



TESIS SS09-2304

**PEMODELAN FAKTOR PEREKONOMIAN DI JAWA
TIMUR MENGGUNAKAN *SEEMINGLY UNRELATED
REGRESSION - SPATIAL DURBIN MODEL***

LIYA MISDIATI
NRP. 1312 201 903

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Ir. Setiawan, MS

PROGRAM MAGISTER
JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2014



THESIS SS09-2304

**ECONOMIC FACTORS MODELING IN EAST JAVA
USING SEEMINGLY UNRELATED REGRESSION -
SPATIAL DURBIN MODEL**

LIYA MISDIATI
NRP. 1312 201 903

SUPERVISOR
Dr. Ir. Setiawan, MS

PROGRAM OF MAGISTER
DEPARTMENT OF STATISTICS
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES
INSTITUTE OF TECHNOLOGY SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2014

Pemodelan Faktor Perekonomian di Jawa Timur Menggunakan *Seemingly Unrelated Regression-Spatial Durbin Model*

Nama Mahasiswa : Liya Misdiati
NRP : 1312 201 903
Jurusan : Statistika FMIPA-ITS
Pembimbing : Dr. Ir.Setiawan, MS

ABSTRAK

Jawa timur, salah satu provinsi yang memiliki sumbangan cukup tinggi yakni 16% dari pertumbuhan ekonomi nasional, merupakan daerah yang potensial baik dari segi ekonomi maupun geografis. Kemajuan perekonomian di Jawa Timur tidak terlepas dari beberapa faktor ekonomi diantaranya adalah jumlah kemiskinan, pengangguran, dan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) (BPS, Jatim). Berdasarkan data BPS Jatim, tercatat sebanyak 5.226.800 jiwa penduduk masih miskin dan 802.412 penduduk menganggur dengan PDRB sebesar 1251,12 triliun rupiah. Hal tersebut menunjukkan bahwa angka kemiskinan dan pengangguran di Jatim masih tinggi, pemerintah daerah selaku pengatur kebijakan ekonomi berkewajiban untuk menurunkan angka tersebut melalui upaya yang tepat guna. Upaya pemberantasan kemiskinan, pengangguran dan peningkatan nilai PDRB dapat tercapai jika diketahui faktor penyebabnya melalui suatu pemodelan statistik. Ekonometrika spasial sebagai ilmu yang menerapkan teori ekonomi, matematika ekonomi, dan statistika ekonomi merupakan pilihan yang tepat untuk memodelkan ketiga faktor ekonomi tersebut karena berdasarkan hukum I Tobler diduga, kemiskinan di suatu wilayah berhubungan erat dengan kemiskinan di wilayah lain, begitu juga untuk pengangguran dan PDRB sehingga pemodelan menggunakan analisis spasial akan lebih tepat. Penelitian sebelumnya mendapatkan hasil bahwa terdapat hubungan diantara ketiga faktor ekonomi tersebut tetapi belum memperhatikan efek spasial. Oleh karena itu pada penelitian ini dimodelkan ketiga faktor ekonomi dengan memperhatikan efek spasialnya. *Seemingly Unrelated Regression- Spatial Durbin Model* (SUR-SDM) merupakan metode yang menangkap efek spasial pada variabel dependent dan independent. Dengan membandingkan bobot *Customize* dan *Queen Contiguity* metode ini digunakan untuk memodelkan kemiskinan, pengangguran dan PDRB di Jatim dengan kriteria kebaikan model *R-Square* dan *Root Mean Square Error* (RMSE). Hasilnya metode SUR-SDM dengan bobot *Customize* menghasilkan nilai *R-Square* yang lebih tinggi dari bobot *Queen Contiguity*.

Kata kunci : SUR Spasial, SUR-SDM, *R-Square*, RMSE, *Customize* , *Queen Contiguity*

Economic Factors Modeling in East Java Using *Seemingly Unrelated Regression-Spatial Durbin Model*

Name : Liya Misdiati
Student Identity Number : 1312 201 903
Department : Statistika FMIPA-ITS
Supervisor : Dr. Ir.Setiawan, MS

ABSTRACT

East Java, one of the provinces that have contributed quite high at 16% of national economic growth, is an area of potential both economically and geographically. Progress in East Java's economy can not be separated from economic factors including the amount of poverty, unemployment, and Gross Domestic Product (GDP) (BPS, East Java). Java Based on BPS data, there were 5.2268 million inhabitants are poor and unemployed with 802 412 inhabitants of 1251.12 trillion GDP. It shows that poverty and unemployment are still high in East Java, the local government as a regulator of economic policy are obliged to reduce these numbers through appropriate measures. Efforts to eradicate poverty, unemployment and an increase in the value of GDP can be achieved if known contributing factors through a statistical modeling. Spatial econometrics as a science that applies economic theory, mathematical economics, and economic statistics is the right choice for modeling the three economic factors such as under the law I allegedly Tobler, poverty in a region closely linked to poverty in other regions, as well as for unemployment and GDP so modeling using spatial analysis would be more appropriate. Previous studies have shown that there is a relationship between the results of the three factors of the economy but not the effects of spatial attention. Therefore this study modeled three economic factors to consider spatial effects. Seemingly Unrelated Regression- Spatial Durbin Model (SUR-SDM) is a method that captures the spatial effect on the dependent and independent variables. By comparing the weight of the Queen Contiguity and Customize this method is used to model the poverty, unemployment and GDP in East Java with goodness criteria models R-Square and Root Mean Square Error (RMSE). The result show that SUR-SDM with Customize weights produce higher R-square than Queen Contiguity weight.

KeyWords : *Spatial-SUR, SUR-SDM, R-Square, RMSE, Customize , Queen Contiguity*

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayahNya, tidak lupa shalawat dan salam dicurahkan kepada Nabi Muhammad SAW sehingga pada akhirnya penulis mampu menyelesaikan laporan Tesis yang berjudul :

“PEMODELAN FAKTOR PEREKONOMIAN DI JAWA TIMUR

**MENGGUNAKAN *SEEMINGLY UNRELATED REGRESSION-SPATIAL*
DURBIN MODEL”**

Dalam penulisan laporan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu dalam menyelesaikan rangkaian proses Tesis, khususnya kepada :

1. Kedua orang tua tercinta, Ibu Sulastri dan Bapak Suyitno atas semua yang dilakukan demi kebaikan penulis, baik doa, kerja keras, kesabaran, semangat, motivasi dan lain-lain yang tiada henti diberikan kepada penulis.
2. Bapak Dr.Ir.Setiawan, MS sebagai dosen pembimbing yang memberikan bimbingan, saran, semangat, waktu, dan do'a yang diberikan kepada penulis hingga laporan Tesis ini selesai.
3. Ibu Santi Puteri Rahayu, M.Si, PhD dan Bapak Dr. Brodjol Sutijo Suprih Ulama, M.Si selaku dosen penguji atas kritik dan saran demi sempurnanya Tesis ini.
4. Bapak Dr. Muhammad Mashuri, M.T. selaku Ketua Jurusan Statistika ITS dan Bapak Suhartono, M.Sc selaku ketua Program studi S2 Statistika ITS.
5. Ibu Dr.Irhamah, M.Sc selaku dosen wali atas kritik dan bimbingannya selama menempuh program Pasca Sarjana.
6. Seluruh dosen jurusan Stasistika ITS, atas ilmu yang telah diberikan selama penulis menempuh program Pasca Sarjana.
7. Staff Tata Usaha jurusan Statistika ITS, atas bantuan dan kerja sama yang diberikan selama penulis menempuh program Pasca Sarjana.
8. Saudara-saudara tercinta, Mas Mustakim, Adik Buchori, Adik Lina Misdiati untuk doa dan semangat yang tulus.

9. Mochammad Ridho Bayhaqi untuk dukungan, bantuan dan semangat yang diberikan tanpa henti.
10. Teman-teman seperjuangan Arum, Wahyu, Dian, Dinar, Iis, Khusnul, Elvira, dan Mike untuk doa, pertemanan, dan dukungannya selama perkuliahan.
11. Seluruh teman-teman program Pasca Sarjana Statistika 2012 atas dukungan dan kebersamaan yang indah selama ini.
12. Seluruh teman-teman program Magister Statistika 2012, penerima beasiswa FT Jerman untuk doa, dukungan, semangat dan kebersamaannya.
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu hingga pelaksanaan Tesis ini dapat selesai dengan baik.

Dalam Penulisan laporan ini penulis merasa masih banyak kekurangan-kekurangan baik pada teknis penulisan maupun materi, mengingat akan kemampuan yang dimiliki penulis. Untuk itu kritik dan saran dari semua pihak sangat penulis harapkan demi penyempurnaan pembuatan laporan ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga Allah memberikan imbalan yang setimpal pada mereka yang telah memberikan bantuan, dan dapat menjadikan semua bantuan ini sebagai ibadah, Amiin Yaa Robbal 'Alamiin.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Surabaya, Agustus 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Ekonometrika Spasial.....	5
2.2 Regresi Spasial.....	5
2.2.1 Dependensi Spasial.....	7
2.2.2 Heterogenitas Spasial.....	8
2.2.3 Pembobot Spasial.....	9
2.3 <i>Spatial Durbin Model</i>	11
2.4 <i>Seemingly Unrelated Regression (SUR)</i>	13
2.5 SUR- Spasial.....	15
2.5.1 SUR-SAR.....	16
2.5.2 SUR-SEM.....	17
2.5.3 SUR-SDM.....	17

2.6	Pengujian Efek Spasial Pada SUR	18
2.7	Ukuran Keباikan Model	21
2.8	Faktor Perekonomian Jawa Timur	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Sumber Data	23
3.2	Variabel Penelitian	24
3.3	Spesifikasi Model	27
3.3	Metode Analisis	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Estimasi Parameter Model SUR-SDM Menggunakan Metode <i>Maximum Likelihood Estimation</i>	31
4.1.1	Estimasi Parameter Model SUR-SDM	31
4.2	Penerapan Model SUR-SDM Dalam Pemodelan Faktor Perekonomian di Jawa Timur	33
4.2.1	Gambaran Umum Provinsi Jawa Timur	33
4.2.2	Deskripsi Faktor Perekonomian di Jawa Timur dan Variabel Prediktor yang Diduga Mempengaruhinya	34
4.2.2.1	Kemiskinan (Y_1)	34
4.2.2.2	Pengangguran (Y_2)	35
4.2.2.3	PDRB (Y_3)	36
4.2.2.4	Pertumbuhan Ekonomi (X_1)	37
4.2.2.5	Pendapatan Asli Daerah (X_2)	38
4.2.2.6	Belanja Modal Pemerintah (X_3)	39
4.2.2.7	Belanja Pegawai (X_4)	40
4.2.2.8	Dana Alokasi Umum (X_5)	41
4.2.2.9	Upah Minimum Regional (X_6)	42
4.2.2.10	Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (X_7)	43
4.2.2.11	Angka Buta Huruf (X_8)	44

4.2.2.12	Kepadatan Penduduk (X_9)	45
4.2.3	Deteksi Pola Hubungan Variabel Melalui Korelasi dan <i>Scatterplot</i>	46
4.2.4	Pemodelan Regresi Linear Berganda	51
4.2.5	Matriks Penimbang Spasial	53
4.2.6	Pengujian Aspek Spasial Pada SUR- Spasial	54
4.2.7	Estimasi Parameter Model SUR-SDM	55
4.2.7	Interpretasi Model SUR-SDM	57
BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan	59
5.2	Saran	59
DAFTAR PUSTAKA		61
LAMPIRAN		65

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Peta Kemiskinan Provinsi Jawa Timur	23
Gambar 3.2 Diagram Alir Metode Analisis	29
Gambar 4.1 Peta Kemiskinan Kabupaten/ Kota di Jawa Timur	35
Gambar 4.2 Peta Pengangguran Kabupaten/ Kota di Jawa Timur.....	36
Gambar 4.3 Peta PDRB Kabupaten/ Kota di Jawa Timur	37
Gambar 4.4 Peta Pertumbuhan Ekonomi Kabupaten/ Kota di Jawa Timur.....	38
Gambar 4.5 Peta Pendapatan Asli Daerah Kabupaten/ Kota di Jawa Timur	39
Gambar 4.6 Peta Belanja Modal Pemerintah Kabupaten/ Kota di Jawa Timur..	40
Gambar 4.7 Peta Belanja Pegawai Kabupaten/ Kota di Jawa Timur	41
Gambar 4.8 Peta Dana Alokasi Umum Kabupaten/ Kota di Jawa Timur.....	42
Gambar 4.9 Peta Upah Minimum Regional Kabupaten/ Kota di Jawa Timur....	43
Gambar 4.10 Peta Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja Kabupaten/ Kota di Jawa Timur.....	44
Gambar 4.11 Peta Angka Buta Huruf Kabupaten/ Kota di Jawa Timur	45
Gambar 4.12 Peta Kepadatan Penduduk Kabupaten/ Kota di Jawa Timur.....	46
Gambar 4.13 Pola Hubungan Antara Kemiskinan Terhadap Variabel Independen.....	48
Gambar 4.14 Pola Hubungan Antara Pengangguran Terhadap Variabel Independen.....	49
Gambar 4.15 Pola Hubungan Antara PDRB Terhadap Variabel Independen	50
Gambar 4.16 Peta Kabupaten/ Kota di Jawa Timur Matriks Pembobot <i>Queen</i> <i>Contiguity</i>	53
Gambar 4.17 Peta Kabupaten/ Kota di Jawa Timur Matriks Pembobot <i>Customize</i>	53

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Variabel Penelitian.....	27
Tabel 3.2 Struktur Data Variabel Penelitian	27
Tabel 4.1 Korelasi Variabel Dependen Terhadap Independen.....	47
Tabel 4.2 Korelasi Antar Variabel Independen	51
Tabel 4.3 Hasil Regresi Linear Berganda Setiap Variabel Respon.....	52
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Aspek Spasial SUR-Spasial.....	54
Tabel 4.4 Hasil Uji Langrange Multiplier SUR-Spasial	55
Tabel 4.4 Estimasi Model SUR-SDM Dengan Dua Bobot.....	56

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN 1. Turunan Pertama Fungsi In-likelihood Model SUR-SDM	59
LAMPIRAN 2. Estimasi Parameter Model SUR-SDM.....	67
LAMPIRAN 3. Turunan Kedua Fungsi In-likelihood Model SUR-SDM.....	68
LAMPIRAN 4. Data Faktor Perekonomian Beserta Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya.....	69
LAMPIRAN 5. Pembobot Spasial <i>Customize</i> Belum Distandartkan	72
LAMPIRAN 6. Hasil Estimasi Parameter Regresi Linear Berganda	73
LAMPIRAN 7. Hasil Estimasi Regresi Spasial	74
LAMPIRAN 8. Syntax Model Regresi Spasial Menggunakan software <i>R</i>	75
LAMPIRAN 8. M-file Estimasi Parameter Model SUR-SDM.....	79

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah kemiskinan dan pengangguran masih menjadi polemik berkepanjangan di berbagai wilayah termasuk di Jawa Timur. Kemiskinan timbul karena beberapa faktor diantaranya rendahnya kualitas angkatan kerja yang dipicu oleh tingginya angka buta huruf, rendahnya penguasaan teknologi, dan pertumbuhan penduduk yang tinggi. Badan Pusat Statistik Jatim mencatat, sebanyak 5.226.800 jiwa penduduk miskin dan 802.412 orang menganggur dengan PDRB per kapita 23,46 juta selama tahun 2011. Fakta ini menunjukkan angka kemiskinan dan pengangguran dimasyarakat masih cukup tinggi, dengan tingkat PDRB yang masih rendah dan layak menjadi perhatian pemerintah daerah.

Upaya pemerintah daerah untuk mengatasi masalah kemiskinan dan pengangguran serta meningkatkan nilai PDRB dapat disiasi dengan mendeteksi faktor-faktor yang mempengaruhinya untuk menentukan kebijakan yang diambil. Langkah awal yang dilakukan untuk memperoleh faktor-faktor yang berpengaruh terhadap ketiga faktor ekonomi tersebut adalah melakukan pemodelan statistik dengan memperhatikan aspek wilayah. Analisis spasial, diperkenalkan Anselin (1988) adalah teknik dalam ilmu statistika yang memperhatikan unsur kewilayahan yang mengandung dependensi spasial dan heterogenitas spasial. Pemodelan spasial dilihat tepat untuk kasus ini karena kemiskinan di suatu wilayah berhubungan dengan kemiskinan di wilayah lain, bergitu juga untuk kasus pengangguran dan PDRB. Pernyataan tersebut didukung dari hukum I Tobler yang berbunyi “ segala sesuatu pasti memiliki hubungan dengan yang lain, tetapi sesuatu yang berdekatan memiliki pengaruh lebih daripada yang jauh”.

Beberapa penelitian yang dilakukan Ravillion (1997), Son dan Kakwani (2003) dan Bourguignon (2004) menghasilkan kesimpulan terdapat hubungan antara kemiskinan, pengangguran dan PDRB. Pemodelan ketiga faktor ekonomi yang dilakukan ketiga peneliti tersebut belum memperhatikan efek spasial pada model.

Spatial seemingly unrelated regression (SUR Spasial) diperkenalkan oleh Anselin (1988) dikembangkan dari model SUR Zeller (1962) dengan memasukkan struktur spasial lag pada persamaan utamanya. Model SUR Zellner (1962) pada awalnya diaplikasikan untuk untuk memodelkan investasi dua perusahaan yaitu General Electric dan Westinghouse untuk menangkap hubungan pada dua perusahaan tersebut. Untuk selanjutnya, konsep dan estimasi model SUR turut dikembangkan oleh Malinvaud (1970), Schmidt (1976) serta Dwivedi dan Srivasta (1978). Beberapa model yang dapat dibentuk dari model SUR Spasial dan digunakan sebagai pemodelan kasus-kasus ekonomi diantaranya adalah SUR-SARMA, SUR-SAR, dan SUR-SEM. Komponen spasial pada ketiga model tersebut terbatas pada variabel dependen dan error.

Realitasnya kasus-kasus ekonomi (kemiskinan, pengangguran dan PDRB) yang terjadi dilapangan tidak hanya berhubungan pada persamaan utama (variabel dependen dan *error*) saja, hubungan dapat terjadi diantara faktor yang diduga mempengaruhi di suatu wilayah terhadap faktor ekonomi di wilayah lain. Contoh *real* adalah masalah kemiskinan di Sidoarjo dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kemiskinan di kota Surabaya, karena tidak sedikit penduduk dari Sidoarjo yang bekerja di kota Surabaya. Oleh karena adanya kasus tersebut Anselin (1988) dan Mur dan Lopez (2009) mengembangkan model SUR Spasial yang dikenal sebagai *seemingly unrelated regression spatial durbin model* disebut SUR-SDM untuk memodelkan kasus ekonomi dimana variabel dependen pada wilayah tertentu dipengaruhi variabel independen pada wilayah lainnya.

Beberapa penelitian tentang faktor perekonomian telah dilakukan oleh Yudoyono (2012) untuk memodelkan pembangunan pertanian dan pedesaan sebagai upaya mengatasi kemiskinan dan pengangguran menggunakan sistem persamaan simultan. Ardiliansyah (2013) memodelkan PDRB sektor unggulan menggunakan metode SUR Spasial menghasilkan model terbaik yaitu SUR-SAR untuk model PDRB. Maslim, R.S (2012) memodelkan PDRB atas dasar harga konstan menggunakan model SUR-SARMA.

Pada penelitian ini digunakam model SUR Spasial yaitu SUR-SDM untuk memodelkan ketiga faktor ekonomi yakni kemiskinan, pengangguran dan PDRB di Jawa Timur dengan memperhatikan efek spasial yang belum dilakukan oleh

Ravillion 1997), Son dan Kakwani (2003) dan Bourguignon (2004) untuk mendapatkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap model dengan unit spasial berupa 38 kabupaten/kota di Jawa Timur. Estimasi model SUR-SDM pada penelitian ini dilakukan menggunakan *metode Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dengan menggunakan kriteria kebaikan model yaitu *R-Square* dan *Root Mean Square Error* (RMSE).

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini berdasarkan uraian latar belakang di atas, meliputi dua hal yaitu.

1. Bagaimana hasil kajian tahapan estimasi model SUR-SDM ?
2. Bagaimana pemodelan faktor perekonomian kemiskinan, pengangguran dan PDRB di Jawa Timur menggunakan metode SUR-SDM dengan bobot *Queen Contiguity* dan *Customize* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah menyelesaikan persoalan yang diberikan sebelumnya, meliputi tiga hal berikut.

1. Mendapatkan hasil kajian tahapan estimasi model SUR-SDM
2. Mendapatkan model faktor perekonomian kemiskinan, pengangguran dan PDRB di Jawa Timur menggunakan metode SUR-SDM dengan bobot *Queen Contiguity* dan *Customize*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan ini diharapkan memberikan manfaat bagi pihak-pihak terkait diantaranya adalah.

1. Bagi ilmu pengetahuan, penelitian ini memperluas wawasan ilmu, informasi, penerapan dan pengembangan model SUR Spasial yang memperhatikan efek spasial pada variabel dependen dan independennya melalui model SUR-SDM
2. Bagi pemerintah provinsi Jatim, faktor yang berpengaruh terhadap kemiskinan, pengangguran dan PDRB dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan

pengambilan keputusan kebijakan fiskal untuk meningkatkan perekonomian di wilayah Jawa Timur.

3. Bagi akademisi penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk mengembangkan penelitian selanjutnya yang berbasis spasial.

1.5 Batasan Masalah

Batasan permasalahan yang digunakan pada penelitian ini disajikan dalam uraian berikut.

1. Estimasi parameter model dilakukan menggunakan metode *Maximum Likelihood estimation* (MLE).
2. Pengujian efek spasial pada model dibatasi hanya menggunakan uji *Lagrange Multiplier* (LM).
3. Pemodelan SUR-SDM dibatasi sampai memperoleh estimasi parameter saja.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Secara garis besar pada bab ini diberikan tinjauan pustaka yang terdiri atas tinjauan statistika meliputi penggunaan metode statistika dan tinjauan *non*-statistika berupa dasar teori pemilihan variabel dalam penelitian.

2.1 Ekonometrika Spasial

Spatial econometrics (ekonometrika spasial) merupakan bagian ilmu ekonometrika yang memperhatikan pengaruh efek spasial yaitu dependensi spasial dan heterogenitas spasial pada model regresi OLS (Paelinck dan Klassen (1979), Anselin (1998a)). Dalam model ekonometrika, efek spasial timbul karena adanya keterkaitan lokasi, jarak, dan topologi dalam wilayah observasi (Anselin, 1998b). Konsep efek spasial yakni dependensi spasial sesuai dengan Hukum I Tobler yang berbunyi bahwa “segala sesuatu pasti memiliki hubungan dengan yang lain, tetapi sesuatu yang berdekatan memiliki pengaruh lebih daripada yang jauh”. Sedangkan konsep heterogenitas spasial dijelaskan Anselin (1998) sebagai perbedaan struktur spasial yang menyajikan informasi heterokedastisitas, variasi koefisien spasial, kerandoman koefisien dan perubahan struktur spasial (*spatial regimes*).

Jean Paelink dan Klassen (1970) seorang ahli ekonomi Belgia pertama kali memperkenalkan ekonometrika spasial sebagai metode yang mampu menangkap hubungan spasial pada model ekonometrik multiregional. Penelitian dalam bidang ekonometrika spasial selanjutnya mengalami perkembangan, diaplikasikan pada berbagai bidang ekonomi seperti pada analisis permintaan Case (1991), keuangan lokal publik Case, Rosen dan Hines (1993) serta pada bidang kajian statistik spasial yaitu estimasi model spasial oleh Whittle (1954) dan Ord (1975).

2.2 Regresi Spasial

Pada model regresi linear sederhana, dependensi spasial tergabung dalam dua cara yaitu sebagai regressor tambahan dalam bentuk *spasial lag* pada variabel dependen ($\mathbf{W}_1\mathbf{y}$) dan pada struktur error ($\mathbf{W}_2\mathbf{u}$). Bentuk model pertama, dikenal sebagai *Spatial Autoregressive* (SAR) yang digunakan untuk mendeteksi adanya

interaksi spasial. Sedangkan bentuk kedua dikenal sebagai *Spatial Error Model* (SEM) yang digunakan melihat pengaruh error autokorelasi spasial. Secara umum spesifikasi model regresi spasial menurut Anselin disajikan sebagai berikut

$$\begin{aligned} \mathbf{y} &= \rho \mathbf{W}_1 \mathbf{y} + \mathbf{X} \boldsymbol{\beta} + \mathbf{u} \\ \mathbf{u} &= \lambda \mathbf{W}_2 \mathbf{u} + \boldsymbol{\varepsilon} \\ \boldsymbol{\varepsilon} &\sim \mathbf{N}(\mathbf{0}, \sigma^2 \mathbf{I}) \end{aligned} \quad (2.1)$$

dimana \mathbf{y} merupakan vektor variabel dependen berukuran $n \times 1$ dan \mathbf{X} merupakan matriks variabel independen berukuran $n \times (p+1)$, $\boldsymbol{\beta}$ adalah vektor parameter regresi berukuran $(p+1) \times 1$, ρ dan λ masing-masing adalah parameter spasial autoregressive dan parameter spasial error, \mathbf{u} dan $\boldsymbol{\varepsilon}$ adalah vektor error berukuran $n \times 1$. Sedangkan \mathbf{W}_1 dan \mathbf{W}_2 merupakan matriks pembobot spasial pada variabel dependen dan error yang berukuran $n \times n$, dimana n menunjukkan banyaknya pengamatan/ lokasi dan p menunjukkan banyaknya variabel prediktor. dengan $i = 1, 2, \dots, n$ dan $p = 1, 2, \dots, j$

Elemen matriks pembobot \mathbf{W}_1 dan \mathbf{W}_2 yang selanjutnya diasumsikan $\mathbf{W}_1 = \mathbf{W}_2 = \mathbf{W}$ adalah seperti di bawah ini.

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & w_{13} & \cdots & w_{1n} \\ w_{21} & w_{22} & w_{23} & \cdots & w_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ w_{n1} & w_{n2} & w_{n3} & \cdots & w_{nn} \end{bmatrix}$$

Secara umum berdasarkan nilai parameter spasialnya yaitu ρ dan λ regresi spasial terbagi menjadi beberapa model berikut.

1. Apabila nilai parameter spasial $\rho = 0$ dan $\lambda = 0$ maka persamaannya menjadi

$$\mathbf{y} = \mathbf{X} \boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.2)$$

merupakan model regresi linear berganda, tanpa adanya dependensi baik pada variabel dependen maupun *error* sehingga estimasi parameter model dapat dilakukan menggunakan metode kuadrat terkecil.

2. Apabila nilai parameter spasial $\rho \neq 0$ dan $\lambda = 0$ maka persamaannya menjadi

$$\mathbf{y} = \rho \mathbf{W}_1 \mathbf{y} + \mathbf{X} \boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.3)$$

adalah model *spatial autoregressive* (SAR) yang terjadi akibat adanya dependensi antar lokasi pengamatan pada variabel dependen.

3. Apabila nilai parameter spasial $\rho = 0$ dan $\lambda \neq 0$ maka persamaannya menjadi

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \lambda\mathbf{W}_2\mathbf{u} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.4)$$

merupakan model *spatial error model* (SEM) terjadi akibat adanya dependensi nilai *error* suatu lokasi pengamatan dengan lokasi pengamatan lain.

4. Apabila nilai parameter spasial $\rho \neq 0$ dan $\lambda \neq 0$ maka persamaannya menjadi

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \rho\mathbf{W}_1\mathbf{y} + \lambda\mathbf{W}_2\mathbf{u} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.5)$$

merupakan model gabungan antara model SAR dan SEM yang dikenal sebagai (SARMA). Pada model ini terdapat dependensi baik pada variabel dependen maupun *error*.

2.2.1 Dependensi Spasial

Dependensi spasial merupakan kasus khusus dari dependensi *cross-sectional* dimana struktur korelasi atau kovarians antar pengamatan pada lokasi yang berbeda ditentukan oleh posisi pengamatan dalam ruang geografis tertentu Anselin (1988b). Besarnya dependensi spasial pada data diukur menggunakan suatu indeks Moran's *I* (Moran, 1948, 1950), diperkenalkan oleh Cliff dan Ord (1972, 1973, 1981) untuk menguji *error* dalam persamaan regresi. Secara umum rumus indeks Moran's *I* apabila matriks pembobot \mathbf{W} telah distandartkan adalah.

$$I = \frac{\boldsymbol{\varepsilon}'\mathbf{W}\boldsymbol{\varepsilon}}{\boldsymbol{\varepsilon}'\boldsymbol{\varepsilon}} \quad (2.6)$$

dimana $\boldsymbol{\varepsilon}$: vektor *error* berukuran $n \times 1$ dari *Ordinary Least Square* (OLS)

\mathbf{W} : matriks pembobot spasial

Sedangkan rumus indeks Moran's *I* jika matriks pembobot \mathbf{W} yang belum distandartkan dituliskan sebagai.

$$I = \frac{\boldsymbol{\varepsilon}'\mathbf{W}\boldsymbol{\varepsilon}/S_0}{\boldsymbol{\varepsilon}'\boldsymbol{\varepsilon}/n}, \text{ dengan } S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n w_{ij} \quad (2.7)$$

dengan S_0 : merupakan faktor normalisasi

n : adalah banyaknya pengamatan/lokasi.

Indeks Moran's *I* menginterpretasikan koefisien regresi OLS dari $\mathbf{W}\boldsymbol{\varepsilon}$. Koefisien indeks Moran's *I* yang telah terstandarisasi mengikuti distribusi Normal

Standart (*z-value*) di bawah H_0 . Hipotesis pengujian dependensi spasial pada data menggunakan indeks Moran's I disajikan sebagai berikut.

$$H_0 : I_j = 0 \text{ (Tidak terdapat dependensi spasial)}$$

$$H_1 : I_j \neq 0 \text{ (Terdapat dependensi spasial)}$$

$$\text{Statistik Uji : } Z(I_j) = \frac{I_j - E(I_j)}{\sqrt{\text{var}(I_j)}} \sim N(0,1) \quad (2.8)$$

$$\text{dengan } E(I_j) = \text{tr}(\mathbf{MW}) / (n - (p_j + 1)) \quad (2.9)$$

$$\text{var}(I_j) = \left\{ \text{tr}(\mathbf{MWMW}') + \text{tr}(\mathbf{MW})^2 + [\text{tr}(\mathbf{MW})]^2 \right\} / d - [E(I_j)]^2 \quad (2.10)$$

$$\mathbf{M} = \mathbf{I}_n - \mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'$$

$$d = (n - (p_j + 1))(n - (p_j + 1) + 2)$$

Sedangkan rumus $E(I_j)$ dan $\text{var}(I_j)$ pada persamaan (2.8) dan (2.9) untuk matriks pembobot spasial \mathbf{W} yang belum distandartkan diberikan sebagai berikut.

$$E(I_j) = \frac{n}{S_0} \text{tr}(\mathbf{MW}) / (n - (p_j + 1)) \quad (2.11)$$

$$\text{var}(I_j) = \left(\frac{n}{S_0} \right)^2 \left\{ \text{tr}(\mathbf{MWMW}') + \text{tr}(\mathbf{MW})^2 + [\text{tr}(\mathbf{MW})]^2 \right\} / d - [E(I)]^2 \quad (2.12)$$

dimana $j = 1, 2, \dots, m$, dengan m adalah banyaknya persamaan regresi.

Daerah penolakan diperoleh dengan membandingkan nilai statistik $|Z(I)|$ dengan nilai $Z_{\alpha/2}$ pada tabel normal standart. Apabila nilai statistik $|Z(I)| > Z_{\alpha/2}$ maka diputuskan untuk menolak H_0 yang berarti terdapat dependensi spasial.

2.2.2 Heterogenitas Spasial

Heterogenitas spasial merupakan masalah umum pada ekonometrika yang berkaitan erat dengan perubahan struktur spasial yang disebabkan oleh perbedaan/ketidakstabilan variabel sosioekonomi pada setiap unit spasial (disebut sebagai *structural instability*). Fenomena studi *regional science* sebagian besar merupakan kasus *structural instability*, dimana parameter respon untuk setiap lokasi tidaklah homogen atau secara lengkap koefisien regresi yaitu $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ dari variabel independen X_1, X_2, \dots, X_p pada setiap unit spasial tidaklah konstant, berbeda

antara satu *region* dengan *region* lainnya (Anselin, 2005). Sebagai contoh dari populasi yang tersebar di seluruh *region*, dimungkinkan terdapat *region* dengan tingkat fertilitas, mortalitas dan perpindahan penduduk atau migrasi yang tinggi. Terkadang kejadian kelahiran dan kematian berkerumun pada wilayah tertentu, walaupun terdapat variasi pada semua *sub-region* seperti kecenderungan untuk hidup berdampingan dalam lingkungan yang sama (Tobler, 1970).

Pengujian untuk mendeteksi adanya heterogenitas spasial dalam data observasi dilakukan menggunakan statistik uji Breusch-Pagan dengan hipotesis disajikan sebagai berikut.

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2 \text{ (homokedastisitas)}$$

$$H_1 : \text{minimal terdapat satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2 \text{ (heterokedastisitas)}$$

Rumus statistik uji Breusch-Pagan menurut Anselin (1988) tanpa adanya dependensi spasial adalah

$$BP = (1/2) \cdot \mathbf{f}'\mathbf{Z}(\mathbf{Z}'\mathbf{Z})^{-1} \cdot \mathbf{Z}'\mathbf{f} \quad (2.13)$$

Jika terdapat kasus dependensi spasial (autokorelasi *error*) rumus (2.13) akan menjadi rumus dalam persamaan (2.14) berikut.

$$BP = (1/2) \cdot \mathbf{f}'\mathbf{Z}(\mathbf{Z}'\mathbf{Z})^{-1} \cdot \mathbf{Z}'\mathbf{f} + (1/T) [\boldsymbol{\varepsilon}'\mathbf{W}\boldsymbol{\varepsilon} / \sigma^2]^2 \quad (2.14)$$

$$T = \text{tr}[\mathbf{W}'\mathbf{W} + \mathbf{W}]^2$$

dengan keterangan sebagai berikut ini.

\mathbf{f} : vektor berukuran $n \times 1$ dengan elemen $(\boldsymbol{\varepsilon}/\sigma)^2 - 1$

\mathbf{Z} : matrik berukuran $n \times (p+1)$ dengan elemen variabel prediktor terstandartkan

$\boldsymbol{\varepsilon}$: vektor error berukuran $n \times 1$ dari regresi OLS

σ^2 : varians error regresi OLS

\mathbf{W} : matriks pembobot spasial

Statistik uji *BP* di atas mengikuti distribusi $\chi^2_{(p_j+1)}$, sehingga jika nilai statistik uji $BP > \chi^2_{(p_j+1, \alpha)}$ atau nilai *P* - value $< \alpha$ maka dapat disimpulkan terjadi heterogenitas spasial.

2.2.3 Pembobot Spasial

Matriks pembobot spasial adalah matriks yang menggambarkan kedekatan suatu lokasi dengan lokasi lainnya berdasarkan informasi kedekatan (*contiguity*)

dan jarak (*distance*). Dalam konsep *contiguity* unit-unit spasial yang saling berdekatan diharapkan memiliki tingkat dependensi spasial yang tinggi serta kemiripan yang tinggi apabila ditinjau berdasarkan efek heterogenitas spasialnya. Sedangkan untuk konsep jarak lebih jarang digunakan karena efek spasial hanya bisa diperoleh dari informasi lintang dan bujur.

Dalam sebagian besar penelitian penentuan matriks pembobot spasial W dilakukan menggunakan konsep *contiguity* (ketersinggungan spasial). Anselin (1988) serta LeSage dan Pace (1999) telah memperkenalkan beberapa metode ketersinggungan antar wilayah dalam penentuan pembobot spasial yang terdiri atas 5 pembobot ini.

1. *Linear Contiguity* (Persinggungan tepi)

mendefinisikan $W_{ij} = 1$ untuk wilayah yang berada pada sisi kanan dan kiri wilayah pengamatan, sedangkan $W_{ij} = 0$ untuk yang lain

2. *Rook Contiguity* (Persinggungan sisi)

mendefinisikan $W_{ij} = 1$ untuk wilayah yang berada bersisian dari wilayah pengamatan, dan nilai $W_{ij} = 0$ untuk wilayah lainnya.

3. *Bishop Contiguity* (Persinggungan sudut)

mendefinisikan bahwa wilayah dimana titik sudutnya bertemu dengan sudut wilayah pengamatan maka $W_{ij} = 1$ dan nilai $W_{ij} = 0$ untuk lainnya.

4. *Double Linear Contiguity* (Persinggungan dua tepi)

mendefinisikan bahwa dua wilayah yang berada pada sisi kanan dan kiri wilayah pengamatan nilai $W_{ij} = 1$ dan nilai $W_{ij} = 0$ untuk wilayah lainnya.

5. *Double rook contiguity* (Persinggungan dua sisi)

menjelaskan wilayah yang berada pada sisi kanan, kiri, utara dan selatan wilayah pengamatan nilai $W_{ij} = 1$ dan nilai $W_{ij} = 0$ untuk wilayah lainnya.

6. *Queen contiguity* (Persinggungan sisi sudut)

untuk wilayah yang bersisian atau titik sudutnya bertemu dengan wilayah pengamatan nilai $W_{ij} = 1$ dan $W_{ij} = 0$ untuk wilayah lainnya.

Selain keenam jenis pembobot *contiguity* tersebut terdapat jenis pembobot lain yaitu pembobot *customize*. Pembobot *customize* adalah pembobot yang tidak hanya mempertimbangkan letak wilayah tetapi juga faktor kedekatan ekonomi, transportasi, sosial, infrastruktur, ataupun faktor lainnya.

2.3 Spatial Durbin Model

Spatial Durbin Model diperkenalkan Anselin (1988), merupakan bentuk khusus dari model *Spatial Autoregressive* (SAR) untuk model time series. Pada model ini autokorelasi spasial tidak hanya terjadi pada variabel dependen tetapi juga pada variabel independen. Persamaan umum model *Spatial Durbin Model* menurut LeSage dan Pace (2009) adalah

$$\begin{aligned} \mathbf{y} &= \rho \mathbf{W}\mathbf{y} + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{W}\mathbf{X}\boldsymbol{\gamma} + \boldsymbol{\varepsilon} \\ \mathbf{y} &= (\mathbf{I}_n - \rho \mathbf{W})^{-1} (\mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{W}\mathbf{X}\boldsymbol{\gamma} + \boldsymbol{\varepsilon}) \\ \boldsymbol{\varepsilon} &\sim \mathbf{N}(\mathbf{0}, \sigma^2 \mathbf{I}) \end{aligned} \quad (2.15)$$

dimana \mathbf{y} merupakan vektor variabel dependen berukuran $n \times 1$, sedangkan \mathbf{X} matrik variabel independen berukuran $n \times (p+1)$, $\boldsymbol{\beta}$ adalah vektor parameter regresi dengan ukuran $(p+1) \times 1$, \mathbf{W} merupakan matriks pembobot spasial serta ρ dan $\boldsymbol{\gamma}$ merupakan parameter spasial lag variabel dependen dan independen.

Model SDM dapat dituliskan sebagai model SAR dengan mendefinisikan suatu matriks $\mathbf{Z} = [\mathbf{1} \quad \mathbf{X} \quad \mathbf{W}\mathbf{X}]$ dan vektor $\boldsymbol{\delta} = [\boldsymbol{\beta} \quad \boldsymbol{\gamma}]'$, sehingga persamaan umum model SDM dalam bentuk SAR disajikan berikut.

$$\begin{aligned} \mathbf{y} &= \rho \mathbf{W}\mathbf{y} + \mathbf{Z}\boldsymbol{\delta} + \boldsymbol{\varepsilon} \\ \boldsymbol{\varepsilon} &\sim \mathbf{N}(\mathbf{0}, \sigma^2 \mathbf{I}) \end{aligned} \quad (2.16)$$

Penaksiran parameter model SDM dilakukan menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* dengan memaksimalkan probabilitas distribusi bersama dari semua observasi terhadap parameter $\boldsymbol{\delta}$, σ^2 dan ρ . Metode ini dipilih karena estimatornya bersifat konsisten, efisien, asimtotik normalitas, dan robust terhadap asumsi normal untuk ukuran sampel yang kecil (LeSage dan Pace, 2004).

Apabila diberikan $\boldsymbol{\varepsilon} \sim \mathbf{N}(\mathbf{0}, \sigma^2 \mathbf{I})$, fungsi *ln-likelihood* model SAR (untuk SDM) memiliki bentuk (Anselin, 1988b).

$$\ln L(\mathbf{y}; \boldsymbol{\theta}) = -\frac{n}{2} \ln(2\pi) - \frac{n}{2} \ln|\sigma^2| + \ln|\mathbf{A}| - \frac{(\mathbf{A}\mathbf{y} - \mathbf{Z}\boldsymbol{\delta})' (\sigma^2)^{-1} (\mathbf{A}\mathbf{y} - \mathbf{Z}\boldsymbol{\delta})}{2} \quad (2.17)$$

dimana $\boldsymbol{\theta} = \{\sigma^2, \rho, \boldsymbol{\delta} = [\boldsymbol{\beta} \quad \boldsymbol{\gamma}]'\}$ adalah parameter yang harus diestimasi.

Memaksimumkan fungsi *ln-likelihood* pada model SAR (untuk SDM) dengan menurunkannya terhadap parameter δ , σ^2 dan ρ pada turunan pertama menghasilkan solusi yang tidak *closed-form* sehingga estimasi parameter model SDM dilakukan melalui iterasi Newton-Raphson atau melalui metode *likelihood* skalar terkonsentrasi (Anselin, 2003).

Sebagai pengetahuan metode *likelihood* skalar terkonsentrasi Anselin (2003) dapat menyelesaikan kekurangan metode MLE, dengan mensubstitusikan solusi tidak *closed form* turunan pertama parameter δ dan σ^2 pada *likelihood* skalar terkonsentrasi. Davidson dan MacKinnon (1993) telah membuktikan bahwa fungsi *likelihood* skalar terkonsentrasi memberikan hasil estimasi parameter $\hat{\delta}$, $\hat{\sigma}^2$ dan $\hat{\rho}$ yang sama dengan metode *maksimum likelihood*. Lengkapnya tahapan pada fungsi *likelihood* skalar terkonsentrasi dijelaskan sebagai berikut.

Dengan melihat persamaan model (2.16), jika nilai parameter ρ diketahui yaitu ρ^* , persamaan (2.16) dapat dibentuk ulang sebagai persamaan (2.18).

$$\mathbf{y} - \rho^* \mathbf{W}\mathbf{y} = \mathbf{Z}\delta + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.18)$$

Melalui konsep regresi OLS diperoleh estimasi dari $\hat{\boldsymbol{\delta}} = (\mathbf{Z}'\mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}'(\mathbf{I}_n - \rho^* \mathbf{W})\mathbf{y}$

dan $\hat{\sigma}^2 = n^{-1} e(\rho^*)' e(\rho^*)$ dimana $e(\rho^*) = \mathbf{y} - \rho^* \mathbf{W}\mathbf{y} - \mathbf{Z}\hat{\boldsymbol{\delta}}$.

Fungsi *likelihood* skalar terkonsentrasi diperoleh dengan mensubstitusikan estimasi $\hat{\boldsymbol{\delta}}$ dan $\hat{\sigma}^2$ pada fungsi *likelihood* dalam persamaan (2.17) menghasilkan.

$$\ln L_{con}(\mathbf{y}; \rho) = \kappa + \ln |\mathbf{I} - \rho \mathbf{W}| - \frac{n}{2} \ln(S(\rho)) \quad (2.19)$$

$$S(\rho) = e(\rho)' e(\rho) = e_o' e_o - 2\rho e_o' e_d + \rho^2 e_d' e_d$$

$$e(\rho) = e_o - \rho e_d$$

$$e_o = \mathbf{y} - \mathbf{Z}\delta_o$$

$$e_d = \mathbf{W}\mathbf{y} - \mathbf{Z}\delta_d$$

$$\delta_o = (\mathbf{Z}'\mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}'\mathbf{y}$$

$$\delta_d = (\mathbf{Z}'\mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}'\mathbf{W}\mathbf{y}$$

dimana δ_o dan δ_d merupakan koefisien regresi OLS dari \mathbf{Z} terhadap \mathbf{y} dan \mathbf{Z} terhadap $\mathbf{W}\mathbf{y}$, begitu juga e_o dan e_d adalah residual dari kedua model tersebut.

Tujuan penggunaan optimasi *likelihood* skalar terkonsentrasi diantaranya adalah menyederhanakan problem optimasi, dengan cara mereduksi problem optimasi multivariat menjadi univariat. Untuk menyederhanakan metode optimasi *likelihood* skalar terkonsentrasi ρ , Pace dan Bary (1997) mengevaluasinya menggunakan vektor ρ berukuran $k \times 1$ dalam interval $[\rho_{\min}, \rho_{\max}]$ dengan label ρ_1, \dots, ρ_k pada persamaan (2.20) berikut.

$$\begin{pmatrix} \ln L(\rho_1) \\ \ln L(\rho_2) \\ \vdots \\ \ln L(\rho_k) \end{pmatrix} = \kappa + \begin{pmatrix} \ln |\mathbf{I}_n - \rho_1 \mathbf{W}| \\ \ln |\mathbf{I}_n - \rho_2 \mathbf{W}| \\ \vdots \\ \ln |\mathbf{I}_n - \rho_k \mathbf{W}| \end{pmatrix} - (n/2) \begin{pmatrix} \ln(S(\rho_1)) \\ \ln(S(\rho_2)) \\ \vdots \\ \ln(S(\rho_k)) \end{pmatrix} \quad (2.20)$$

2.4 Seemingly Unrelated Regression (SUR)

Seemingly Unrelated Regression (SUR) merupakan metode dalam *spatial econometrics* berupa generalisasi dari model regresi linear sederhana yang terdiri dari beberapa persamaan regresi, dimana setiap persamaan regresi memiliki variabel dependen yang berbeda-beda dan himpunan variabel independen yang dimungkinkan berbeda pula. Zellner (1962) pertama kali memperkenalkan SUR dalam bidang ekonometrika karena adanya korelasi error pada sistem persamaan regresi. Kelebihan SUR diantaranya adalah efisien dalam mengestimasi parameter karena melibatkan semua persamaan regresi dan *error contemporaneous* dalam perhitungan estimasinya.

Secara umum model SUR untuk m buah persamaan regresi sebanyak p_j prediktor dituliskan sebagai.

$$\begin{aligned} Y_{1i} &= \beta_{10} + \beta_{11}X_{1i.1} + \beta_{12}X_{1i.2} + \dots + \beta_{1p_1}X_{1i.p_1} + \varepsilon_{1i} \\ Y_{2i} &= \beta_{20} + \beta_{21}X_{2i.1} + \beta_{22}X_{2i.2} + \dots + \beta_{2p_2}X_{2i.p_2} + \varepsilon_{2i} \\ &\vdots \\ Y_{ji} &= \beta_{j0} + \beta_{j1}X_{ji.1} + \beta_{j2}X_{ji.2} + \dots + \beta_{jp_j}X_{ji.p_j} + \varepsilon_{ji} \\ &\vdots \\ Y_{mi} &= \beta_{m0} + \beta_{m1}X_{mi.1} + \beta_{m2}X_{mi.2} + \dots + \beta_{mp_m}X_{mi.p_m} + \varepsilon_{mi} \end{aligned} \quad (2.21)$$

dengan $i = 1, 2, \dots, n$ dan $j = 1, 2, \dots, m$

$$b. E(\boldsymbol{\varepsilon}_j, \boldsymbol{\varepsilon}_k)' = \begin{cases} \mathbf{I}\sigma_{jk} & \text{untuk } j \neq k \\ 0 & \text{untuk } j = k \end{cases} \text{ dengan } j, k = 1, 2, \dots, m \text{ (homogenitas varian)}$$

c. Variabel \mathbf{X}_j adalah fixed variabel

2.5 SUR Spasial

Anselin (1998a) memperkenalkan SUR spasial sebagai kasus khusus dari model *general space-time* yang memiliki karakteristik heterogenitas terbatas. Mur dan Lopez (2009) dalam penelitiannya menjelaskan bahwa konsep SUR spasial adalah sama dengan SUR pada umumnya, yang disertai penambahan efek spasial dalam persamaannya. Model umum SUR spasial adalah SUR-SARMA (*spatial autoregressive moving average*) dengan komponen struktur autoregressive dijumpai pada persamaan utama maupun *error*. Penyajian model SUR-SARMA ditampilkan sebagai berikut.

$$\mathbf{y}_j = \rho_j \mathbf{W}_1 \mathbf{y}_j + \mathbf{X}_j \boldsymbol{\beta} + \mathbf{u}_j \Rightarrow \mathbf{A}_j \mathbf{y}_j = \mathbf{X}_j \boldsymbol{\beta} + \mathbf{u}_j$$

$$\mathbf{u}_j = \lambda_j \mathbf{W}_2 \mathbf{u}_j + \boldsymbol{\varepsilon}_j \Rightarrow \mathbf{B}_j \mathbf{u}_j = \boldsymbol{\varepsilon}_j \quad (2.25)$$

dengan $\mathbf{A}_j = (\mathbf{I}_n - \rho_j \mathbf{W}_1)$ dan $\mathbf{B}_j = (\mathbf{I}_n - \lambda_j \mathbf{W}_2)$

Notasi yang lebih sederhana untuk model SUR-SARMA di atas adalah :

$$\left. \begin{aligned} \mathbf{A}\mathbf{y} &= \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{u} \\ \mathbf{B}\mathbf{u} &= \boldsymbol{\varepsilon} \\ \boldsymbol{\varepsilon} &\sim \mathbf{N}(\mathbf{0}, \boldsymbol{\Omega}) \end{aligned} \right\} \quad (2.26)$$

$$\text{dengan } \mathbf{y} = \begin{bmatrix} \mathbf{y}_1 \\ \mathbf{y}_2 \\ \vdots \\ \mathbf{y}_m \end{bmatrix}, \mathbf{X} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_1 & \mathbf{0} & \cdots & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{X}_2 & \cdots & \mathbf{0} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \cdots & \mathbf{X}_m \end{bmatrix}, \boldsymbol{\beta} = \begin{bmatrix} \boldsymbol{\beta}_1 \\ \boldsymbol{\beta}_2 \\ \vdots \\ \boldsymbol{\beta}_m \end{bmatrix}, \mathbf{u} = \begin{bmatrix} \mathbf{u}_1 \\ \mathbf{u}_2 \\ \vdots \\ \mathbf{u}_m \end{bmatrix}, \boldsymbol{\varepsilon} = \begin{bmatrix} \boldsymbol{\varepsilon}_1 \\ \boldsymbol{\varepsilon}_2 \\ \vdots \\ \boldsymbol{\varepsilon}_m \end{bmatrix}$$

dimana $\mathbf{A} = \mathbf{I}_{mn} - \boldsymbol{\Lambda} \otimes \mathbf{W}$ dan $\mathbf{B} = \mathbf{I}_{mn} - \boldsymbol{\gamma} \otimes \mathbf{W}$, $\boldsymbol{\Lambda}$ dan $\boldsymbol{\gamma}$ merupakan matriks diagonal berukuran $m \times m$ yang masing-masing mengandung parameter ρ_j dan λ_j

dan \otimes merupakan *kronker product*. Dependensi temporal dalam SUR direpresentasikan oleh matrik $\boldsymbol{\Omega} = \boldsymbol{\Sigma} \otimes \mathbf{I}_n$ dimana $\boldsymbol{\Sigma}$ adalah matriks berukuran $m \times m$ dengan elemen $\boldsymbol{\Sigma} = \{\sigma_{jk}; j, k = 1, 2, \dots, m\}$.

Menurut Mur dan Lopez (2009) penaksiran parameter pada model SUR-SARMA dapat dilakukan melalui metode *maksimum likelihood estimation* berikut

$$\ln L(\mathbf{y}; \theta) = -\frac{mn}{2} \ln(2\pi) - \frac{n}{2} \ln|\Sigma| + \sum_{j=1}^m \ln|\mathbf{A}_j| + \sum_{j=1}^m \ln|\mathbf{B}_j| - \frac{(\mathbf{A}\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})' \mathbf{B}' (\Sigma \otimes \mathbf{I}_n)^{-1} \mathbf{B} (\mathbf{A}\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})}{2} \quad (2.27)$$

dengan $\theta = \{\boldsymbol{\beta}, \Sigma, \rho_1, \rho_2, \dots, \rho_m, \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m\}$ adalah parameter yang diestimasi.

Selain SUR-SARMA, bentuk khusus model SUR spasial dengan struktur autoregressive terdapat pada persamaan utamanya dikenal sebagai SUR-SAR (*spatial autoregressive*). Sedangkan apabila struktur autoregressive terdapat pada struktur *error* model dikenal sebagai SUR-SEM (*spatial error model*). Pada pembahasan selanjutnya akan dijelaskan SUR-SAR dan SUR-SEM.

2.5.1 SUR-SAR (*Seemingly Unrelated Regression Spatial Autoregressive*)

Telah dijelaskan sebelumnya bahwa bentuk khusus SUR-SARMA dimana struktur autoregressivenya terdapat pada persamaan utama (variabel dependen) dikenal sebagai SUR-SAR. Persamaan umum model SUR-SAR menurut Mur dan Lopez (2009) dituliskan sebagai.

$$\mathbf{y}_j = \rho_j \mathbf{W}\mathbf{y}_j + \mathbf{X}_j\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon}_j \Rightarrow \mathbf{A}_j\mathbf{y}_j = \mathbf{X}_j\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon}_j \quad (2.28)$$

$$\mathbf{A}_j = \mathbf{I}_n - \rho_j \mathbf{W}$$

Dengan menggunakan notasi matriks model SUR-SAR dapat juga ditulis sebagai.

$$\left. \begin{aligned} \mathbf{A}\mathbf{y} &= \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \\ \boldsymbol{\varepsilon} &\sim N(\mathbf{0}, \boldsymbol{\Omega}) \end{aligned} \right\} \quad (2.29)$$

dimana $\mathbf{A} = [\mathbf{I}_{mn} - \Lambda \otimes \mathbf{W}]$, dengan Λ merupakan matriks diagonal berukuran $m \times m$ yang mengandung ρ_j pada elemen diagonalnya. Seperti pada model SUR nilai

$\boldsymbol{\Omega}$ pada model SUR-SAR adalah $\boldsymbol{\Omega} = \Sigma \otimes \mathbf{I}_n$ dengan.

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1m} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \cdots & \sigma_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{m1} & \sigma_{m2} & \cdots & \sigma_{mm} \end{bmatrix}$$

Penaksiran parameter model SUR-SAR dilakukan menggunakan metode *Maximum Likelihood* (Mur dan Lopez, 2009). Fungsi *ln-likelihood* error model SUR-SAR diberikan sebagai berikut.

$$\ln L(y; \theta) = -\frac{mn}{2} \ln(2\pi) - \frac{n}{2} \ln|\Sigma| + \sum_{j=1}^m \ln|A_j| - \frac{(\mathbf{A}y - \mathbf{X}\beta)'(\Sigma \otimes \mathbf{I}_n)^{-1}(\mathbf{A}y - \mathbf{X}\beta)}{2} \quad (2.30)$$

dengan $\theta = \{\beta, \Sigma, \rho_1, \rho_2, \dots, \rho_m\}$ merupakan vektor yang berisikan himpunan parameter yang akan diestimasi.

2.5.2 SUR-SEM (*Seemingly Unrelated Regression Spatial Error Model*)

Anselin (1988b) menjelaskan bentuk khusus SUR SUR-SARMA dimana struktur autoregressivenya terdapat pada error model disebut sebagai SUR-SEM.

Secara umum struktur model SUR-SEM sangat sederhana yaitu.

$$\begin{aligned} \mathbf{y}_j &= \mathbf{X}_j\beta + \mathbf{u}_j \\ \mathbf{u}_j &= \lambda_j \mathbf{W}\mathbf{u}_j + \boldsymbol{\varepsilon}_j \Rightarrow \mathbf{B}_j\mathbf{u}_j = \boldsymbol{\varepsilon}_j \\ \mathbf{B}_j &= \mathbf{I}_n - \lambda_j \mathbf{W} \end{aligned} \quad (2.31)$$

Singkatnya model SUR-SEM dapat dituliskan dalam bentuk matriks pada persamaan (2.32) dengan element-element yang telah dijelaskan sebelumnya.

$$\left. \begin{aligned} \mathbf{y} &= \mathbf{X}\beta + \mathbf{u} \\ \mathbf{B}\mathbf{u} &= \boldsymbol{\varepsilon} \\ \boldsymbol{\varepsilon} &\sim N(\mathbf{0}, \boldsymbol{\Omega}) \end{aligned} \right\} \quad (2.32)$$

Dengan nilai $\mathbf{B} = \mathbf{I}_{mn} - \gamma \otimes \mathbf{W}$. Penaksiran parameter model SUR-SEM dilakukan menggunakan metode *Maximum Likelihood* (Mur dan Lopez, 2009). Fungsi *ln-likelihood* model SUR-SEM disajikan sebagai berikut.

$$\ln L(y, \theta) = -\frac{mn}{2} \ln(2\pi) - \frac{n}{2} \ln|\Sigma| + \sum_{j=1}^m \ln|\mathbf{B}_j| - \frac{(\mathbf{y} - \mathbf{X}\beta)' \mathbf{B}' (\Sigma \otimes \mathbf{I}_n)^{-1} \mathbf{B} (\mathbf{y} - \mathbf{X}\beta)}{2} \quad (2.33)$$

dimana $\theta = \{\beta, \Sigma, \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m\}$ adalah vektor parameter yang diestimasi pada persamaan (2.33).

2.5.3 SUR-SDM (*Seemingly Unrelated Regression Spatial Durbin Model*)

Model SUR-SDM adalah pengembangan dari model SUR-SAR (Anselin, 1988; Mur dan Lopez, 2009) yang mengakomodasi adanya efek spasial tidak hanya

pada variabel dependen, tetapi juga variabel independen. Struktur model SUR-SDM diuraikan sebagai berikut.

$$\mathbf{y}_j = \rho_j \mathbf{W} \mathbf{y}_j + \mathbf{X}_j \boldsymbol{\beta} + \mathbf{W} \mathbf{X}_j \boldsymbol{\gamma} + \boldsymbol{\varepsilon}_j \Rightarrow \mathbf{A}_j \mathbf{y}_j = \mathbf{X}_j \boldsymbol{\beta} + \mathbf{W} \mathbf{X}_j \boldsymbol{\gamma} + \boldsymbol{\varepsilon}_j \quad (2.34)$$

$$\mathbf{A}_j = \mathbf{I}_n - \rho_j \mathbf{W}$$

Dalam bentuk matriks persamaan tersebut dinotasikan seperti persamaan di bawah ini.

$$\left. \begin{aligned} \mathbf{A} \mathbf{y} &= \mathbf{X} \boldsymbol{\beta} + \mathbf{W} \mathbf{X} \boldsymbol{\gamma} + \boldsymbol{\varepsilon} \\ \boldsymbol{\varepsilon} &\sim N(\mathbf{0}, \boldsymbol{\Omega}) \end{aligned} \right\} \quad (2.35)$$

Model SUR-SDM dituliskan sebagai model SUR-SAR dengan mendefinisikan

$\mathbf{Z}_s = [\mathbf{1} \quad \mathbf{X} \quad \mathbf{W} \mathbf{X}]$ dan $\boldsymbol{\delta}_s = [\boldsymbol{\beta} \quad \boldsymbol{\gamma}]'$ sehingga diperoleh persamaan baru yaitu

$$\mathbf{y}_j = \rho_j \mathbf{W} \mathbf{y}_j + \mathbf{Z}_{(s)j} \boldsymbol{\delta}_s + \boldsymbol{\varepsilon}_j \Rightarrow \mathbf{A}_j \mathbf{y}_j = \mathbf{Z}_{(s)j} \boldsymbol{\delta}_s + \boldsymbol{\varepsilon}_j \quad (2.36)$$

$$\mathbf{A}_j = \mathbf{I}_n - \rho_j \mathbf{W}$$

Singkatnya model SUR-SDM tersebut dituliskan dalam bentuk matriks dengan element-element yang dinyatakan sebagai berikut.

$$\left. \begin{aligned} \mathbf{A} \mathbf{y} &= \mathbf{Z}_s \boldsymbol{\delta}_s + \boldsymbol{\varepsilon} \\ \boldsymbol{\varepsilon} &\sim N(\mathbf{0}, \boldsymbol{\Omega}) \end{aligned} \right\} \quad (2.37)$$

Penaksiran parameter model SUR-SDM dilakukan menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation (MLE)* menggunakan analogi model SUR-SAR. Hasilnya fungsi *ln-likelihood* model SUR-SDM diuraikan sebagai.

$$\ln(\mathbf{y}; \theta) = -\frac{mn}{2} \ln(2\pi) - \frac{n}{2} \ln |\boldsymbol{\Sigma}| + \sum_{j=1}^m |\mathbf{A}_j| - \frac{(\mathbf{A} \mathbf{y} - \mathbf{Z}_s \boldsymbol{\delta}_s)' (\boldsymbol{\Sigma} \otimes \mathbf{I}_n)^{-1} (\mathbf{A} \mathbf{y} - \mathbf{Z}_s \boldsymbol{\delta}_s)'}{2} \quad (2.38)$$

dimana $\theta = \{ \boldsymbol{\delta}_s, \boldsymbol{\Sigma}, \rho_1, \rho_2, \dots, \rho_m \}$ merupakan parameter yang akan diestimasi.

$\boldsymbol{\delta}_s = [\boldsymbol{\beta} \quad \boldsymbol{\gamma}]$ berisi vektor $\boldsymbol{\beta}$ merupakan koefisien dari \mathbf{X} dan vektor $\boldsymbol{\gamma}$ adalah vektor koefisien dari $\mathbf{W} \mathbf{X}$.

2.6 Pengujian Efek Spasial Pada SUR

Dalam rangka menguji adanya efek spasial pada model SUR, Mur dan Lopez (2009) memperkenalkan tiga tahapan pengujian SUR secara bertahap yaitu Lagrange Multiplier, Robust Lagrange Multiplier, dan Marginal Lagrange Multiplier, namun pada penelitian ini hanya digunakan sampai tahap pertama. Uji ini

bertujuan untuk mendeteksi apakah efek spasial model SUR terkandung dalam persamaan utama, error, maupun keduanya.

Tahapan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui efek spasial adalah Lagrange Multiplier (LM) untuk model SUR-SAR dan SUR-SEM. Pengujian LM_{SAR}^{SUR} dilakukan melalui hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \rho_j = 0 \quad (\forall_j)$$

$$H_1 : \rho_j \neq 0$$

Statistik uji yang digunakan untuk LM_{SAR}^{SUR} menurut Mur dan Lopez (2009) dirumuskan sebagai berikut.

$$LM_{SAR}^{SUR} = \mathbf{g}'_{(\rho)|H_0} \left[\mathbf{I}_{\rho\rho} - \mathbf{I}_{\rho\beta} \mathbf{I}^{-1} \beta\beta' \mathbf{I}_{\beta\rho} \right]^{-1} \mathbf{g}_{(\rho)|H_0} \sim \chi^2(m) \quad (2.39)$$

Selain itu dilakukan juga pengujian untuk LM_{SEM}^{SUR} dengan hipotesis seperti berikut

$$H_0 : \lambda_j = 0 \quad (\forall_j)$$

$$H_1 : \lambda_j \neq 0$$

Statistik uji yang digunakan pada uji LM_{SEM}^{SUR} menurut Mur dan Lopez (2009) diuraikan sebagai berikut.

$$LM_{SEM}^{SUR} = \mathbf{g}'_{(\rho)|H_0} \left[\mathbf{I}_{\rho\rho} \right]^{-1} \mathbf{g}_{(\rho)|H_0} \sim \chi^2(m) \quad (2.40)$$

Apabila pada pengujian LM_{SAR}^{SUR} dan LM_{SEM}^{SUR} hipotesis gagal ditolak atau diterima maka pengujian dilanjutkan dengan LM_{SARMA}^{SUR} menggunakan hipotesis berikut.

$$H_0 : \rho_j = \lambda_j = 0 \quad (\forall_j)$$

$$H_1 : \text{paling tidak ada satu } \rho_j, \lambda_j \neq 0$$

Statistik uji yang digunakan pada uji LM_{SARMA}^{SUR} menurut Mur dan Lopez (2009) dijabarkan sebagai berikut.

$$LM_{SARMA}^{SUR} = \left[\mathbf{g}'_{(\rho)|H_0} \quad \mathbf{g}'_{(\lambda)|H_0} \right] \begin{bmatrix} \mathbf{I}_{\rho\rho} - \mathbf{I}_{\rho\beta} \mathbf{I}^{-1} \beta\beta' \mathbf{I}_{\beta\rho} & \mathbf{I}_{\rho\lambda} \\ \mathbf{I}_{\lambda\rho} & \mathbf{I}_{\lambda\lambda} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \mathbf{g}_{(\rho)|H_0} \\ \mathbf{g}_{(\lambda)|H_0} \end{bmatrix} \sim \chi^2(2m) \quad (2.41)$$

dengan $\mathbf{g}_{(\lambda)|H_0} = [(\Sigma^{-1} \mathbf{I}_m) \otimes \mathbf{W}] \mathbf{y}$, dan $\mathbf{g}_{(\rho)|H_0} = \boldsymbol{\varepsilon}' [(\Sigma^{-1} \mathbf{I}_m) \otimes \mathbf{W}] \boldsymbol{\varepsilon}$, dimana $\boldsymbol{\varepsilon}$ merupakan vektor *error* model SUR tanpa efek spasial yang berukuran $(m \times n) \times 1$

dan I_m merupakan matriks identitas berukuran $m \times m$. Persamaan (2.41) asimtotik terhadap distribusi $\chi^2_{(2m)}$, sehingga H_0 ditolak apabila nilai statistik uji $> \chi^2_{(2m)}$.

Sedangkan untuk persamaan (2.39) dan (2.40) asimtotik terhadap distribusi $\chi^2_{(m)}$, sehingga H_0 ditolak apabila nilai statistik uji LM_{SAR}^{SUR} dan $LM_{SEM}^{SUR} > \chi^2_{(m)}$.

Apabila pengujian LM_{SARMA}^{SUR} menghasilkan keputusan gagal tolak H_0 , maka model SUR tidak mengandung efek spasial. Sedangkan apabila H_0 ditolak maka pengujian dilanjutkan dengan robust LM seperti berikut.

- a. Robust LM untuk SUR-SAR (LM_{SAR}^{*SUR}) dengan hipotesis

$$H_0 : \rho_j = 0 \quad (\forall_j)$$

$$H_1 : \text{paling tidak ada satu } \rho_j \neq 0$$

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$LM_{SAR}^{*SUR} = \left[\mathbf{g}_{(\lambda)H_0}^T \quad -\mathbf{I}_{\lambda\rho\cdot\varphi} \mathbf{I}_{\rho\cdot\varphi}^{-1} \mathbf{g}_{(\rho)H_0}^T \right]^T \left[\mathbf{I}_{\lambda\cdot\varphi} \quad -\mathbf{I}_{\lambda\rho\cdot\varphi} \mathbf{I}_{\rho\cdot\varphi}^{-1} \mathbf{I}_{\lambda\rho\cdot\varphi} \right]^{-1} \left[\mathbf{g}_{(\lambda)H_0}^T \quad -\mathbf{I}_{\lambda\rho\cdot\varphi} \mathbf{I}_{\rho\cdot\varphi}^{-1} \mathbf{g}_{(\rho)H_0}^T \right] \quad (2.42)$$

- b. Robust LM untuk SUR-SEM (LM_{SEM}^{*SUR})

$$H_0 : \lambda_j = 0 \quad (\forall_j)$$

$$H_1 : \text{paling tidak ada satu } \lambda_j \neq 0$$

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$LM_{SEM}^{*SUR} = \left[\mathbf{g}_{(\rho)H_0}^T \quad -\mathbf{I}_{\lambda\rho\cdot\varphi} \mathbf{I}_{\lambda\cdot\varphi}^{-1} \mathbf{g}_{(\lambda)H_0}^T \right]^T \left[\mathbf{I}_{\rho\cdot\varphi} \quad -\mathbf{I}_{\lambda\rho\cdot\varphi} \mathbf{I}_{\lambda\cdot\varphi}^{-1} \mathbf{I}_{\lambda\rho\cdot\varphi} \right]^{-1} \left[\mathbf{g}_{(\rho)H_0}^T \quad -\mathbf{I}_{\lambda\rho\cdot\varphi} \mathbf{I}_{\lambda\cdot\varphi}^{-1} \mathbf{g}_{(\lambda)H_0}^T \right] \quad (2.43)$$

$$\text{dimana } \mathbf{I}_{\lambda\rho\cdot\varphi} = \left(\text{tr}(\mathbf{W}^T \mathbf{W}) + \text{tr}(\mathbf{W} \mathbf{W}) \right) \begin{bmatrix} \sigma^{js} \sigma_{js} \\ j, s = 1, 2, \dots, m \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{I}_{\rho\cdot\varphi} = \text{tr}(\mathbf{W}^T \mathbf{W}) \begin{bmatrix} \sigma^{js} \sigma_{js} \\ j, s = 1, 2, \dots, m \end{bmatrix} + \mathbf{I}_M, \quad \text{dan } \mathbf{I}_{\lambda\cdot\varphi} = \mathbf{I}_{\lambda\lambda} - \mathbf{I}_{\lambda\rho} \mathbf{I}_{\rho\rho}^{-1} \mathbf{I}_{\rho\lambda}.$$

(2.42) dan (2.43) asimtotik dengan distribusi χ^2_m , sehingga H_0 ditolak jika statistik uji $> \chi^2_m$. Jika pada pengujian LM_{SAR}^{*SUR} dan LM_{SEM}^{*SUR} H_0 sama-sama ditolak, pengujian dilanjutkan pada marginal LM. Namun, dalam penelitian ini dibatasi hanya sampai dengan robust LM saja.

2.7 Ukuran Kebaikan Model

Pada kasus pemodelan maupun prediksi untuk menentukan bahwa model yang diperoleh telah layak/baik, diperlukan ukuran yang menyatakan kebaikan suatu model. Kriteria kebaikan model yang digunakan pada penelitian ini adalah nilai *R-Square* dan RMSE (*Root Mean Square Error*). Perhitungan *R-Square* dan RMSE masing-masing disajikan pada rumus berikut.

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (2.44)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (2.45)$$

SSR : *Sum Square Regression*

SST : *Sum Square Total*

dimana n menyatakan banyaknya pengamatan, y_i adalah nilai aktual, \hat{y}_i adalah nilai taksiran sedangkan \bar{y} adalah rata-rata semua pengamatan.

2.8 Faktor Perekonomian Jawa Timur

Jawa Timur merupakan salah satu provinsi di Pulau Jawa yang memiliki wilayah terluas 47.922 km² diantara enam provinsi di Pulau Jawa dengan jumlah penduduk 37.476.757 jiwa (tahun 2010). BPS Jatim menyatakan bahwa faktor perekonomian Jatim ditentukan oleh angka kemiskinan, angka pengangguran, dan PDRB (Booklet).

Angka kemiskinan menunjukkan jumlah penduduk miskin pada suatu wilayah. kemiskinan merupakan sesuatu yang kompleks, tidak berkaitan dengan dimensi ekonomi saja, tetapi berkaitan dengan dimensi-dimensi selain ekonomi. Kemiskinan lebih sering dipersepsikan sebagai ketidakcukupan pendapatan untuk memenuhi kebutuhan dasar seperti pangan, sandang, perumahan, pendidikan dan kesehatan dalam lingkup dimensi ekonomi. Dampak kemiskinan dalam kehidupan ekonomi diantaranya adalah menurunnya daya beli masyarakat dan meningkatnya tindak kriminalitas.

Sedangkan angka pengangguran menunjukkan banyaknya orang yang tidak dapat bekerja, karena tidak tersedianya lapangan pekerjaan. Pada umumnya pengangguran disebabkan oleh jumlah angkatan kerja yang tidak sesuai dengan jumlah lapangan kerja yang ada dan mampu menyerapnya. Pengangguran menjadi masalah dalam perekonomian karena dengan adanya pengangguran produktivitas dan pendapatan masyarakat berkurang sehingga menyebabkan timbulnya kemiskinan dan masalah sosial lainnya. Jumlah Pengangguran dirumuskan sebagai

$$\text{Jumlah Pengangguran} = \text{Angkatan Kerja} - \text{Jumlah Pekerja}$$

PDRB (PDRB) merupakan salah satu indikator pertumbuhan ekonomi suatu negara/ wilayah. Pertumbuhan tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya infrastruktur dan ekonomi. PDRB adalah jumlah nilai tambah bruto yang dihasilkan seluruh unit dalam wilayah tertentu. Terdapat dua macam perhitungan PDRB yakni berdasarkan harga berlaku dan harga konstant.

PDRB atas harga berlaku dapat digunakan untuk melihat pergeseran struktur ekonomi, sedangkan atas harga konstan dapat digunakan untuk mengukur pertumbuhan ekonomi dari tahun ke tahun. Oleh karena itu PDRB merupakan indikator untuk mengukur sejauh mana keberhasilan pemerintah memanfaatkan sumber daya yang ada dan digunakan sebagai perencanaan pengambilan keputusan. PDRB dihitung menggunakan dua pendekatan yaitu pendekatan pengeluaran dan pendapatan yang disajikan berikut. Rumus PDRB dengan pendekatan pengeluaran

$$PDRB = \text{konsumsi} + \text{investasi} + \text{pengeluaran pemerintah} + (\text{ekspor} - \text{impor})$$

Rumus PDRB dengan pendekatan pendapatan :

$$PDRB = \text{sewa} + \text{upah} + \text{bunga} + \text{lab}$$

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

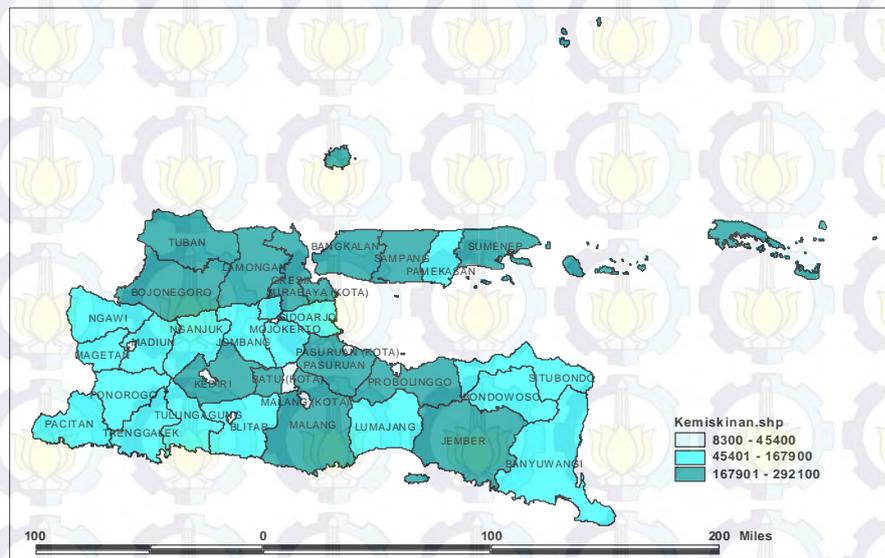
Pada bagian ini dijelaskan tentang sumber data, identifikasi variabel penelitian, spesifikasi model serta langkah-langkah untuk mencapai tujuan penelitian yaitu mengkaji estimasi model SUR-SDM, model SUR yang mengandung efek spasial pada variabel dependen dan independen serta memodelkan kemiskinan, pengangguran, dan PDRB untuk mendapatkan faktor-faktor yang berpengaruh signifikan.

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang berasal dari tiga sumber utama yaitu :

- a. Publikasi Badan Pusat Statistik Jawa Timur
- b. Badan Perencanaan dan Pembangunan Nasional
- c. Kementerian Keuangan RI Direktorat Jenderal Perimbangan Keuangan

Unit observasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 38 kabupaten atau kota di Provinsi Jawa Timur, yang disajikan pada peta berikut ini.



Gambar 3.1 Peta Kemiskinan Provinsi Jawa Timur

Pada penelitian ini sumber data variabel dependen diperoleh dari sumber (a) sedangkan variabel independen diperoleh dari sumber (b) dan (c).

Keterangan Wilayah :

No	Kabupaten/Kota	No	Kabupaten/Kota	No	Kabupaten/Kota
1	Pacitan	14	Tuban	27	Blitar
2	Ponorogo	15	Lamongan	28	Kediri
3	Trenggalek	16	Bangkalan	29	Mojokerto
4	Tulungagung	17	Pamekasan	30	Bayuwangi
5	Lumajang	18	Kota Kediri	31	Gresik
6	Bondowoso	19	Kota Blitar	32	Jember
7	Pasuruan	20	Kota Malang	33	Malang
8	Jombang	21	Kota Probolinggo	34	Probolinggo
9	Nganjuk	22	Kota Pasuruan	35	Sampang
10	Madiun	23	Kota Mojokerto	36	Sidoarjo
11	Magetan	24	Kota Madiun	37	Situbondo
12	Ngawi	25	Kota Surabaya	38	Sumenep
13	Bojonegoro	26	Kota Batu		

3.2 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu variabel dependen dan independen. Rincian penjelasan variabel dependen disajikan berikut ini.

a. Kemiskinan (Y_1)

Kemiskinan adalah ketidakmapuan seseorang untuk memenuhi standart minimum kebutuhan dasar, meliputi kebutuhan makanan maupun non-makanan (Badan Pusat Statistik). BPS menetapkan kriteria rumah tangga miskin berdasarkan karakteristik sosial demografi, pendidikan, kesehatan, sumber penghasilan, ketenagakerjaan, kondisi perumahan dan laiinya.

b. Pengangguran (Y_2)

Pengangguran adalah orang yang termasuk dalam angkatan kerja (berumur 15-64 tahun) yang sedang mencari pekerjaan dan belum mendapatkannya. Definisi pengangguran menurut BPS dan Susenas tahun 1996 adalah orang yang tidak bekerja sama sekali atau telah bekerja kurang dari 1 jam selama seminggu lalu sebelum pencacahan dan berusaha memperoleh pekerjaan.

c. PDRB (Y_3)

PDRB (PDRB) merupakan jumlah semua barang dan jasa yang dihasilkan oleh unit-unit produksi dalam batas wilayah suatu negara selama satu periode tertentu (Sistem Rujukan Statistik BPS).

Selain variabel dependen, uraian penjelasan variabel independen yang diduga mempengaruhi variabel dependen disajikan seperti uraian di bawah ini.

a. Pertumbuhan Ekonomi (X_1)

Pertumbuhan ekonomi adalah perkembangan aktivitas perekonomian yang menghasilkan tambahan pendapatan *riil* bagi masyarakat pada periode tertentu. Tambahan pendapatan ini dapat berasal dari peningkatan barang dan jasa yang diproduksi masyarakat (Tambunan, 2001).

b. Pendapatan Asli Daerah (X_2)

Definisi Pendapatan asli daerah (PAD) menurut UU No. 33 Tahun 2004 adalah sumber pendapatan daerah yang diperoleh dari sektor pajak daerah, retribusi daerah, hasil perusahaan milik daerah, hasil pengelolaan kekayaan daerah yang dipisahkan dan dipungut berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

c. Belanja Modal Pemerintah (X_3)

Belanja modal pemerintah merupakan pengeluaran yang dilakukan dalam rangka pembentukan modal yang sifatnya menambah aset tetap/ inventaris yang memberikan manfaat lebih dari satu periode akuntansi, termasuk di dalamnya adalah pengeluaran biaya pemeliharaan sifatnya menambah atau mempertahankan masa manfaat, serta meningkatkan kapasitas dan kualitas aset. Belanja modal pemerintah dikategorikan menjadi menjadi 5 kategori utama yang diuraikan berikut (Standart Akutansi Pemerintah).

1. Belanja modal tanah
2. Belanja modal peralatan dan mesin
3. Belanja modal gedung dan bangunan
4. Belanja modal jalan, irigasi dan jaringan
5. Belanja modal fisik lainnya

d. Belanja Pegawai (X_4)

Belanja pegawai adalah seluruh pengeluaran negara yang digunakan untuk membayar gaji pegawai, termasuk tunjangan yang menjadi hak, membayar honorarium, lembur, vakasi, tunjangan khusus dan belanja pegawai transitio serta membayar pensiun dan asuransi kesehatan (Badan Kebijakan Fiskal Departemen Keuangan RI).

e. Dana Alokasi Umum (X_5)

Kementerian Keuangan Indonesia menjelaskan bahwa dana alokasi umum (DAU) merupakan salah satu transfer dana pemerintah kepada daerah yang bersumber dari pendapatan APBN, yang dialokasikan untuk pemerataan kemampuan keuangan antar daerah dan mendanai kebutuhan daerah dalam rangka pelaksanaan desentralisasi. Penggunaan DAU bersifat “*Block Grant*” yakni diserahkan kepada daerah sesuai dengan prioritas dan kebutuhan daerah untuk peningkatan pelayanan kepada masyarakat dalam rangka pelaksanaan otonomi daerah.

f. Upah Minimum Regional (X_6)

Upah minimum regional (UMR) adalah standart minimum yang digunakan pengusaha atau pelaku industri untuk memberikan upah kepada pegawai, karyawan atau buruh pada lingkungan usaha atau kerjanya.

g. Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (X_7)

Tingkat partisipasi angkatan kerja (TPAK) adalah rasio antara angkatan kerja dengan jumlah penduduk/ presentase jumlah penduduk yang masuk dalam dunia kerja (BPS). Perhitungan TPAK didasarkan pada angka partisipasi angkatan kerja yaitu bagian dari penduduk usia kerja, 15 tahun ke atas yang mempunyai pekerjaan selama seminggu yang lalu, baik yang bekerja maupun yang sementara tidak bekerja karena suatu sebab tertentu seperti menunggu panen ataupun cuti.

h. Angka Buta Huruf (X_8)

Angka buta huruf adalah proporsi penduduk berusia 15 tahun ke atas yang tidak mempunyai kemampuan membaca dan menulis huruf terhadap penduduk usia 15 tahun ke atas (Sistem Rujukan Statistika BPS).

i. Kepadatan Penduduk (X_9)

BPS mendefinisikan kepadatan penduduk sebagai jumlah penduduk tiap satuan luas wilayah. Terdapat empat macam kepadatan penduduk yaitu kepadatan penduduk hitung, kepadatan penduduk ekonomi, kepadatan penduduk alami, dan kepadatan penduduk agraris.

Secara ringkas variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Variabel Penelitian	Satuan
[Y1] Kemiskinan	Jiwa
[Y2] Pengangguran	Jiwa
[Y3] PDRB	Millyar Rupiah
[X1] Pertumbuhan Ekonomi	Persentase
[X2] Pendapatan Asli Daerah	Juta Rupiah
[X3] Belanja Modal Pemerintah	Juta Rupiah
[X4] Belanja Pegawai	Juta Rupiah
[X5] Dana Alokasi Umum	Juta Rupiah
[X6] Upah Minimum Regional	Rupiah
[X7] Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja	Persentase
[X8] Angka Buta Huruf	Persentase
[X9] Kepadatan Penduduk	Jiwa/Km ²

Selanjutnya struktur data yang digunakan dalam penelitian ini disajikan secara lengkap pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Struktur Data Variabel Penelitian

Kabupaten	Y ₁	Y ₂	Y ₃	X ₁	X ₂	...	X ₉
1	y ₁₁	y ₂₁	y ₃₁	x ₁₁	x ₂₁	...	x ₉₁
2	y ₁₂	y ₂₂	y ₃₂	x ₁₂	x ₂₂	...	x ₉₂
:	:	:	:	:	:	...	:
38	y ₁₍₃₈₎	y ₂₍₃₈₎	y ₃₍₃₈₎	x ₁₍₃₈₎	x ₂₍₃₈₎	...	x ₉₍₃₈₎

3.3 Spesifikasi Model

Model SUR-SDM yang diusulkan pada penelitian ini dijabarkan berikut.

$$\begin{aligned}
 Y_{1i} &= \rho_1 \mathbf{W}Y_{1i} + \beta_{10} + \beta_{11}X_{1i} + \beta_{12}X_{6i} + \beta_{13}X_{8i} + \gamma_{11}\mathbf{W}X_{1i} + \gamma_{12}\mathbf{W}X_{6i} + \gamma_{13}\mathbf{W}X_{8i} + \varepsilon_{1i} \\
 Y_{2i} &= \rho_2 \mathbf{W}Y_{2i} + \beta_{20} + \beta_{21}X_{7i} + \beta_{22}X_{8i} + \beta_{23}X_{9i} + \gamma_{21}\mathbf{W}X_{7i} + \gamma_{22}\mathbf{W}X_{8i} + \gamma_{23}\mathbf{W}X_{9i} + \varepsilon_{2i} \\
 Y_{3i} &= \rho_3 \mathbf{W}Y_{3i} + \beta_{30} + \beta_{31}X_{2i} + \beta_{32}X_{3i} + \beta_{33}X_{4i} + \beta_{34}X_{5i} + \beta_{35}X_{7i} + \beta_{36}X_{8i} + \gamma_{31}\mathbf{W}X_{2i} \\
 &\quad + \gamma_{32}\mathbf{W}X_{3i} + \gamma_{33}\mathbf{W}X_{4i} + \gamma_{34}\mathbf{W}X_{5i} + \gamma_{35}\mathbf{W}X_{7i} + \gamma_{36}\mathbf{W}X_{8i} + \varepsilon_{3i}
 \end{aligned}$$

3.4 Metode Analisis

Tahapan analisis yang digunakan untuk mencapai tujuan yang diharapkan dilakukan melalui langkah-langkah berikut.

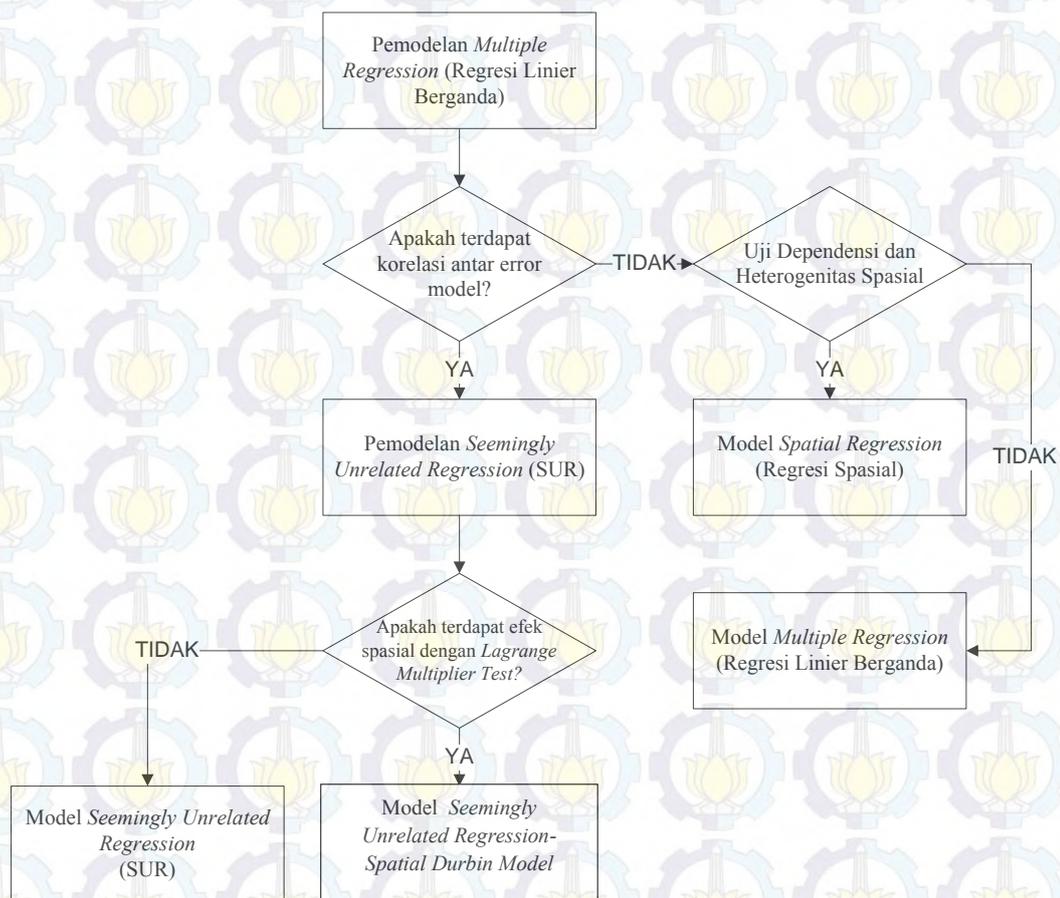
1. Mengkaji tahapan estimasi model SUR-SDM dengan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) melalui langkah berikut.
 - a. Memformulasikan model SUR-SDM
 - b. Mendefinisikan error model SUR-SDM
 - c. Membentuk fungsi *likelihood* dari error persamaan model SUR-SDM

- d. Membentuk fungsi *ln-likelihood* dari fungsi *likelihood* yang telah dibentuk sebelumnya.
 - e. Menurunkan fungsi *ln-likelihood* terhadap parameter yang diestimasi yaitu $\theta = (\delta_s, \Sigma, \rho_1, \rho_2, \dots, \rho_m)$ dengan menyamakan dengan nol.
 - f. Melanjutkan proses estimasi parameter menggunakan metode *Newton Raphson* karena beberapa persamaan menghasilkan solusi tidak *closed form* dengan langkah-langkah berikut.
 - i. Menurunkan fungsi *ln-likelihood* kedua kalinya terhadap parameter yang persamaannya tidak *closed form*.
 - ii. Menyusun matriks hesian \mathbf{H} yang singular dimana elemen dari \mathbf{H} adalah turunan kedua dari fungsi *ln-likelihood* terhadap parameter yang persamaan tidak *closed form*.
 - iii. Menyusun vektor gradien \mathbf{g} dimana elemennya adalah turunan pertama dari fungsi *ln-likelihood* terhadap parameter yang persamaan tidak *closed form*.
 - iv. Menentukan $\theta^{(k+1)}$ dengan rumus berikut.

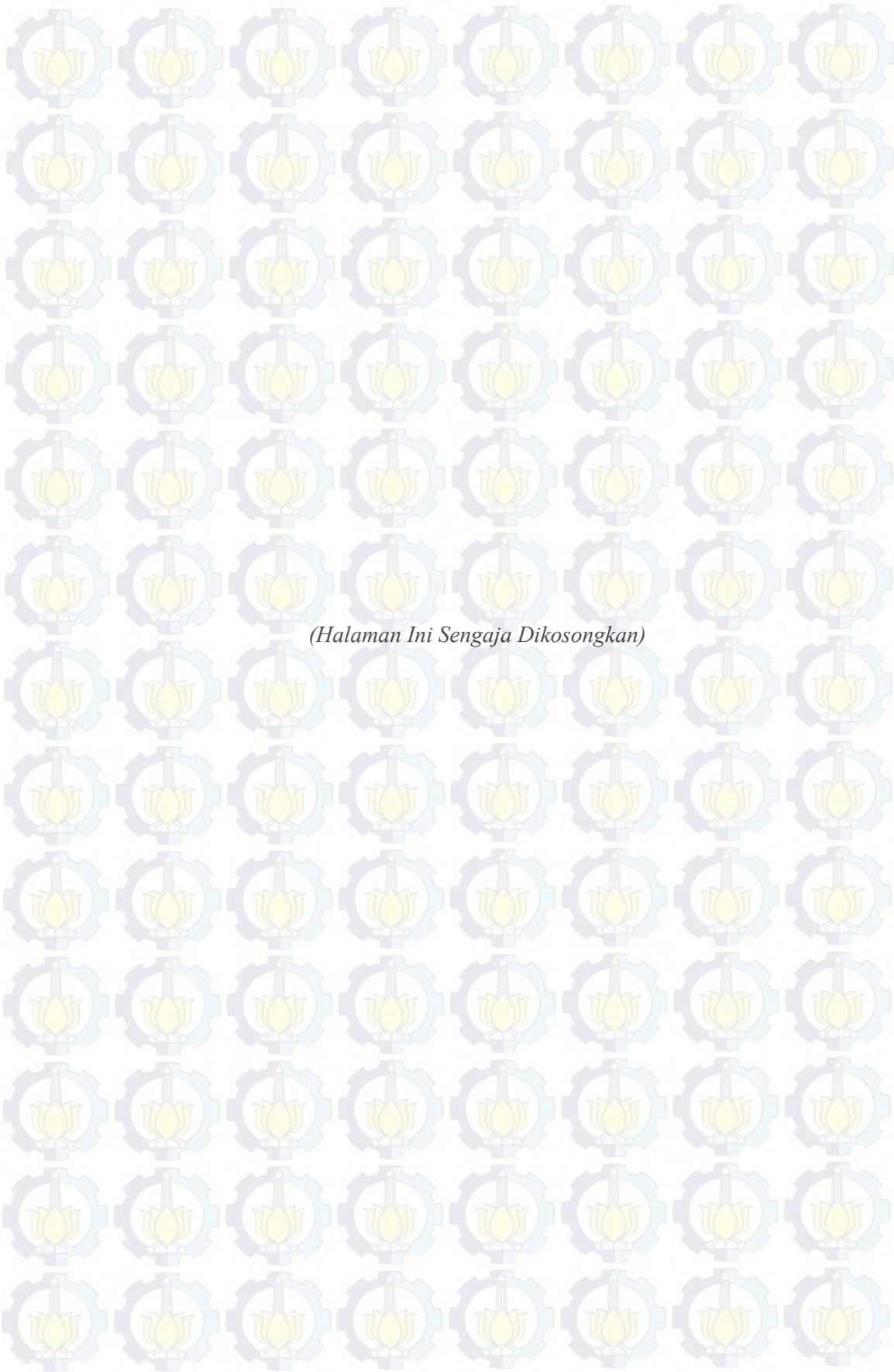
$$\theta^{(k+1)} = \theta^{(k)} - [\mathbf{H}(\theta^{(k)})]^{-1} \mathbf{g}(\theta^{(k)})$$
 - v. Mencari nilai $\|\theta^{(k+1)} - \theta^{(k)}\|$ hingga diperoleh kondisi $\|\theta^{(k+1)} - \theta^{(k)}\| \leq 0,0001$
2. Memodelkan indikator perekonomian di Jawa Timur melalui langkah-langkah berikut.
- a. Mendeskripsikan masing-masing variabel dalam penelitian sebagai gambaran perekonomian di Jawa Timur dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya melalui software Geoda
 - b. Mengidentifikasi pola hubungan antar variabel dependen dan variabel independen melalui *Scatterplot*.
 - c. Menstandarisasi data penelitian.
 - d. Melakukan pemodelan regresi linear berganda pada variabel dependen dan variabel independen.

- e. Menentukan matriks pembobot spasial menggunakan pembobot *Queen Contiguity*.
- f. Melakukan pengujian aspek spasial (dependensi spasial, heterogenitas spasial).
- g. Melakukan pengujian model spasial melalui uji *Lagrange Multiplier* (LM).
- h. Melakukan pemodelan dengan pendekatan SUR-SDM dengan bobot *Queen Contiguity* dan *Customize*.
- i. Mengintrepetasikan model SUR –SDM dengan bobot terbaik.

Tahapan pemodelan faktor perekonomian kabupaten/kota provinsi Jawa Timur selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.2 Diagram Alir Metode Analisis



(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada pembahasan ini dilakukan pengkajian tahapan estimasi model SUR-SDM menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dan selanjutnya menerapkannya untuk memodelkan faktor perekonomian di Jawa Timur.

4.1 Estimasi Model SUR-SDM Menggunakan Metode *Maximum Likelihood Estimation*

Pada penelitian sebelumnya Prakoso (2014), dijabarkan bahwa SUR-Spasial merupakan metode yang digunakan untuk menangkap efek spasial pada persamaan utama (variabel dependen) atau *error* model. Dalam realitanya, pada kasus-kasus tertentu efek spasial tidak hanya timbul pada dua keadaan tersebut. Efek spasial dapat timbul juga pada variabel dependen dan independen sekaligus. Untuk mengakomodasi permasalahan ini diperkenalkan metode SUR-SDM dengan tahapan estimasi parameternya disajikan sebagai berikut.

4.1.1 Estimasi Parameter Model SUR-SDM

SUR-SDM merupakan pengembangan model SUR-Spasial yaitu SUR-SAR dimana komponen spasialnya terdapat pada dua variabel sekaligus yakni dependen dan independen. Berdasarkan definisi ini parameter yang diestimasi pada SUR-SDM adalah sebanyak $\theta = \{ \delta_s, \Sigma, \rho_1, \rho_2, \dots, \rho_m \}$, dimana δ_s berisi parameter β dan γ , yang merupakan vektor koefisien dari variabel independen X dan vektor koefisien spasial lag variabel independen WX , Σ adalah matrik varians kovarians, dan ρ_j adalah komponen spasial lag variabel dependen. Estimasi parameter model SUR-SDM menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* dijabarkan pada uraian di bawah ini.

Diketahui bahwa model umum SUR-SDM dalam bentuk matriks, pada persamaan (2.35) dan (2.37) adalah seperti berikut

$$\begin{aligned} \mathbf{Ay} &= \boldsymbol{\beta}_0 + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{WX}\boldsymbol{\gamma} + \boldsymbol{\varepsilon} \\ \boldsymbol{\varepsilon} &\sim \mathbf{N}(\mathbf{0}, \boldsymbol{\Omega}) \end{aligned} \quad (4.1)$$

Model umum SUR-SDM pada persamaan (4.1) tersebut, selanjutnya dibawa ke dalam bentuk model SUR-SAR dengan mendefinisikan suatu nilai :

$$\begin{aligned} \mathbf{Z}_s &= [\mathbf{1} \quad \mathbf{X} \quad \mathbf{WX}] \text{ dan } \boldsymbol{\delta}_s = [\boldsymbol{\beta} \quad \boldsymbol{\gamma}]' \\ \mathbf{Ay} &= \mathbf{Z}_s \boldsymbol{\delta}_s + \boldsymbol{\varepsilon} \Rightarrow \boldsymbol{\varepsilon} = \mathbf{Ay} - \mathbf{Z}_s \boldsymbol{\delta}_s \text{ dengan } \boldsymbol{\varepsilon} \sim \mathbf{N}(\mathbf{0}, \boldsymbol{\Omega}) \end{aligned} \quad (4.2)$$

Sehingga dihasilkan suatu model SUR-SDM yang baru pada persamaan (4.2).

Setelah diperoleh *error* pada model fungsi *likelihood* yang dapat disusun adalah

$$\begin{aligned} L(\mathbf{y}; \theta) &= (2\pi)^{-mn/2} |\boldsymbol{\Sigma}|^{-n/2} |\mathbf{A}| \exp\left(-\frac{1}{2}(\boldsymbol{\varepsilon} - \mathbf{0})' \boldsymbol{\Omega}^{-1}(\boldsymbol{\varepsilon} - \mathbf{0})\right) \\ L(\mathbf{y}; \theta) &= (2\pi)^{-mn/2} |\boldsymbol{\Sigma}|^{-n/2} |\mathbf{A}| \exp\left(\frac{1}{2}(\mathbf{Ay} - \mathbf{Z}_s \boldsymbol{\delta}_s)' \boldsymbol{\Omega}^{-1}(\mathbf{Ay} - \mathbf{Z}_s \boldsymbol{\delta}_s)\right) \end{aligned} \quad (4.3)$$

Langkah selanjutnya untuk melakukan estimasi parameter pada model SUR-SDM adalah dengan membentuk *ln-likelihood* dari persamaan (4.3). Hasil *ln-likelihood* dari persamaan tersebut adalah seperti berikut.

$$\ln L(\mathbf{y}; \theta) = -\frac{mn}{2} \ln(2\pi) - \frac{n}{2} \ln|\boldsymbol{\Sigma}| + \ln|\mathbf{A}| - \frac{1}{2}(\mathbf{Ay} - \mathbf{Z}_s \boldsymbol{\delta}_s)' \boldsymbol{\Omega}^{-1}(\mathbf{Ay} - \mathbf{Z}_s \boldsymbol{\delta}_s) \quad (4.4)$$

Persamaan (4.4) selanjutnya diturunkan terhadap setiap parameter yang diestimasi kemudian disamadengankan nol untuk memperoleh persamaan berikut.

$$\frac{\partial \ln L(\mathbf{y}; \theta)}{\partial \boldsymbol{\delta}_s} = \mathbf{Z}_s' \boldsymbol{\Omega}^{-1}(\mathbf{Ay} - \mathbf{Z}_s \boldsymbol{\delta}_s) = 0 \quad (4.5)$$

$$\frac{\partial \ln L(\mathbf{y}; \theta)}{\partial \sigma_{jk}} = -\frac{n}{2} \text{tr}(\boldsymbol{\Sigma}^{-1} \mathbf{J}) + \frac{1}{2}(\mathbf{Ay} - \mathbf{Z}_s \boldsymbol{\delta}_s)' (\boldsymbol{\Sigma}^{-1} \mathbf{J} \boldsymbol{\Sigma}^{-1} \otimes \mathbf{I}_n) (\mathbf{Ay} - \mathbf{Z}_s \boldsymbol{\delta}_s) = 0 \quad (4.6)$$

$$\frac{\partial \ln(\mathbf{y}; \theta)}{\partial \rho_j} = -\text{tr}(\mathbf{A}^{-1}(\mathbf{I}_m \otimes \mathbf{W})) + (\mathbf{Ay} - \mathbf{Z}_s \boldsymbol{\delta}_s)' \boldsymbol{\Omega}^{-1}(\mathbf{I}_m \otimes \mathbf{W}) \mathbf{y} = 0 \quad (4.7)$$

Langkah-langkah untuk mendapatkan persamaan (4.5), (4.6) dan (4.7) disajikan pada Lampiran 1.

Berdasarkan persamaan (4.5) dan (4.6) didapatkan hasil estimasi parameter $\boldsymbol{\delta}_s$ dan σ_{jk} seperti yang dirumuskan berikut.

$$\hat{\boldsymbol{\delta}}_s = (\mathbf{Z}_s' \boldsymbol{\Omega}^{-1} \mathbf{Z}_s)^{-1} \mathbf{Z}_s' \boldsymbol{\Omega}^{-1} \mathbf{Ay} \quad (4.8)$$

$$\hat{\sigma}_{jk} = \frac{1}{n} (\mathbf{A}\mathbf{y} - \mathbf{Z}_s \delta_s)' (\mathbf{A}\mathbf{y} - \mathbf{Z}_s \delta_s) \quad (4.9)$$

Tahapan untuk mendapatkan parameter δ_s dan σ_{jk} dapat dilihat pada lampiran 2.

Berdasarkan hasil persamaan (4.7) diperoleh bahwa persamaan tersebut tidak *closed form* sehingga diperlukan suatu pendekatan numerik untuk menyelesaikannya. Pendekatan numerik untuk mengestimasi ρ_j adalah *Newton-Raphson*. Pada metode *Newton-Raphson* diperlukan matriks Hessian \mathbf{H} dan matriks Gradien \mathbf{g} yang masing-masing diperoleh dari turunan kedua dan pertama *ln-likelihood*. Matriks \mathbf{g} dihasilkan ada persamaan (4.7) sedangkan matriks \mathbf{H} hasilnya sebagai berikut.

$$\mathbf{H} = \frac{\partial^2 \ln L(\mathbf{y}; \theta)}{\partial (\rho_j)^2} = -tr(\mathbf{A}^{-1}(\mathbf{I}_m \otimes \mathbf{W})\mathbf{A}^{-1}(\mathbf{I}_m \otimes \mathbf{W})) - \mathbf{y}'(\mathbf{I}_m \otimes \mathbf{W})' \boldsymbol{\Omega}^{-1}(\mathbf{E}^{ij} \otimes \mathbf{W}) \mathbf{v} \quad (4.10)$$

Langkah-langkah untuk mendapatkan persamaan (4.10) disajikan pada lampiran 2

Berdasarkan persamaan (4.7) dan (4.10) diperoleh bahwa $\mathbf{H} = \frac{\partial^2 \ln L(\mathbf{y}; \theta)}{\partial (\rho_j)^2}$

dan $\mathbf{g} = \frac{\partial \ln(\mathbf{y}; \theta)}{\partial \rho_j}$, matriks \mathbf{H} dan \mathbf{g} selanjutnya digunakan dalam iterasi *Newton-*

Raphson sampai diperoleh kondisi yang konvergen dimana $\|\boldsymbol{\theta}^{(k+1)} - \boldsymbol{\theta}^{(k)}\| \leq 0,0001$.

4.2 Penerapan Model SUR-SDM Dalam Pemodelan Faktor Perekonomian di Jawa Timur

Sebelum memodelkan faktor perekonomian di Jawa Timur menggunakan SUR-SDM, terlebih dahulu akan diberikan deskripsi Profil provinsi Jawa Timur, faktor perekonomian di Jatim yakni kemiskinan, pengangguran dan produk domestik regional bruto beserta variabel prediktor yang mempengaruhinya.

4.2.1 Gambaran Umum Provinsi Jawa Timur

Jawa Timur adalah provinsi di bagian timur Pulau Jawa yang berbatasan dengan Laut Jawa di bagian Utara, Selat Bali di bagian Timur, Samudra Hindia di bagian Selatan serta dengan Jawa Tengah di bagian Barat. Luas wilayah Jawa

Timur adalah 47.922 km² dengan jumlah penduduk 37.476.757 jiwa. Secara geografis Jawa Timur terletak pada 111⁰ 0' hingga 114⁰ 4' Bujur Timur dan 7⁰ 12' hingga 8⁰ 48' Lintang Selatan. Wilayah Jawa Timur terbagi dalam dua bagian besar yaitu wilayah daratan hampir mencakup 90% dari seluruh luas provinsi Jawa Timur dan wilayah kepulauan Madura sekitar 10% dari luas wilayah Jawa Timur.

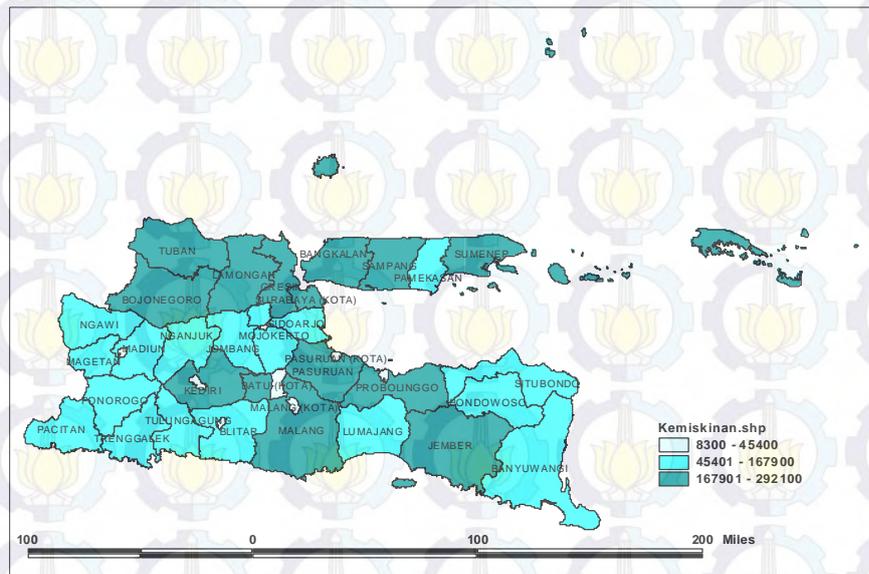
Wilayah Jawa Timur secara administratif terbagi menjadi 29 kabupaten dan 9 kota, sehingga total 38 kabupaten/kota. Walaupun dikenal sebagai pusat kawasan Timur Indonesia yang memiliki signifikansi perekonomian cukup tinggi, masalah faktor perekonomian kemiskinan, pengangguran dan produk domestik regional bruto di Jawa Timur masih belum bisa diselesaikan dengan baik.

4.2.2 Deskripsi Faktor Perekonomian di Jawa Timur dan Variabel Prediktor yang Diduga Mempengaruhinya

Pada bagian ini dideskripsikan faktor perekonomian di Jawa Timur meliputi kemiskinan, pengangguran, dan produk domestik regional bruto beserta variabel prediktor yang diduga mempengaruhinya. Untuk mempermudah interpretasi data, peta variabel diklasifikasikan menjadi tiga kelas yakni tinggi, sedang dan rendah.

4.2.2.1 Kemiskinan (Y₁)

Jumlah penduduk miskin di provinsi Jawa Timur selama tahun 2011 sebanyak 5.226.800 jiwa dengan jumlah kemiskinan tertinggi 292.100 jiwa pada Kabupaten Jember dan terendah 8.300 jiwa pada Kota Mojokerto. Persebaran penduduk miskin tersebut dipetakan pada Gambar 4.1. Terlihat berdasarkan peta terdapat pengaruh spasial, ditunjukkan dengan mengelompoknya jumlah kemiskinan.

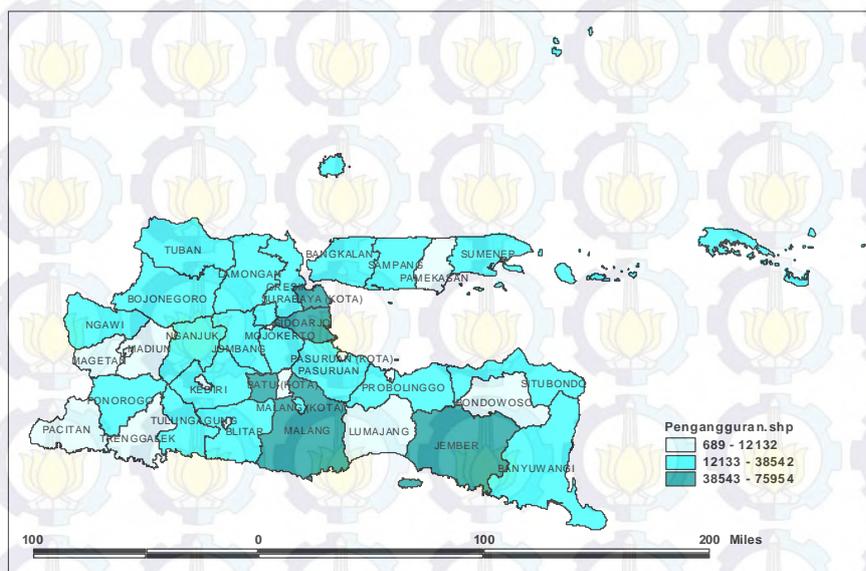


Gambar 4.1 Peta Kemiskinan Kabupaten / Kota di Jawa Timur

Secara umum jumlah penduduk miskin di Jawa Timur yang tergolong tinggi tersebar pada wilayah utara diantaranya Bojonegoro, Tuban, Lamongan, Gresik, Surabaya dan pulau Madura (Bangkalan, Sampang dan Sumenep). Untuk penduduk dengan jumlah kemiskinan sedang menyebar pada wilayah barat dan timur, masing-masing pada wilayah barat adalah Pacitan, Ponorogo, Trenggalek, Tulungagung dan Blitar serta pada wilayah timur Bondowoso, Bayuwangi dan Situbondo. Daerah kota memiliki jumlah penduduk miskin yang rendah, kota tersebut meliputi Kediri, Blitar, Malang, Probolinggo, Pasuruan, Madiun dan Batu.

4.2.2.2 Pengangguran (Y_2)

Angka pengangguran merupakan salah satu indikator ekonomi makro yang disebabkan oleh ketidakseimbangan antara permintaan dan penawaran kerja di suatu wilayah. Berdasarkan data BPS, jumlah pengangguran di provinsi Jawa Timur selama tahun 2011 adalah sebanyak 802.412 jiwa dengan pengangguran tertinggi terdapat di kota Surabaya sebesar 75.954 jiwa dan terendah pada kota Kediri sebanyak 689 jiwa. Pemetaan pengangguran di Jatim disajikan pada Gambar 4.2.

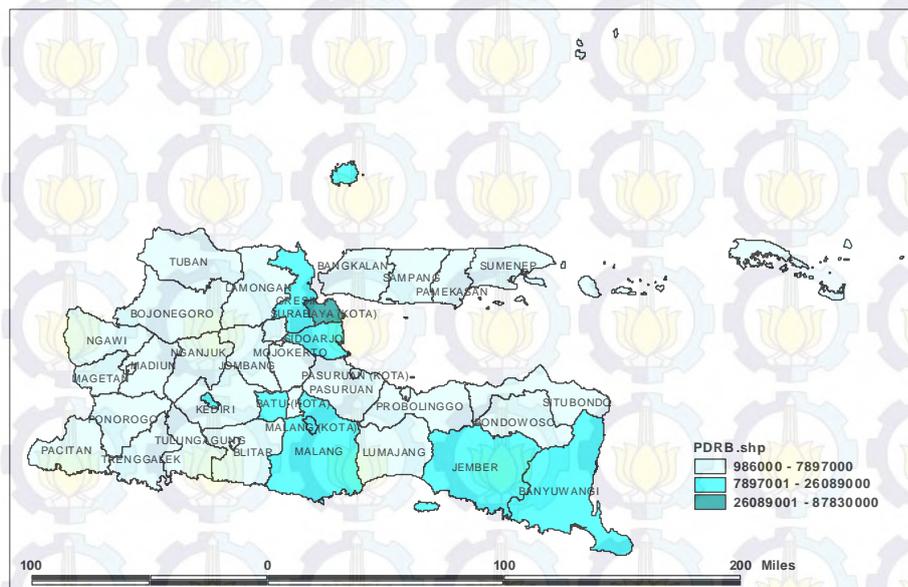


Gambar 4.2 Peta Pengangguran Kabupaten / Kota di Jawa Timur

Berdasarkan peta pengangguran, wilayah dengan jumlah pengangguran tinggi terletak berdekatan yakni mengelompok pada kota Surabaya, Sidoarjo, Batu, Malang dan Jember. Sedangkan daerah dengan jumlah pengangguran sedang terletak pada bagian tengah Jatim dan sebagian besar wilayah Madura. Sementara daerah dengan jumlah pengangguran yang tergolong rendah ada pada bagian barat wilayah jatim, dan dua daerah yakni Lumajang dan Bondowoso di bagian timur serta Pamekasan di kepulauan Madura.

4.2.2.3 PDRB (Y₃)

PDRB merupakan penjumlahan nilai output bersih perekonomian yang ditimbulkan oleh seluruh kegiatan ekonomi di suatu wilayah dalam waktu tertentu. Jumlah produk domestik regional bruto di Jawa timur pada tahun 2011 mencapai angka 331,01 triliun rupiah dengan tertinggi berada pada kota Surabaya sebesar 87,830 milyar rupiah dan terendah pada kota pacitan sebanyak 986 milyar rupiah. Pemetaan sebaran PDRB kabupaten/ kota di Jatimt disajikan pada Gambar 4.3.

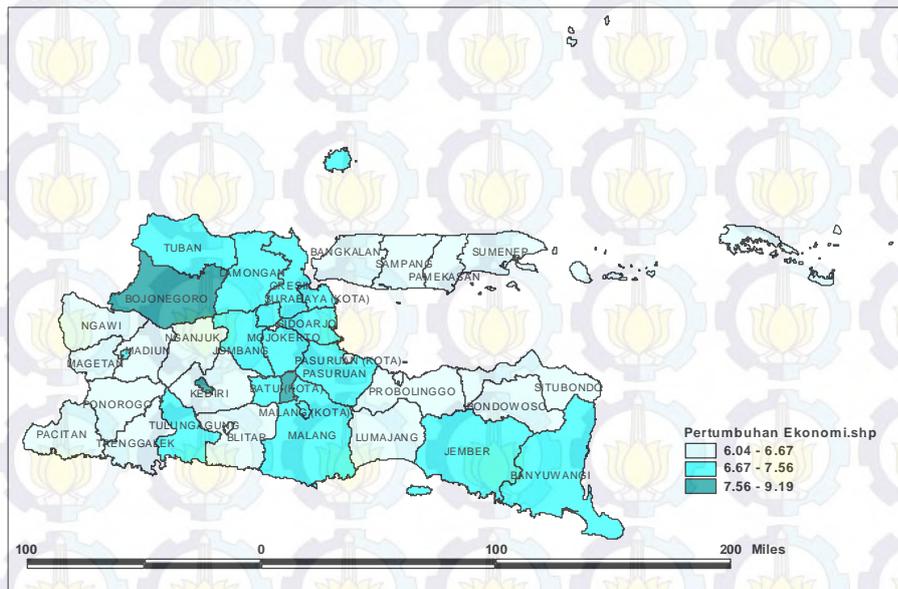


Gambar 4.3 Peta Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten / Kota di Jawa Timur

Berdasarkan gambar tersebut sebagian besar kabupaten/kota di Jatim memiliki PDRB yang masih rendah yakni pada angka 888 sampai 7397 milyar rupiah. Daerah dengan PDRB menengah berada di bagian timur Jatim yaitu Jember dan Banyuwangi, bagian barat adalah kota Malang dan Batu, serta bagian utara adalah Sidoarjo dan Gresik. Untuk kota Surabaya memegang PDRB tertinggi di Jawa Timur.

4.2.2.4 Pertumbuhan Ekonomi (X_1)

Pertumbuhan ekonomi pada dasarnya menunjukkan sejauhmana aktivitas perekonomian di suatu wilayah/daerah akan menghasilkan tambahan pendapatan bagi masyarakat pada periode tertentu. Rata-rata pertumbuhan ekonomi kabupaten/kota di Jawa Timur selama tahun 2011 adalah 6,7%, dengan pertumbuhan ekonomi terbesar terletak pada kota Bojonegoro yakni 9,19% dan terendah pada kabupaten Sampang 6,04%. Pemetaan pertumbuhan ekonomi di Jawa Timur disajikan pada Gambar 4.4 dibagi menjadi tiga kelompok yakni daerah yang termasuk pertumbuhan ekonominya tinggi, sedang dan rendah. Penjabaran pemetaan yang dilakukan disajikan sebagai berikut ini.

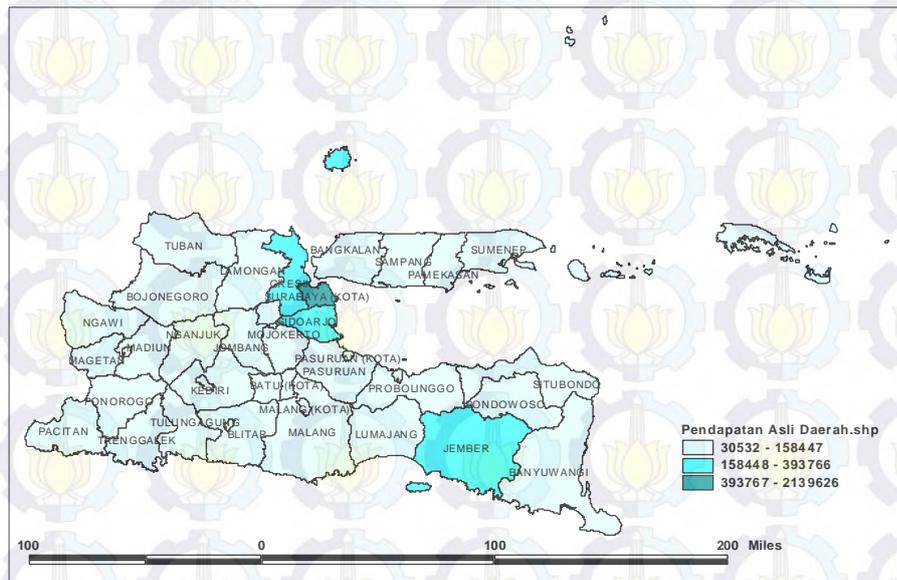


Gambar 4.4 Peta Pertumbuhan Ekonomi Kabupaten / Kota di Jawa Timur

Berdasarkan gambar 4.4 terlihat bahwa kabupaten/ kota dengan pertumbuhan ekonomi yang rendah terdapat di bagian barat dan timur wilayah jatim, serta semua daerah di Madura. Sedangkan pertumbuhan ekonomi menengah mengelompok pada bagian utara dan ujung timur wilayah Jatim. Sementara, daerah dengan pertumbuhan ekonomi tinggi terdapat di kabupaten Bojonegoro, kota Kediri dan kota Batu.

4.2.2.5 Pendapatan Asli Daerah (X₂)

Pendapatan asli daerah (PAD) merupakan pendapatan yang diperoleh daerah yang dipungut berdasarkan peraturan daerah dan sesuai undang- undang. Sumber PAD berasal dari pajak daerah, retribusi daerah, hasil pengelolaan kekayaan daerah yang dipisahkan dan lainnya. Selama tahun 2011 besarnya PAD yang dihasilkan Jawa Timur adalah sebesar 5,299597 triliun rupiah dengan PAD tertinggi dihasilkan oleh Kota Surabaya sebesar 2,139626 triliun dan terendah dihasilkan Kota Pasuruan sebesar 30,532 millyar rupiah. Gambar 4.5 di bawah ini merupakan hasil pemetaan PAD kabupaten/ kota di provinsi Jawa Timur.

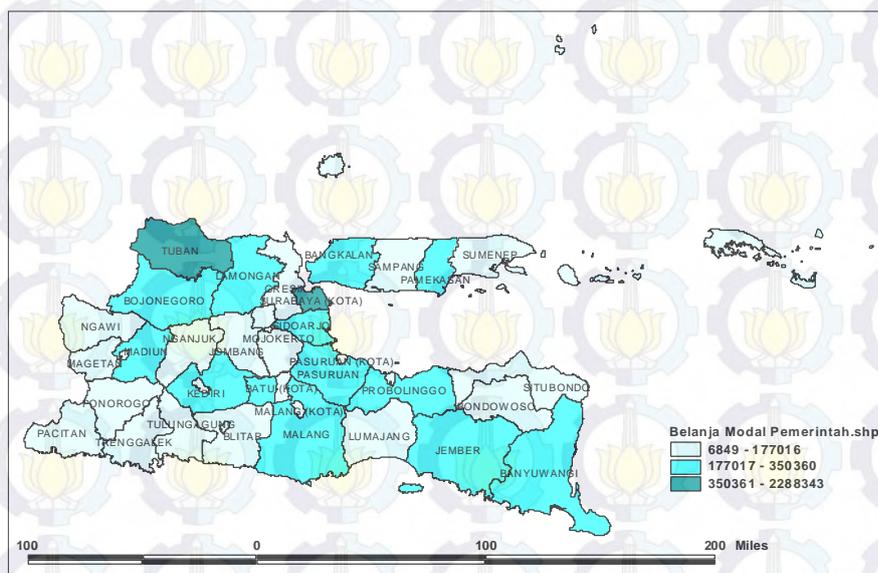


Gambar 4.5 Peta Pendapatan Asli Daerah Kabupaten / Kota di Jawa Timur

Berdasarkan gambar 4.5 sebagian besar PAD kabupaten/ kota Jawa Timur masih tergolong rendah kecuali daerah kabupaten Gresik, Sidoarjo, Jember, dan kota Surabaya. Daerah yang memiliki PAD sedang diantaranya adalah Kabupaten Gresik, Sidoarjo dan Jember. Sementara itu Kota Surabaya menghasilkan PAD yang tinggi dari semua daerah di Jawa Timur.

4.2.2.6 Belanja Modal Pemerintah (X_3)

Belanja modal pemerintah pada dasarnya adalah pengeluaran yang dilakukan untuk menambah modal yang menambah aset tetap. Di provinsi Jawa Timur selama tahun 2011 belanja modal pemerintah yang dikeluarkan adalah sebanyak 9,355847 trilliun rupiah. Kabupaten Tuban merupakan daerah yang mengalokasikan belanja modal pemerintah tertinggi 2,288343 trilliun rupiah. Sementara itu berbeda dengan Kabupaten Lumajang dimana alokasi belanja modal pemerintahnya paling rendah yakni 6,849 millyar rupiah. Lengkapnya pemetaan belanja modal pemerintah untuk masing- masing kabupaten/ kota di Jatim disajikan pada gambar 4.6 berikut.

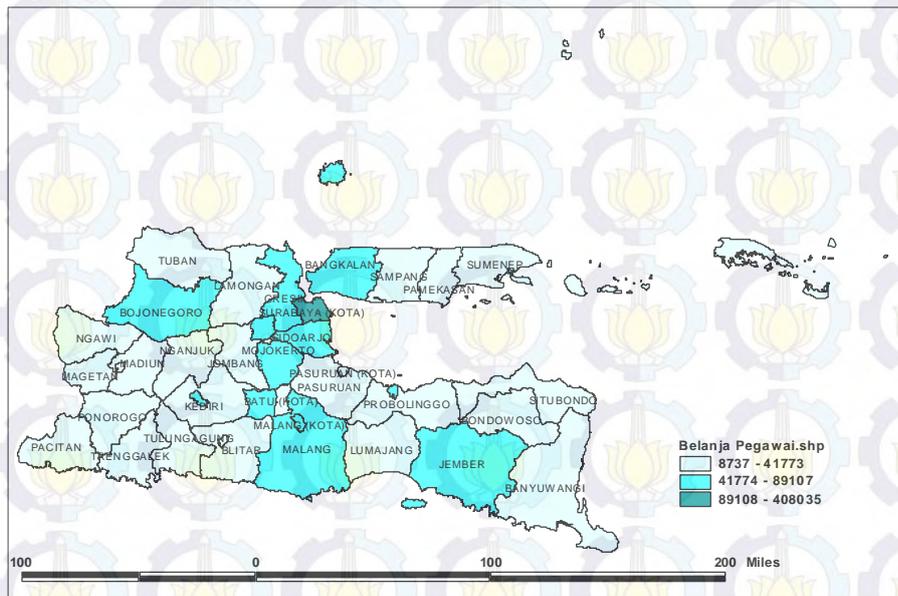


Gambar 4.6 Peta Belanja Modal Pemerintah Kabupaten / Kota di Jawa Timur

Berdasarkan gambar 4.6 belanja modal pemerintah di Jawa Timur menyebar di berbagai daerah. Daerah dengan belanja modal pemerintah rendah terdapat pada sebagian pulau Madura yakni Sampang dan Sumenep, bagian barat, utara serta timur wilayah Jatim. Sedangkan daerah dengan alokasi belanja modal pemerintah yang sedang tidak mengelompok pada satu bagian, melainkan menyebar dari Kabupaten Bojonegoro, Lamongan, Kediri, Jember, Banyuwangi serta daerah bagian Madura yaitu Kabupaten Sampang dan Pamekasan. Sementara Kabupaten Tuban dan Kota Surabaya adalah dua daerah dengan belanja modal pemerintahnya tinggi.

4.2.2.7 Belanja Pegawai (X₄)

Di provinsi Jawa Timur rata-rata pengeluaran pemerintah kabupaten/kota untuk belanja pegawainya mencapai angka 45,798 milyar rupiah. Belanja pegawai terendah terdapat pada kota Blitar sebesar 8,737 milyar rupiah sedangkan belanja pegawai tertinggi ada pada kota Surabaya dengan nilai 408,035 milyar. Pemetaan belanja pegawai kabupaten/ kota di Jawa Timur diberikan seperti pada Gambar 4.7.

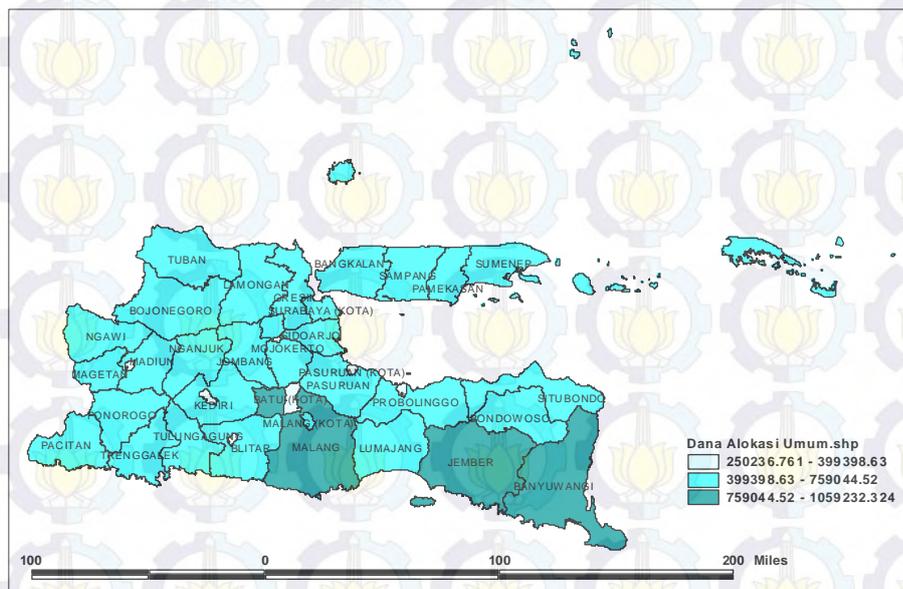


Gambar 4.7 Peta Belanja Pegawai Kabupaten / Kota di Jawa Timur

Berdasarkan gambar kabupaten/ kota dengan belanja pegawai rendah berada di bagian barat, utara dan timur wilayah Jatim. Sedangkan kabupaten dengan belanja pegawai sedang terdapat pada kabupaten Bojonegoro, Gresik hingga Malang, Jember, dan Bangkalan. Sementara itu hanya kota Surabaya yang memiliki belanja pegawai termasuk tinggi.

4.2.2.8 Dana Alokasi Umum (X₅)

Dana alokasi umum merupakan dana yang bersumber dari pendapatan APBN, yang dialokasikan untuk pemerataan kemampuan keuangan antar daerah dan mendanai kebutuhan daerah dalam rangka pelaksanaan desentralisasi. Dana alokasi umum pada wilayah Jawa Timur rata-rata adalah sebesar 585,051 milyar rupiah dengan tertinggi terdapat pada kabupaten Jember sebesar 1,059232 triliun rupiah dan terendah pada kota Blitar sebesar 250,237 milyar rupiah. Pemetaan dana alokasi umum per kabupaten/ kota di Jawa Timur digambarkan sebagai berikut.

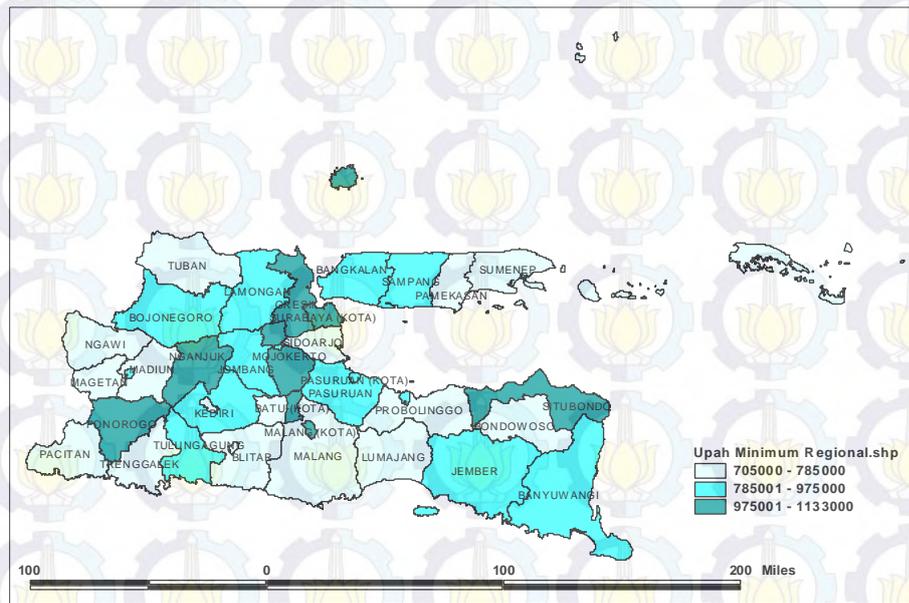


Gambar 4.8 Peta Dana Alokasi Umum Kabupaten / Kota di Jawa Timur

Secara garis besar dana alokasi umum di Jawa Timur yang rendah ada pada kota Batu, Kediri, Pasuruan, Madiun, dan Blitar. Sedangkan hampir semua wilayah utara, barat sampai timur memiliki dana alokasi umum yang sedang. Sementara itu dana alokasi umum tinggi terdapat pada kabupaten Malang, Jember, Banyuwangi dan kota Malang.

4.2.2.9 Upah Minimum Regional (X_6)

Rata-rata upah minimum regional di Jawa Timur adalah sebesar 863.321. Upah minimum regional di Jawa Timur tertinggi terdapat pada kabupaten Gresik sebesar 1.133.000 rupiah sedangkan upah terendah terdapat pada kabupaten Malang dan Probolinggo sebesar 705.000 rupiah. Pemetaan UMR kabupaten/ kota di Jawa Timur disajikan pada gambar 4.9 di bawah ini.

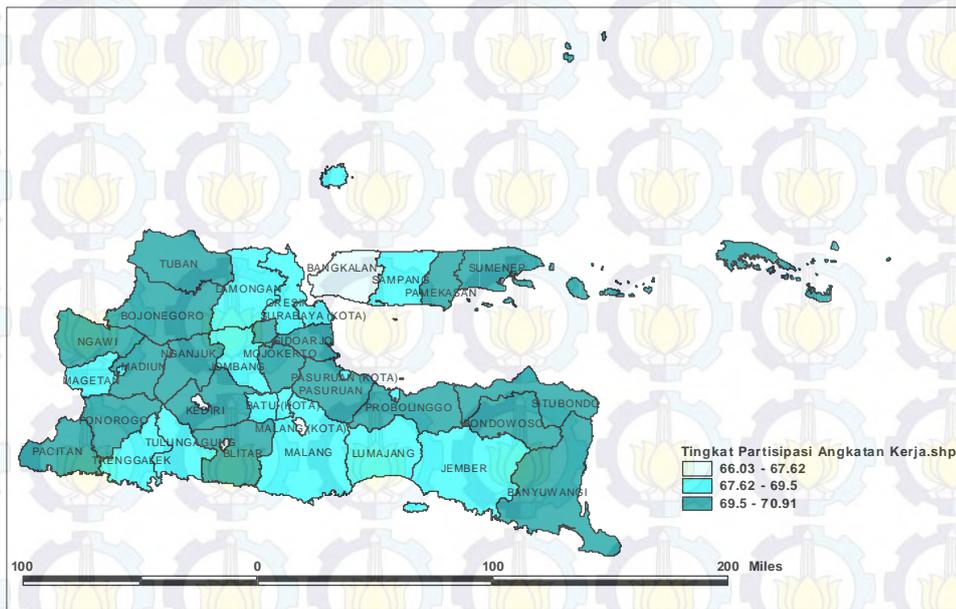


Gambar 4.9 Peta Upah Minimum Regional Kabupaten / Kota di Jawa Timur

Berdasarkan gambar 4.9 terlihat bahwa upah minimum regional di Jawa Timur menyebar. Daerah dengan UMR rendah menyebar pada kabupaten Tuban, Pacitan sampai Bondowoso serta Pamekasan dan Sumenep. Sedangkan UMR sedang terdapat pada Bojonegoro hingga Tulungagung dan bagian timur yakni Banyuwangi serta Jember. Sedangkan UMR tinggi pada kota Surabaya, kabupaten Gresik, Mojokerto, Situbondo, Nganjuk dan Ponorogo.

4.2.2.10 Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (X_7)

Tingkat partisipasi angkatan kerja menunjukkan presentase sumbangan orang yang bekerja dalam suatu angkatan kerja. Rata-rata TPAK di Jawa Timur adalah 69,4%. Dengan TPAK tertinggi terdapat pada kabupaten Sumenep sebesar 79,91% dan terendah ada pada kota Malang sebesar 66,03%. Artinya dari 100% jumlah angkatan kerja yang ada di kota Malang hanya 66% yang ikut bekerja yang 34% masih menjadi tanggungan yang bekerja. Pemetaan tingkat partisipasi angkatan kerja kabupaten/ kota di Jatim digambarkan pada gambar 4.10 berikut ini.

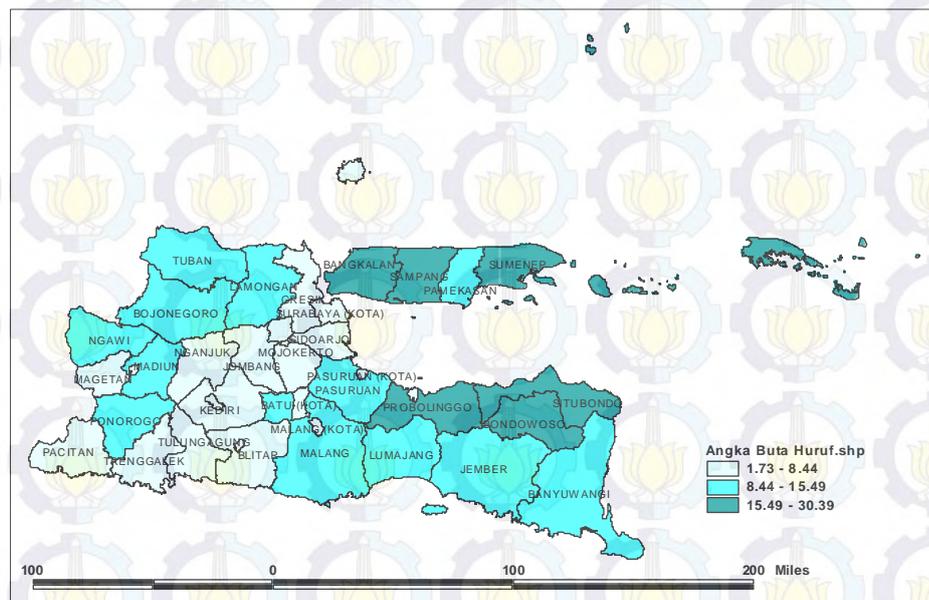


Gambar 4.10 Peta Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja Kabupaten / Kota di Jawa Timur

Dari gambar 4.10 terlihat bahwa tingkat partisipasi angkatan kerja yang masih rendah hanya pada kabupaten Bangkalan, kota Malang, Kediri dan Blitar. Di sisi lain tingkat partisipasi angkatan kerja sedang terbentang dari kabupaten Lamongan ke Selatan hingga Jember, ke barat yaitu Magetan, dan selatan Tulungagung, Trenggalek serta Sampang. Untuk daerah dengan tingkat partisipasi angkatan kerja tergolong tinggi terdapat pada bagian utara dan timur Jatim.

4.2.2.11 Angka Buta Huruf (X_8)

Rata-rata angka buta huruf di Jawa Timur adalah sebesar 9,9%, dengan angka buta huruf tertinggi ada pada kabupaten Sampang mencapai 30,39% yang artinya dari 100 orang masih terdapat 40 orang yang buta huruf. Selain itu angka buta huruf terendah ada pada kota Surabaya dengan nilai 1,73%, hanya ada 2 orang buta huruf dari 100 orang yang ada. Pemetaan angka buta huruf disajikan pada Gambar 4.11.

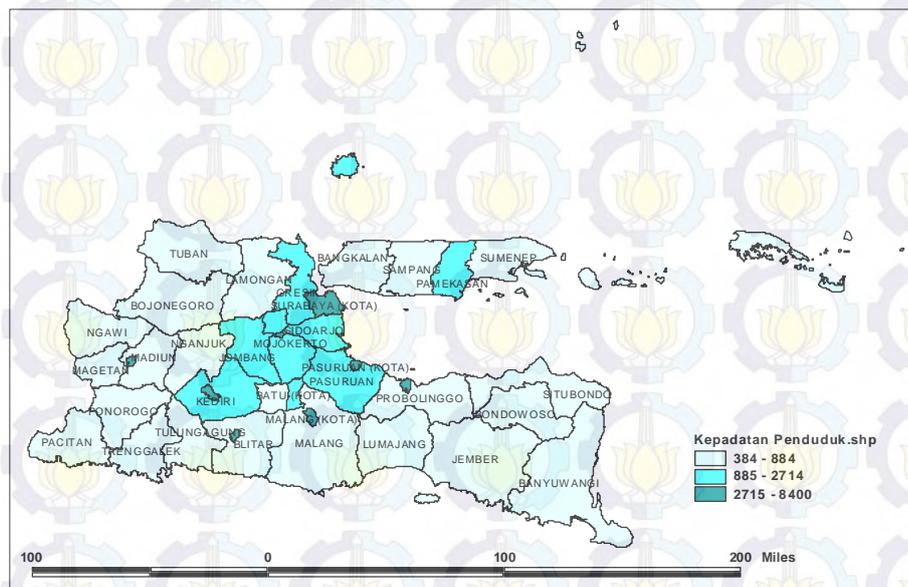


Gambar 4.11 Peta Angka Buta Huruf Kabupaten / Kota di Jawa Timur

Berdasarkan gambar 4.11 angka buta huruf di Jawa Timur yang rendah berada pada daerah apitan daerah angka buta huruf sedang yaitu dari Pacitan, Trenggalek hingga kabupaten Gresik. Sementara itu angka buta huruf sedang berada di wilayah utara Jatim dari Tuban sampai Ponorogo dan dari Pasuruan hingga Banyuwangi pada bagian Timur, serta daerah Pamekasan. Sedangkan daerah Probolinggo, Bondowoso, Situbondo dan pulau Madura angka buta hurufnya masih relatif tinggi.

4.2.2.11 Kepadatan Penduduk (X_9)

Kepadatan penduduk menunjukkan perbandingan jumlah penduduk dengan luas lahannya. Di Jawa Timur rata-rata kepadatan penduduknya adalah 1766 jiwa/km². Artinya dalam 1 km² terdapat 1.766 jiwa/ orang yang menghuni. Pada wilayah Jatim kepadatan penduduk tertinggi ada pada kota Surabaya yaitu 8.400 jiwa/km². Hal ini karena Surabaya dikenal sebagai pusat perekonomian di Jawa Timur sehingga banyak orang dari luar menetap sementara di Surabaya untuk mencari pekerjaan atau sekedar melanjutkan studi di perguruan tinggi. Di sisi lain kepadatan penduduk terendah ber ada pada Kabupaten Pacitan. Lengkapnya sebaran kepadatan penduduk kabupaten/ kota di Jawa Timur disajikan pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Peta Kepadatan Penduduk Kabupaten / Kota di Jawa Timur

Berdasarkan gambar daerah dengan kepadatan penduduk rendah berada pada bagian barat, selatan dan timur wilayah Jatim yang membentang dari Tuban, Pacitan hingga Banyuwangi, dan pulau Madura kecuali Pamekasan. Sedangkan kepadatan penduduk sedang mengelompok pada kabupaten Kediri, Jombang, Gresik sampai Pamekasan. Sementara daerah perkotaan seperti kota Surabaya, Malang, Batu, Kediri, Pasuruan memiliki kepadatan penduduk tinggi.

4.2.3 Deteksi Pola Hubungan Variabel Melalui Korelasi dan *Scatterplot*

Sebelum melakukan pemodelan lebih lanjut, langkah awal yang dilakukan untuk melihat pola hubungan variabel dependen terhadap variabel independen secara linear adalah menggunakan nilai korelasi dan *scatterplot*. Nilai korelasi menunjukkan hubungan dua variabel melalui angka eksak, sedangkan *scatterplot* menunjukkan output visualisasinya. Berikut terlebih dulu akan disajikan nilai korelasi antara variabel dependen dan independen serta antar variabel independennya pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.1 Korelasi Variabel Dependen Terhadap Variabel Independen

Prediktor	[Y1]		[Y2]		[Y3]	
	Kemiskinan		Pengangguran		PDRB	
	Kor.	Sig.	Kor.	Sig.	Kor.	Sig.
[X1] Pertumbuhan Ekonomi	-0.038	0.821	0.254	0.125	0.334	0.041*
[X2] Pendapatan Asli Daerah	0.127	0.447	0.646	0.000*	0.964	0.000*
[X3] Belanja Modal Pemerintah	0.294	0.074*	0.410	0.011*	0.442	0.005*
[X4] Belanja Pegawai	0.176	0.291	0.671	0.000*	0.952	0.000*
[X5] Dana Alokasi Umum	0.772	0.000*	0.771	0.000*	0.259	0.117
[X6] Upah Minimum Regional	-0.146	0.383	0.227	0.170	0.271	0.099*
[X7] T. Partisipasi Angk. Kerja	0.286	0.082*	0.142	0.395	-0.171	0.304
[X8] Angka Buta Huruf	0.629	0.000*	-0.016	0.922	-0.278	0.091*
[X9] Kepadatan Penduduk	-0.485	0.002*	0.066	0.692	0.517	0.001*

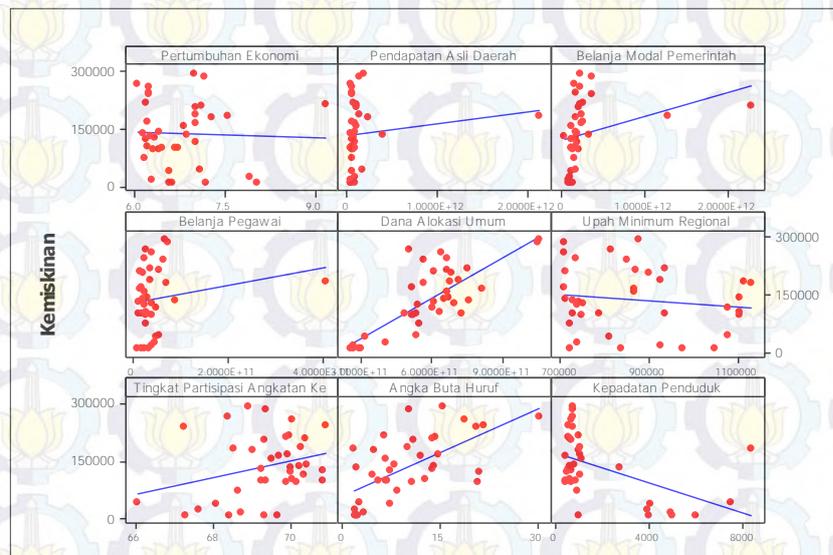
* signifikan pada alfa 10%

Berdasarkan hasil Tabel 4.1 dapat dijelaskan bahwa variabel prediktor belanja modal pemerintah, dana alokasi umum, tingkat partisipasi angkatan kerja, angka buta huruf dan kepadatan penduduk memiliki korelasi signifikan terhadap kemiskinan. Korelasi positif tinggi terjadi pada variabel dana alokasi umum sebesar 0.772 dan angka buta huruf sebesar 0.629. Sedangkan untuk belanja modal pemerintah dan tingkat partisipasi angkatan kerja berkorelasi positif tetapi nilainya kecil, untuk variabel kepadatan penduduk berkorelasi negatif dengan angka -0.485. Tanda positif dana alokasi umum terhadap kemiskinan disebabkan sebagian besar DAU digunakan untuk pengeluaran pegawai bukan untuk kepentingan publik, sedangkan untuk TPAK daerah-daerah perkotaan yang memiliki TPAK tinggi tidak merata pada semua daerah dan variabel kepadatan penduduk terlihat adanya pengamatan yang bernilai tinggi pada beberapa wilayah.

Sementara korelasi antara pendapatan asli daerah, belanja modal pemerintah, belanja pegawai, dan dana alokasi umum terhadap pengangguran adalah signifikan positif dengan nilai korelasi masing-masing 0.646; 0.410; 0.671; dan 0.771. Hal ini dikembalikan kepada pola data yang ditunjukkan *scatterplot* selanjutnya.

Sedangkan untuk variabel prediktor pertumbuhan ekonomi, pendapatan asli daerah, belanja modal pemerintah, belanja pegawai, upah minimum regional dan kepadatan penduduk memiliki korelasi signifikan positif terhadap PDRB. Kepadatan penduduk berpengaruh positif terhadap PDRB karena daerah seperti kota Surabaya misalnya dengan kepadatan penduduk sebesar 8400 jiwa/km², banyak pula berisi penduduk daerah lain yang ikut aktif bekerja baik di sektor industri maupun jasa. Hal ini karena banya lapangan kerja di Surabaya yang mendorong penduduk wilayah lain berpindah ke kota Surabaya.

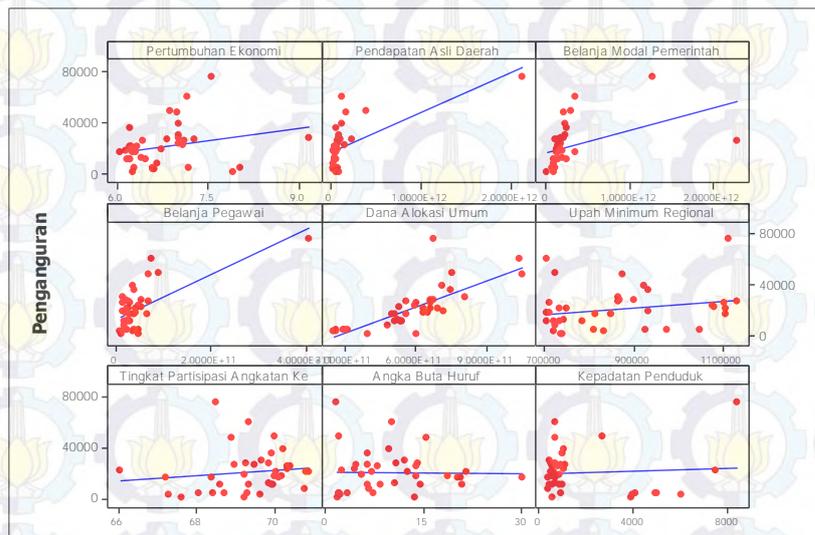
Selain melalui cara eksak menggunakan nilai korelasi, hubungan dua variabel yakni dependen dan independen dapat ditampilkan secara visual melalui *scatterplot*. Dari *scatterplot* pola penyebaran data akan terlihat lebih jelas. Berikut merupakan hasil *scatterplot* masing-masing variabel dependen terhadap variabel independennya.



Gambar 4.13 Pola Hubungan Antara Kemiskinan Terhadap Variabel Independent

Berdasarkan hasil *scatterplot* tersebut dapat dijelaskan bahwa terdapat titik pengamatan yang outlier terutama pada variabel pendapatan asli daerah, belanja modal pemerintah, belanja pegawai. Hal ini yang menjadi penyebab garis regresi tertarik ke arah kanan sehingga mengakibatkan ketiga variabel memiliki hubungan yang positif terhadap responnya. Hubungan negatif kepadatan penduduk terhadap kemiskinan juga diakibatkan oleh adanya outlier pada data pengamatan.

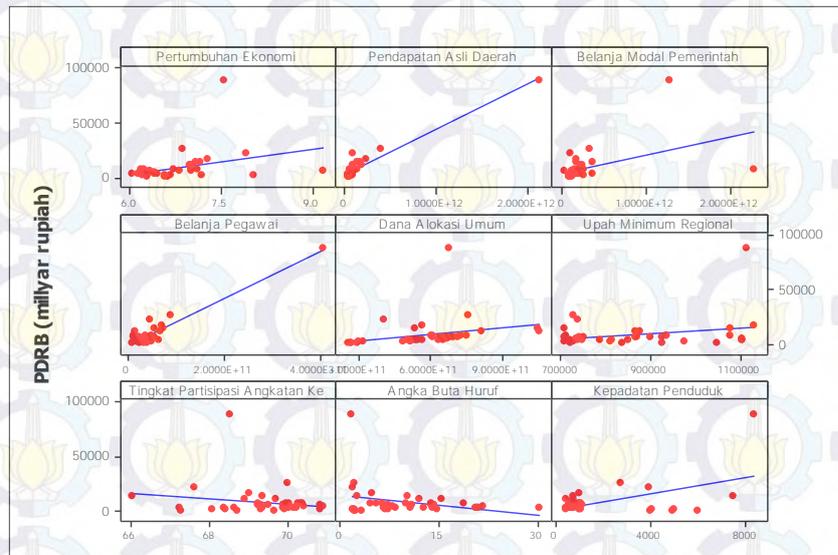
Selanjutnya hubungan pengangguran terhadap variabel independen disajikan pada Gambar 4.14. Berdasarkan plot yang dihasilkan terdapat outlier terutama pada variabel pendapatan asli daerah, belanja modal pemerintah, dan belanja pegawai. Sehingga hubungan yang sesungguhnya terlihat jika outlier dihilangkan, titik-titik pengamatan terlihat mengumpul.



Gambar 4.14 Pola Hubungan Variabel Prediktor Terhadap Pengangguran

Untuk variabel kepadatan penduduk yang berhubungan positif terhadap pengangguran memiliki arti bahwa semakin padat penduduk di suatu daerah maka cenderung pengangguran akan semakin banyak karena lapangan kerja yang tersedia dibandingkan dengan jumlah pencari kerja tidak sebanding. Sementara hubungan negative dengan angka buta huruf tidak signifikan pada nilai korelasi dengan nilai korelasi yang cukup kecil.

Scatterplot selanjutnya menggambarkan hubungan antara PDRB terhadap kesembilan variabel independennya. PDRB dalam satuan milliyar rupiah. Hasilnya PDRB memiliki hubungan yang negatif dengan variabel angka buta huruf. Artinya bahwa semakin tinggi angka buta huruf di Jatim maka akan menurunkan nilai PDRB dan semakin rendah angka buta huruf akan menaikkan nilai PDRB.



Gambar 4.15 Pola Hubungan Variabel Prediktor Terhadap PDRB

Pada sisi lain PDRB berhubungan positif dengan pertumbuhan ekonomi, pendapatan asli daerah, belanja modal pemerintah, belanja pegawai, dana alokasi umum, upah minimum regional, serta kepadatan penduduk. Artinya bahwa semakin tinggi variabel prediktor yang berhubungan positif dengan PDRB menaikkan PDRB dan berlaku sebaliknya. Perlu diketahui bahwa pada variabel pendapatan asli daerah, belanja modal pemerintah, belanja pegawai, TPAK, dan kepadatan penduduk terdapat outlier yang mempengaruhi hubungan PDRB terhadap kelima variabel independen tersebut.

Selain menampilkan korelasi antara variabel dependen dan independen, untuk melihat apakah terdapat korelasi diantara variabel independen, maka disajikan Tabel 4.2 yang berisi nilai korelasi antar variabel independennya.

Tanda korelasi yang tidak sesuai pada Tabel 4.1 salah satunya diduga karena adanya hubungan diantara variabel independennya. Terlihat bahwa pada taraf signifikansi 10% terlihat bahwa variabel pertumbuhan ekonomi berhubungan dengan belanja pegawai, dan angka buta huruf. Begitu pula variabel pendapatan asli daerah terlihat berhubungan dengan belanja modal pemerintah, belanja pegawai, upah minimum regional dan angka buta huruf.

Tabel 4.2 Korelasi Antar Variabel Independen

Kor. Pred	[X1]	[X2]	[X3]	[X4]	[X5]	[X6]	[X7]	[X8]
[X2]	0.266							
Sig.	0.107							
[X3]	0.190	0.447						
Sig.	0.254	0.005*						
[X4]	0.277	0.974	0.402					
Sig.	0.092*	0.000*	0.012*					
[X5]	0.045	0.164	0.174	0.187				
Sig.	0.789	0.324	0.296	0.260				
[X6]	0.255	0.308	-0.040	0.317	-0.040			
Sig.	0.123	0.060*	0.812	0.052*	0.810			
[X7]	-0.147	-0.134	0.098	-0.179	0.331	-0.133		
Sig.	0.379	0.421	0.560	0.284	0.042*	0.426		
[X8]	-0.372	-0.245	0.035	-0.215	0.270	-0.265	0.231	
Sig.	0.022*	0.138	0.835	0.195	0.101	0.108	0.163	
[X9]	0.210	0.525	0.110	0.536	-0.423	0.260	-0.597	-0.571
Sig.	0.207	0.001*	0.510	0.001*	0.008*	0.115	0.000*	0.000*

* signifikan pada alfa 10%

Sementara variabel kepadatan penduduk terlihat signifikan berhubungan hampir dengan semua variabel independen kecuali dengan pertumbuhan ekonomi dan belanja modal pemerintah. Hal tersebut menunjukkan bahwa terjadi kasus multikolinieritas yang ditunjukkan oleh hubungan antar variabel independennya.

4.2.4 Pemodelan Regresi Linear Berganda

Sebelum memodelkan kasus lebih lanjut, untuk mengetahui pengaruh variabel independen pada masing-masing persamaan tunggal digunakan metode regresi linear berganda. Hasil estimasi parameter beta pada masing-masing persamaan disajikan pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Hasil Regresi Linear Berganda Setiap Variabel Respon

Prediktor	[Y1]		[Y2]		[Y3]	
	Kemiskinan		Pengangguran		PDRB	
	Koef.	Sig.	Koef.	Sig.	Koef.	Sig.
Konstanta	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000
[X1] Pertumbuhan Ekonomi	6,797	0,521	6,787	0,530	6,799	0,201
[X2] Pendapatan Asli D.	-25,722	0,182	102,415	0,684	396,927	0,000*
[X3] Belanja M. Pemerintah	304,365	0,108	289,464	0,109	251,252	0,785
[X4] Belanja Pegawai	87,096	0,081*	75,632	0,091*	54,083	0,493
[X5] Dana Alokasi Umum	684,780	0,000*	722,565	0,000*	614,366	0,005*
[X6] Upah Minimum Reg.	857,377	0,622	877,049	0,134	856,546	0,286
[X7] T. Partisipasi A.K	69,315	0,703	69,449	0,266	69,297	0,298
[X8] Angka Buta Huruf	13,009	0,000*	9,789	0,756	9,554	0,296
[X9] Kepadatan Penduduk	1460,63	0,356	2131,39	0,144	1864,79	0,566
R-Square	84,60%		91,40%		95,80%	
R-Square adj	79,70%		88,70%		94,40%	
MSE	0.451		0,337		0,236	

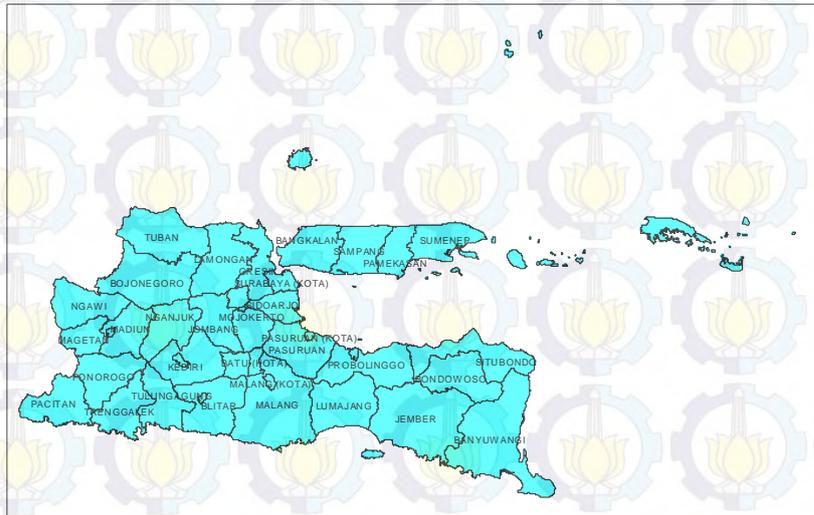
* signifikan pada alfa 10%

Berdasarkan hasil estimasi regresi linear berganda pada ketiga variabel respon diperoleh bahwa variabel belanja pegawai, dana alokasi umum, dan angka buta huruf berpengaruh signifikan pada kemiskinan pada alfa 10%. Sedangkan untuk variabel belanja pegawai dan dana alokasi umum berpengaruh signifikan pada pengangguran. Sementara PDRB dipengaruhi oleh pendapatan asli daerah dan dana alokasi umum.

Pemodelan regresi linear berganda di atas mengabaikan asumsi *error* yang harus dipenuhi dalam model regresi. Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5 ditemukan adanya aspek spasial pada *error* model, yakni terdapat dependensi spasial maupun heterogenitas spasial pada model. Sehingga pemodelan regresi linear berganda dinilai tidak tepat dalam memodelkan kasus ini. Maka pemodelan selanjutnya akan menggunakan metode yang berbasis spasial yakni *Seemingly Unrelated Regression-Spatial Durbin Model* (SUR-SDM).

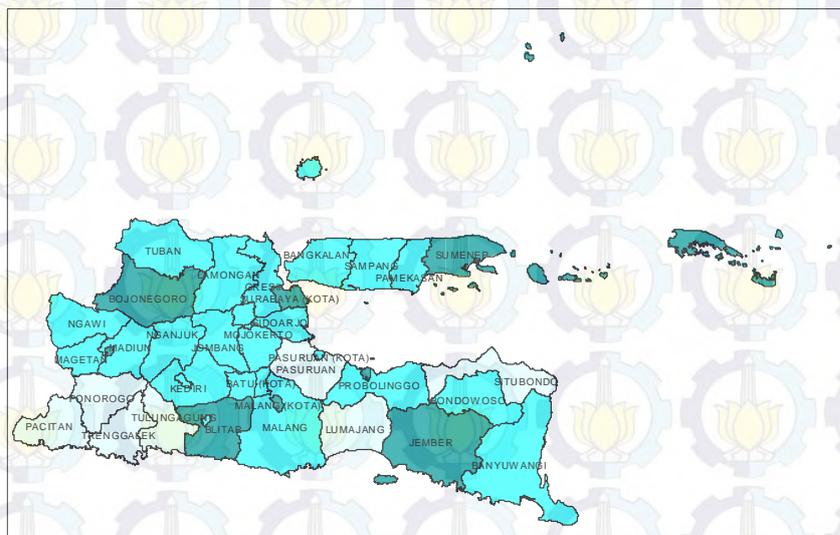
4.2.5 Matriks Penimbang Spasial

Pemodelan SUR-SDM untuk memodelkan faktor perekonomian di Jawa Timur menggunakan matriks penimbang spasial *Queen Contiguity* didasarkan pada bentuk wilayah kabupaten kota di Jawa Timur yang tidak simetris yang disajikan pada Gambar 4.15 berikut.



Gambar 4.16 Peta Kabupaten/ Kota di Jawa Timur Matrik Pembobot *Queen Contiguity*

Sementara sebagai pembanding digunakan matriks pembobot *Customize* pembobotannya didasarkan pada variabel dependen kemiskinan, pengangguran dan PDRB. Artinya kabupaten/kota yang bertetangga langsung dengan kemiskinan tinggi, pengangguran tinggi dan PDRB tinggi akan diberikan nilai 1 sedangkan yang tidak bertetangga langsung akan diberikan bobot 0.



Gambar 4.17 Peta Kabupaten/ Kota di Jawa Timur Matrik Pembobot *Customiz*

4.2.6 Pengujian Aspek Spasial Pada SUR-Spasial

Pada dasarnya pengujian aspek spasial dilakukan untuk mengetahui adanya pengaruh spasial pada kasus kemiskinan, pengangguran dan PDRB di Provinsi Jawa Timur. Aspek spasial yang diujikan meliputi dua hal yaitu dependensi spasial dan heterogenitas spasial. Hasil pengujian tersebut disajikan pada Tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Aspek Spasial SUR-Spasial

Pengujian	[Y1] Kemiskinan		[Y2] Pengangguran		[Y3] PDRB	
	Nilai	Sig.	Nilai	Sig.	Nilai	Sig.
Moran's <i>I</i>	0.7722	0.2200	-0.3493	0.6366	1.2966	0.0974
Breush Pagan	18.8247	0.0643	18.6869	0.0670	18.3770	0.0732

* signifikan pada alfa 10%

Berdasarkan hasil pengujian Morans'*I* pada Tabel 4.4 dengan alfa (α) = 10%, pengujian Morans'*I* signifikan pada *error* untuk model kasus PDRB. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat dependensi spasial pada *error* model PDRB di Jatim. Sementara untuk model kemiskinan dan pengangguran dengan taraf signifikansi yang sama tidak ditemukan adanya dependensi spasial. Selain Morans'*I* pengujian Breush Pagan dilakukan untuk melihat apakah terdapat heterogenitas spasial pada *error*. Pada Tabel 4.4 dengan menggunakan alfa (α) = 10% ditemukan terdapat heterogenitas spasial pada ketiga variabel kemiskinan, pengangguran dan PDRB.

Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada Tabel 4.4 dapat diketahui bahwa pada salah satu model mengandung dependensi spasial dan secara keseluruhan terjadi heterogenitas spasial. Berdasarkan alasan ini disimpulkan bahwa terdapat aspek spasial pada kasus kemiskinan, pengangguran dan PDRB di Jatim. Keberadaan efek spasial ini dapat ditindaklanjuti dengan menambahkan komponen spasial pada model SUR yang akan dibentuk.

Penambahan komponen spasial pada model pada dasarnya dapat diletakkan pada persamaan utama (variabel dependen), *error* model maupun keduanya. Untuk mengetahui hal ini digunakan uji *Lagrange Multiplier*. Hasil pengujian *Lagrange Multiplier* kasus kemiskinan, pengangguran dan PDRB disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Uji Lagrange Multiplier SUR-Spasial

Pengujian	Nilai	Sig.
LM – SAR	8.6055	0.0350
LM – SEM	0.0189	0.9993
LM – SARMA	0.0542	1.0000

* signifikan pada alfa 10%

Berdasarkan hasil Tabel 4.5 menggunakan taraf signifikansi alfa (α)=10% diperoleh bahwa *Lagrange Multiplier* model SUR-SAR adalah yang paling tepat untuk data kasus kemiskinan, pengangguran dan PDRB di Jawa Timur dengan signifikansi kurang dari nilai α . Sementara nilai *Lagrange Multiplier* model yang lain melebihi taraf signifikansi yang ditentukan.

Dasar ini digunakan sebagai acuan model SUR-SDM selanjutnya, karena uji yang menyatakan hubungan variabel independen di satu wilayah terhadap variabel dependent di wilayah lain belum dikembangkan.

4.2.7 Estimasi Parameter Model SUR-SDM

Seerti pembahasan 4.4.1 estimasi parameter model SUR-SDM dilakukan melalui metode MLE, dimana turunan pertama terhadap parameter spasial ρ bersifat tidak *closed form* sehingga diperlukan iterasi *Newton-Raphson* untuk mendapatkan estimasi parameternya sampai diperoleh nilai varians yang minimum.

Pada pemodelan SUR-SDM ini data yang digunakan distandardkan terlebih dahulu karena variasinya yang cukup besar. Aspek spasial pada pengolahan data diakomodasi oleh penggunaan matriks pembobot spasial yaitu *Queen Contiguity* dan *Customize*. Matriks pembobot *Queen Contiguity* adalah matrik pembobot spasial yang mempertimbangkan aspek persinggungan sisi dan sudut. Sedangkan matriks pembobot spasial *Customize* merupakan matriks pembobot spasial yang tidak hanya mempertimbangkan aspek persinggungan dan kedekatan antar lokasi/wilayah, tetapi juga mempertimbangkan dependensi antar wilayah berdasarkan fenomena real seperti aspek ekonomi, transportasi, dan sosial kemasyarakatan.

Berikut ini merupakan hasil estimasi parameter kasus kemiskinan, pengangguran dan PDRB menggunakan metode SUR-SDM dengan kedua bobot tersebut.

Tabel 4.6 Estimasi Parameter Beta dan Gama Terstandartkan Dengan Bobot *Queen*

Prediktor	[Y1]		[Y2]		[Y3]	
	Kemiskinan		Pengangguran		PDRB	
	<i>Queen</i>	<i>Custom</i>	<i>Queen</i>	<i>Custom</i>	<i>Queen</i>	<i>Custom</i>
Konstanta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
[X1] Pertumbuhan Ekonomi	0.0901	-0.0066	0.0729	-0.0425	0.0146	0.0656
[X2] Pendapatan Asli D.	-0.6941	-0.5211	-0.2616	-0.0966	0.6988	0.6117
[X3] Belanja M. Pemerintah	0.1820	0.1953	0.1838	0.1936	-0.0006	0.0340
[X4] Belanja Pegawai	0.7991	0.7253	0.4273	0.4549	0.2065	0.2391
[X5] Dana Alokasi Umum	0.5294	0.4468	0.7351	0.6637	0.1363	0.1399
[X6] Upah Minimum Reg.	-0.0211	-0.0933	0.0942	0.0509	-0.0122	-0.0459
[X7] T. Partisipasi A.K	-0.1354	-0.0229	-0.0005	0.0864	-0.0500	-0.0499
[X8] Angka Buta Huruf	0.4485	0.5779	0.0358	0.1334	0.0703	0.0170
[X9] Kepadatan Penduduk	-0.2340	-0.1403	0.0849	0.1430	0.0861	0.0414
[WX1]	-0.1405	-0.0826	0.0018	-0.0380	-0.0776	-0.0776
[WX2]	-0.0790	0.5227	0.5594	0.1309	0.0798	0.0798
[WX3]	0.0978	-0.0356	0.0787	0.0298	0.0074	0.0074
[WX4]	0.0544	-0.1383	-0.1371	0.3517	-0.1981	-0.1981
[WX5]	0.1996	-0.3884	0.1317	-0.2540	-0.0224	-0.0224
[WX6]	0.3000	-0.1072	0.0185	-0.1941	0.2300	0.2300
[WX7]	-0.1132	-0.1830	-0.2741	-0.4746	-0.0333	-0.0333
[WX8]	-0.0004	0.4714	-0.0224	0.4671	0.1776	0.1776
[WX9]	0.0046	-0.2722	-0.2251	-0.4045	-0.0320	-0.0320
Rho	0.8916	0.8917	0.9995	0.9996	0.7606	0.7607
R-Square	84.60%	84.64%	91.41%	91.43%	95.80%	95.80%
RMSE	0.6848	0.6716	0.5891	0.5805	0.4959	0.4858

Dengan menggunakan model SUR-SDM dengan bobot *Queen* dan *Customize* diperoleh bahwa sebagian besar tanda koefisien parameter beta telah sesuai dengan keadaan *real* dilapangan. Nilai estimasi parameter pada Tabel 4.6 didapatkan melalui iterasi *Newton-Rapshon*. Berdasarkan hasil, terlihat bahwa koefisien parameter model SUR-SDM untuk kedua bobot nilainya tidak terlalu jauh berbeda. Parameter spasial ρ_j menunjukkan aspek dependensi spasial faktor

perekonomian antar wilayah di Jatim. Sedangkan parameter γ menunjukkan aspek spasial pada variabel independen. Sementara β adalah koefisien X pada persamaan model SUR-SDM.

Berdasarkan Tabel 4.6 terlihat bahwa berdasarkan nilai *R-Square* dan RMSE model SUR-SDM dengan bobot *Customize* adalah model terbaik untuk memodelkan faktor perekonomian di Jatim, karena memiliki nilai *R-Square* yang lebih tinggi dan RMSE yang lebih rendah dibandingkan bobot *Queen Contiguity*.

4.2.8 Interpretasi Model SUR-SDM

Berdasarkan hasil estimasi parameter model SUR-SDM pada pembahasan 4.2.7 diperoleh model kasus kemiskinan, pengangguran dan PDRB dengan bobot *Customize*. Koefisien parameter β dan γ yang dihasilkan masih dalam bentuk standartdize. Dengan memisalkan variabel baru yaitu :

$$R_{ij} = \frac{Y_{ij} - \bar{Y}_j}{s_{y_j}}$$

$$Z_{jq} = \frac{X_{jq} - \bar{X}_q}{s_{y_q}}$$

dimana :

$i = 1, 2, \dots, n$ dengan n adalah banyaknya wilayah atau Kabupaten/ Kota

$j = 1, 2, \dots, m$ dengan m menyatakan banyaknya persamaan

$q = 1, 2, \dots, p$ dengan p menyatakan banyaknya variabel prediktor

Model SUR-SDM yang akan dibentuk memiliki dari 38 kabupaten/ kota, 3 persamaan regresi pada setiap variabel dependen dan 9 variabel independen pada setiap respon. Berikut merupakan rincian detail model SUR-SDM secara umum untuk kasus kemiskinan, pengangguran dan PDRB di Jawa Timur.

Model umum kemiskinan :

$$\hat{R}_{1i} = 0,8917 \sum_{k=1}^N W_{ik} R_k - 0,0066 Z_1 - 0,5211 Z_2 + 0,1953 Z_3 + 0,7253 Z_4 + 0,4468 Z_5 - 0,0933 Z_6 - 0,0292 Z_7 + 0,5779 Z_8 - 0,1403 Z_9 - 0,0826 \sum_{i=1}^N W_{ik} Z_{1i} + 0,5227 \sum_{i=1}^N W_{ik} Z_{2i} -$$

$$- 0.0356 \sum_{i=1}^N W_{ik} Z_{3i} - 0.1383 \sum_{i=1}^N W_{ik} Z_{4i} - 0.3884 \sum_{i=1}^N W_{ik} Z_{5i} - 0.1072 \sum_{i=1}^N W_{ik} Z_{6i} - 0.1830 \sum_{i=1}^N W_{ik} Z_{7i} + 0.4714 \sum_{i=1}^N W_{ik} Z_{8i} - 0.2722 \sum_{i=1}^N W_{ik} Z_{9i}$$

Model umum pengangguran :

$$\hat{R}_{2i} = 0.9996 \sum_{i=1}^N W_{ik} R_k - 0.0425 Z_1 - 0.0966 Z_2 + 0.1936 Z_3 + 0.4549 Z_4 + 0.6637 Z_5 + 0.0509 Z_6 + 0.0864 Z_7 + 0.1334 Z_8 + 0.1430 Z_9 - 0.0380 \sum_{i=1}^N W_{ik} Z_{1i} + 0.1309 \sum_{i=1}^N W_{ik} Z_{2i} + 0.0298 \sum_{i=1}^N W_{ik} Z_{3i} + 0.3517 \sum_{i=1}^N W_{ik} Z_{4i} - 0.2540 \sum_{i=1}^N W_{ik} Z_{5i} - 0.1941 \sum_{i=1}^N W_{ik} Z_{6i} - 0.4746 \sum_{i=1}^N W_{ik} Z_{7i} + 0.4671 \sum_{i=1}^N W_{ik} Z_{8i} - 0.4045 \sum_{i=1}^N W_{ik} Z_{9i}$$

Model umum PDRB :

$$\hat{R}_{3i} = 0,7607 \sum_{i=1}^N W_{ik} R_k + 0.0656 Z_1 + 0.6117 Z_2 + 0.0340 Z_3 + 0.2391 Z_4 + 0.1399 Z_5 - 0.0459 Z_6 - 0.0499 Z_7 + 0.0170 Z_8 + 0.0414 Z_9 - 0.0776 \sum_{i=1}^N W_{ik} Z_{1i} + 0.0798 \sum_{i=1}^N W_{ik} Z_{2i} + 0.0074 \sum_{i=1}^N W_{ik} Z_{3i} - 0.1981 \sum_{i=1}^N W_{ik} Z_{4i} - 0.0224 \sum_{i=1}^N W_{ik} Z_{5i} + 0.2300 \sum_{i=1}^N W_{ik} Z_{6i} - 0.0333 \sum_{i=1}^N W_{ik} Z_{7i} + 0.1766 \sum_{i=1}^N W_{ik} Z_{8i} - 0.0320 \sum_{i=1}^N W_{ik} Z_{9i}$$

dimana $k = 1, 2, \dots, n$ dengan n banyaknya wilayah atau Kabupaten/ Kota

Untuk melihat aplikasinya model SUR-SDM pada satu daerah, maka akan diberikan model kemiskinan untuk kabupaten Pacitan :

$$\hat{R}_{1(\text{Pacitan})} = 0,8917(0.5)(R_{1(\text{Ponorogo})} + R_{1(\text{Trenggalek})}) - 0.0066Z_1 - 0.5211 Z_2 + 0.1953 Z_3 + 0.7253 Z_4 + 0.4468 Z_5 - 0.0933 Z_6 - 0.0292 Z_7 + 0.5779 Z_8 - 0.1403Z_9 - 0.0826(0.5)(R_{1(\text{Ponorogo})} + R_{1(\text{Trenggalek})}) + 0.522(0.5)(R_{1(\text{Ponorogo})} + R_{1(\text{Trenggalek})}) - 0.0356(0.5)(R_{1(\text{Ponorogo})} + R_{1(\text{Trenggalek})}) - 0.133(0.5)(R_{1(\text{Ponorogo})} + R_{1(\text{Trenggalek})}) - 0.38(0.5)(R_{1(\text{Ponorogo})} + R_{1(\text{Trenggalek})}) - 0.107(0.5)(R_{1(\text{Ponorogo})} + R_{1(\text{Trenggalek})}) - 0.1830(0.5)(R_{1(\text{Ponorogo})} + R_{1(\text{Trenggalek})}) + 0.47(0.5)(R_{1(\text{Ponorogo})} + R_{1(\text{Trenggalek})}) - 0.2722(0.5)(R_{1(\text{Ponorogo})} + R_{1(\text{Trenggalek})})$$

Berdasarkan model kemiskinan tersebut terlihat bahwa kemiskinan di kabupaten Pacitan dipengaruhi oleh kemiskinan di kabupaten Ponorogo dan Trenggalek masing-masing dengan bobot 0.5. Dari model tersebut diketahui pula kemiskinan di kota Pacitan diduga dipengaruhi oleh pertumbuhan ekonomi, PAD, sampai kepadatan penduduk di daerah Ponorogo dan Trenggalek dengan nilai keofisien yang berbeda-beda.

BAB V PENUTUP

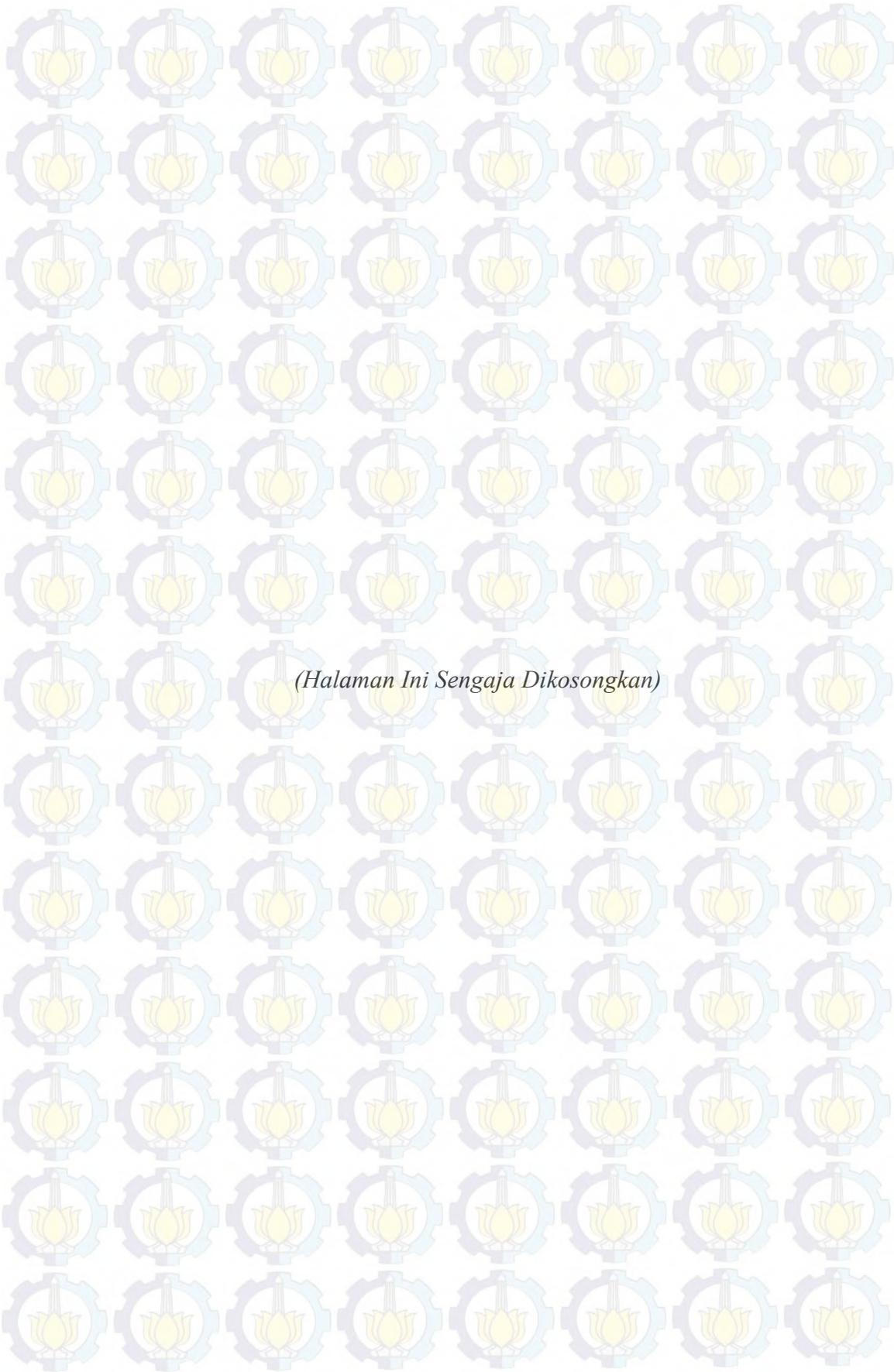
5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut ini :

1. Estimasi parameter model SUR-SDM menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* menghasilkan persamaan yang tidak *closed form* untuk parameter ρ_j , sehingga digunakan pendekatan iterasi *Newton-Raphson* hingga diperoleh iterasi yang konvergen menggunakan bantuan *software Matlab*.
2. Model *Seemingly Unrelated Regression-Spatial Durbin Model* (SUR-SDM) dengan bobot *Customize* menghasilkan nilai R-Square lebih tinggi dengan RMSE lebih rendah dibandingkan dengan bobot *Queen Contiguity* untuk memodelkan faktor perekonomian kemiskinan, pengangguran, dan PDRB di Jawa Timur.

5.2 Saran

Pengkajian pengujian hipotesis signifikansi parameter model SUR-SDM belum dilakukan dalam penelitian ini. Pada penelitian selanjutnya diharapkan penelitian yang lebih mendalam terhadap signifikansi parameter estimasi. Selain itu perlu diperhatikan pada model kemiskinan asumsi residual independen belum terpenuhi. Pada penelitian ke depan diharapkan dalam memodelkan kasus kemiskinan, pengangguran dan PDRB digunakan data panel sehingga autokorelasi antar pengamatan berdasarkan waktu dapat diakomodasi dengan baik.



DAFTAR PUSTAKA

- Anselin, L. 1988a. *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Kluwer Academic, Dordrecht.
- Anselin, L. 1988b. *A test for spatial autocorrelation in seemingly unrelated regressions*. *Economics Letters* 28, 335-341.
- Anselin, L. 2003. *GeoDa 0.9 User's Guide*. Spatial Analysis Laboratory. University of Illinois, Urbana-Champaign, <http://sal.agecon.uiuc.edu>
- Anselin, L., Folrax, R.J.G.M. , Rey, S.J. (eds.). 2004. *Advance in Spatial Econometrics. Methodology, Tools and Applications*. Springer, Berlin.
- Anselin, L. 2005. *Spatial Statistica Modeling in a GIS Environmet*. Redlands, CA:ESRI Press, 93-111.
- Anil K.Bera & Yoon, J.M. 1991. *Simple Diagnostic Test for Spatial Dependence*. Paper Presented at College of Commerce and Business Administration University of Illinois, Urbana- Champaign.
- Ardiliansyah. 2013. *Seemingly Unrelated Regression Spatial (SSUR) Untuk Memodelkan PDRB Sektor Unggulan di Jawa Timur*. Tesis. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Batalgi, H.B & G. Breson. 2011. *Maximum likelihood estimation and lagrange multiplier test for panel seemingly unrelated regression with spatial lag and spatial error : An application to hedonic housing prices in Paris*. *J. Urban Econ.*, 69:24-42.
- Bivand, R. 2012. *After "Raising the Bar": applied maximum likelihood estimation of families of models in spatial econometrics*. Bergen, Norway.
- Bourguignon, F. 2004. *The Poverty-Growth-Inequality Triangle.*, paper presented at Indian Council for Research on International Economic Relation, New Delhi, 1-30.
- Bekti, R. D. dan Sutikno. 2012. *Spatial durbin mode to identify influential factors of diarrhea*. *J. Math. Statist.* 8: 396-402. DOI:10.3844/JMSSP.2012.396.402.
- Breusch, T. dan Pagan, A. 1980. *The Langrange multiplier test and its application to model specification in econometrics*. *Review of Economic Studies* 47, 239-254.

- Case, A. 1991. *Spatial patterns in household demand*. *Econometrica* 59, 953-965.
- Case, A., H. S. Rosen dan J. R. Hines. 1993. *Budget spillovers and fiscal policy interdependence: evidence from the States*. *Journal of Public Economics* 52, 285-307.
- Cliff, A. D. dan J.K. Ord. 1972. *Testing for spatial autocorrelation among regression residuals*. *Geographical Analysis* 4, 267-284.
- Cliff, A. D. dan J. K. Ord. 1973. *Spatial Autocorrelation*. London: Pion.
- Cliff, A. D. dan J.K. Ord. 1981. *Spatial Processes*. Models & Applications, Pion. London.
- Datt, Gaurav & Ravallion, Martin. 1997. *Macroeconomic Crises and Poverty Monitoring: A Case Study for India*. *Review of Development Economics*, Wiley Blackwell, vol. 1(2), pages 135-52 June.
- Davidson, R. dan J. G. MacKinnon. 1993. *Estimation and Inference in Econometrics*. New York, Oxford University Press.
- Dwivedi, T.D dan V.K. Srivasta. 1978. *Optimality of Least Squares in the Seemingly Unrelated Regression Equation Model*. *Journal of Econometrics*, 7: 391-395.
- Elhorst JP. 2003. *Specification and Estimation of Spatial Panel Data Model*. *International Regional Science Review*. DOI :10.1177/0160017603253791.
- Elhorst JP.2009.*Applied Spatial Econometrics : Raising the Bar*. *Journal Spatial Economic Analysis*, Roudledge.
- Fischer, M.M & Wang, J. 2011. *Spatial Data Analysis Models, Methods and Techniques*. Springer, Heidelberg Dordrecht, London New York.
- Joshi. S & T. Gebremedhin. 2012. *A spatial analysis of poverty and income inequality in the appalachian region*. *J. Rural Community Dev.*, 7:118-130.
- Kakwani, N dan Son, HH. 2003. *Pro-poor Growth: Concepts and Measurement with Country Case Studies*. *The Pakistan Development Review*, 42: 4 Part 1 pp 417- 444.
- Kelejian, H.H dan I.R. Pruca.1999. *A generalized moment estimator for the autoregressive parameter in spatial model*. *International Economic Review* 40, 509-533.

Laurent M. Scott, M.V. Janikas. 2010. *Handbook of Spatial Analysis: Software Tool, Method, and Application*. Springer Heidelberg Dordrecht: London New York.

Lesage, J. P. 1999. *Spatial Econometrics using MATLAB: a manual for spatial econometrics toolbox functions available at spatial-econometrics.com*

LeSage, J., & Pace, R. K. 2004. *Spatial Autoregressive Local Estimation*. Spatial Econometrics and Spatial Statistics. Eds. Getis A., Mur J. and H. G Zoller.

LeSage, J., & Pace, R.K. (2009). *Introduction to Spatial Econometrics*. Chapman & Hall, Boca Raton, FL.

Malinvaud, E. 1970. *Statistical Method of Econometrics*. North-Holland Pub. Co (Amsterdam dan New York).

Manski, C. F. 1993. *Identification of endogenous social effects: the reflection problem*. Review of Economic Studies 60, 531-542.

Maslim. 2012. *Prosedur Generalized Spatial Two Stage Least Squares Untuk Mengestimasi Model Spatial Autoregressive with Autoregressive Disturbance: Studi Kasus Pemodelan Pertumbuhan Ekonomi di Provinsi Jawa Timur*. Tesis. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Mur J, Lopez FA, Herrera M. 2009. *Testing for spatial effect in Seemingly Unrelated Regression*. Spatial Economic Analysis 5(4) 399-440.

Moran, P.A.P. 1948. *The interpretation of statistical map*. Biometrical 35, 255-260.

Moran, P. A. P. 1950b. *A test for serial dependence of residuals*. Biometrika 37, 178-181.

Oksanen, H.E. 1987. *A Note on Seemingly Unrelated Regression Equations with Residual Vectors as Explanatory Variables*. 6: 103-105, North- Holland.

Ord, J. K. 1975. *Estimation methods for models of spatial interaction*. Journal of American Statistical Association 70, 120-126.

Pace, R. K. dan R. Barry. 1997a. *Sparse spatial autoregressions*. Statistics and Probability Letter 33, 291-297.

Paelinck, J. dan L. Klassen. 1979. *Spatial Econometrics*. Saxon House, Fanbororough.

Ravallion, Martin. 1997. *Can high-inequality developing countries escape absolute poverty?*. Economics Letters, Elsevier, vol. 56(1), pages 51-57, September.

Yudhoyono, S.B. 2004. *Pembangunan Pertanian dan Pedesaan Sebagai Upaya Mengatasi Kemiskinan dan Pengangguran: Analisis Ekonomi-Politik Kebijakan Fiskal*. Disertasi. Institut Pertanian Bogor.

Schmidt, P. 1976. *Econometrics*. New York: Marcel Dekker.

Tulus T.H. Tambunan. 2011. *Perekonomian Indonesia, Kajian Teoritis dan Analisis Empiris*. Ghalia Indonesia

Tobler W., 1970. *A computer movie simulating urban growth in the Detroit region*. Economic Geography, 46(2): 234-240.

Triki, M.B. and S. Maktouf. 2012. *Financial liberalization and banking crisis: A spasial panel model*. Journal of Applied Finance & Banking, 2(3), 81-122.

Whittle, P. 1954. *On stasionary processes in the plane*. Biometrika 41,434-449.

Zellner. 1962. *An Efficient Method of Estimation Seemingly Unrelated Regression and Test for Aggregation Bias*. Journal of the American Statistical Association 57:348-68.

_____. Badan Pusat Statistik Jawa Timur

_____. Sistem Rujukan Statistik Badan Pusat Statistik Jakarta

_____. 1996. Survey Sosial Ekonomi Nasional

<http://www.fiskal.kemenkeu.go.id/2010/>

<http://www.kemenkeu.go.id/>

<http://www.ksap.org/sap/standar-akuntansi-pemerintahan/>

<http://produkhukum.kemenag.go.id/downloads/07e7490dd4ca902e5ea10a17e2ce5d98.pdf>

BIODATA PENULIS



Penulis yang bernama lengkap Liya Misdiati merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Suyitno dan Sulastri yang terlahir di Mojokerto pada tanggal 14 Februari 1991. Semenjak kecil sampai SMA penulis tinggal bersama orang tua, setelah lulus SMA mulailah penulis merantau ke kota Surabaya. Selama 22 tahun ini penulis menyelesaikan pendidikan formal di sekolah TK

Dharmawanita (1995-1996), SDN Mojolebak II (1997-2003), SMPN 1 Jetis (2003-2006), dan SMAN 1 Sooko Mojokerto (2006-2009). Jenjang perguruan tinggi ditempuh di Jurusan Statistika ITS yang diterima melalui jalur PMDK Reguler pada tahun 2009.

Mahasiswa dengan NRP 1312201903 ini pernah mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Statistika (HIMASTA) pada tahun kepengurusan 2010/2011 sebagai staf Departemen Penelitian dan Pengembangan. Sedangkan tahun 2011/2012 tergabung pada organisasi BEM FMIPA ITS pada Department Riset dan Teknologi serta staf Forum Studi Islami Statistika (FORSIS). Selain itu juga aktif menjadi panitia dalam acara besar Statistics Competition (STATION) dan Capacity Building. Apabila pembaca ingin berdiskusi mengenai tugas akhir ini dan/atau materi lain yang berhubungan, penulis dapat dihubungi melalui email.

Segala saran dan kritik yang ditujukan kepada penulis dikirim melalui:

liyamisdiati@gmail.com



(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)