaten Deli Serdang berada pada Kuadran IV. Apabila amatan berada di kuadran IV maka terdapat indikasi terjadi penyebaran (*dispersion*). Hal ini berarti terjadi autokorelasi negatif dimana kesembilan kabupaten/kota yang memiliki PDRB yang cukup tinggi dikelilingi oleh kabupaten/kota dengan PDRB yang cenderung rendah.

4.2 Pemodelan Pertumbuhan Ekonomi dengan Model Ekonometrika Spasial Data Panel

Pada sub-bab sebelumnya telah ditunjukkan bahwa terdapat indikasi adanya autokorelasi spasial antar kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara dalam hal pertumbuhan ekonomi, namun diperlukan penggunaan data panel pada unit *cross section* sehingga pada sub-bab ini akan dilakukan pemodelan terhadap pertumbuhan ekonomi kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara dengan pendekatan ekonometrika spasial data panel.

4.2.1 Pengujian Dependensi Spasial

Langkah pertama sebelum memodelkan pertumbuhan ekonomi kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara adalah

melakukan pengujian *spatial dependency* (ketergantungan wilayah) dengan menggunakan uji *Lagrange Multiplier* (LM) dan *Robust Lagrange Multiplier* (Robust LM) untuk melihat apakah dependensi spasial terjadi pada variabel dependen atau pada *error* model. Hasil pengujian dependensi spasial disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Uji Dependensi Spasial

<i>Queen Contiguity</i>						
Uji LM	<i>Pooled</i>		<i>Spasial Fixed Effect</i>		<i>Spasial random effect</i>	
	LM	<i>P-value</i>	LM	<i>P-value</i>	LM	<i>P-value</i>
LM <i>lag</i>	27,6744	0,000	105,2726	0,000	0,7308	0,393
LM <i>error</i>	10,1583	0,001	57,7594	0,000	0,1597	0,689
Robust LM <i>Lag</i>	23,8433	0,000	56,7736	0,000	0,6594	0,417
Robust LM <i>error</i>	6,3252	0,012	9,2604	0,002	0,0883	0,766
<i>Customize</i>						
Uji LM	<i>Pooled</i>		<i>Spasial Fixed Effect</i>		<i>Spasial random effect</i>	
	LM	<i>P-value</i>	LM	<i>P-value</i>	LM	<i>P-value</i>
LM <i>lag</i>	1,3967	0,237	106, 6722	0,000	0,1488	0,700
LM <i>error</i>	2,5831	0,108	47,2538	0,000	0,0320	0,858
Robust LM <i>Lag</i>	1,3319	0,248	61,1422	0,000	0,1350	0,713
Robust LM <i>error</i>	2,5183	0,113	1,7239	0,189	0,0183	0,892

Berdasarkan Tabel 4.4, hasil uji LM dengan menggunakan pembobot spasial *queen contiguity*, menunjukkan bahwa dengan $\alpha=5\%$ terjadi dependensi spasial *lag* dan *error* model baik pada *pooled regression* dan *spatial fixed effects*. Hal ini diperkuat juga dengan hasil uji Robust LM, yang terjadi dependensi spasial *lag* dan *error* model baik pada model *pooled regression* maupun *spatial fixed effects*.

Akan tetapi untuk *spatial random effects*, tidak ada model spasial yang signifikan dengan $\alpha=5\%$. Sedangkan hasil uji LM dan Robust LM dengan menggunakan pembobot spasial *customize*, menunjukkan bahwa dengan $\alpha=5\%$, tidak terjadi dependensi spasial *lag* dan *error* model baik pada *pooled regression* dan *spatial random effects*. Akan tetapi pada model *spatial fixed effects* dengan $\alpha=5\%$ terjadi dependensi spasial pada *lag* dan *error*.

4.2.2 Pemodelan Pertumbuhan Ekonomi dengan Menggunakan Model Spasial Data Panel

Pada penelitian ini, model spasial data panel yang akan digunakan untuk memodelkan pertumbuhan ekonomi kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara, yaitu SAR dan SEM dengan menggunakan dua pembobot spasial yaitu *queen contiguity* dan *customize*.

Pada penelitian ini model SAR digunakan untuk melihat apakah PDRB pada suatu kabupaten/kota berkaitan dengan PDRB kabupaten/kota lainnya di Provinsi Sumatera Utara. Model SEM digunakan untuk melihat apakah *error* model suatu kabupaten/kota lainnya di Provinsi Sumatera Utara terdapat korelasi spasial.

Tabel 4.5 Hasil Estimasi Parameter SAR dengan Pembobot *Queen Contiguity*

Variabel	<i>Pooled</i>		<i>Fixed Effect</i>		<i>Random Effect</i>	
	Koefisien	<i>P-value</i>	Koefisien	<i>P-value</i>	Koefisien	<i>P-value</i>
intercept	-10,1330	0,0000				
X_1 (PAD)	0,0147	0,8148	0,0114	0,1413	0,0174	0,0383
X_2 (BM)	0,1526	0,0861	0,0086	0,2062	0,0063	0,3952
X_3 (TK)	0,9109	0,0000	-0,0211	0,5908	0,1124	0,0004
X_4 (RTPL)	0,6695	0,0319	0,0174	0,7194	0,0626	0,2177
X_5 (RLS)	-0,4238	0,2776	-0,0549	0,2607	-0,0126	0,7986
δ	0,3324	0,0000	0,7646	0,0000	0,7516	0,0000
ϕ					0,0153	0,0000
R^2	0,9122		0,9998		0,9997	
$Corr^2$	0,8831		0,7387		0,1350	
σ^2	0,1033		0,0003		0,0003	

Tabel 4.6 Hasil Estimasi Parameter SAR dengan Pembobot *Customize*

Variabel	<i>Pooled</i>		<i>Fixed Effect</i>		<i>Random Effect</i>	
	Koefisien	<i>P-value</i>	Koefisien	<i>P-value</i>	Koefisien	<i>P-value</i>
intercept	-10,9394	0,0000				
X_1 (PAD)	0,1512	0,0288	0,0022	0,6924	0,0078	0,2160
X_2 (BM)	0,1151	0,2758	0,0082	0,1054	0,0108	0,0602
X_3 (TK)	0,9368	0,0000	-0,0147	0,6099	-0,0190	0,4329
X_4 (RTPL)	1,0212	0,0069	-0,0056	0,8742	-0,0009	0,9798
X_5 (RLS)	-0,1129	0,8067	0,0059	0,8681	-0,0123	0,7515
δ	-0,0443	0,2965	0,9526	0,0000	0,8736	0,0000
ϕ					0,0050	0,0000
R^2	0,8755		0,9999		0,9998	
$Corr^2$	0,8767		0,8838		0,0000	
σ^2	0,1465		0,0002		0,0002	

Tabel 4.7 Hasil Estimasi Parameter SEM dengan Pembobot *Queen Contiguity*

Variabel	<i>Pooled</i>		<i>Fixed Effect</i>		<i>Random Effect</i>	
	Koefisien	<i>P-value</i>	Koefisien	<i>P-value</i>	Koefisien	<i>P-value</i>
intercept	-10,8012	0,0000				
X_1 (PAD)	0,1695	0,0079	-0,0028	0,7281	0,0697	0,0001
X_2 (BM)	0,1583	0,0644	0,0049	0,4860	0,0149	0,3707
X_3 (TK)	0,8035	0,0000	-0,0311	0,3829	0,5148	0,0000
X_4 (RTPL)	1,0300	0,0025	-0,0349	0,4265	0,2830	0,0034
X_5 (RLS)	-0,1893	0,6824	-0,0234	0,6874	-0,0422	0,7245
ρ	0,6346	0,0000	0,8406	0,0000	0,3911	0,0012
ϕ					292,6338	0,0000
R^2	0,8636		0,9981		0,9986	
$Corr^2$	0,8713		0,0018		0,8616	
σ^2	0,0932		0,0003		0,0017	

Tabel 4.8 Hasil Estimasi Parameter SEM dengan Pembobot *Customize*

Variabel	<i>Pooled</i>		<i>Fixed Effect</i>		<i>Random Effect</i>	
	Koefisien	<i>P-value</i>	Koefisien	<i>P-value</i>	Koefisien	<i>P-value</i>
intercept	-12,3769	0,0000				
X_1 (PAD)	0,2271	0,0002	0,0011	0,8450	0,0566	0,0004
X_2 (BM)	0,1802	0,0599	0,0087	0,0540	0,0122	0,3889
X_3 (TK)	0,8364	0,0000	-0,0252	0,3286	0,4976	0,0000
X_4 (RTPL)	0,6408	0,0823	-0,0112	0,7404	0,2392	0,0075
X_5 (RLS)	0,4999	0,2551	-0,0007	0,9840	0,1968	0,0381
ρ	0,6536	0,0000	0,9706	0,0000	0,7749	0,0000
ϕ					288,7284	0,0000
R^2	0,8675		0,9982		0,9988	
$Corr^2$	0,8675		0,1744		0,7511	
σ^2	0,1305		0,0001		0,0014	

4.2.3 Pengujian Signifikansi Parameter

Pengujian signifikansi parameter dilakukan untuk membandingkan dan memilih model spasial *lag* atau spasial *error* digunakan uji *Likelihood Ratio* (LR). Hasil uji LR untuk melihat pengaruh variabel spasial secara simultan. Uji LR untuk model PDRB atas dasar harga konstan (Y), pendapatan asli daerah (X_1), belanja modal (X_2), tenaga kerja (X_3), rumah tangga pengguna listrik (X_4), dan rata-rata lama sekolah (X_5) pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil uji *Likelihood Ratio* (LR)

Keterangan	<i>Queen contiguity</i>	
	Nilai	<i>P-value</i>
Model SAR		
SAR <i>fixed effect</i>	630,0352	0,0000
SAR <i>random effect</i>	305,3775	0,0000
Model SEM		
SEM <i>fixed effect</i>	620,8185	0,0000
SEM <i>random effect</i>	221,7811	0,0000
Keterangan	<i>Customize</i>	
	Nilai	<i>P-value</i>
Model SAR		
SAR <i>fixed effect</i>	715,7764	0,0000
SAR <i>random effect</i>	314,0683	0,0000
Model SEM		
SEM <i>fixed effect</i>	718,7660	0,0000
SEM <i>random effect</i>	257,5604	0,0000

Berdasarkan dari hasil Tabel 4.9 diperoleh bahwa *P-value* lebih kecil dari taraf signifikansi $\alpha=5$ %. Hal ini menunjukkan bahwa parameter sudah signifikan pada model SAR maupun SEM, baik dengan pembobot *queen contiguity* dan *customize*.

4.2.4 Deteksi Multikolinearitas

Pendeteksian multikolinearitas antar variabel independen dapat dilakukan dengan melihat nilai *Variance Inflation Factors* (VIF) pada Tabel 4.10 dan korelasi antar variabel independen pada Tabel 4.11.

Tabel 4.10 *Variance Inflation Factors* (VIF)

Variabel	VIF
Pendapatan Asli Daerah (X_1)	3,449
Belanja Modal (X_2)	2,205
Tenaga Kerja (X_3)	3,155
Rumah Tangga Pengguna Listrik (X_4)	3,491
Rata-rata Lama Sekolah (X_5)	3,853

Tabel 4.11 Korelasi *Pearson* antar Variabel

Variabel	Y	X_1	X_2	X_3	X_4
X_1	0,800 (0,000)				
X_2	0,635 (0,000)	0,636 (0,000)			
X_3	0,905 (0,000)	0,782 (0,000)	0,681 (0,000)		
X_4	0,432 (0,000)	0,348 (0,000)	0,033 (0,743)	0,258 (0,010)	
X_5	0,349 (0,000)	0,379 (0,000)	-0,023 (0,824)	0,188 (0,062)	0,835 (0,000)

Dari hasil uji multikolinieritas pada tabel 4.10 terlihat bahwa seluruh variabel telah memiliki nilai *Variance Inflation Factors* (VIF) yang lebih kecil dari 10, hal ini mengidentifikasi tidak terjadinya multikolinieritas. Sedangkan untuk nilai korelasi antar variabel dapat dilihat Tabel 4.11 menunjukkan bahwa terjadi korelasi positif yang

signifikan antara variabel independen terhadap variabel dependen. Terjadinya multikolinearitas akan menyebabkan ketidaksesuaian dari hasil estimasi dan signifikansi parameter model spasial data panel dimana tanda parameter regresi dari hasil estimasi bertentangan dengan yang diharapkan berdasarkan pertimbangan teoritis atau pengalaman sebelumnya, selain itu uji-uji individu terhadap parameter regresi bagi variabel-variabel independen penting memberikan hasil yang tidak signifikan. Menurut Setiawan dan Kusriani (2010), salah satu cara untuk mengatasi multikolinearitas adalah mengeluarkan satu atau lebih variabel independen yang terindikasi menyebabkan terjadinya multikolinearitas.

4.2.5 Pemilihan Model Terbaik dengan Menghilangkan Variabel yang Terindikasi Menyebabkan Terjadinya Multikolinieritas

Pemodelan spasial data panel dengan melibatkan semua variabel independen menghasilkan ketidaksesuaian pada hasil estimasi dan signifikansi parameter akibat adanya multikolinearitas antar variabel independen. Oleh karena itu, akan dilakukan pemodelan dengan tidak mengikutsertakan variabel independen yang terindikasi menyebabkan terjadinya multikolinearitas. Pemodelan dilakukan dengan mengeluarkan variabel diantaranya tenaga kerja (X_3) dan rata-rata lama sekolah (X_5).

Oleh karena itu, maka dilakukan kembali untuk memodelkan pertumbuhan ekonomi kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara dengan melakukan pengujian *spatial dependency* (ketergantungan wilayah) dengan menggunakan uji *Lagrange Multiplier* (LM) dan *Robust Lagrange Multiplier* (Robust LM) untuk melihat apakah dependensi spasial terjadi pada *lag* atau *error* pada model variabel independen yang tidak mengalami multikolinearitas yaitu pendapatan asli daerah (X_1), belanja modal (X_2), dan rumah tangga pengguna listrik (X_4). Hasil pengujian dependensi spasial disajikan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Uji Dependensi Spasial Tiga Variabel Independen

<i>Queen Contiguity</i>						
Uji LM	<i>Pooled</i>		<i>Spasial Fixed Effect</i>		<i>Spasial random effect</i>	
	LM	<i>P-value</i>	LM	<i>P-value</i>	LM	<i>P-value</i>
LM <i>lag</i>	13,3283	0,000	100,0775	0,000	0,9114	0,340
LM <i>error</i>	0,7032	0,402	57,8190	0,000	0,1664	0,683
Robust LM <i>Lag</i>	16,7858	0,000	50,2091	0,000	1,0045	0,316
Robust LM <i>error</i>	4,1607	0,041	7,9506	0,005	0,2595	0,610
<i>Customize</i>						
Uji LM	<i>Pooled</i>		<i>Spasial Fixed Effect</i>		<i>Spasial random effect</i>	
	LM	<i>P-value</i>	LM	<i>P-value</i>	LM	<i>P-value</i>
LM <i>lag</i>	0,9213	0,337	102, 8456	0,000	0,1508	0,698
LM <i>error</i>	5,4387	0,020	39,4017	0,000	0,0162	0,899
Robust LM <i>Lag</i>	10,1652	0,001	63,5684	0,000	0,1633	0,686
Robust LM <i>error</i>	14,6825	0,000	0,1245	0,724	0,0287	0,865

Berdasarkan Tabel 4.12, hasil uji LM dengan menggunakan pembobot spasial *queen contiguity*, pada tiga variabel independen menunjukkan bahwa, dengan $\alpha=5\%$ terjadi dependensi spasial *lag* pada *pooled regression* dan *spatial fixed effects*. Begitu pula hasil uji Robust LM terjadi dependensi spasial *lag* pada model *pooled regression* maupun *spatial fixed effects*. Akan tetapi pada *lag* maupun *error* pada model *spatial random effects* baik pada LM maupun Robust LM tidak terjadi dependensi spasial. Sedangkan dengan hasil uji LM dan hasil uji Robust LM dengan menggunakan pembobot spasial *customize*, menunjukkan bahwa dengan $\alpha=5\%$ terjadi dependensi spasial *lag* dan *error* pada variabel dependen *pooled regression* dan *spatial fixed effects*. Akan tetapi pada *lag* dan *error* pada model *spatial random effects* baik pada LM maupun Robust LM tidak terjadi dependensi spasial.

Tabel 4.13 Hasil Estimasi Parameter SAR dengan Pembobot *Queen Contiguity* Tiga Variabel Independen

Variabel	<i>Pooled</i>		<i>Fixed Effect</i>		<i>Random Effect</i>	
	Koefisien	<i>P-value</i>	Koefisien	<i>P-value</i>	Koefisien	<i>P-value</i>
intercept	-15,6176	0,0000				
X_1 (PAD)	0,4044	0,0000	0,0159	0,0168	0,0141	0,0555
X_2 (BM)	0,6144	0,0000	0,0063	0,3467	0,0089	0,1953
X_3 (TK)						
X_4 (RTPL)	0,6609	0,0407	0,0267	0,5775	0,1366	0,0012
X_5 (RLS)						
δ	0,3036	0,0002	0,7656	0,0000	0,8396	0,0000
ϕ					0,0131	0,0000
R^2	0,7550		0,9998		0,9997	
$Corr^2$	0,7056		0,7865		0,0027	
σ^2	0,2883		0,0003		0,0003	

Tabel 4.14 Hasil Estimasi Parameter SAR dengan Pembobot *Customize* Tiga Variabel Independen

Variabel	<i>Pooled</i>		<i>Fixed Effect</i>		<i>Random Effect</i>	
	Koefisien	<i>P-value</i>	Koefisien	<i>P-value</i>	Koefisien	<i>P-value</i>
intercept	-15,8499	0,0000				
X_1 (PAD)	0,5439	0,0000	0,0018	0,6953	0,0098	0,0749
X_2 (BM)	0,5746	0,0001	0,0080	0,1003	0,0100	0,0717
X_3 (TK)						
X_4 (RTPL)	1,0893	0,0029	-0,0072	0,8347	-0,0043	0,9028
X_5 (RLS)						
δ	-0,0653	0,2192	0,9496	0,0000	0,8586	0,0000
ϕ					0,0050	0,0000
R^2	0,7160		0,9999		0,9998	
$Corr^2$	0,7236		0,8960		0,0000	
σ^2	0,3342		0,0002		0,0002	

Tabel 4.15 Hasil Estimasi Parameter SEM dengan Pembobot *Queen Contiguity* Tiga Variabel Independen

Variabel	<i>Pooled</i>		<i>Fixed Effect</i>		<i>Random Effect</i>	
	Koefisien	<i>P-value</i>	Koefisien	<i>P-value</i>	Koefisien	<i>P-value</i>
intercept	-16,1069	0,0000				
X_1 (PAD)	0,4937	0,0000	-0,0022	0,7858	0,1438	0,0000
X_2 (BM)	0,6550	0,0000	0,0036	0,6049	0,0715	0,0026
X_3 (TK)						
X_4 (RTPL)	0,8483	0,0165	-0,0334	0,4517	1,0461	0,0000
X_5 (RLS)						
ρ	0,4766	0,0000	0,8346	0,0000	0,2334	0,0859
ϕ					242,1609	0,0000
R^2	0,7000		0,9981		0,9967	
$Corr^2$	0,7037		0,0366		0,4013	
σ^2	0,2620		0,0003		0,0039	

Tabel 4.16 Hasil Estimasi Parameter SEM dengan Pembobot *Customize* Tiga Variabel Independen

Variabel	<i>Pooled</i>		<i>Fixed Effect</i>		<i>Random Effect</i>	
	Koefisien	<i>P-value</i>	Koefisien	<i>P-value</i>	Koefisien	<i>P-value</i>
intercept	-16,0952	0,0000				
X_1 (PAD)	0,5944	0,0000	0,0018	0,7089	0,1399	0,0000
X_2 (BM)	0,5457	0,0000	0,0088	0,0436	0,0782	0,0005
X_3 (TK)						
X_4 (RTPL)	0,9431	0,0033	-0,0115	0,7281	1,0193	0,0000
X_5 (RLS)						
ρ	0,6696	0,0000	0,9676	0,0000	-0,3044	0,0850
ϕ					205,5295	0,0000
R^2						
$Corr^2$	0,7023		0,9982		0,9967	
σ^2	0,7023		0,2828		0,3329	
	0,2693		0,0002		0,0039	

4.2.6 Uji Signifikansi Parameter Model Dengan Tiga Variabel Independen

Pengujian signifikansi parameter dilakukan untuk membandingkan dan memilih model spasial *lag* atau spasial *error* digunakan uji *Likelihood Ratio* (LR). Hasil uji LR untuk melihat pengaruh variabel spasial secara simultan. Uji LR untuk model PDRB atas dasar harga konstan (Y), pendapatan asli daerah (X_1), belanja modal (X_2), dan rumah tangga pengguna listrik (X_4) pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Hasil uji *Likelihood Ratio* (LR) Tiga Variabel Independen

Keterangan	<i>Queen contiguity</i>	
	Nilai	<i>P-value</i>
Model SAR		
SAR <i>fixed effect</i>	726,3437	0,0000
SAR <i>random effect</i>	388,4723	0,0000
Model SEM		
SEM <i>fixed effect</i>	717,8610	0,0000
SEM <i>random effect</i>	245,3637	0,0000
Keterangan	<i>Customize</i>	
	Nilai	<i>P-value</i>
Model SAR		
SAR <i>fixed effect</i>	796,3842	0,0000
SAR <i>random effect</i>	394,3001	0,0000
Model SEM		
SEM <i>fixed effect</i>	798,5100	0,0000
SEM <i>random effect</i>	252,2854	0,0000

Berdasarkan tabel diatas 4.17, diperoleh bahwa *P-value* lebih kecil dari taraf signifikansi $\alpha=5\%$. Hal ini menunjukkan bahwa parameter sudah signifikan pada model SAR maupun SEM, baik dengan pembobot *queen contiguity* dan *customize*. Dan dapat dilihat bahwa model bisa berkemungkinan *fixed effect* atau *random effect*. Akan tetapi pada hasil estimasi parameter, diketahui bahwa model kurang baik yaitu banyak variabel yang tidak signifikan dan efek spasial yang tidak signifikan. Maka model terbaik yang dipilih ialah model SAR

dan SEM yang *pooled*. Selain itu kriteria model terbaik dapat pula dilihat dengan menggunakan kriteria R^2 , $corr^2$ dan jumlah variabel yang signifikan dalam model.

4.2.7 Estimasi Model Spasial Data Panel

Pada pemodelan spasial data panel dengan menggunakan pembobot *queen contiguity* dan *customize*, akan dilakukan pemilihan model terbaik diantara semua model spasial data panel menggunakan kriteria R^2 , $corr^2$, σ^2 dan jumlah variabel yang signifikan dalam model. Berdasarkan hasil pemodelan yang diperoleh, maka dapat disimpulkan model terbaik adalah model SAR *pooled* menggunakan pembobot *queen contiguity* dengan menghilangkan X_3 dan X_5 . Model tersebut memiliki nilai R^2 tinggi yaitu 0,7550 dan σ^2 rendah yaitu 0,2883 dengan nilai $corr^2$ yaitu 0,7056. Model SAR *pooled* yang dipilih dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\ln \hat{Y}_{it} = 0,3036 \sum_{j=1}^{33} w_{ij} \ln Y_{jt} - 15,6176 + 0,4044 \ln X_1 + 0,6144 \ln X_2 + 0,6609 \ln X_4$$

Dari model tersebut dilihat bahwa meningkatnya pendapatan asli daerah (X_1) disuatu kabupaten/kota, memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi suatu kabupaten/kota dengan elastisitas sebesar 0,4044. Artinya, apabila PAD kabupaten/kota bertambah sebesar 1%, maka akan diperoleh tambahan PDRB sebesar 0,4044%.

Dari model tersebut juga dapat diketahui bahwa meningkatnya belanja modal (X_2) disuatu kabupaten/kota, memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi suatu kabupaten/kota dengan elastisitas sebesar 0,6144. Artinya, apabila belanja modal di kabupaten/kota bertambah sebesar 1%, maka akan diperoleh tambahan PDRB sebesar 0,6144%.

Meningkatnya rumah tangga pengguna listrik (X_4) disuatu kabupaten/kota, memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi suatu kabupaten/kota dengan elastisitas sebesar 0,6609. Artinya, apabila rumah tangga pengguna listrik

di kabupaten/kota bertambah sebesar 1%, akan diperoleh tambahan PDRB sebesar 0,6609%.

Model pertumbuhan ekonomi untuk yang mewakili masing-masing nilai pembobot *queen contiguity* kabupaten/kota adalah sebagai berikut:

1. Kabupaten Nias

$$\begin{aligned} \ln \hat{Y}_{(nias)t} &= 0,0759 \ln Y_{(nias\text{selatan})t} + 0,0759 \ln Y_{(nias\text{utara})t} + 0,0759 \ln Y_{(nias\text{barat})t} \\ &+ 0,0759 \ln Y_{(gunungsidi)t} - 15,6176 + 0,4044 \ln X_{1(nias)t} \\ &+ 0,6144 \ln X_{2(nias)t} + 0,6609 \ln X_{4(nias)t} \end{aligned}$$

2. Kabupaten Tapanuli Selatan

$$\begin{aligned} \ln \hat{Y}_{(tapanuliseltan)t} &= 0,0433 \ln Y_{(mandailingkat)t} + 0,0433 \ln Y_{(tapanulitengah)t} + 0,0433 \ln Y_{(tapanulitara)t} \\ &+ 0,0433 \ln Y_{(padanglawatar)t} + 0,0433 \ln Y_{(padanglawar)t} + 0,0433 \ln Y_{(labuhanbatutar)t} \\ &+ 0,0433 \ln Y_{(padangsidimpuan)t} - 15,6176 + 0,4044 \ln X_{1(tapanuliseltan)t} \\ &+ 0,6144 \ln X_{2(tapanuliseltan)t} + 0,6609 \ln X_{4(tapanuliseltan)t} \end{aligned}$$

3. Kabupaten Asahan

$$\begin{aligned} \ln \hat{Y}_{(asaha)t} &= 0,0607 \ln Y_{(tobasamot)t} + 0,0607 \ln Y_{(simalungu)t} + 0,0607 \ln Y_{(batubarat)t} \\ &+ 0,0607 \ln Y_{(labuhanbatutar)t} + 0,0607 \ln Y_{(tanjungbala)t} - 15,6176 \\ &+ 0,4044 \ln X_{1(asaha)t} + 0,6144 \ln X_{2(asaha)t} + 0,6609 \ln X_{4(asaha)t} \end{aligned}$$

4. Kabupaten Simalungun

$$\begin{aligned} \ln \hat{Y}_{(simalungu)t} &= 0,0506 \ln Y_{(asaha)t} + 0,0506 \ln Y_{(karo)t} + 0,0506 \ln Y_{(deliserdang)t} \\ &+ 0,0506 \ln Y_{(serdangbedaga)t} + 0,0506 \ln Y_{(batubarat)t} + 0,0506 \ln Y_{(pematangsiantar)t} \\ &- 15,6176 + 0,4044 \ln X_{1(simalungu)t} + 0,6144 \ln X_{2(simalungu)t} \\ &+ 0,6609 \ln X_{4(simalungu)t} \end{aligned}$$

5. Kabupaten Padang Lawas

$$\begin{aligned} \ln \hat{Y}_{(\text{padanglawas})t} &= 0,1012 \ln Y_{(\text{mandailingatah})t} + 0,1012 \ln Y_{(\text{tapanulisaktan})t} + 0,1012 \ln Y_{(\text{padanglawas})t} \\ &\quad - 15,6176 + 0,4044 \ln X_{1(\text{padanglawas})t} + 0,6144 \ln X_{2(\text{padanglawas})t} \\ &\quad + 0,6609 \ln X_{4(\text{padanglawas})t} \end{aligned}$$

6. Kota Medan

$$\begin{aligned} \ln \hat{Y}_{(\text{medan})t} &= 0,3036 \ln Y_{(\text{deliserdang})t} - 15,6176 + 0,4044 \ln X_{1(\text{medan})t} \\ &\quad + 0,6144 \ln X_{2(\text{medan})t} + 0,6609 \ln X_{4(\text{medan})t} \end{aligned}$$

Kota Medan merupakan pusat kegiatan perekonomian dan juga merupakan daerah yang memiliki PDRB tertinggi di Provinsi Sumatera Utara. Sehingga akan dilakukan interpretasi model terhadap kota Medan yang diharapkan dapat memberikan gambaran umum mengenai perekonomian yang ada di Provinsi Sumatera Utara.

Berdasarkan model pertumbuhan ekonomi dengan SAR *pooled* menggunakan pembobot *queen contiguity*, PDRB Kota Medan sangat berkaitan dengan input pertumbuhan ekonomi di Kabupaten Deli Serdang. Sebagaimana diketahui bahwa Kota Medan dan Kabupaten Deli Serdang merupakan wilayah yang saling berdekatan. Dimana kedua daerah ini merupakan pusat perekonomian serta pusat perindustrian di Provinsi Sumatera Utara.

Meningkatnya PDRB (Y) di Kabupaten Deli Serdang memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi di Kota Medan dengan elastisitas sebesar 0,4044. Artinya, apabila PDRB di Kabupaten Deli Serdang bertambah sebesar 1%, maka akan diperoleh tambahan PDRB di Kota Medan sebesar 0,4044%.

Dari model tersebut, dapat dilihat bahwa meningkatnya pendapatan asli daerah (X_1) di Kota Medan memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi di Kota Medan dengan elastisitas sebesar 0,4044. Artinya, apabila PAD di

Kota Medan bertambah sebesar 1%, maka akan diperoleh tambahan PDRB di Kota Medan sebesar 0,4044%.

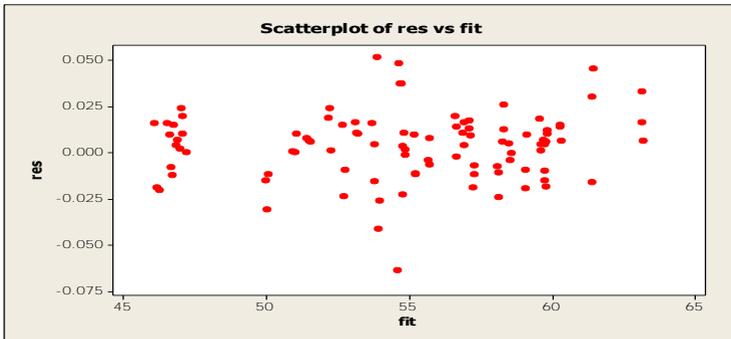
Dari model tersebut juga dapat diketahui bahwa meningkatnya belanja modal (X_2) di Kota Medan, memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi di Kota Medan dengan elastisitas sebesar 0,6144. Artinya, apabila belanja modal di Kota Medan bertambah sebesar 1%, maka akan diperoleh tambahan PDRB di Kota Medan sebesar 0,6144%.

Meningkatnya rumah tangga pengguna listrik (X_4) di Kota Medan, memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi di Kota Medan dengan elastisitas sebesar 0,6609. Artinya, apabila rumah tangga pengguna listrik di Kota Medan bertambah sebesar 1%, akan diperoleh tambahan PDRB di Kota Medan sebesar 0,6609%.

4.2.8 Pengujian Asumsi Residual

Dari model terbaik yang diperoleh, akan dilakukan pengujian asumsi terhadap residual untuk melihat apakah residual bersifat identik, independen dan berdistribusi normal. Berikut adalah hasil pengujian asumsi residual pada model SAR *pooled* (dengan mengeluarkan variabel X_3 dan X_5) menggunakan pembobot *queen contiguity*.

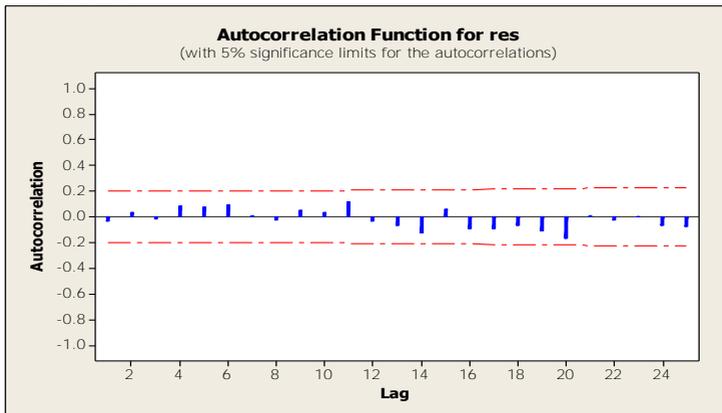
1. Asumsi identik atau kekonstanan varians residual (*homoskedastisitas*)



Gambar 4.16 *Scatterplot* antara Residual dengan Nilai Prediksi (*Fits*)

Berdasarkan *scatterplot* antara nilai residual dengan nilai prediksi (*fits*) pada Gambar 4.16, terlihat bahwa titik-titik amatan menyebar secara acak dan tidak membentuk pola tertentu, yang berarti tidak terjadi *heteroskedastisitas*.

2. Asumsi independen atau tidak terdapat autokorelasi antar residual

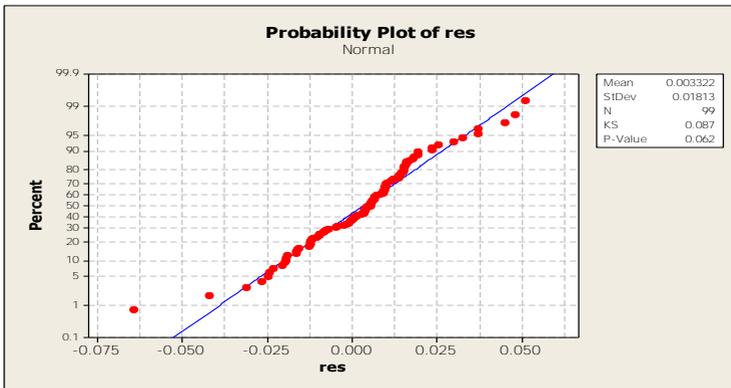


Gambar 4.17 Plot *Autocorrelation Function* (ACF) dari Residual

Berdasarkan plot *Autocorrelation Function* (ACF) dari residual, terlihat bahwa tidak ada lag yang keluar dari batas-

batas signifikansi, ini berarti bahwa tidak terjadi autokorelasi antar residual. Dengan uji autokorelasi menggunakan statistik uji *Durbin Watson*, diperoleh nilai statistik *Durbin Watson* sebesar 1,9992. Dengan uji statistik $d_U < d < 4-d_U$ dan d_U sebesar 1,71399, maka diperoleh $1,71399 < 1,9992 < 2,28601$ sehingga gagal tolak H_0 . Maka keputusan adalah tidak terjadi autokorelasi antar residual, maka asumsi independen terpenuhi.

3. Asumsi residual menyebar normal



Gambar 4.18 *Probability Plot* dari Residual

Berdasarkan *probability plot* dari residual pada Gambar 4.18, terlihat bahwa titik-titik amatan residual menyebar di sekitar garis normal, ini berarti residual mengikuti sebaran normal. Dengan uji normalitas menggunakan uji *Kolmogorv Smirnov* juga diperoleh hasil yang sama, dimana H_0 gagal ditolak oleh karena $p\text{-value}$ (0,062) $>$ α (0,05), maka dapat disimpulkan bahwa residual mengikuti distribusi normal.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Asli Penelitian

1. Data PDRB (Y)

PDRB Atas Dasar Harga Konstan (Y)			
Kabupaten/Kota	2012	2013	2014
Nias	1776.05	1888.76	1992.05
Mandailing Natal	6210.82	6604.94	7037.24
Tapanuli Selatan	6150.49	7222.61	7540.96
Tapanuli Tengah	4943.04	5198.56	5460.81
Tapanuli Utara	4198.63	4420.15	4646.64
Toba Samosir	3985.21	4178	4355.22
Labuhan Batu	16289.98	17266.41	18167.79
Asahan	17872.41	18906.42	20019.06
Simalungun	19117.54	20124.06	21197.54
Dairi	4671	4906.97	5153.96
Karo	10258.23	10768.99	11326.4
Deli Serdang	47513.87	51892.42	55870.48
Langkat	20858.68	22024.16	23150.8
Nias Selatan	3074.46	3217.7	3356.63
Humbang Hasudutan	2948.18	3119	3284.16
Pakpak Bharat	569.86	603.55	639.24
Samosir	2105.65	2233.59	2366.56
Serdang Berdagai	13558.85	14345.76	15080.96
Batubara	17916.36	18673.42	19457.83
Padang Lawas Utara	5531.49	5871.51	6230.97
Padang Lawas	5332.02	5659.62	5999.93
Labuhanbatu Selatan	13024.49	13812.09	14548.32
Labuhanbatu Utara	11978.44	12732.11	13420.27

Nias Utara	1645.93	1750.25	1842.56
Nias Barat	877.93	923.29	970.53
Sibolga	2458.5	2604.21	2757.7
Tanjung Balai	3919.55	4152.39	4392.45
Pematang Siantar	6753.56	7142.06	7596.87
Tebing Tinggi	2758.87	2924.75	3083.91
Medan	105162	110794.42	117497.62
Binjai	5553.63	5887.47	6230.55
Padang Sidempuan	2952.72	3120.26	3276.83
Gunung Sitoli	2276.15	2417.75	2565.47

2. Data Pendapatan Asli Daerah (XI)

Pendapatan Asli Daerah (XI)			
Kabupaten/Kota	2012	2013	2014
Nias	24008498	44726141	44641875
Mandailing Natal	45000000	47665840	50000000
Tapanuli Selatan	56283098	69220480	77252840
Tapanuli Tengah	26000000	23210741	32447192
Tapanuli Utara	14291357	37952075	36990862
Toba Samosir	18913426	19803160	23408574
Labuhan Batu	50000000	49784550	85350446
Asahan	31886825	53691706	59129771
Simalungun	113094877	97914775	110000000
Dairi	20508000	29933428	24331000
Karo	46826173	46342697	67343578
Deli Serdang	380055100	328348147	566665450
Langkat	59280111	65521499	114868164
Nias Selatan	15007500	9392315	76559502
Humbang	10745194	17632875	26959178

Hasudutan			
Pakpak Bharat	6270625	9080677	10498445
Samosir	14062964	26661344	23773379
Serdang Berdagai	40969092	50371734	61004294
Batubara	17589568	27800610	29448278
Padang Lawas Utara	14676786	23129957	34250618
Padang Lawas	28177423	15804224	23736361
Labuhanbatu Selatan	18725500	26701972	35635298
Labuhanbatu Utara	13064552	25651300	28547342
Nias Utara	5000000	8857121	15000000
Nias Barat	6000000	7223691	10000000
Sibolga	21100451	29457629	36216015
Tanjung Balai	31855339	31920753	34409306
Pematang Siantar	60031590	61357962	57806708
Tebing Tinggi	28939350	53199538	47477336
Medan	1416229173	1206169709	1515685947
Binjai	35179200	49172643	68707990
Padang Sidempuan	23158593	35018176	42456400
Gunung Sitoli	7888158	13580466	28400000

3. Data Belanja Modal (X2)

Belanja Modal (X2)			
Kabupaten/Kota	2012	2013	2014
Nias	180361487	173429299	165569480
Mandailing Natal	80586093	143802438	154985071
Tapanuli Selatan	199594644	267454272	233918403
Tapanuli Tengah	117582267	258593436	360262646
Tapanuli Utara	168314236	206895524	125898675

Toba Samosir	109899867	125576943	111315864
Labuhan Batu	178616706	226693799	199078845
Asahan	178857503	271753134	167484602
Simalungun	335421279	234348465	504069847
Dairi	92917243	138859862	129623676
Karo	178859535	245358709	217980527
Deli Serdang	415158960	352334309	768166983
Langkat	263693709	308212155	322379588
Nias Selatan	189519954	243666094	265828376
Humbang Hasudutan	137668011	190867255	169977363
Pakpak Bharat	73995891	147986634	155457767
Samosir	99675252	162439726	202663500
Serdang Berdagai	142991278	250621748	227944161
Batubara	185600649	205203295	149117794
Padang Lawas Utara	229691268	137297626	139718560
Padang Lawas	170202092	193425840	132813982
Labuhanbatu Selatan	135120068	335066618	232920532
Labuhanbatu Utara	109607380	292435766	156212604
Nias Utara	103766825	184356218	147075842
Nias Barat	156944808	161067997	165049544
Sibolga	66910399	87060355	123272145
Tanjung Balai	117834577	110991400	182385028
Pematang Siantar	99132627	134009849	140005110
Tebing Tinggi	20434096	160860325	150599999
Medan	873175833	630802959	956334028
Binjai	153616213	133102683	207484856
Padang Sidempuan	51986093	117216919	99387780

Gunung Sitoli	152791843	194534367	178171205
---------------	-----------	-----------	-----------

4. Data Rumah Tangga Pengguna Listrik (X_4)

Rumah Tangga Pengguna listrik PLN (X_4)			
Kabupaten/Kota	2012	2013	2014
Nias	48.20	42.96	50.55
Mandailing Natal	73.69	87.39	83.23
Tapanuli Selatan	84.40	81.44	86.32
Tapanuli Tengah	85.75	81.30	93.60
Tapanuli Utara	95.92	98.97	94.99
Toba Samosir	95.79	94.02	92.66
Labuhan Batu	88.44	89.51	93.94
Asahan	95.00	91.81	95.80
Simalungun	93.88	95.35	94.29
Dairi	88.99	88.79	93.38
Karo	96.33	98.95	95.82
Deli Serdang	99.12	99.49	99.36
Langkat	97.17	95.61	94.74
Nias Selatan	47.97	50.43	46.30
Humbang Hasudutan	94.64	95.83	97.35
Pakpak Bharat	78.91	88.88	84.11
Samosir	94.07	94.37	96.45
Serdang Berdagai	98.20	98.84	99.04
Batubara	94.50	95.96	97.31
Padang Lawas Utara	81.44	77.61	75.61
Padang Lawas	79.13	78.72	82.76
Labuhanbatu Selatan	87.01	88.62	83.80
Labuhanbatu Utara	92.09	92.41	91.14

Nias Utara	53.34	55.80	65.77
Nias Barat	52.37	67.20	68.75
Sibolga	99.75	99.96	98.57
Tanjung Balai	96.73	99.66	98.22
Pematang Siantar	99.64	99.51	99.41
Tebing Tinggi	99.73	99.93	100.00
Medan	99.78	99.91	99.89
Binjai	99.31	99.48	99.11
Padang Sidempuan	98.32	98.28	95.54
Gunung Sitoli	91.31	93.77	92.37

Lampiran 2. Data Panel Hasil Transformasi *ln*

Tahun	Kabupaten/Kota	PDRB	PAD	BM	RTPL
2012	Nias	7.482147	16.99391841	19.01047366	3.875359021
2012	Mandailing Natal	8.734048	17.62217305	18.20483665	4.299867105
2012	Tapanuli Selatan	8.724287	17.84590483	19.11179909	4.435567402
2012	Tapanuli Tengah	8.505736	17.0736071	18.58264879	4.451436086
2012	Tapanuli Utara	8.342514	16.47516551	18.94134324	4.563514511
2012	Toba Samosir	8.290345	16.7553826	18.51508021	4.562158295
2012	Labuhan Batu	9.698305	17.72753356	19.00075276	4.482324356
2012	Asahan	9.791013	17.27770347	19.00209997	4.553876892
2012	Simalungun	9.858362	18.54373764	19.63089785	4.542017371
2012	Dairi	8.449128	16.83632561	18.34721979	4.488524004
2012	Karo	9.235836	17.66195286	19.00211134	4.567779797
2012	Deli Serdang	10.76878	19.7558268	19.84417204	4.596331237

2012	Langkat	9.945525	17.89778441	19.39029879	4.576462022
2012	Nias Selatan	8.030885	16.52406063	19.06000488	3.870575816
2012	Humbang Hasudutan	7.988943	16.18996914	18.74035563	4.55008022
2012	Pakpak Bharat	6.345391	15.65138659	18.11952012	4.368307963
2012	Samosir	7.652379	16.45905523	18.41742798	4.544039186
2012	Serdang Berdagai	9.514795	17.52832849	18.77829419	4.587006215
2012	Batubara	9.793347	16.68281656	19.03910788	4.548599834
2012	Padang Lawas Utara	8.618212	16.50177762	19.25224665	4.399866553
2012	Padang Lawas	8.581485	17.15403161	18.95249707	4.37109207
2012	Labuhanbatu Selatan	9.474587	16.74539679	18.72167433	4.466023055
2012	Labuhanbatu Utara	9.390864	16.38541317	18.51241527	4.52276636
2012	Nias Utara	7.406061	15.42494847	18.45765687	3.976686519
2012	Nias Barat	6.777567	15.60727003	18.87140476	3.958333908
2012	Sibolga	7.807307	16.86480497	18.01886495	4.602667056
2012	Tanjung Balai	8.273732	17.27671556	18.58479231	4.571923592
2012	Pematang Siantar	8.817825	17.91038148	18.41196918	4.60156369
2012	Tebing Tinggi	7.922576	17.18071282	16.83271544	4.602466534
2012	Medan	11.56326	21.07126366	20.58764751	4.602967762
2012	Binjai	8.622207	17.37596556	18.84996793	4.598246271
2012	Padang Sidempuan	7.990482	16.95787646	17.7664868	4.588227465
2012	Gunung Sitoli	7.730241	15.88087321	18.84458705	4.514260311
2013	Nias	7.543676	17.6160687	18.97128058	3.76026945

2013	Mandailing Natal	8.795573	17.67972556	18.78395096	4.47038086
2013	Tapanuli Selatan	8.884972	18.05280733	19.40445916	4.399866553
2013	Tapanuli Tengah	8.556137	16.9601257	19.37076764	4.398146017
2013	Tapanuli Utara	8.393929	17.45183474	19.14772451	4.594816774
2013	Toba Samosir	8.337588	16.80135208	18.64842922	4.543507526
2013	Labuhan Batu	9.756518	17.72321525	19.23911076	4.494350351
2013	Asahan	9.847257	17.7987691	19.42040462	4.519721224
2013	Simalungun	9.909671	18.39960802	19.27231973	4.557554332
2013	Dairi	8.498412	17.21448641	18.7489758	4.486274031
2013	Karo	9.284426	17.65157428	19.31823182	4.594614672
2013	Deli Serdang	10.85693	19.60958503	19.68009102	4.600057137
2013	Langkat	9.999895	17.99788888	19.54629892	4.560277417
2013	Nias Selatan	8.076422	16.05540236	19.31130938	3.920586236
2013	Humbang Hasudutan	8.045268	16.68527562	19.06708874	4.562575788
2013	Pakpak Bharat	6.402829	16.02165931	18.81263252	4.487287145
2013	Samosir	7.711365	17.09872528	18.90581757	4.547223226
2013	Serdang Berdagai	9.57121	17.73494074	19.33945538	4.593502381
2013	Batubara	9.834856	17.14056852	19.13951173	4.563931438
2013	Padang Lawas Utara	8.677867	16.95663918	18.73766158	4.351696285
2013	Padang Lawas	8.641112	16.5757878	19.08040474	4.365897253
2013	Labuhanbatu Selatan	9.5333	17.10024798	19.62983993	4.484357566
2013	Labuhanbatu Utara	9.451882	17.06010481	19.4937556	4.526235198

2013	Nias Utara	7.467514	15.99673233	19.03238041	4.021773869
2013	Nias Barat	6.827943	15.7928766	18.89733718	4.207673248
2013	Sibolga	7.864885	17.19846348	18.28211217	4.604770106
2013	Tanjung Balai	8.331439	17.27876692	18.52496328	4.601764393
2013	Pematang Siantar	8.873757	17.9322355	18.71342386	4.600258142
2013	Tebing Tinggi	7.980964	17.78956027	18.896047	4.604469941
2013	Medan	11.61543	20.91071565	20.2625041	4.604269781
2013	Binjai	8.680582	17.71084799	18.70663144	4.599956619
2013	Padang Sidempuan	8.045672	17.3713778	18.57953678	4.587820548
2013	Gunung Sitoli	7.790593	16.42414299	19.0861194	4.540844975
2014	Nias	7.59692	17.61418288	18.92490148	3.922962945
2014	Mandailing Natal	8.858971	17.72753356	18.85883935	4.42160786
2014	Tapanuli Selatan	8.928105	18.16259424	19.27048291	4.458061321
2014	Tapanuli Tengah	8.605352	17.29512446	19.7023439	4.539030383
2014	Tapanuli Utara	8.4439	17.42618147	18.65098797	4.553771623
2014	Toba Samosir	8.37913	16.96861292	18.52788234	4.52893688
2014	Labuhan Batu	9.807406	18.26227623	19.10921151	4.542656281
2014	Asahan	9.90444	17.89524509	18.93640198	4.562262685
2014	Simalungun	9.96164	18.51599092	20.0382254	4.546375139
2014	Dairi	8.547521	17.00726182	18.68014601	4.53667719
2014	Karo	9.334892	18.0253181	19.19991629	4.562471431
2014	Deli Serdang	10.93079	20.15527965	20.45951769	4.598749618

2014	Langkat	10.04978	18.55929563	19.59124025	4.551136297
2014	Nias Selatan	8.118693	18.1535788	19.39836146	3.835141961
2014	Humbang Hasudutan	8.096866	17.10983435	18.95117583	4.578312732
2014	Pakpak Bharat	6.46028	16.16673771	18.86188466	4.432125466
2014	Samosir	7.769193	16.98407698	19.12705753	4.569024739
2014	Serdang Berdagai	9.621188	17.92645481	19.24461125	4.595523809
2014	Batubara	9.876005	17.19814599	18.82024712	4.577901759
2014	Padang Lawas Utara	8.737287	17.34921517	18.75514067	4.32558855
2014	Padang Lawas	8.699503	16.98251865	18.70446008	4.415944853
2014	Labuhanbatu Selatan	9.585231	17.38884722	19.26620789	4.428433007
2014	Labuhanbatu Utara	9.504522	17.16707439	18.86672848	4.512396786
2014	Nias Utara	7.518911	16.52356076	18.80645894	4.186163807
2014	Nias Barat	6.877842	16.11809565	18.92175625	4.230476737
2014	Sibolga	7.922152	17.40501198	18.62990503	4.590766956
2014	Tanjung Balai	8.387642	17.35383761	19.02163055	4.587209861
2014	Pematang Siantar	8.935492	17.87261538	18.75718948	4.599252712
2014	Tebing Tinggi	8.033954	17.67576302	18.83013787	4.605170186
2014	Medan	11.67417	21.13913394	20.67861781	4.604069581
2014	Binjai	8.73722	18.04537605	19.15056891	4.596230344
2014	Padang Sidempuan	8.094632	17.56398822	18.41453973	4.559545008
2014	Gunung Sitoli	7.849897	17.1618997	18.99825547	4.525802251

Lampiran 3. Pembobot Spasial

1. Queen Contiguity

Kabupaten/kota	Nias	Mandailing Natal	Tapanuli Selatan	Tapanuli Tengah	...	Medan	Binjai	Padang Sidempuan	Gunung Sitoli
Nias	0	0	0	0	...	0	0	0	0.25
Mandailing Natal	0	0	0.5	0	...	0	0	0	0
Tapanuli Selatan	0	0.1428	0	0.1428	...	0	0	0.1428	0
Tapanuli Tengah	0	0	0	0		0	0	0	0
.
.
.
Medan	0	0	0	0	...	0	0	0	0
Binjai	0	0	0	0	...	0	0	0	0
Padang Sidempuan	0	0	1	0	...	0	0	0	0
Gunung Sitoli	0.5	0	0	0	...	0	0	0	0

2. *Customize*

Kabupaten/kota	Nias	Mandailing Natal	Tapanuli Selatan	Tapanuli Tengah	...	Medan	Binjai	Padang Sidempuan	Gunung Sitoli
Nias	0	0	0	0	...	1	0	0	0
Mandailing Natal	0	0	0	0	...	1	0	0	0
Tapanuli Selatan	0	0	0	0	...	1	0	0	0
Tapanuli Tengah	0	0	0	0	...	0.0769	0	0	0
.
.
.
Medan	0.0313	0.0313	0.0313	0.0313	...	0	0.0313	0.0313	0.0313
Binjai	0	0	0	0	...	0.1111	0	0	0
Padang Sidempuan	0	0	0	0	...	1	0	0	0
Gunung Sitoli	0	0	0	0	...	1	0	0	0

Lampiran 4. *Syntax RStudio Moran's I dan Moran's Scatterplot*

```

library(ctv)
library(maptools)
library(rgdal)
library(spdep)
library(maptools)
install.packages("ape")
library(ape)

data<-read.csv("D:/PDRB.csv", header=TRUE)
PDRB2012<-data[,2]
PDRB2013<-data[,3]
PDRB2014<-data[,4]
Kabupaten<-data[,1]

bobot1<-read.csv("D:/QUEEN.csv", header=FALSE)
bobot2<-read.csv("D:/CUSTOMIZE.csv", header=FALSE)

www1<-as.matrix(bobot1)
www2<-as.matrix(bobot2)

#moran's I dan moran's scatterplot dengan pembobot queen contiguity
moran.test(PDRB2012,listw=mat2listw(www1), alternative="two.sided")
moran.plot(PDRB2012,listw=mat2listw(www1), labels=as.character(data$Kabupaten),
pch=19, col=2)
moran.test(PDRB2013,listw=mat2listw(www1), alternative="two.sided")
moran.plot(PDRB2013,listw=mat2listw(www1), labels=as.character(data$Kabupaten),
pch=19, col=2)
moran.test(PDRB2014,listw=mat2listw(www1), alternative="two.sided")
moran.plot(PDRB2014,listw=mat2listw(www1), labels=as.character(data$Kabupaten),
pch=19, col=2)

#moran's I dan moran's scatterplot dengan pembobot customize
moran.test(PDRB2012,listw=mat2listw(www2), alternative="two.sided")
moran.plot(PDRB2012,listw=mat2listw(www2),
labels=as.character(data$Kabupaten),pch=19, col=2)
moran.test(PDRB2013,listw=mat2listw(www2), alternative="two.sided")
moran.plot(PDRB2013,listw=mat2listw(www2),
labels=as.character(data$Kabupaten),pch=19, col=2)
moran.test(PDRB2014,listw=mat2listw(www2), alternative="two.sided")
moran.plot(PDRB2014,listw=mat2listw(www2),
labels=as.character(data$Kabupaten),pch=19, col=2)

```

Lampiran 5. *Output Moran's I dan Moran's Scatterplot*

a. Bobot *Queen Contiguity*

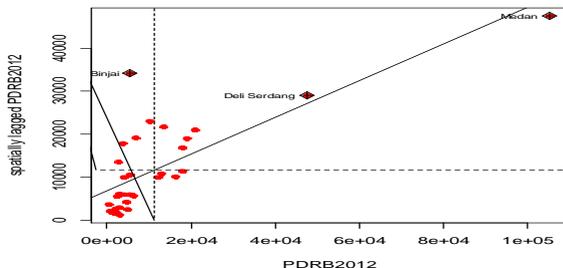
Moran's I test under randomisation

data: PDRB2012

weights: mat2listw(www1)

Moran I statistic standard deviate = 5.0877, p-value = 3.624e-07
 alternative hypothesis: two.sided
 sample estimates:

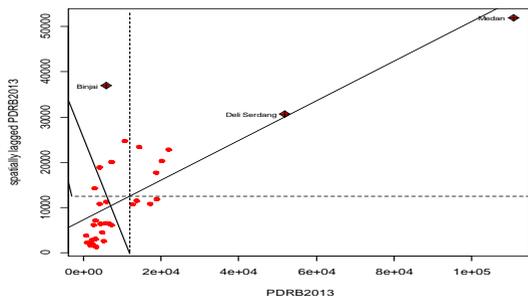
Moran I statistic	Expectation	Variance
0.426913899	-0.031250000	0.008109611



Moran's I test under randomisation
 data: PDRB2013
 weights: mat2listw(www1)

Moran I statistic standard deviate = 5.1298, p-value = 2.9e-07
 alternative hypothesis: two.sided
 sample estimates:

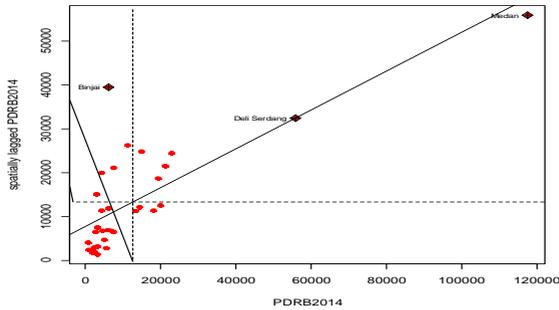
Moran I statistic	Expectation	Variance
0.437309418	-0.031250000	0.008343068



Moran's I test under randomisation
 data: PDRB2014
 weights: mat2listw(www1)

Moran I statistic standard deviate = 5.1643, p-value = 2.413e-07
 alternative hypothesis: two.sided
 sample estimates:

Moran I statistic	Expectation	Variance
0.442305803	-0.031250000	0.008408375



b. Robot Customize

Moran's I test under randomisation

data: PDRB2012

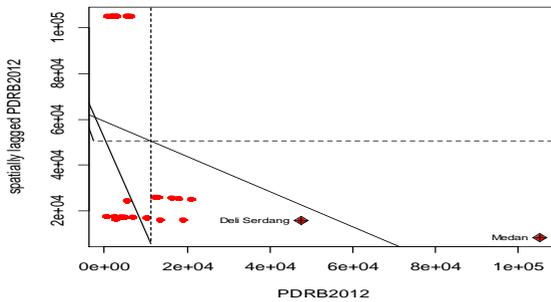
weights: mat2listw(www2)

Moran I statistic standard deviate = -9.3153, p-value < 2.2e-16

alternative hypothesis: two.sided

sample estimates:

Moran I statistic	Expectation	Variance
-0.771346598	-0.031250000	0.006312184



Moran's I test under randomisation

data: PDRB2013

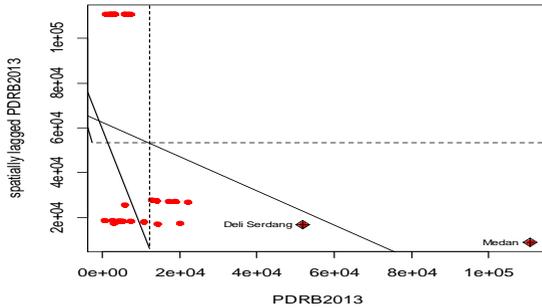
weights: mat2listw(www2)

Moran I statistic standard deviate = -9.1996, p-value < 2.2e-16

alternative hypothesis: two.sided

sample estimates:

Moran I statistic	Expectation	Variance
-0.764299588	-0.031250000	0.006349324



Moran's I test under randomisation

data: PDRB2014

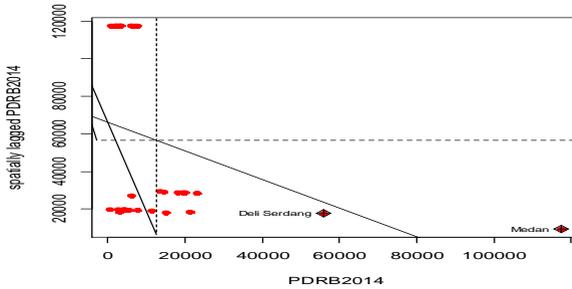
weights: mat2listw(www2)

Moran I statistic standard deviate = -9.1526, p-value < 2.2e-16

alternative hypothesis: two.sided

sample estimates:

Moran I statistic	Expectation	Variance
-0.761152677	-0.031250000	0.006359713



Lampiran 6. Output Korelasi Pearson dan Variance Inflation Factors (VIF)

a. Korelasi Pearson

PDRB	PAD	BM	
PAD	0.800		
	0.000		
BM	0.635	0.636	
	0.000	0.000	
RTPL	0.432	0.348	0.033
	0.000	0.000	0.743

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

b. Variance Inflation Factors (VIF)

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	-17.635	2.671	-6.60	0.000	
PAD	0.56052	0.08233	6.81	0.000	2.050
BM	0.5730	0.1481	3.87	0.000	1.803
RTPL	1.2843	0.3308	3.88	0.000	1.221

Lampiran 7. Output Uji Dependensi Spasial

a. Bobot Queen Contiguity

1. Pooling Regression

Ordinary Least-squares Estimates

Dependent Variable = Y

R-squared = 0.7126

Rbar-squared = 0.7035

sigma² = 0.3524

Durbin-Watson = 0.9214

Nobs, Nvars = 99, 4

Variable	Coefficient	t-statistic	t-probability
intercept	-17.635271	-6.602708	0.000000
x1	0.560524	6.808303	0.000000
x2	0.572953	3.869832	0.000200
x3	1.284315	3.882708	0.000191

loglikols = -86.8039

LM test no spatial lag, probability = 13.3283, 0.000

robust LM test no spatial lag, probability = 0.7032, 0.402

LM test no spatial error, probability = 16.7858, 0.000

robust LM test no spatial error, probability = 4.1607, 0.041

2. Spatial Fixed Effects

Dependent Variable = Y

R-squared = 0.5334

Rbar-squared = 0.5237

sigma² = 0.0011

Durbin-Watson = 1.1278

Nobs, Nvars = 99, 3

Variable	Coefficient	t-statistic	t-probability
x1	0.088915	7.545239	0.000000
x2	0.038584	3.088550	0.002630
x3	0.197185	2.208216	0.029610

FE_rsqr2 = 0.9991
 Loglikfe = 199.7993

LM test no spatial lag, probability = 100.0775, 0.000
 robust LM test no spatial lag, probability = 57.8190, 0.000
 LM test no spatial error, probability = 50.2091, 0.000
 robust LM test no spatial error, probability = 7.9506, 0.005

3. *Spatial Random Effects*

Dependent Variable = Y

R-squared = 0.0205

Rbar-squared = 0.0001

sigma² = 0.0001

Durbin-Watson = 2.1054

Nobs, Nvars = 99, 3

Variable	Coefficient	t-statistic	t-probability
x1	-0.004695	-1.008544	0.315729
x2	0.002937	0.717541	0.474783
x3	-0.025486	-0.919461	0.360159

LM test no spatial lag, probability = 0.9114, 0.340
 robust LM test no spatial lag, probability = 0.1664, 0.683
 LM test no spatial error, probability = 1.0045, 0.316
 robust LM test no spatial error, probability = 0.2595, 0.610

b. Bobot Costumize

1. *Pooling Regression*

Ordinary Least-squares Estimates

Dependent Variable = Y

R-squared = 0.7126

Rbar-squared = 0.7035

sigma² = 0.3524

Durbin-Watson = 0.9214

Nobs, Nvars = 99, 4

Variable	Coefficient	t-statistic	t-probability
intercept	-17.635271	-6.602708	0.000000
x1	0.560524	6.808303	0.000000
x2	0.572953	3.869832	0.000200
x3	1.284315	3.882708	0.000191

loglikols = -86.8039

LM test no spatial lag, probability = 0.9213, 0.337
 robust LM test no spatial lag, probability = 5.4387, 0.020
 LM test no spatial error, probability = 10.1652, 0.001
 robust LM test no spatial error, probability = 14.6825, 0.000

2. *Spatial Fixed Effects*

Ordinary Least-squares Estimates

Dependent Variable = Y
 R-squared = 0.5334
 Rbar-squared = 0.5237
 sigma² = 0.0011
 Durbin-Watson = 1.1278
 Nobs, Nvars = 99, 3

Variable	Coefficient	t-statistic	t-probability
x1	0.088915	7.545239	0.000000
x2	0.038584	3.088550	0.002630
x3	0.197185	2.208216	0.029610

FE_rsqr2 = 0.9991

loglikfe = 199.7993

LM test no spatial lag, probability = 102.8456, 0.000
 robust LM test no spatial lag, probability = 39.4017, 0.000
 LM test no spatial error, probability = 63.5684, 0.000
 robust LM test no spatial error, probability = 0.1245, 0.724

3. *Spatial Random Effects*

Dependent Variable = Y
 R-squared = 0.0205
 Rbar-squared = 0.0001
 sigma² = 0.0001
 Durbin-Watson = 2.1054
 Nobs, Nvars = 99, 3

Variable	Coefficient	t-statistic	t-probability
x1	-0.004695	-1.008544	0.315729
x2	0.002937	0.717541	0.474783
x3	-0.025486	-0.919461	0.360159

LM test no spatial lag, probability = 0.1508, 0.698
 robust LM test no spatial lag, probability = 0.0162, 0.899
 LM test no spatial error, probability = 0.1633, 0.686
 robust LM test no spatial error, probability = 0.0287, 0.865

Lampiran 8. Output Pemodelan Spasial Data Panel

1. *Spatial Autoregressive Model (SAR)*

a. Bobot *Queen Contiguity*

Pooled model with spatially lagged dependent variable, no fixed effects

Dependent Variable = Y

R-squared = 0.7550
 corr-squared = 0.7056
 sigma^2 = 0.2883
 Nobs,Nvar,#FE = 99, 5, 4
 log-likelihood = -80.232512
 # of iterations = 1
 min and max rho = -1.4004, 1.0000
 total time in secs = 0.4680
 time for optimiz = 0.1100
 time for lndet = 0.0160
 time for eigs = 0.1870
 time for t-stats = 0.0150
 No lndet approximation used

Variable	Coefficient	Asymptot t-stat	z-probability
intercept	-15.617562	-6.321869	0.000000
X1	0.404444	4.869654	0.000001
X2	0.614373	4.586859	0.000004
X3	0.660944	2.046756	0.040682
W*dep.var.	0.303610	3.744653	0.000181

Pooled model with spatially lagged dependent variable and spatial fixed effects
 Dependent Variable = Y

R-squared = 0.9998
 corr-squared = 0.7865
 sigma^2 = 0.0003
 Nobs,Nvar,#FE = 99, 4, 36
 log-likelihood = 265.93138
 # of iterations = 1
 min and max rho = -1.4004, 1.0000
 total time in secs = 0.1250
 time for optimiz = 0.0000
 time for lndet = 0.0150
 time for eigs = 0.0470
 time for t-stats = 0.0160
 No lndet approximation used

Variable	Coefficient	Asymptot t-stat	z-probability
X1	0.015874	2.390300	0.016835
X2	0.006261	0.940979	0.346716
X3	0.026677	0.556963	0.577552
W*dep.var.	0.765592	15.583051	0.000000

Mean intercept and spatial fixed effects

Variable	Coefficient	Asymptot t-stat	z-probability
intercept	1.419592	6.176326	0.000000
sfe 1	-0.148645	-0.718218	0.472623
sfe 2	0.168396	0.740871	0.458772
sfe 3	0.278245	1.208826	0.226730

sfe 4	0.748345	3.253342	0.001141
sfe 5	-0.157523	-0.673920	0.500362
sfe 6	-0.581614	-2.509173	0.012101
sfe 7	0.752144	3.232630	0.001227
sfe 8	0.884661	3.783365	0.000155
sfe 9	0.518046	2.194711	0.028184
sfe 10	0.600720	2.606565	0.009146
sfe 11	-0.172918	-0.735045	0.462312
sfe 12	1.333797	5.541834	0.000000
sfe 13	0.692734	2.937112	0.003313
sfe 14	0.663071	3.194174	0.001402
sfe 15	0.174022	0.747276	0.454897
sfe 16	-1.784023	-7.888876	0.000000
sfe 17	-0.070797	-0.304443	0.760790
sfe 18	0.242448	1.028369	0.303776
sfe 19	0.420471	1.801117	0.071685
sfe 20	-0.322590	-1.432224	0.152080
sfe 21	0.000670	0.002964	0.997635
sfe 22	0.545492	2.373437	0.017623
sfe 23	0.561506	2.425392	0.015292
sfe 24	-0.089862	-0.423372	0.672024
sfe 25	-0.980365	-4.559498	0.000005
sfe 26	-0.725716	-3.101437	0.001926
sfe 27	-1.142052	-4.874001	0.000001
sfe 28	-0.654405	-2.777826	0.005472
sfe 29	-1.281675	-5.464256	0.000000
sfe 30	1.304483	5.350570	0.000000
sfe 31	-1.243250	-5.276309	0.000000
sfe 32	-0.659267	-2.826054	0.004713
sfe 33	0.125451	0.542361	0.587570

LR-test joint significance spatial fixed effects, degrees of freedom and probability =
726.3437, 33, 0.0000

Pooled model with spatially lagged dependent variable and spatial random effects

Dependent Variable = Y

R-squared = 0.9997

corr-squared = 0.0027

sigma^2 = 0.0003

Nobs,Nvar = 99, 4

log-likelihood = 96.995717

of iterations = 5

min and max rho = -1.4004, 1.0000

total time in secs = 0.3430

time for optimiz = 0.3120

time for lndet = 0.0160

time for eigs = 0.0150

No lndet approximation used

Variable	Coefficient	Asymptot t-stat	z-probability
X1	0.014058	1.914438	0.055564
X2	0.008960	1.295107	0.195283
X3	0.136635	3.237405	0.001206
W*dep.var.	0.839587	25.806105	0.000000
teta	0.013156	5.744721	0.000000

LR-test joint significance spatial random effects, degrees of freedom and probability = 388.4723, 1, 0.0000

b. Bobot *Customize*

Pooled model with spatially lagged dependent variable, no fixed effects

Dependent Variable = Y

R-squared = 0.7160
 corr-squared = 0.7236
 sigma² = 0.3342
 Nobs,Nvar,#FE = 99, 5, 4
 log-likelihood = -86.220224
 # of iterations = 1
 min and max rho = -1.5854, 1.0000
 total time in secs = 0.5000
 time for optimiz = 0.1090
 time for lndet = 0.0150
 time for eigs = 0.1870

No lndet approximation used

Variable	Coefficient	Asymptot t-stat	z-probability
intercept	-15.849966	-5.206784	0.000000
X1	0.543973	6.689611	0.000000
X2	0.574641	3.985474	0.000067
X3	1.089301	2.970465	0.002973
W*dep.var.	-0.065328	-1.228558	0.219238

Pooled model with spatially lagged dependent variable and spatial fixed effects

Dependent Variable = Y

R-squared = 0.9999
 corr-squared = 0.8960
 sigma² = 0.0002
 Nobs,Nvar,#FE = 99, 4, 36
 log-likelihood = 300.18758
 # of iterations = 1
 min and max rho = -1.5854, 1.0000
 total time in secs = 0.1250
 time for optimiz = 0.0150
 time for lndet = 0.0310
 time for eigs = 0.0310

No lndet approximation used

Variable	Coefficient	Asymptot t-stat	z-probability
X1	0.001832	0.391591	0.695361
X2	0.008014	1.643467	0.100286
X3	-0.007239	-0.208653	0.834719
W*dep.var.	0.949609	56.204634	0.000000

Mean intercept and spatial fixed effects

Variable	Coefficient	Asymptot t-stat	z-probability
intercept	-1.002092	-5.969441	0.000000
sfe 1	-2.645207	-17.499509	0.000000
sfe 2	-1.383645	-8.334780	0.000000
sfe 3	-1.339620	-7.968502	0.000000
sfe 4	0.937578	5.580778	0.000000
sfe 5	0.766641	4.490707	0.000007
sfe 6	0.707782	4.180755	0.000029
sfe 7	1.357506	7.988334	0.000000
sfe 8	1.460585	8.552389	0.000000
sfe 9	2.385308	13.836070	0.000000
sfe 10	0.881481	5.236827	0.000000
sfe 11	1.720107	10.011248	0.000000
sfe 12	3.028478	17.228503	0.000000
sfe 13	1.621837	9.415013	0.000000
sfe 14	-2.112019	-13.930155	0.000000
sfe 15	-2.135520	-12.555665	0.000000
sfe 16	-1.365733	-8.268748	0.000000
sfe 17	-2.467824	-14.530023	0.000000
sfe 18	1.777418	10.322379	0.000000
sfe 19	1.448862	8.497522	0.000000
sfe 20	-1.503371	-9.138730	0.000000
sfe 21	-1.540198	-9.324059	0.000000
sfe 22	1.113745	6.634900	0.000000
sfe 23	1.026823	6.072708	0.000000
sfe 24	-2.716205	-17.521329	0.000000
sfe 25	-3.352864	-21.350320	0.000000
sfe 26	0.204327	1.195589	0.231857
sfe 27	0.700969	4.095983	0.000042
sfe 28	1.285174	7.469295	0.000000
sfe 29	0.119937	0.700111	0.483858
sfe 30	4.247738	23.854960	0.000000
sfe 31	0.290618	1.688705	0.091276
sfe 32	-2.131338	-12.509229	0.000000
sfe 33	-2.389373	-14.143482	0.000000

LR-test joint significance spatial fixed effects, degrees of freedom and probability = 796.3842, 33, 0.0000

Pooled model with spatially lagged dependent variable and spatial random effects

Dependent Variable = Y

R-squared = 0.9998

```

corr-squared    = 0.0000
sigma^2        = 0.0002
Nobs,Nvar      = 99, 4
log-likelihood  = 99.145527
# of iterations = 7
min and max rho = -1.5854, 1.0000
total time in secs = 0.5000
time for optimiz = 0.4690
time for lndet  = 0.0160
time for eigs   = 0.0150

```

No lndet approximation used

Variable	Coefficient	Asymptot t-stat	z-probability
X1	0.009775	1.780777	0.074949
X2	0.010005	1.800692	0.071751
X3	-0.004359	-0.122161	0.902772
W*dep.var.	0.858596	20.829184	0.000000
teta	0.005025	5.744587	0.000000

LR-test joint significance spatial random effects, degrees of freedom and probability = 394.3001, 1, 0.0000

2. Spatial Error Model (SEM)

a. Bobot *Queen Contiguity*

Pooled model with spatial error autocorrelation, no fixed effects

```

Dependent Variable = Y
R-squared          = 0.7000
corr-squared       = 0.7037
sigma^2           = 0.2620
log-likelihood     = -77.71822
Nobs,Nvar,#FE     = 99, 4, 4
# iterations       = 16
min and max rho   = -1.4004, 1.0000
total time in secs = 0.4830
time for optimiz  = 0.1250
time for lndet    = 0.0150
time for eigs     = 0.2030

```

No lndet approximation used

Variable	Coefficient	Asymptot t-stat	z-probability
intercept	-16.106947	-6.119846	0.000000
X1	0.493746	6.258768	0.000000
X2	0.655024	5.215228	0.000000
X3	0.848358	2.398385	0.016468
spat.aut.	0.476577	5.237326	0.000000

Pooled model with spatial error autocorrelation and spatial fixed effects

Dependent Variable = Y
 R-squared = 0.9981
 corr-squared = 0.0366
 sigma^2 = 0.0003
 log-likelihood = 261.68939
 Nobs,Nvar,#FE = 99, 3, 36
 # iterations = 16
 min and max rho = -1.4004, 1.0000
 total time in secs = 1.9030
 time for optimiz = 1.8100
 time for lndet = 0.0160
 time for eigs = 0.0310

No lndet approximation used

Variable	Coefficient	Asymptot t-stat	z-probability
X1	-0.002251	-0.271739	0.785823
X2	0.003592	0.517327	0.604928
X3	-0.033397	-0.752605	0.451688
spat.aut.	0.834609	21.413389	0.000000

Mean intercept and spatial fixed effects

Variable	Coefficient	Asymptot t-stat	z-probability
intercept	8.847986	38.284870	0.000000
sfe 1	-1.207352	-5.801721	0.000000
sfe 2	0.067986	0.297472	0.766106
sfe 3	0.117160	0.506211	0.612708
sfe 4	-0.173721	-0.751096	0.452595
sfe 5	-0.331299	-1.409613	0.158654
sfe 6	-0.389287	-1.670251	0.094870
sfe 7	1.028226	4.395009	0.000011
sfe 8	1.122448	4.774015	0.000002
sfe 9	1.184853	4.992174	0.000001
sfe 10	-0.227694	-0.982570	0.325819
sfe 11	0.561002	2.371670	0.017708
sfe 12	2.130588	8.803989	0.000000
sfe 13	1.273572	5.370246	0.000000
sfe 14	-0.674331	-3.230637	0.001235
sfe 15	-0.682338	-2.914020	0.003568
sfe 16	-2.328141	-10.238590	0.000000
sfe 17	-1.014606	-4.339167	0.000014
sfe 18	0.845662	3.567336	0.000361
sfe 19	1.109231	4.725459	0.000002
sfe 20	-0.054441	-0.240383	0.810033
sfe 21	-0.090749	-0.399049	0.689857
sfe 22	0.801442	3.467988	0.000524
sfe 23	0.721950	3.101350	0.001926
sfe 24	-1.279615	-5.995709	0.000000
sfe 25	-1.914426	-8.854907	0.000000
sfe 26	-0.856754	-3.641400	0.000271

sfe 27	-0.392119	-1.664309	0.096051
sfe 28	0.154734	0.653222	0.513613
sfe 29	-0.740887	-3.141384	0.001682
sfe 30	2.897075	11.817824	0.000000
sfe 31	-0.042453	-0.179182	0.857795
sfe 32	-0.678114	-2.890933	0.003841
sfe 33	-0.937605	-4.031338	0.000055

LR-test joint significance spatial fixed effects, degrees of freedom and probability = 717.8610, 33, 0.0000

Pooled model with spatial error autocorrelation and spatial random effects

Dependent Variable = Y

R-squared = 0.9967

corr-squared = 0.4013

sigma² = 0.0039

Nobs,Nvar = 99, 3

log-likelihood = 25.440769

of iterations = 8

min and max rho = -8063653879982524.0000, 1.0000

total time in secs = 0.3430

time for optimiz = 0.3270

Variable	Coefficient	Asymptot t-stat	z-probability
X1	0.143785	6.354728	0.000000
X2	0.071495	3.010767	0.002606
X3	1.046145	10.327542	0.000000
spat.aut.	0.233389	1.717599	0.085870
teta	242.160955	4.315194	0.000016

LR-test joint significance spatial random effects, degrees of freedom and probability = 245.3637, 1, 0.0000

b. Bobot *Customize*

Pooled model with spatial error autocorrelation, no fixed effects

Dependent Variable = Y

R-squared = 0.7023

corr-squared = 0.7023

sigma² = 0.2693

log-likelihood = -77.912501

Nobs,Nvar,#FE = 99, 4, 4

iterations = 18

min and max rho = -1.5854, 1.0000

total time in secs = 0.4990

time for optimiz = 0.1250

time for lndet = 0.0310

time for eigs = 0.1870

No lndet approximation used

Variable	Coefficient	Asymptot t-stat	z-probability
intercept	-16.095231	-7.692122	0.000000
X1	0.594437	9.361350	0.000000
X2	0.545756	4.337858	0.000014
X3	0.943151	2.941632	0.003265
spat.aut.	0.669596	7.635008	0.000000

Pooled model with spatial error autocorrelation and spatial fixed effects

Dependent Variable = Y

R-squared = 0.9982
 corr-squared = 0.2828
 sigma^2 = 0.0002
 log-likelihood = 301.25051
 Nobs,Nvar,#FE = 99, 3, 36
 # iterations = 17
 min and max rho = -1.5854, 1.0000
 total time in secs = 0.1250
 time for optimiz = 0.0150
 time for lndet = 0.0310
 time for eigs = 0.0310

No lndet approximation used

Variable	Coefficient	Asymptot t-stat	z-probability
X1	0.001836	0.373236	0.708973
X2	0.008826	2.017402	0.043654
X3	-0.011541	-0.347642	0.728109
spat.aut.	0.967595	84.204182	0.000000

Mean intercept and spatial fixed effects

Variable	Coefficient	Asymptot t-stat	z-probability
intercept	8.579958	52.374672	0.000000
sfe 1	-1.193954	-8.094018	0.000000
sfe 2	0.070235	0.433544	0.664619
sfe 3	0.113880	0.694150	0.487588
sfe 4	-0.173742	-1.059748	0.289259
sfe 5	-0.332113	-1.993513	0.046205
sfe 6	-0.386579	-2.339934	0.019287
sfe 7	1.024538	6.178073	0.000000
sfe 8	1.118905	6.713733	0.000000
sfe 9	1.175087	6.984710	0.000000
sfe 10	-0.224963	-1.369546	0.170829
sfe 11	0.556029	3.316197	0.000913
sfe 12	2.112383	12.314194	0.000000
sfe 13	1.265590	7.528648	0.000000
sfe 14	-0.660901	-4.466885	0.000008
sfe 15	-0.681167	-4.103927	0.000041
sfe 16	-2.319426	-14.390133	0.000000
sfe 17	-1.013432	-6.114442	0.000000

sfe 18	0.840795	5.003691	0.000001
sfe 19	1.108575	6.662552	0.000000
sfe 20	-0.049895	-0.310804	0.755950
sfe 21	-0.086611	-0.537295	0.591064
sfe 22	0.801687	4.893996	0.000001
sfe 23	0.723012	4.381694	0.000012
sfe 24	-1.263884	-8.354527	0.000000
sfe 25	-1.900344	-12.400268	0.000000
sfe 26	-0.855196	-5.127803	0.000000
sfe 27	-0.392985	-2.353124	0.018616
sfe 28	0.151550	0.902574	0.366752
sfe 29	-0.740386	-4.428745	0.000009
sfe 30	2.871151	16.522936	0.000000
sfe 31	-0.046233	-0.275292	0.783092
sfe 32	-0.676382	-4.067997	0.000047
sfe 33	-0.935223	-5.672803	0.000000

LR-test joint significance spatial fixed effects, degrees of freedom and probability = 798.5100, 33, 0.0000

Pooled model with spatial error autocorrelation and spatial random effects

Dependent Variable = Y

R-squared = 0.9967

corr-squared = 0.3329

sigma² = 0.0039

Nobs,Nvar = 99, 3

log-likelihood = 28.138185

of iterations = 7

min and max rho = -1.5854, 1.0000

total time in secs = 0.2960

time for optimiz = 0.2810

time for t-stats = 0.0150

Variable	Coefficient	Asymptot t-stat	z-probability
X1	0.139917	6.580855	0.000000
X2	0.078203	3.466579	0.000527
X3	1.019354	11.098662	0.000000
spat.aut.	-0.304442	-1.722362	0.085004
teta	205.529464	4.536517	0.000006

LR-test joint significance spatial random effects, degrees of freedom and probability = 252.2854, 1, 0.0000

DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
Lampiran 1	Data Asli Penelitian.....97
Lampiran 2	Data Panel Hasil Transformasi \ln102
Lampiran 3	Pembobot Spasial .....107
Lampiran 4	<i>Syntax R Moran's I dan Moran's Scatterpot</i>.....109
Lampiran 5	Output <i>Moran's I dan Moran's Scatterplot</i>.....109
Lampiran 6	Output Korelasi Pearson dan <i>Variance Inflation Factors (VIF)</i> .....112
Lampiran 7	Output Uji Dependensi Spasial .....113
Lampiran 8	Output Pemodelan Spasial Data Panel.....115

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini disimpulkan mengenai hasil dan pembahasan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya dan untuk menjawab rumusan masalah pada bab pertama serta memberikan saran yang membangun untuk manfaatnya penelitian ini maupun sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

1. Model pertumbuhan ekonomi yang terbentuk yaitu menggunakan model SAR *pooled* dengan pembobot *queen contiguity* pada $\alpha = 5\%$. Model tersebut memiliki nilai R^2 , tinggi yaitu 0,7550 dan σ^2 rendah yaitu 0,2883 dengan nilai $corr^2$ yaitu 0,7056. Variabel yang signifikan pada model adalah pendapatan asli daerah (X_1), belanja modal (X_2) dan rumah tangga pengguna listrik (X_4). Melalui pengujian interaksi spasial serta efek spasial pada model diperoleh hasil bahwa terdapat interaksi spasial serta efek spasial pada masing-masing kabupaten/kota yang diteliti. Sedangkan pada model yang *fixed effects* dan *random effects* mempunyai variabel yang tidak signifikan dan bernilai negatif. Hal ini disebabkan karena ketersediaan dan terbatasnya pada data *time series* yang hanya menggunakan tiga tahun yaitu tahun 2012, 2013 dan 2014 sebagai data penelitian. Model SAR *pooled* yang dipilih dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\ln \hat{Y}_{it} = 0,3036 \sum_{j=1}^{33} w_{ij} \ln Y_{jt} - 15,6176 + 0,4044 \ln X_1 + 0,6144 \ln X_2 + 0,6609 \ln X_4$$

2. Berdasarkan hasil *explanatory spatial data analysis* diperoleh kesimpulan bahwa terdapat indikasi bahwa terjadi autokorelasi spasial antar kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara baik pada pembobot *queen contiguity* maupun pembobot *customize*.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. PDRB kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara selain berkaitan dengan input dari kabupaten/kota itu sendiri juga sangat berkaitan dengan input dari kabupaten/kota di sekitarnya. Maka dari itu diperlukan adanya kebijakan pada tingkat provinsi untuk meningkatkan koordinasi antar kabupaten/kota untuk mencapai pemerataan dalam pembangunan ekonomi masing-masing kabupaten/kota sehingga diharapkan dapat terjadi pertumbuhan ekonomi yang berkesinambungan.
2. Pada penelitian ini hanya membahas mengenai kajian estimasi parameter dari model SAR dan SEM mencakup model panel *pooled*, *fixed effects* dan *random effects*, sehingga untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan kajian mengenai sifat-sifat statistik dari estimasi parameter dan untuk penggunaan data baik pada data *time series* maupun *cross section* lebih diperhatikan untuk mendapatkan model yang terbaik.
3. Oleh karena terjadi multikolinearitas antara variabel independen, dilakukan pengeluaran variabel tenaga kerja (X_3) dan rata-rata lama sekolah (X_5) yang menyebabkan terjadinya kesalahan spesifikasi model pertumbuhan ekonomi Mankiw-Romer-Weil. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dikembangkan metode untuk mengatasi multikolinearitas pada model spasial data panel tanpa mengeluarkan variabel sehingga tidak terjadi kesalahan spesifikasi model.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, I.S. (2012). *Analisis Empiris Pertumbuhan Ekonomi Regional Di Provinsi Jawa Tengah Dengan Pendekatan Sistem Persamaan Simultan Spasial*, Thesis Master, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Arsyad, L. (1999). *Pengantar Perencanaan dan Pembangunan Ekonomi Daerah*, Edisi Pertama, BPFE, Yogyakarta
- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Models*, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- _____.(2005). *Exploring Spatial Data with GeoDa: A Workbook*, University of Illinois, Champaign Urbana.
- Baltagi, B.H. (2005). *Econometrics Analysis of Panel Data*, 3rd edition, John Wiley & Sons Ltd, England.
- Baltagi, B.H., Blien, U. & Wolf, K. (2012), “A Dynamic Spatial Panel Data Approach to The German Wage Curve”, *Economic Modelling*, Elsevier, Vol. 29(1), hal. 12-21.
- Bank Indonesia. (2015). *Kajian Ekonomi dan Keuangan Regional Provinsi Sumatera Utara Triwulan IV- 2014*. Diakses pada 20 Januari, 2016, dari www.bi.go.id.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2016). *Sumatera Utara Dalam Angka 2015*. Diakses pada 20 Januari, 2016, dari www.sumut.bps.go.id.
- _____.(2015). *Sumatera Utara Dalam Angka 2014*. Diakses pada 20 Januari, 2016, dari www.sumut.bps.go.id.
- _____.(2014). *Sumatera Utara Dalam Angka 2013*. Diakses pada 20 Januari, 2016, dari www.sumut.bps.go.id.
- Ciarreta, A. & Zarraga, A. (2010). “Economic Growth-Electricity Consumption Causality in 12 European Countries: A Dynamic Panel Data Approach”, *Energy Policy*, Vol. 38, hal. 3790–3796.

- Debarsy, N. & Ertur, C. (2010). Testing for Spatial Autocorrelation in a Fixed Effect Panel Data Model. *Regional Science and Urban Economics*, 40,453-470.
- Edi, Y.S. (2012). *Quasi-Maximum Likelihood untuk Regresi Panel Spasial (Studi Kasus: Laju Pertumbuhan Ekonomi Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur 2007 – 2009)*, Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Elhorst, J.P. (2003). “Specification and Estimation of Spatial Panel Data Models”, *International Regional Science Review* 26, Vol. 3, hal. 244–268.
- _____ (2010). “Spatial Panel Data Models” dalam *Handbook of Applied Spatial Analysis*, eds. Fischer, Manfred, M. and Getis, A., Springer, Berlin, hal. 377–407.
- _____ (2013). “Spatial Panel Models”, dalam *Handbook of Regional Science*, eds. Fischer, Manfred, M. and Nijkamp, P., Springer, Berlin, Ch. 8.2.
- _____ (2014). *Spatial Econometrics: From Cross-Sectional Data to Spatial Panels*, Springer, Heidelberg, New York, Dordrecht, London.
- Gujarati, D.N. (2009). *Basic Econometric 5th Edition* . New York: McGraw Hill Companies Inc.
- LeSage, J.P. (1999). *Spatial Econometrics*, www.spatial-econometrics.com/html/wbook.pdf.
- LeSage, J.P. & Pace, R.K. (2009). *Introduction to Spatial Econometrics*, CRC Press Taylor & Francis Group, USA.
- Marsono. (2013). *Pemodelan Pengangguran Terbuka di Indonesia dengan Pendekatan Ekonometrika Spasial Data Panel*, Thesis (Tidak Dipublikasikan), Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Mildino, S. (2011). *Pemilihan Model Fixed Effects dan Random Effects pada Pemodelan Ekonometrika Spasial Data Panel (Studi Kasus: Pemodelan Indeks Rasio Gini Provinsi di Pulau Jawa)*, Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

- Perobelli, F.S. & Haddad, E.A. (2003). “An Exploratory Spatial Data Analysis of Brazilian Interregional Trade (1985-1996)”, *Discussion Paper of The Regional Economics Applications Laboratory University of Illinois*, Champaign USA.
- Sardadvar, S. (2011). *Economic Growth in The Region of Europe*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Setiawan & Kusrini, D.E. (2010). *Ekonometrika*, Andi, Yogyakarta.
- Tobler, W.R. (1970). “A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region. Economic Geography”. *Proceedings of International Geographical Union. Commission on Quantitative Methods*, Vol. 46, hal. 234-240.
- Utami, N.K.T. (2015). *Pemodelan Pertumbuhan Ekonomi Provinsi Bali Dengan Menggunakan Model Ekonometrika Spasial Data Panel*, Thesis (Tidak Dipublikasikan), Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Widarjono, A. (2013). *Ekonometrika Pengantar dan Aplikasinya Disertai Panduan EViews*. Yogyakarta: UPP STIM YKPN.

BIODATA PENULIS



Penulis Tugas Akhir ini bernama Ongki Novriandi Purba. Penulis dilahirkan di Simpang Empat pada tanggal 5 Nopember 1992 dan merupakan anak kedua dari pasangan Edi Warman Purba dan Tiomaria Saragih. Penulis menyelesaikan pendidikan formal di SD Negeri 0102028 Simpang Empat, SMP Negeri 1 Simpang Empat, SMA Negeri 2 Kisaran.

Penulis masuk D3 Statistika Universitas Sumatera Utara 2010. Setelah menyelesaikan pendidikan Diploma, penulis mengikuti ujian masuk Program Lintas Jalur Statistika ITS Surabaya dan diterima pada tahun 2014.

Penulis juga pernah menerima beasiswa Bank Indonesia dan aktif dalam komunitas penerima beasiswa Bank Indonesia yaitu Generasi Baru Indonesia dan selama mengikuti perkuliahan juga ikut terlibat magang di Bank Indonesia. Penulis memiliki hobi membaca, travelling, bernyanyi dan bermain musik. Segala kritik, saran dan pertanyaan untuk penulis dapat dikirimkan melalui alamat email ongkinovriandipurba@gmail.com.