

# SPATIAL DATA PANEL

SPATIAL DATA PANEL

Buku ini membantu pembaca dalam mendapatkan pemahaman tentang statistika spasial dari bantuan software R dan juga GUI MATLAB yang telah dibangun oleh penulis khususnya dengan pendekatan data panel. Buku ini merupakan pengembangan dari buku pertama penulis tentang GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION (GWR): Sebuah Pendekatan Regresi Geografis. Buku Spasial Data Panel ini terdiri dari 4 pembahasan pokok. Yaitu: Pengantar Spasial Data Panel, Model Spasial Data Panel dengan R, Dasar Graphical User Interface (GUI), *Spatial Data Panel Dengan GUI*. Buku ini dapat digunakan sebagai bahan pustaka akademisi dan praktisi yang tertarik dengan statistika spasial.



Rezy Eko Caraka, *Rezyekocaraka@gmail.com*  
51, Department of Statistics, Universitas Diponegoro (SDM)  
22, School of Mathematical Sciences, FST, The National University of Malaysia  
(MAMPU)  
A11041  
1, School of Mathematical Sciences, The National University of Malaysia  
(RA Di Sebelah Atas Binau)  
2, Biostatistics and Data Science Research Center, Bina Nusantara  
University (Bina Nusantara)  
3, National Research Council Technical Committee on Food and Agriculture,  
Ministry of Research, Technology, and Higher Education (R.I. Directorate  
Jogjapara)  
4, Research, Development and Knowledge Management Directorate (RDKM)

#### PROFESSIONAL CERTIFICATION:

Data Mining Network Deployment by Deep Learning Institute NVIBIA  
Deep Learning for Image Segmentation by Deep Learning Institute NVIBIA  
Tropical Geospatial Data Analysis in R by BIOREALM Geospatial Data Science USA  
Weighted Brak Data Analysis by BIOREALM Geospatial Data Science USA  
Machine Learning Geospatial by BIOREALM Geospatial Data Science USA

Penulis juga mengorganisir forum diskusi geospasial di <https://www.facebook.com/rezyekocaraka> atau forum  
rezyekocaraka



Rezy Eko Caraka, *rezyekocaraka@gmail.com*  
51, Department of Statistics, Universitas Diponegoro (SDM)  
22, School of Mathematical Sciences, FST, The National University of Malaysia  
(MAMPU)  
A11041  
1, School of Mathematical Sciences, The National University of Malaysia  
(RA Di Sebelah Atas Binau)  
2, Biostatistics and Data Science Research Center, Bina Nusantara  
University (Bina Nusantara)  
3, National Research Council Technical Committee on Food and Agriculture,  
Ministry of Research, Technology, and Higher Education (R.I. Directorate  
Jogjapara)

Penulis juga mengorganisir forum diskusi geospasial di <https://www.facebook.com/rezyekocaraka> atau forum  
rezyekocaraka

buallbuku.com | Penerbit WADE | @TenebiWADE | 0821 3954 7539 | redaksi@buallbuku.com



REZZY EKO CARAKA  
HASBI YASIN

# SPATIAL DATA PANEL

REZZY EKO CARAKA  
HASBI YASIN



# SPATIAL DATA PANEL

Rezzy Eko Caraka  
Hasbi Yasin

**Sanksi Pelanggaran Pasal 72  
Undang-undang Nomor 19 Tahun 2002  
Tentang Hak Cipta :**

1. Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak ciptaan pencipta atau memberi izin untuk itu, dapat dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat 1 (satu) bulan dan/atau denda paling sedikit Rp. 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah).
2. Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran hak cipta atau hak terkait, dapat dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

SPATIAL  
DATA PANEL

# SPATIAL DATA PANEL

© Rezzy Eko Caraka & Hasbi Yasin

Editor : Team WADE Publish  
Layout : Team WADE Publish  
Design Cover : Rachmad Adi Riyanto, M.Sc.

Diterbitkan oleh:



Jln. Pos Barat Km.1 Melikan Ngimput Purwosari  
Babadan Ponorogo Jawa Timur Indonesia 63491  
Website : [BuatBuku.com](http://BuatBuku.com)  
Email : [redaksi@buatbuku.com](mailto:redaksi@buatbuku.com)  
Phone : 0821 3954 7339

Anggota IKAPI 182/JTI/2017

Cetakan Pertama, Desember 2017  
ISBN: 978-602-5498-14-5

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanis, termasuk memfotocopy, merekam atau dengan sistem penyimpanan lainnya, tanpa seizin tertulis dari Penerbit.

Perpustakaan Nasional: Katalog Dalam Terbitan (KDT)

xvi+122 hlm.; 15x23 cm

# KATA SAMBUTAN (PREFACE)

**Dr. Sakhinah Abu Bakar**

School of Mathematical Sciences  
The National University of Malaysia

*Assalam mu'alaykum Wr.wb*

Tahniah dan Syabas



It is a significant achievement by my student Rezyy Eko Caraka for having published Book entitled 'Spatial Data Panel'. This book is a fresh breeze and breakthrough new application of statistics with the geographical approach. This book provides a comprehensive knowledge of the implementation and interpretation of the method with a complete guide using R Software and MATLAB Graphical User Interface (GUI). Unconsciously, humans have entered the 4th industrial revolution where all aspects of community life coexist with technology. Industrial Revolution 4.0 is an industry that is more concerned with robot automation and analysis of extensive data in the implementation of the task, and even many countries are adopting. In the field of mathematics and statistics, this massive development with one of the presences of high-performance computing to solve many problems that are non-linear and simplify the optimization to get robust results. This book helps readers gain insight from the help of R software and also the MATLAB GUI which has been created by the author.

Strategic planning is not separated by statistics which is a science or methodology that has a philosophy of thinking

related to the analysis, interpretation, and presentation of data as a decision-making material. As an example of industry and business activities, the application of statistical thinking becomes very important for Decision Makers to be able to evaluate the current system, and can advise or recommend to management to make changes or improvements to the system in a sustainable manner.

During the master's program by research in statistics, the School of Mathematical Sciences of the National University of Malaysia, Rezzy has demonstrated and proved the seriousness to be involved in the development of science in particular statistics and data mining fields. Start by running research and writing indexed journal.

In August 2017 Rezzy followed the "Big Data Analytics And IoT In Healthcare: The Future Of Medicine 2017" idea challenge was held at the UKM Medical Center (PPUKM). The ideas channeled will be used to improve medical services through data gathering further. In November 2017 Rezzy also represented the international student of The National University of Malaysia to attend the convention of JALUMA4.0 held by Ministry of Higher Education Malaysia.

Hopefully, this book can be used as an alternative bibliography and useful by all circles who have interest in spatial statistics.

*Wassalam mu'alaykum Wr.wb*

**Dr. Sakhinah Abu Bakar**

[sakhinah@ukm.edu.my](mailto:sakhinah@ukm.edu.my)

Senior Lecturer

School of Mathematical Sciences

Faculty of Science and Technology

The National University of Malaysia

# KATA SAMBUTAN (PREFACE)

Assalam mu'alaykum wr.wb

First of all, allow us to congratulate our students of the School of Mathematical Sciences, Faculty of Science and Technology of the National University of Malaysia for publishing a book entitled 'Spatial Data Panel.'

This book is an introduction to the essentials of analysis for spatial statistics. It is part of the range of statistical methodologies for analyzing interlocation and inter-time problems. In the spatial regression of panel data, data with interterritorial linkages consisting of several periods can be modeled using the spatial regression to capture phenomenon and characteristics that are inextricable from the traditional regression approaches such as global-based and local-based regression.

Formulation of spatial data model panel can be solved with the help of application which will generate parameter values and testing required in its analysis. A practicing statistician needs to be aware and familiar with the broad range of ideas and techniques. In this book, the knowledge that is building Graphical User Interface (GUI) Matlab and using R, so it will make it easier for the layman to understand the spatial data panel. The application that uses GUIs is easier to use because users only need to use existing components such as pressing the supplied buttons according to the desired analysis.

The field of statistics covers used in all aspects such as finance, environment, and also medical. The development of such a massive technology and the availability of data is very much making progress and improvement of methods based on

data mining. The motivation is to minimize time, money and energy in the analysis.

As a Statistician is not enough if only understand the methods and theory. Conducting the estimation of the parameter and mathematics formula also create a syntax. More than that is statistically able to explain the essence of the problem to analyze. At the same time, this book will guide to understand the application of demography data and can pull the information easily and efficiently. In Chapter 1 the author gives the introduction about spatial data panel also how to modeling by using Least Square Dummy Variable (LSDV). In chapter 2 focused on spatial weighted and demonstrate the estimation parameter by using Spatial error fixed effect and simulation by using R. In chapter 3 show about primary of Graphical User Interface (GUI) Matlab and Chapter 4 illustrate about step analyzing by using Spatial Data Panel with GUI

Hopefully, this work can be useful for many people to understand the essence of statistics.

Wassalam mu'alaykum Wr.wb

**Dr.Marina Zahari** ([zmarina@ukm.edu.my](mailto:zmarina@ukm.edu.my))

School of Mathematical Sciences FST The National University of Malaysia  
Research Interest: Nonparametric statistical techniques Computational  
Statistics, Medical Statistics

**Puan Zalina Mohd.Ali** ([zalina99@ukm.edu.my](mailto:zalina99@ukm.edu.my))

School of Mathematical Sciences FST The National University of Malaysia  
Research Interest: Multivariate Analysis, Bayesian Modeling Analysis, Spatial  
Statistics

# KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT kami panjatkan, berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan buku ini. Tak lupa semoga shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad Saw, kepada keluarganya, sahabatnya, para tabi'in, tabiut tabiahum, kepada kita semua, serta kepada seluruh umatnya hingga akhir zaman yang menjadikan sebagai uswatun hasanah, suri tauladan yang baik.

Buku ini merupakan lanjutan dari buku sebelumnya yang telah dicetak oleh Graha Ilmu Yogyakarta - MOBIUS dengan berjudul *Geographically Weighted Regression (GWR): Sebuah kajian regresi geografis*. ISBN:978-602-19479-7-5.

Secara spesifik buku ini akan mengulas statistika Spatial namun menggunakan data panel. Seperti yang diketahui bahwa Analisis data panel merupakan analisis gabungan antara data *cross section* dan data *time series*. Data panel diperoleh ketika sejumlah objek diamati dari waktu ke waktu. Pembaca bisa membaca secara rinci pada bab yang telah penulis sediakan agar mudah membaca.

Pada dasarnya seorang statistisi tidak cukup hanya mampu melakukan estimasi rumus, membangun syntax dan kaya pemahaman dengan metode yang paling simple hingga terumit. Seorang statistisi harus mampu menjelaskan *insight* dari data dan memberikan pemahaman secara jelas makna dari output yang dihasilkan. Statistika merupakan ilmu yang digunakan oleh semua bidang. Oleh karena itu diperlukan juga pahaman untuk memilih metode statistika yang paling sesuai. Seperti ibarat memilih baju perlu disesuaikan yang paling nyaman digunakan dan tidak berlebihan.

Atas terselesainya buku ini berikanlah kesempatan kepada Penulis untuk mengucapkan terima kasih yang tulus kepada mereka yang selalu memberikan *support* dan juga do'a:

1. Ibunda Fauziani dan Ayahanda Rozali yang memberikan cinta dan kasih sayang juga adik bungsu Roffi Dwi Putra walaupun selalu bertengkar layaknya saudara juga memeluk dengan hangat. Semangat menamatkan program sarjana.
2. Prof. Dr. Ocky Karna Radjasa, M.Sc sumber inspirasi yang memberikan kesempatan dan mengenalkan kepada penulis terhadap dunia akademis dan peneliti
3. Dr. Shakinah Abu Bakar, Prof. Kamarulzaman Ibrahim, Dr. Marina Binti Zahari, Dr. Hamizun Bin Ismail. *School of mathematical sciences The National University of Malaysia (UKM)* yang telah memberikan dukungan moril dan materil
4. Prof. Budi Santosa, Ph.D guru besar Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) yang memberikan banyak dukungan dan motivasi untuk menulis buku.
5. Segenap Staff pengajar, Mahasiswa/i, Keluarga Departemen Statistika FMIPA Universitas Padjadjaran terutama kepada Dr. Toni Toharudin, M.Sc, Ibu Anindya Apriliyanti, Bapak Gumgum Darmawan dan tim riset time series.
6. Achmad Choiruddin, PhD. (Postdoc) Aalborg University, Yudo Anggoro, PhD. Deputy Director- School of Business and Management ITB, Putu Mahardika A S, Ph.D Brawijaya University, Lena Hanifah, PhD Lambung Mangkurat university, Wawan Sugiyarto, PhD Ministry of Finance, Jamilatuzzahro, Riki Herliansyah
7. Segenap staff pengajar, Mahasiswa/i, Keluarga Departemen Statistika Universitas Diponegoro. Terkhusus kepada Dr. Tarno, Irawati Tamara dan Siti Maulina M
8. *Bioinformatics and Data Science Research Center Bina Nusantara University.* Dr. Bens Pardamean, Dr. Haryono

Soeparno, Arif Budiarto, Hery H. Mulyo, Anzaludin Samsinga P, Shinta Purnamasari, Tjeng Wawan C

9. Kepada sahabat yang selalu ada di hati yang selalu memotivasi. Mengubah yang susah menjadi mudah, saling menguatkan pada kebaikan menghapus sedih menjadi tawa. Kadi Mey Ismail, Rachmad A R, Aan Andri Yano, Isma Dwi Kurniawan, Mella Camelia, Dian Setyawati, Albert Ryanta, M. Deqisyah Putra, Muhammad Tahmid, Hakara Warid, Greget Kalla Buana, Ronny Gusnadi, Muhammad Ali Husein, M. Isa D, Rahmat S A M, Grady N, Zulkifli M, M Faisal A, M Syafii, Novieta Sinaga, Rizka Tamimi, Avia Enggar T, Firda S D, Desriwendi, Lina I, Gustriza E
10. PPI Malaysia (PPI-M), PPI Universitas Kebangsaan Malaysia (PPI-UKM), Niki Alma FF, Fijar Akbar, Doni R, Phoenna A T, Haekal Amrullah, Yusra Husainy, Hielda, Siti Fitriyani, Supari, Richardo, Mukhlis NB, Ikumi, Rahito, Revianty, Uswatun Hasanah.
11. Data Science Indonesia (DSI) Divisi Research Development and Knowledge Management (RDKM) dan Data Science Weekend (DSW)

Oleh karena itu penulis terus membuka diri untuk menerima saran dan kritikan untuk perbaikan buku ini. Semua korespondensi dapat dilakukan dengan email [rezyekocaraka@gmail.com](mailto:rezyekocaraka@gmail.com) / [rezyekocaraka@rocketmail.com](mailto:rezyekocaraka@rocketmail.com). Untuk efisiensi pembaca, semua *script* syntax program R dan juga MATLAB GUI, data yang digunakan dapat diunduh pada website [www.rezyekocaraka.com](http://www.rezyekocaraka.com) dengan kata kunci (*password*) “kontribusiuntuknegeri”.

Kuala Lumpur, 27 December 2017



**Rezzy Eko Caraka**

[www.rezzyekocaraka.com](http://www.rezzyekocaraka.com)

# DAFTAR ISI

KATA SAMBUTAN (Preface).....	v
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	xiii

## BAB 1 PENGANTAR SPASIAL DATA PANEL.....1

1. Pemodelan Regresi Data Panel .....	2
2. Estimasi Regresi Data Panel .....	3
2.1 Model <i>Common Effect</i> dengan Pendekatan OLS .....	3
2.2 Model <i>Fixed Effect</i> dengan Pendekatan LSDV .....	6
2.3 Model <i>Random Effect</i> dengan Pendekatan GLS .....	8
2.4 Pemilihan Model Estimasi Regresi Data Panel.....	10
2.5 <i>Chow Test</i> (Uji Chow) .....	10
2.6 <i>Hausman Test</i> (Uji Hausman) .....	11
2.7 <i>Lagrange Multiplier Test</i> (Uji LM).....	12
2.8 <i>Jarque-Bera Test</i> (Uji JB) .....	13

## BAB 2 MODEL SPASIAL DATA PANEL.....14

1. Matriks Pembobot Spasial .....	14
2. Model Regresi Spasial .....	15
3. Model Spasial Data Panel .....	17
3.1 Estimasi Model Spasial Lag <i>Fixed Effect</i> .....	19
3.2 Estimasi Model Spasial Error <i>Fixed Effect</i> .....	21
4. Uji <i>Lagrange Multiplier</i> .....	25
5. Uji <i>Likelihood Ratio</i> .....	26
6. <i>Goodness of Fit</i> .....	26
7. Uji Wald.....	27
8. Uji Asumsi.....	29

9.	Uji <i>Lagrange Multiplier</i> .....	36
10.	Model Regresi Spasial Data Panel <i>Fixed Effect</i> .....	37
	10.1 Model Spasial Lag <i>Fixed Effect</i> .....	37
	10.2 Model Spasial Error <i>Fixed Effect</i> .....	38
	10.3 Uji Likelihood Ratio .....	39
	10.4 <i>Goodness of Fit</i> .....	40
	10.5 Uji Wald Model Spasial Lag <i>Fixed Effect</i> .....	41
	10.6 Uji Asumsi Model Spasial Lag <i>Fixed Effect</i> .....	41
	10.7 Interpretasi Model Spasial Lag <i>Fixed Effect</i> .....	44
 <b>BAB 3 GRAPHICAL USER INTERFACE (GUI).....</b>		<b>51</b>
 <b>BAB 4 SPATIAL DATA PANEL DENGAN GUI .....</b>		<b>58</b>
1.	Diagram Alir Analisis Data .....	60
2.	Rancangan Penyusunan Menu dengan <i>Graphical User Interface (GUI)</i> .....	61
3.	Proses Pembuatan GUI Spasial Data Panel <i>Fixed Effect</i> .....	63
4.	Menggunakan GUI Spasial Data Panel <i>Fixed Effect</i> .....	68
5.	Model Regresi Berganda .....	77
6.	Uji <i>Lagrange Multiplier</i> .....	78
7.	Model Regresi Spasial Data Panel <i>Fixed Effect</i> .....	79
	7.1 Model Spasial Lag <i>Fixed Effect</i> .....	79
	7.2 Model Spasial Error <i>Fixed Effect</i> .....	81
8.	Uji <i>Likelihood Ratio</i> .....	81
9.	<i>Goodness of Fit</i> .....	82
10.	Uji Wald Model Spasial Lag <i>Fixed Effect</i> .....	83
11.	Uji Asumsi Model Spasial Lag <i>Fixed Effect</i> .....	83
	11.1 Asumsi Normalitas .....	84
	11.2 Asumsi Homoskedastisitas .....	84
	11.3 Asumsi Independensi .....	85
	11.4 Asumsi Multikolinieritas.....	86

12. Interpretasi Model Spasial Lag <i>Fixed Effect</i> .....	86
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>95</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>103</b>
<b>Tentang Penulis .....</b>	<b>119</b>



# BAB 1

## PENGANTAR SPASIAL DATA PANEL

**D**ata panel adalah gabungan antara data runtun waktu (*time series*) dan data silang (*cross section*). Data runtun waktu biasanya meliputi satu objek/individu (misalnya harga saham, kurs mata uang, SBI, atau tingkat inflasi), tetapi meliputi beberapa periode (biasanya harian, bulanan, kuartalan, atau tahunan). Data silang terdiri dari atas beberapa atau banyak objek, sering disebut responden (misalnya perusahaan) dengan beberapa jenis data (misalnya; laba, biaya iklan, laba ditahan, dan tingkat investasi) dalam suatu periode waktu tertentu. Ketika akan melakukan suatu observasi perilaku unit ekonomi seperti rumah tangga, perusahaan atau negara, tidak hanya akan melakukan observasi terhadap unit-unit tersebut di dalam waktu yang bersamaan tetapi juga perilaku unit-unit tersebut pada berabagai periode waktu.

Regresi dengan menggunakan data panel disebut model regresi data panel. Ada beberapa keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan data panel. Pertama, data panel merupakan gabungan data *time series* dan *cross section* mampu menyediakan data yang lebih banyak sehingga akan menghasilkan *degree of freedom* yang lebih besar. Kedua, menggabungkan informasi dari data *time series* dan *cross section* dapat mengatasi masalah yang timbul ketika ada masalah penghilangan variabel (*omitted-variable*). Kerangka umum data panel dapat dilihat pada Tabel 1

**Tabel 1** Kerangka umum data panel

i	t	Y <sub>it</sub>	X <sub>it</sub>
1	1	Y <sub>11</sub>	X <sub>11</sub>
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
1	T	Y <sub>1T</sub>	X <sub>1T</sub>
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
N	1	Y <sub>N1</sub>	X <sub>N1</sub>
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
N	T	Y <sub>NT</sub>	X <sub>NT</sub>

### 1. Pemodelan Regresi Data Panel

Model regresi linier menggunakan data *cross section* dan *time series*.

➤ Model dengan data *cross section*

$$Y_i = \alpha + \beta X_i + \varepsilon_i ; i = 1,2,\dots,N \quad (1.1)$$

dengan :

Y<sub>i</sub> = peubah tak bebas unit individu ke-i

X<sub>i</sub> = peubah bebas unit individu ke-i

N = banyaknya data *cross section*

➤ Model dengan data *time series*

$$Y_t = \alpha + \beta X_t + \varepsilon_t ; t = 1,2,\dots,T \quad (1.2)$$

dengan :

$Y_t$  = peubah tak bebas unit waktu ke-t

$X_t$  = variabel bebas unit waktu ke-t

T = banyaknya data *time series*

Mengingat data panel merupakan gabungan dari data *cross section* dan data *time series*, maka modelnya dituliskan dengan:

$$Y_{it} = \alpha + \beta'x'_{it} + u_{it} \quad ; i = 1,2,\dots,N; t = 1,2,\dots, T \quad (1.3)$$

dengan:

$i = 1, 2, \dots, N$ , menunjukkan rumah tangga, individu, perusahaan dan lainnya (dimensi data silang)

$t = 1, 2, \dots, T$ , menunjukkan dimensi deret waktu

$\alpha$  = koefisien intersep yang merupakan skalar

$\beta$  = koefisien slope dengan dimensi  $K \times 1$ , dimana K adalah banyaknya peubah bebas

$Y_{it}$  = peubah tak bebas unit individu ke-i dan unit waktu ke-t

$x_{it}$  = peubah bebas untuk unit individu ke-i dan unit waktu ke-t

## 2. Estimasi Regresi Data Panel

### 2.1 Model *Common Effect* dengan Pendekatan OLS

Teknik ini tidak ubahnya dengan membuat regresi dengan data *cross section* atau *time series*. Akan tetapi, untuk data panel, sebelum membuat regresi data harus digabungkan terlebih dahulu yaitu data *cross-section* dengan data *time series*. Kemudian data gabungan ini diperlakukan sebagai suatu kesatuan pengamatan untuk mengestimasi model dengan metode *Ordinary Least Square* (OLS). Metode ini dikenal dengan estimasi *Common Effect*. Akan tetapi, dengan menggabungkan

data tersebut, maka tidak dapat dilihat perbedaannya baik antar individu maupun antar waktu. Atau dengan kata lain, dalam pendekatan ini tidak memperhatikan dimensi individu maupun waktu. Diasumsikan bahwa perilaku data antar perusahaan sama dalam berbagai kurun waktu. Bila diasumsikan bahwa  $\alpha$  dan  $\beta$  akan sama (konstan) untuk setiap data *time series* dan *cross section*, maka  $\alpha$  dan  $\beta$  dapat diestimasi dengan model berikut menggunakan NxT pengamatan.

$$Y_{it} = \alpha + \beta' x'_{it} + u_{it}; i = 1, 2, \dots, N; t = 1, 2, \dots, T \quad (1.4)$$

Dalam mengestimasi model (1.4) maka jika ditulis dalam bentuk vektor, diperoleh:

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_N \end{bmatrix} = \alpha + \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_N \end{bmatrix} \beta + \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_N \end{bmatrix} \quad (1.5)$$

dengan:

$$\mathbf{y}_{iTx1} = \begin{bmatrix} Y_{i1} \\ Y_{i2} \\ \vdots \\ Y_{iT} \end{bmatrix}, \mathbf{X}_{iTxK} = \begin{bmatrix} X_{1i1} & X_{2i1} & \cdots & X_{Ki1} \\ X_{1i2} & X_{2i2} & \cdots & X_{Ki2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{1iT} & X_{2iT} & \cdots & X_{KiT} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{u}'_{iTxT} = (u_{i1} \quad u_{i2} \quad \cdots \quad u_{iT}),$$

$$E(\mathbf{u}_i) = \mathbf{0}, E(\mathbf{u}_i \mathbf{u}_i') = \sigma_u^2 \mathbf{I}_T,$$

$E(\mathbf{u}_i \mathbf{u}_l') = \mathbf{0}$ , untuk  $i \neq l$ ;  $i, l = 1, 2, \dots, N$  dan  $\mathbf{I}_T$  matriks identitas berukuran TxT.

Estimator OLS untuk  $\alpha$  dan  $\beta$  ditentukan dengan meminimalkan:

$$S = \sum_{i=1}^N \mathbf{u}_i^2 \\ \sum_{i=1}^N (y_i - \alpha - \beta_1 x_{1i} - \beta_2 x_{2i} - \beta_3 x_{3i} - \cdots - \beta_K x_{Ki})^2 \quad (1.6)$$

Selanjutnya ditentukan derivatif parsial S terhadap  $\alpha$  dan  $\beta$  kemudian disamadengankan 0, diperoleh:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\delta S}{\delta \alpha} &= 0 \rightarrow 2 \sum (y_i - \alpha - \beta_1 x_{1i} - \beta_2 x_{2i} - \beta_3 x_{3i} - \dots - \beta_K x_{Ki}) (-1) = 0 \\ \frac{\delta S}{\delta \beta_1} &= 0 \rightarrow 2 \sum (y_i - \alpha - \beta_1 x_{1i} - \beta_2 x_{2i} - \beta_3 x_{3i} - \dots - \beta_K x_{Ki}) (-x_{1i}) = 0 \\ \frac{\delta S}{\delta \beta_2} &= 0 \rightarrow 2 \sum (y_i - \alpha - \beta_1 x_{1i} - \beta_2 x_{2i} - \beta_3 x_{3i} - \dots - \beta_K x_{Ki}) (-x_{2i}) = 0 \\ &\vdots \\ \frac{\delta S}{\delta \beta_K} &= 0 \rightarrow 2 \sum (y_i - \alpha - \beta_1 x_{1i} - \beta_2 x_{2i} - \beta_3 x_{3i} - \dots - \beta_K x_{Ki}) (-x_{Ki}) = 0 \end{aligned} \right\} (1.7)$$

Selanjutnya dari persamaan di atas, dapat diperoleh persamaan normalnya yaitu:

$$\left. \begin{aligned} \sum y_i &= N\alpha + \beta_1 \sum x_{1i} + \beta_2 \sum x_{2i} + \dots + \beta_K \sum x_{Ki} \\ \sum x_{1i} y_i &= \alpha \sum x_{1i} + \beta_1 \sum x_{1i}^2 + \beta_2 \sum x_{1i} x_{2i} + \dots + \beta_K \sum x_{1i} x_{Ki} \\ \sum x_{2i} y_i &= \alpha \sum x_{2i} + \beta_1 \sum x_{1i} x_{2i} + \beta_2 \sum x_{2i}^2 + \dots + \beta_K \sum x_{2i} x_{Ki} \\ &\vdots \\ \sum x_{Ki} y_i &= \alpha \sum x_{Ki} + \beta_1 \sum x_{1i} x_{Ki} + \beta_2 \sum x_{2i} x_{Ki} + \dots + \beta_K \sum x_{Ki}^2 \end{aligned} \right\} (1.8)$$

Dengan menjumlahkan persamaan  $y_i = \alpha + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_K x_{Ki}$  untuk seluruh pengamatan N memberikan persamaan pertama dalam (2.8), kemudian mengalikannya dengan  $x_1$  pada kedua sisinya dan menjumlahkan untuk seluruh N, maka dihasilkan persamaan kedua. Begitu juga persamaan ketiga dalam (1.8) mengalikan kedua sisinya dengan  $x_2$  dan menjumlahkan untuk seluruh N, dan seterusnya.

Apabila persamaan di atas diubah ke dalam bentuk matriks akan menjadi:

$$(\mathbf{X}'\mathbf{X}) \hat{\boldsymbol{\beta}} = \mathbf{X}'\mathbf{Y}$$

kemudian ruas kiri dan kanan dikalikan dengan  $(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}$ . Sehingga didapatkan estimator  $\hat{\boldsymbol{\beta}}$  adalah

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}'\mathbf{Y} \quad (1.9)$$

## 2.2 Model *Fixed Effect* dengan Pendekatan LSDV

Pendekatan metode kuadrat terkecil biasa adalah pendekatan dengan mengasumsikan bahwa intercept dan koefisien regressor dianggap konstan untuk seluruh unit wilayah/daerah maupun unit waktu. Salah satu cara untuk memperhatikan unit *cross section* atau unit *time series* adalah dengan memasukkan variabel *dummy* untuk memberikan perbedaan nilai parameter yang berbeda-beda, baik lintas unit *cross section* maupun unit *time series*. Oleh karena itu pendekatan dengan memasukkan variabel *dummy* ini dikenal juga dengan *Least Square Dummy Variable* (LSDV) atau juga disebut *covariance* model. Pendekatan yang sering paling dilakukan adalah dengan mengizinkan intersep bervariasi antar unit *cross section* namun tetap mengasumsikan bahwa slope koefisien adalah konstan antar unit *cross section*. Pendekatan ini dalam literatur dikenal dengan sebutan model *fixed effect* (FEM). Model yang dibentuk dari teknik estimasi ini adalah:

$$Y_{it} = \alpha_i + \boldsymbol{\beta}' \mathbf{x}'_{it} + u_{it} ; i = 1, 2, \dots, N; t = 1, 2, \dots, T \quad (1.10)$$

Dalam mengestimasi model (1.10) maka jika ditulis dalam bentuk vektor, diperoleh :

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} \mathbf{y}_1 \\ \mathbf{y}_2 \\ \vdots \\ \mathbf{y}_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{e} \\ \mathbf{0} \\ \vdots \\ \mathbf{0} \end{bmatrix} \alpha_1 + \begin{bmatrix} \mathbf{0} \\ \mathbf{e} \\ \vdots \\ \mathbf{0} \end{bmatrix} \alpha_2 + \dots + \begin{bmatrix} \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \\ \vdots \\ \mathbf{e} \end{bmatrix} \alpha_N + \begin{bmatrix} \mathbf{X}_1 \\ \mathbf{X}_2 \\ \vdots \\ \mathbf{X}_N \end{bmatrix} \boldsymbol{\beta} + \begin{bmatrix} \mathbf{u}_1 \\ \mathbf{u}_2 \\ \vdots \\ \mathbf{u}_N \end{bmatrix} \quad (1.11)$$

dengan:

$$\mathbf{y}_{iTx1} = \begin{bmatrix} Y_{i1} \\ Y_{i2} \\ \vdots \\ Y_{iT} \end{bmatrix}, \mathbf{X}_{iTxK} = \begin{bmatrix} X_{1i1} & X_{2i1} & \dots & X_{Ki1} \\ X_{1i2} & X_{2i2} & \dots & X_{Ki2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{1iT} & X_{2iT} & \dots & X_{KiT} \end{bmatrix}$$

$\mathbf{e}'_{1 \times T} = (1 \ 1 \ \dots \ 1)$ ,  $\mathbf{u}'_{i \times T} = (u_{i1} \ u_{i2} \ \dots \ u_{iT})$ ,  
 $E(\mathbf{u}_i) = 0$ ,  $E(\mathbf{u}_i \mathbf{u}_i') = \sigma_u^2 \mathbf{I}_T$ ,  
 $E(\mathbf{u}_i \mathbf{u}_l') = 0$ , untuk  $i \neq l$ ;  $i, l = 1, 2, \dots, N$  dan  $\mathbf{I}_T$  matriks identitas berukuran  $T \times T$ .

Estimator OLS untuk  $\alpha_i$  dan  $\beta$  ditentukan dengan meminimalkan:

$$\begin{aligned}
 S &= \sum_{i=1}^N \mathbf{u}_i \mathbf{u}_i' \\
 &= \sum_{i=1}^N (\mathbf{y}_i - \mathbf{e}\alpha_i - \mathbf{X}_i\beta)(\mathbf{y}_i - \mathbf{e}\alpha_i - \mathbf{X}_i\beta)' \quad (1.12)
 \end{aligned}$$

Selanjutnya ditentukan derivatif parsial  $S$  terhadap  $\alpha_i$  kemudian disamadengankan 0, diperoleh:

$$\hat{\alpha}_i = \bar{y}_i - \beta' \bar{x}_i, i = 1, 2, \dots, N \quad (1.13)$$

dengan:

$$\bar{y}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T y_{it} \text{ dan } \bar{x}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T x_{it}$$

Substitusi (1.12) dan (1.13) dan tentukan derivatif parsial  $S$  terhadap  $\beta$  maka diperoleh estimator LSDV berikut:

$$\hat{\beta} = [\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)(x_{it} - \bar{x}_i)]^{-1} \cdot [\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)(y_{it} - \bar{y}_i)] \quad (1.14)$$

Prosedur OLS di atas ekuivalen dengan perhitungan kembali persamaan berikut :

$$\mathbf{y}_i = \mathbf{e}\alpha_i + \mathbf{X}_i\beta + \mathbf{u}_i, i = 1, 2, \dots, N \quad (1.15)$$

Oleh matriks *idempotent* berukuran  $T \times T$ , berikut:

$$\mathbf{Q} = \mathbf{I}_T - \frac{1}{T} \mathbf{e}\mathbf{e}'$$

Untuk menghilangkan pengaruh individu  $\alpha_i$  sehingga observasi individu dihitung sebagai selisih dari mean individu terhadap waktu:

$$Qy_i = QX_i\beta + Qu_i, i = 1, 2, \dots, N \quad (1.16)$$

Selanjutnya dengan melakukan prosedur OLS terhadap persamaan (1.16), maka diperoleh estimator LSDV sebagai berikut:

$$\hat{\beta} = [\sum_{i=1}^N X_i' QX_i]^{-1} \cdot [\sum_{i=1}^N X_i' Qy_i] \quad (1.17)$$

Estimator LSDV (1.17) ekuivalen dengan estimator LSDV (1.14). Estimator ini sering disebut juga estimator *covariance* atau estimator *within* dengan matriks varians kovariansnya adalah:

$$var(\beta) = \sigma_u^2 [\sum_{i=1}^N X_i' QX_i]^{-1}$$

### 2.3 Model *Random Effect* dengan Pendekatan GLS

Dalam mengestimasi data panel dengan model *fixed effect* melalui teknik variabel *dummy* menunjukkan ketidakpastian model yang digunakan. Untuk mengestimasi masalah ini dapat digunakan variabel residual yang dikenal dengan model *random effect* (REM). Pada model REM diasumsikan  $a_i$  merupakan variabel *random* dengan mean  $a_0$ . sehingga intersep dapat dinyatakan sebagai  $a_i = a_0 + \varepsilon_i$  dengan  $\varepsilon_i$  merupakan *error random* yang mempunyai mean 0 dan varians  $\sigma_\varepsilon^2$ ,  $\varepsilon_i$  tidak secara langsung diobservasi atau disebut juga variabel laten. Jadi persamaan model *random effect* adalah sebagai berikut

$$Y_{it} = \alpha_0 + \beta'x'_{it} + w_{it} ; i = 1, 2, \dots, N; t = 1, 2, \dots, T \quad (1.18)$$

Dengan  $w_{it} = \varepsilon_i + u_{it}$ . Suku error gabungan  $w_{it}$  memuat dua komponen error yaitu  $\varepsilon_i$  komponen *error cross section* dan  $u_{it}$  yang merupakan kombinasi komponen *error cross section* dan *time series*. Karena inilah model *random effect* sering disebut juga *Error Components Model* (ECM). Ada beberapa hal terkait output estimasi *random effect*. Pertama, penjumlahan dari nilai *random effect* adalah nol, karena komponen eror ( $w_{it}$ ) merupakan kombinasi *time series error* dan *cross section error*. Kedua, nilai  $R^2$  diperoleh dari transformasi regresi *Generalized Least-Square* (GLS) maka model *random effect* ini dapat diestimasi dengan metode GLS. beberapa asumsi yang berlaku pada REM adalah

$$\begin{aligned} \varepsilon_i &\sim N(0, \sigma_\varepsilon^2), u_{it} \sim N(0, \sigma_u^2) & (1.19) \\ E(\varepsilon_i u_{it}) &= 0, E(\varepsilon_i \varepsilon_j) = 0 \quad (i \neq j), \\ E(u_{it} u_{is}) &= E(u_{it} u_{jt}) = E(u_{it} u_{js}) = 0 \quad (i \neq j; t \neq s) \end{aligned}$$

Perlu diperhatikan juga bahwa ada variabel tersembunyi (*latent/unobservable*) dalam model efek acak ini, yaitu  $\varepsilon_i$  yang tidak dapat langsung diamati sehingga nilainya dihitung berdasarkan nilai  $w_{it}$  dan berdasarkan persamaan (1.18), maka:

$$\begin{aligned} E(w_{it}) &= 0 \\ \text{var}[\varepsilon_i + u_{it}] &= \text{var} \begin{bmatrix} \varepsilon_i + u_{i1} \\ \vdots \\ \varepsilon_i + u_{iT} \end{bmatrix} & (1.20) \\ &= \begin{bmatrix} \sigma_\varepsilon^2 + \sigma_u^2 & \sigma_u^2 & \dots & \sigma_u^2 \\ \sigma_u^2 & \sigma_\varepsilon^2 + \sigma_u^2 & \dots & \sigma_u^2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_u^2 & \sigma_u^2 & \dots & \sigma_\varepsilon^2 + \sigma_u^2 \end{bmatrix} \\ &= \Omega_i \end{aligned}$$

Sehingga,

$$\text{var}(w_{it}) = \begin{bmatrix} \Omega_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \Omega_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \Omega_N \end{bmatrix}$$

Selanjutnya menggunakan prosedur GLS akan diperoleh estimator sebagai berikut:

$$\hat{\beta} = [X'\Omega^{-1}X]^{-1}[X'\Omega^{-1}Y] \quad (1.21)$$

Dalam hal ini, jika  $\sigma_\varepsilon^2 = 0$ , parameter persamaan (1.18) dan (1.19) dapat diestimasi dengan *Common Effect Model*. Seperti yang tertera pada persamaan (1.20), error  $w_{it}$  mengalami homoskedastisitas, namun tidak menutup kemungkinan bahwa diantara nilai *error* tersebut terjadi autokorelasi sehingga koefisien korelasinya dapat ditulis seperti berikut:

$$\text{corr}(w_{it}, w_{is}) = \frac{\sigma_\varepsilon^2}{\sigma_\varepsilon^2 + \sigma_u^2} \quad (1.22)$$

## 2.4 Pemilihan Model Estimasi Regresi Data Panel

Pemilihan model secara statistik dilakukan agar dugaan yang diperoleh dapat seefisien mungkin. Ada dua pengujian dalam menentukan model yang akan digunakan dalam pengolahan data panel yaitu uji chow (*Chow Test*) dan uji hausman (*Hausman Test*).

## 2.5 Chow Test (Uji Chow)

*Chow test* digunakan untuk memilih kedua model diantara Model *Common Effect* dan Model *Fixed Effect*. Asumsi bahwa setiap unit *cross section* memiliki perilaku yang sama cenderung tidak realistis mengingat dimungkinkannya setiap unit *cross section* memiliki perilaku yang berbeda menjadi dasar dari uji chow. Dalam pengujian ini dilakukan hipotesa sebagai berikut :

$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_N = \alpha$  (Model *Common Effect*)

$H_1$  : sekurang-kurangnya ada satu intersep  $\alpha_i$  yang berbeda (Model *Fixed Effect*)

Dasar penolakan terhadap  $H_0$  adalah dengan menggunakan F-statistik seperti berikut :

$$Chow = \frac{RSS_1 - RSS_2 / (N-1)}{RSS_2 / (NT - N - K)} \quad (1.23)$$

dengan:

$RSS_1$  = residual sum of square hasil pendugaan model *common effect*

$RSS_2$  = residual sum of square hasil pendugaan model *fixed effect*

N = jumlah data *cross section*

T = jumlah data *time series*

K = jumlah variabel bebas

Statistik *Chow Test* mengikuti sebaran F-statistik yaitu  $F_{(N-1, NT-N-K), \alpha}$ . Jika nilai *Chow* statistik lebih besar dari F-tabel, maka cukup bukti untuk menolak  $H_0$  dan sebaliknya.

## 2.6 Hausman Test (Uji Hausman)

Uji hausman digunakan untuk membandingkan model *Fixed Effect* dengan *Random effect*. Alasan dilakukannya uji hausman didasarkan pada model *fixed effect model* yang mengandung suatu unsur *trade off* yaitu hilangnya unsur derajat bebas dengan memasukkan variabel *dummy* dan model *Random Effect* yang harus memperhatikan ketiadaan pelanggaran asumsi dari setiap komponen galat. Dalam pengujian ini dilakukan hipotesis sebagai berikut:

$H_0 : corr(X_{it}, U_{it}) = 0$  (Model *Random Effect*)

$H_1 : corr(X_{it}, U_{it}) \neq 0$  (Model *Fixed Effect*)

Dasar penolakan  $H_0$  dengan menggunakan Statistik Hausman dirumuskan sebagai berikut :

$$\chi^2(K) = (\mathbf{b} - \boldsymbol{\beta})' [\text{Var}(\mathbf{b} - \boldsymbol{\beta})]^{-1} (\mathbf{b} - \boldsymbol{\beta}) \quad (1.24)$$

dengan:

$\mathbf{b}$  = koefisien *random effect*

$\boldsymbol{\beta}$  = koefisien *fixed effect*

Statistik hausman menyebar *Chi-Square*, jika nilai  $\chi^2$  hasil pengujian lebih besar dari  $\chi^2_{(K, \alpha)}$  ( $K$  = jumlah variabel bebas) atau  $P\text{-Value} < \alpha$ , maka cukup bukti untuk melakukan penolakan terhadap  $H_0$  begitu pula sebaliknya.

### 2.7 Lagrange Multiplier Test (Uji LM)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat unsur heteroskedastisitas pada model yang dipilih. Hipotesis uji LM adalah sebagai berikut:

$H_0$  :  $\sigma_i^2 = \sigma^2$  (tidak terjadi heteroskedastisitas)

$H_1$  :  $\sigma_i^2 \neq \sigma^2$  (terjadi heteroskedastisitas)

Statistik uji LM adalah sebagai berikut :

$$LM = \frac{NT}{2(T-1)} \sum_{i=1}^N \left[ \frac{T^2 \sigma_i^2}{\sigma^2} - 1 \right]^2 \quad (2.25)$$

dengan:

$T$  = jumlah unit *time series*

$N$  = jumlah unit *cross section*

$\sigma_i^2$  = variansi residual persamaan ke- $i$

$\sigma^2$  = variansi residual persamaan sistem

Kesimpulan  $H_0$  ditolak jika  $LM > \chi^2_{(1, \alpha)}$  yang berarti bahwa pada model terjadi heteroskedastisitas sehingga harus diestimasi dengan metode *weight* : *Cross section weight*.

## 2.8 Jarque-Bera Test (Uji JB)

Uji normalitas dimaksudkan untuk menguji apakah nilai *residual* yang telah terstandarisasi pada model regresi berdistribusi normal atau tidak. Nilai *residual* dikatakan berdistribusi normal jika nilai *residual* terstandarisasi tersebut sebagian besar mendekati nilai rata-ratanya (Suliyanto, 2011).

Salah satu cara mengecek normalitas adalah dengan plot probabilitas normal. Melalui plot ini masing-masing nilai pengamatan dipasang dengan nilai harapan dari distribusi normal, dan apabila titik-titik data terkumpul di sekitar garis lurus. Selain plot normal ada plot lagi untuk menguji normalitas yaitu detrend normal plot. Jika sampel berasal dari populasi normal, maka titik-titik tersebut seharusnya terkumpul digaris lurus yang melalui 0 dan tidak mempunyai pola (Widarjono,2010). Hipotesis Uji JB adalah sebagai berikut:

$H_0$  : residual data berdistribusi normal

$H_1$  : residual data tidak berdistribusi normal

Statistik uji JB adalah sebagai berikut:

$$JB = \frac{N-K}{6} \left( S^2 + \frac{(k-3)^2}{4} \right) \quad (1.26)$$

dengan:

N = jumlah unit *cross section*

K = jumlah variabel bebas

k = nilai *kurtosis* residual

S = nilai *skewness* residual

Kesimpulan  $H_0$  ditolak jika  $JB > \chi^2_{(2,\alpha)}$  yang berarti residual data berdistribusi normal.

## BAB 2

# MODEL SPASIAL DATA PANEL

Pada Bab 1 sudah dijelaskan mengenai konsep dari model regresi dan regresi panel. Pada bab 2 akan dijelaskan model spasial dari data panel.

### 1. Matriks Pembobot Spasial

Matriks pembobot/penimbang spasial ( $W$ ) dapat diperoleh berdasarkan informasi jarak dari ketetanggaan (*neighborhood*), atau jarak antara satu region dengan region yang lain. Terdapat beberapa metode untuk mendefinisikan hubungan persinggungan (*contiguity*) antar region menurut LeSage (1999) antara lain yang sering digunakan adalah sebagai berikut :

#### 1. Rook Contiguity (Persinggungan Sisi)

Persinggungan sisi mendefinisikan bobot<sub>ij</sub>=1 untuk region yang bersisian (*common side*) dengan region yang menjadi perhatian, bobot<sub>ij</sub>=0 untuk region lainnya.

		unit B <sub>2</sub>		
	unit B <sub>1</sub>	unit A	unit B <sub>3</sub>	
		unit B <sub>4</sub>		

**Gambar 1.** Rook Contiguity (Persinggungan Sisi)

## 2. Bishop Contiguity (Persinggungan Sudut)

Persinggungan sudut mendefinisikan bobot<sub>ij</sub>=1 untuk region yang titik sudutnya (*common vertex*) bertemu dengan sudut region yang menjadi perhatian, bobot<sub>ij</sub>=0 untuk region lainnya.

	unit C <sub>1</sub>		unit C <sub>2</sub>	
		unit A		
	unit C <sub>4</sub>		unit C <sub>3</sub>	

**Gambar 2.** Bishop Contiguity (Persinggungan Sudut)

## 3. Queen Contiguity (Persinggungan Sisi-Sudut)

Persinggungan sisi-sudut mendefinisikan bobot<sub>ij</sub>=1 untuk *entity* yang bersisian (*common side*) atau titik sudutnya (*common vertex*) bertemu dengan region yang menjadi perhatian, bobot<sub>ij</sub>=0 untuk region lainnya.

	unit C <sub>1</sub>	unit B <sub>2</sub>	unit C <sub>2</sub>	
	unit B <sub>1</sub>	unit A	unit B <sub>3</sub>	
	unit C <sub>4</sub>	unit B <sub>4</sub>	unit C <sub>3</sub>	

**Gambar 3.** Queen Contiguity (Persinggungan Sisi-Sudut)

## 2. Model Regresi Spasial

Menurut LeSage (1999), model regresi spasial secara umum adalah sebagai berikut :

$$\mathbf{y} = \gamma \mathbf{W}\mathbf{y} + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\phi} \quad (2) \quad (2.1)$$

$$\boldsymbol{\phi} = \lambda \mathbf{W}\boldsymbol{\phi} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.2)$$

dengan :

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

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

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

$\gamma$  = koefisien parameter spasial lag pada regresi spasial.

$\lambda$  = koefisien parameter spasial error pada regresi spasial.

$\boldsymbol{\phi}$  = vektor error persamaan (2.1) berukuran  $N \times 1$ .

$\boldsymbol{\varepsilon}$  = vektor error persamaan (2.2) berukuran  $N \times 1$ .

$\mathbf{W}$  = matriks pembobot spasial terstandarisasi berukuran  $N \times N$ .

$N$  = banyaknya unit *cross-section*.

Beberapa model yang dapat diperoleh dari model regresi spasial secara umum seperti pada persamaan (2.1) dan (2.2), yaitu:

a. Model Spasial Lag (SAR)

Berdasarkan model umum pada persamaan (2.2), apabila  $\lambda = 0$ , maka model yang terbentuk adalah *Spatial Autoregressive Model* (SAR) atau bisa juga disebut dengan Model Spasial Lag. Model ini adalah model spasial yang menunjukkan adanya efek spasial pada variabel dependen. Sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

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

b. Model Spasial Error (SEM)

Berdasarkan model umum pada persamaan (2.1), apabila  $\gamma = 0$ , maka model yang terbentuk adalah *Spatial Error Model* (SEM). Model ini adalah model spasial yang menunjukkan

adanya efek spasial dalam error. Sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\phi} \quad (2.4)$$

$$\boldsymbol{\phi} = \lambda \mathbf{W}\boldsymbol{\phi} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.5)$$

### 3. Model Spasial Data Panel

Persamaan model regresi linear gabungan dengan efek spesifik spasial tanpa efek interaksi spasial sebagai berikut :

$$y_{it} = \mathbf{x}_{it}\boldsymbol{\beta} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (2.6)$$

dengan :

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

$t$  = indeks pada dimensi waktu (periode waktu),  $t = 1, \dots, T$ .

$y_{it}$  = variabel dependen pada unit ke- $i$  dan waktu ke- $t$ .

$\mathbf{x}_{it}$  = vektor ( $1 \times K$ ) untuk variabel independen pada unit ke- $i$  dan waktu ke- $t$ .

$\boldsymbol{\beta}$  = vektor ( $K \times 1$ ) untuk parameter dari variabel independen.

$\mu_i$  = efek spesifik spasial pada unit ke- $i$ .

$\varepsilon_{it}$  = error/residual pada unit ke- $i$  dan waktu ke- $t$ .

$T$  = banyaknya periode waktu.

Dalam spesifikasi interaksi di antara unit-unit spasial, model dapat mengandung variabel dependen dengan spasial lag atau mengandung spasial pada proses errornya yang dikenal dengan model spasial lag dan model spasial error (Elhorst, 2009).

#### a. Model Spasial Lag Data Panel

*Spatial lag model* atau model *spatial autoregressive* (SAR) menunjukkan bahwa variabel dependen bergantung pada

variabel independen yang diamati dan variabel dependen pada unit terdekat, serta residual yang independen, identik, dan berdistribusi normal dengan rata-rata nol dan varian  $\sigma^2$ .

$$y_{it} = \delta \sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt} + \mathbf{x}_{it} \boldsymbol{\beta} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (2.7)$$

atau dalam notasi matriks dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\mathbf{y} = \delta \mathbf{W}_{NT} \mathbf{y} + \mathbf{X} \boldsymbol{\beta} + (\mathbf{1}_T \otimes \mathbf{I}_N) \boldsymbol{\mu} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.8)$$

dengan :

$w_{ij}$  = pembobot spasial terstandarisasi baris ke- $i$  kolom ke- $j$ .

$\mathbf{y}$  = vektor variabel dependen berukuran NT x 1.

$\mathbf{X}$  = matriks variabel independen berukuran NT x K.

$\delta$  = koefisien parameter spasial lag pada model spasial lag data panel.

$\boldsymbol{\varepsilon}$  = vektor error berukuran NT x 1.

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

$\mathbf{W}_{NT}$  = matriks pembobot spasial terstandarisasi berukuran NT x NT.

$\mathbf{1}_T$  = vektor berukuran T x 1 yang setiap entrinya berisi 1.

$\mathbf{I}_N$  = matriks identitas berukuran N x N.

## b. Model Spasial Error Data Panel

*Spatial error model* menunjukkan bahwa variabel dependen bergantung pada variabel independen yang diamati dan *error* yang berkorelasi antar tempat (*space*) yang berdekatan, serta residual yang independen, identik, dan berdistribusi normal dengan rata-rata nol dan varian  $\sigma^2$ . Model *spatial error* (SEM) adalah sebagai berikut :

$$y_{it} = \mathbf{x}_{it} \boldsymbol{\beta} + \mu_i + \phi_{it} \quad (2.9)$$

$$\phi_{it} = \rho \sum_{j=1}^N w_{ij} \phi_{jt} + \varepsilon_{it} \quad (2.10)$$

atau dalam notasi matriks dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + (\mathbf{1}_T \otimes \mathbf{I}_N)\boldsymbol{\mu} + \boldsymbol{\phi} \quad (2.11)$$

$$\boldsymbol{\phi} = \rho \mathbf{W}_{NT} \boldsymbol{\phi} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.12)$$

dengan :

$\rho$  = koefisien parameter spasial error pada model spasial error data panel.

$\boldsymbol{\phi}$  = vektor error persamaan (2.11) yang berukuran  $NT \times 1$ .

$\boldsymbol{\varepsilon}$  = vektor error persamaan (2.12) yang berukuran  $NT \times 1$ .

### 3.1 Estimasi Model Spasial Lag *Fixed Effect*

Pada model spasial lag,  $\varepsilon_{it}$  diasumsikan sebagai residual yang independen, identik, dan berdistribusi normal dengan rata-rata nol dan varian  $\sigma^2$  di mana  $\varepsilon_{it}$  adalah residual pada lokasi ke- $i$  dan waktu ke- $t$ . Fungsi densitas probabilitas dari  $\varepsilon_{it}$  adalah :

$$f(\varepsilon_{it}) = \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{\frac{1}{2}}} \exp\left[-\frac{\varepsilon_{it}^2}{2\sigma^2}\right] \quad (2.13)$$

Fungsi densitas probabilitas bersama dari  $n$  peubah acak  $\varepsilon_{11}, \varepsilon_{21}, \dots, \varepsilon_{NT}$  adalah:

$$\begin{aligned} f(\varepsilon_{11}, \dots, \varepsilon_{N1}, \varepsilon_{12}, \dots, \varepsilon_{N2}, \dots, \varepsilon_{NT}) &= f(\varepsilon_{11}) \dots f(\varepsilon_{N1}) f(\varepsilon_{12}) \dots f(\varepsilon_{N2}) \dots f(\varepsilon_{NT}) \\ &= \left( \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{\frac{1}{2}}} \exp\left[-\frac{\varepsilon_{11}^2}{2\sigma^2}\right] \right) \dots \left( \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{\frac{1}{2}}} \exp\left[-\frac{\varepsilon_{N1}^2}{2\sigma^2}\right] \right) \left( \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{\frac{1}{2}}} \exp\left[-\frac{\varepsilon_{12}^2}{2\sigma^2}\right] \right) \dots \\ &\quad \left( \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{\frac{1}{2}}} \exp\left[-\frac{\varepsilon_{N2}^2}{2\sigma^2}\right] \right) \dots \left( \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{\frac{1}{2}}} \exp\left[-\frac{\varepsilon_{NT}^2}{2\sigma^2}\right] \right) \\ &= \left( \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{\frac{1}{2}}} \exp\left[-\frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \varepsilon_{it}^2}{2\sigma^2}\right] \right) \end{aligned} \quad (2.14)$$

Dari persamaan (2.7) diketahui:

$$y_{it} = \delta \sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt} + \mathbf{x}_{it} \boldsymbol{\beta} + \mu_i + \varepsilon_{it}$$

$$\text{Sehingga, } \varepsilon_{it} = y_{it} - \delta \sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt} - \mathbf{x}_{it} \boldsymbol{\beta} - \mu_i \quad (2.15)$$

atau dapat ditulis menjadi :

$$\boldsymbol{\varepsilon} = (\mathbf{I}_T \otimes (\mathbf{I}_N - \delta \mathbf{W})) \mathbf{y} - \mathbf{X} \boldsymbol{\beta} - (\mathbf{1}_T \otimes \mathbf{I}_N) \boldsymbol{\mu} \quad (2.16)$$

Jacobian dari  $\boldsymbol{\varepsilon}$  adalah  $|J| = |\mathbf{I}_T \otimes (\mathbf{I}_N - \delta \mathbf{W})|$ . Sehingga diperoleh fungsi densitas probabilitas bersama dari peubah acak  $y_{11}, y_{21}, \dots, y_{NT}$  adalah:

$$\begin{aligned} f(y_{11}, \dots, y_{N1}, y_{12}, \dots, y_{N2}, \dots, y_{NT}) &= f(\varepsilon_{11}) \cdots f(\varepsilon_{N1}) f(\varepsilon_{12}) \cdots f(\varepsilon_{N2}) \cdots f(\varepsilon_{NT}) |J| \\ &= \left( \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{\frac{NT}{2}}} \exp \left[ -\frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \varepsilon_{it}^2}{2\sigma^2} \right] \right) |\mathbf{I}_T \otimes (\mathbf{I}_N - \delta \mathbf{W})| \\ &= \left( \frac{|\mathbf{I}_T \otimes (\mathbf{I}_N - \delta \mathbf{W})|}{(2\pi\sigma^2)^{\frac{NT}{2}}} \exp \left[ -\frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \varepsilon_{it}^2}{2\sigma^2} \right] \right) \\ &= \left( \frac{|\mathbf{I}_T \otimes (\mathbf{I}_N - \delta \mathbf{W})|}{(2\pi\sigma^2)^{\frac{NT}{2}}} \exp \left[ -\frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (y_{it} - \delta \sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt} - \mathbf{x}_{it} \boldsymbol{\beta} - \mu_i)^2}{2\sigma^2} \right] \right) \end{aligned} \quad (2.17)$$

Maka fungsi *likelihood* dari variabel dependen  $y$  adalah:

$$\begin{aligned} L(\boldsymbol{\mu}, \boldsymbol{\beta}, \delta, \sigma^2, y_{11}, \dots, y_{N1}, y_{12}, \dots, y_{N2}, \dots, y_{NT}) &= f(y_{11}, \dots, y_{N1}, y_{12}, \dots, y_{N2}, \dots, y_{NT}) \\ &= \left( \frac{|\mathbf{I}_T \otimes (\mathbf{I}_N - \delta \mathbf{W})|}{(2\pi\sigma^2)^{\frac{NT}{2}}} \exp \left[ -\frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (y_{it} - \delta \sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt} - \mathbf{x}_{it} \boldsymbol{\beta} - \mu_i)^2}{2\sigma^2} \right] \right) \end{aligned} \quad (2.18)$$

Sehingga fungsi *log-likelihood*-nya adalah :

$$\begin{aligned} \ln L &= -\frac{NT}{2} \ln(2\pi\sigma^2) + T \ln |\mathbf{I}_N - \delta \mathbf{W}| \\ &\quad - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (y_{it} - \delta \sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt} - \mathbf{x}_{it} \boldsymbol{\beta} - \mu_i)^2 \end{aligned} \quad (2.19)$$

Taksiran untuk  $\mu_i$ ,  $\sigma^2$ ,  $\boldsymbol{\beta}$ ,  $\delta$  diperoleh dengan cara memaksimumkan fungsi *log-likelihood* pada persamaan (20) yaitu :

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \mu_i} = 0; \quad \frac{\partial \ln L}{\partial \sigma^2} = 0; \quad \frac{\partial \ln L}{\partial \boldsymbol{\beta}} = 0; \quad \frac{\partial \ln L}{\partial \delta} = 0$$

Taksiran untuk  $\mu_i$  adalah :

$$\hat{\mu}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (y_{it} - \delta \sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt} - \sum_{p=1}^K \beta_p x_{itp}) \quad (2.20)$$

Taksiran untuk  $\sigma^2$  adalah :

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{NT} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \varepsilon_{it}^{*2} = \frac{(\varepsilon^*)' \varepsilon^*}{NT} \quad (2.21)$$

dengan:

$$\begin{aligned} \varepsilon^* &= \mathbf{y}^* - \delta \mathbf{W}_{NT} \mathbf{y}^* - \mathbf{X}^* \boldsymbol{\beta} \\ \varepsilon^* &= \mathbf{y}^* - \delta (\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W}) \mathbf{y}^* - \mathbf{X}^* \boldsymbol{\beta} \\ \mathbf{y}^* &= \mathbf{Q} \mathbf{y} \\ \mathbf{X}^* &= \mathbf{Q} \mathbf{X} \\ \mathbf{Q} &= \mathbf{I}_{NT} - \frac{1}{T} \boldsymbol{\iota}_T (\boldsymbol{\iota}_T)' \otimes \mathbf{I}_N \end{aligned}$$

Taksiran untuk  $\boldsymbol{\beta}$  adalah :

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = ((\mathbf{X}^*)' \mathbf{X}^*)^{-1} (\mathbf{X}^*)' \mathbf{y}^* - ((\mathbf{X}^*)' \mathbf{X}^*)^{-1} (\mathbf{X}^*)' \delta (\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W}) \mathbf{y}^* \quad (2.22)$$

dengan  $((\mathbf{X}^*)' \mathbf{X}^*)^{-1}$  ada.

Taksiran untuk  $\delta$  adalah :

Taksiran untuk  $\delta$  dapat diperoleh dengan mensubstitusikan parameter  $\hat{\sigma}^2$  dan  $\hat{\boldsymbol{\beta}}$  ke dalam fungsi *log-likelihood* serta menggunakan prosedur numerik hingga didapatkan parameter  $\hat{\delta}$  (Elhorst, 2014).

### 3.2 Estimasi Model Spasial Error Fixed Effect

Anselin dan Hudak (1992) dalam Elhorst (2014) mengatakan bahwa parameter  $\boldsymbol{\beta}$ ,  $\rho$ , dan  $\sigma^2$  dari model regresi linier yang memiliki ketergantungan spasial pada errornya dapat diestimasi dengan menggunakan *Maximum Likelihood*. Pro-

sedur estimasi ini juga dapat digunakan untuk pemodelan regresi spasial error yang memiliki efek tetap dan berstruktur panel yaitu sebanyak  $N \times T$  data observasi.

Pada model spasial error,  $\varepsilon_{it}$  diasumsikan sebagai residual yang independen, identik, dan berdistribusi normal dengan rata-rata nol dan varian  $\sigma^2$  di mana  $\varepsilon_{it}$  adalah residual pada lokasi ke- $i$  dan waktu ke- $t$ . Fungsi densitas probabilitas dari  $\varepsilon_{it}$  adalah :

$$f(\varepsilon_{it}) = \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{\frac{1}{2}}} \exp\left[-\frac{\varepsilon_{it}^2}{2\sigma^2}\right] \quad (2.23)$$

Fungsi densitas probabilitas bersama dari  $n$  peubah acak  $\varepsilon_{11}, \varepsilon_{21}, \dots, \varepsilon_{NT}$  adalah:

$$\begin{aligned} f(\varepsilon_{11}, \dots, \varepsilon_{N1}, \varepsilon_{12}, \dots, \varepsilon_{N2}, \dots, \varepsilon_{NT}) &= f(\varepsilon_{11}) \dots f(\varepsilon_{N1}) f(\varepsilon_{12}) \dots f(\varepsilon_{N2}) \dots f(\varepsilon_{NT}) \\ &= \left(\frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{\frac{1}{2}}} \exp\left[-\frac{\varepsilon_{11}^2}{2\sigma^2}\right]\right) \dots \left(\frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{\frac{1}{2}}} \exp\left[-\frac{\varepsilon_{N1}^2}{2\sigma^2}\right]\right) \left(\frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{\frac{1}{2}}} \exp\left[-\frac{\varepsilon_{12}^2}{2\sigma^2}\right]\right) \dots \\ &\quad \left(\frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{\frac{1}{2}}} \exp\left[-\frac{\varepsilon_{N2}^2}{2\sigma^2}\right]\right) \dots \left(\frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{\frac{1}{2}}} \exp\left[-\frac{\varepsilon_{NT}^2}{2\sigma^2}\right]\right) \\ &= \left(\frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{\frac{NT}{2}}} \exp\left[-\frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \varepsilon_{it}^2}{2\sigma^2}\right]\right) \end{aligned} \quad (2.24)$$

Dari persamaan (2.12) dan (2.13) diketahui:

$$\begin{aligned} \mathbf{y} &= \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + (\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{I}_N)\boldsymbol{\mu} + \boldsymbol{\phi}, \\ \boldsymbol{\phi} &= \rho \mathbf{W}_{NT}\boldsymbol{\phi} + \boldsymbol{\varepsilon} \end{aligned}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} \boldsymbol{\varepsilon} &= \boldsymbol{\phi} - \rho \mathbf{W}_{NT}\boldsymbol{\phi} \\ &= \mathbf{I}_{NT}\boldsymbol{\phi} - \rho(\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W})\boldsymbol{\phi} = (\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{I}_N)\boldsymbol{\phi} - (\mathbf{I}_T \otimes \rho \mathbf{W})\boldsymbol{\phi} \\ \boldsymbol{\varepsilon} &= (\mathbf{I}_T \otimes (\mathbf{I}_N - \rho \mathbf{W}))\boldsymbol{\phi} \\ \boldsymbol{\phi} &= (\mathbf{I}_T \otimes (\mathbf{I}_N - \rho \mathbf{W}))^{-1} \boldsymbol{\varepsilon} \quad ; \text{ dengan } (\mathbf{I}_T \otimes (\mathbf{I}_N - \rho \mathbf{W}))^{-1} \end{aligned} \quad (2.25)$$

Persamaan (2.25) disubstitusi ke persamaan (2.12) sehingga,

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + (\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{I}_N)\boldsymbol{\mu} + (\mathbf{I}_T \otimes (\mathbf{I}_N - \rho\mathbf{W}))^{-1}\boldsymbol{\varepsilon}$$

maka,

$$\boldsymbol{\varepsilon} = (\mathbf{I}_T \otimes (\mathbf{I}_N - \rho\mathbf{W}))(\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} - (\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{I}_N)\boldsymbol{\mu}) \quad (2.26)$$

atau

$$\begin{aligned} \varepsilon_{it} = y_{it} - \rho \sum_{j=1}^N w_{ij}y_{jt} - \sum_{p=1}^K \beta_p \left( x_{itp} - \rho \sum_{j=1}^N w_{ij}x_{jtp} \right) \\ - \left( \mu_i - \rho \sum_{j=1}^N w_{ij}\mu_j \right) \end{aligned} \quad (2.27)$$

Jacobian dari  $\boldsymbol{\varepsilon}$  adalah  $|J| = |\mathbf{I}_T \otimes (\mathbf{I}_N - \rho\mathbf{W})|$ . Sehingga diperoleh fungsi densitas probabilitas bersama dari peubah acak  $y_{11}, y_{21}, \dots, y_{NT}$  seperti pada persamaan di bawah ini:

$$\begin{aligned} f(y_{11}, \dots, y_{N1}, y_{12}, \dots, y_{N2}, \dots, y_{NT}) = f(\varepsilon_{11}) \dots f(\varepsilon_{N1}) f(\varepsilon_{12}) \dots f(\varepsilon_{N2}) \dots f(\varepsilon_{NT}) |J| \\ = \left( \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{\frac{NT}{2}}} \exp \left[ -\frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \varepsilon_{it}^2}{2\sigma^2} \right] \right) |\mathbf{I}_T \otimes (\mathbf{I}_N - \rho\mathbf{W})| \end{aligned} \quad (2.28)$$

$$\begin{aligned} = \\ \frac{|\mathbf{I}_T \otimes (\mathbf{I}_N - \rho\mathbf{W})|}{(2\pi\sigma^2)^{\frac{NT}{2}}} \exp \left[ -\frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \left( y_{it} - \rho \sum_{j=1}^N w_{ij}y_{jt} - \sum_{p=1}^K \beta_p (x_{itp} - \rho \sum_{j=1}^N w_{ij}x_{jtp}) - (\mu_i - \rho \sum_{j=1}^N w_{ij}\mu_j) \right)^2}{2\sigma^2} \right] \end{aligned} \quad (2.29)$$

Maka fungsi *likelihood* dari variabel dependen  $y$  adalah seperti di bawah ini:

$$\begin{aligned} L(\mu, \beta, \rho, \sigma^2, y_{11}, \dots, y_{N1}, y_{12}, \dots, y_{N2}, \dots, y_{NT}) = f(y_{11}, \dots, y_{N1}, y_{12}, \dots, y_{N2}, \dots, y_{NT}) \\ = \\ \frac{|\mathbf{I}_T \otimes (\mathbf{I}_N - \rho\mathbf{W})|}{(2\pi\sigma^2)^{\frac{NT}{2}}} \exp \left[ -\frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \left( y_{it} - \rho \sum_{j=1}^N w_{ij}y_{jt} - \sum_{p=1}^K \beta_p (x_{itp} - \rho \sum_{j=1}^N w_{ij}x_{jtp}) - (\mu_i - \rho \sum_{j=1}^N w_{ij}\mu_j) \right)^2}{2\sigma^2} \right] \end{aligned} \quad (2.30)$$

Sehingga fungsi *log-likelihood*-nya adalah seperti persamaan di bawah ini:

$$\begin{aligned} \ln L = & -\frac{NT}{2} \ln(2\pi\sigma^2) + T \ln |(\mathbf{I}_N - \delta \mathbf{W})| \\ & - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \left( y_{it} - \rho \sum_{j=1}^N w_{ij} y_{jt} - \sum_{p=1}^K \beta_p (x_{itp} - \rho \sum_{j=1}^N w_{ij} x_{jtp}) - \right. \\ & \left. (\mu_i - \rho \sum_{j=1}^N w_{ij} \mu_j) \right)^2 \end{aligned} \quad (2.31)$$

Taksiran untuk  $\mu_i$ ,  $\sigma^2$ ,  $\boldsymbol{\beta}$ ,  $\rho$  diperoleh dengan cara memaksimumkan fungsi *log-likelihood* yaitu :

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \mu_i} = 0; \quad \frac{\partial \ln L}{\partial \sigma^2} = 0; \quad \frac{\partial \ln L}{\partial \boldsymbol{\beta}} = 0; \quad \frac{\partial \ln L}{\partial \rho} = 0$$

Taksiran untuk  $\mu_i$  adalah :

$$\hat{\mu}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (y_{it} - \sum_{p=1}^K \beta_p x_{itp}) \quad (2.32)$$

Taksiran untuk  $\sigma^2$  adalah :

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{NT} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T e_{it}^{*2} = \frac{(\mathbf{e}^*)' \mathbf{e}^*}{NT} \quad (2.33)$$

dengan,

$$\mathbf{e}^* = \mathbf{y}^* - \rho(\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W}) \mathbf{y}^* - [\mathbf{X}^* - \rho(\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W}) \mathbf{X}^*] \boldsymbol{\beta}$$

Taksiran untuk  $\boldsymbol{\beta}$  adalah :

$$\begin{aligned} \hat{\boldsymbol{\beta}} = & \{ [\mathbf{X}^* - \rho(\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W}) \mathbf{X}^*]' [\mathbf{X}^* - \rho(\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W}) \mathbf{X}^*] \}^{-1} \\ & \times [\mathbf{X}^* - \rho(\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W}) \mathbf{X}^*]' [\mathbf{y}^* - \rho(\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W}) \mathbf{y}^*] \end{aligned} \quad (2.34)$$

dengan  $\{ [\mathbf{X}^* - \rho(\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W}) \mathbf{X}^*]' [\mathbf{X}^* - \rho(\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W}) \mathbf{X}^*] \}^{-1}$  ada.

Taksiran untuk  $\rho$  adalah :

Taksiran untuk  $\rho$  dapat diperoleh dengan mensubstitusikan parameter  $\hat{\beta}$  dan  $\hat{\sigma}^2$  ke dalam fungsi *log-likelihood* serta menggunakan prosedur iterasi numerik hingga didapatkan parameter  $\hat{\rho}$  yang konvergen (Elhorst, 2014).

#### 4. Uji Lagrange Multiplier

Menurut Elhorst (2014), uji *Lagrange Multiplier* digunakan untuk menguji interaksi spasial pada model. Terdapat dua jenis interaksi spasial yaitu spasial lag dan spasial error. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut :

Hipotesis untuk pemodelan spasial lag

$H_0 : \delta = 0$  (tidak ada kebergantungan spasial lag)

$H_1 : \delta \neq 0$  (ada kebergantungan spasial lag)

Hipotesis untuk pemodelan spasial error

$H_0 : \rho = 0$  (tidak ada kebergantungan spasial error)

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

Statistik uji yang digunakan :

Untuk Spasial Lag

$$LM_{\delta} = \frac{[e'(I_T \otimes W)y/\hat{\sigma}_e^2]^2}{J} \quad (2.35)$$

Untuk Spasial Error

$$LM_{\rho} = \frac{[e'(I_T \otimes W)e/\hat{\sigma}_e^2]^2}{T \times T_W} \quad (2.36)$$

$I_T$  adalah matriks identitas,  $e$  adalah vektor error model regresi gabungan (*pooled model*), dan  $\hat{\sigma}_e^2$  adalah taksiran varian dari error model regresi gabungan.  $J$  dan  $T_W$  dinyatakan dalam rumus berikut :

$$J = \frac{1}{\hat{\sigma}_e^2} \left[ (\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W}) \mathbf{X} \hat{\boldsymbol{\beta}} \right]' (\mathbf{I}_{NT} - \mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}') (\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{W}) \mathbf{X} \hat{\boldsymbol{\beta}} + TT_W \hat{\sigma}_e^2 \quad (2.37)$$

$$T_W = \text{tr}(\mathbf{W}\mathbf{W} + \mathbf{W}'\mathbf{W}) \quad (2.38)$$

dimana "tr" adalah trace matrik. Statistik uji LM berdistribusi  $\chi^2$  dan  $H_0$  ditolak jika nilai statistik LM lebih besar dari nilai  $\chi^2_{(\alpha,1)}$ .

## 5. Uji Likelihood Ratio

Menurut Elhorst (2014), *Likelihood Ratio Test* digunakan untuk mengetahui apakah model spasial *fixed effect* signifikan dan dapat digunakan. Hipotesis untuk uji *Likelihood Ratio* adalah sebagai berikut :

$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_N = \mu$  (spasial *fixed effect* setiap wilayah sama)

$H_1 : \text{paling tidak ada satu } \mu_i \neq \mu_j, \text{ dimana } i \neq j; i, j = 1, 2, \dots, N$

(minimal ada sepasang wilayah dengan spasial *fixed effect* berbeda)

Statistik uji yang digunakan adalah  $-2s$ , dimana  $s$  adalah selisih antara *log-likelihood* dari model *restricted* (model spasial global) dan model *unrestricted* (model spasial *fixed effect*). Uji LR mempunyai distribusi *chi-square* ( $\chi^2$ ) dengan derajat bebas  $N-1$ . Sehingga,  $H_0$  ditolak jika  $-2s > \chi^2_{(a,N-1)}$ .

## 6. Goodness of Fit

Menurut Elhorst (2014), pengukuran kriteria kebaikan model dilakukan dengan mengukur koefisien determinasi ( $R^2$ ). Perhitungan  $R^2$  menggunakan persamaan berikut :

$$R^2(\tilde{\mathbf{e}}) = 1 - \frac{\tilde{\mathbf{e}}'\tilde{\mathbf{e}}}{(\mathbf{y} - \bar{\mathbf{y}})'(\mathbf{y} - \bar{\mathbf{y}})} \quad (2.39)$$

$\bar{y}$  adalah mean dari variabel dependen dan  $\tilde{\epsilon}$  adalah residual pada masing-masing model spasial data panel.

**Tabel 1.** Perhitungan  $\tilde{\epsilon}$

Model	
Spasial Lag <i>Fixed Effect</i>	$\tilde{\epsilon} = \mathbf{y} - \hat{\delta}(\mathbf{I}_N \otimes \mathbf{W})\mathbf{y} - \mathbf{X}\hat{\beta} - (\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{I}_N)\hat{\mu}$
Spasial Error <i>Fixed Effect</i>	$\tilde{\epsilon} = \mathbf{y} - \hat{\rho}(\mathbf{I}_N \otimes \mathbf{W})\mathbf{y} - [\mathbf{X} - \hat{\rho}(\mathbf{I}_N \otimes \mathbf{W})\mathbf{X}]\hat{\beta} - (\mathbf{I}_T \otimes \mathbf{I}_N)\hat{\mu}$

Nilai  $R^2$  menunjukkan besarnya pengaruh yang dijelaskan oleh variabel independen dalam model terhadap variabel dependen. Semakin tinggi  $R^2$  menyatakan bahwa pengaruh yang dijelaskan oleh variabel independen dalam model terhadap variabel dependen semakin besar yang berarti semakin baik modelnya. Sehingga,  $R^2$  dapat digunakan sebagai kriteria pemilihan model. Model yang terpilih merupakan model dengan  $R^2$  terbesar (Setiawati dan Setiawan, 2012).

## 7. Uji Wald

Menurut Anselin (1988) Uji Wald digunakan untuk tes signifikansi parameter di dalam sebuah model. Hipotesis yang digunakan untuk menguji signifikansi parameter secara individu yaitu :

$$H_0 : \hat{\delta}, \hat{\rho}, \hat{\beta}_p = 0$$

$$H_1 : \hat{\delta}, \hat{\rho}, \hat{\beta}_p \neq 0 ; \text{ untuk } p = 1, 2, \dots, K.$$

Statistik Uji :

Matriks Var-Covar untuk model spasial lag *fixed effect* :

$$\mathbf{V} = \begin{bmatrix} \frac{\mathbf{X}'\mathbf{X}'}{\sigma^2} & \frac{\mathbf{X}'(\mathbf{I}_T \otimes \bar{\mathbf{W}})\mathbf{X}'\beta}{\sigma^2} & 0 \\ \frac{\mathbf{X}'(\mathbf{I}_T \otimes \bar{\mathbf{W}})\mathbf{X}'\beta}{\sigma^2} & T * \text{tr}(\bar{\mathbf{W}}\bar{\mathbf{W}} + \bar{\mathbf{W}}'\bar{\mathbf{W}}) + \frac{\beta'\mathbf{X}'(\mathbf{I}_T \otimes \bar{\mathbf{W}}'\bar{\mathbf{W}})\mathbf{X}'\beta}{\sigma^2} & \frac{T}{\sigma^2} \text{tr}(\bar{\mathbf{W}}) \\ 0 & \frac{T}{\sigma^2} \text{tr}(\bar{\mathbf{W}}) & \frac{NT}{2\sigma^4} \end{bmatrix}^{-1} \quad (2.40)$$

dengan  $\widetilde{\mathbf{W}} = \mathbf{W}(\mathbf{I}_N - \delta\mathbf{W})^{-1}$  dan  $(\mathbf{I}_N - \delta\mathbf{W})^{-1}$  ada.

$$Se(\hat{\beta}_p) = \sqrt{v_{pp}} \quad ; \quad v_{pp} = \text{elemen dari matriks } \mathbf{V} \text{ baris ke-} \\ p \text{ dan kolom ke-} p$$

$$Se(\hat{\delta}) = \sqrt{v_{(p+1)(p+1)}} \quad ; \quad v_{(p+1)(p+1)} = \text{elemen dari matriks } \mathbf{V} \\ \text{baris ke-}(p+1) \text{ dan kolom ke-} \\ (p+1)$$

Matriks Var-Covar untuk model spasial error *fixed effect* :

$$\mathbf{v} = \begin{bmatrix} \frac{\mathbf{x}'\mathbf{x}}{\sigma^2} & 0 & 0 \\ 0 & T * tr(\widetilde{\mathbf{W}}\widetilde{\mathbf{W}} + \widetilde{\mathbf{W}}'\widetilde{\mathbf{W}}) & \frac{T}{\sigma^2} tr(\widetilde{\mathbf{W}}) \\ 0 & \frac{T}{\sigma^2} tr(\widetilde{\mathbf{W}}) & \frac{NT}{2\sigma^4} \end{bmatrix}^{-1} \quad (2.41)$$

dengan  $\widetilde{\mathbf{W}} = \mathbf{W}(\mathbf{I}_N - \rho\mathbf{W})^{-1}$  dan  $(\mathbf{I}_N - \rho\mathbf{W})^{-1}$  ada.

$$Se(\hat{\beta}_p) = \sqrt{v_{pp}}$$

$$Se(\hat{\rho}) = \sqrt{v_{(p+1)(p+1)}}$$

$$Wald_{\hat{\delta}} = \frac{\hat{\delta}}{Se(\hat{\delta})}$$

$$Wald_{\hat{\rho}} = \frac{\hat{\rho}}{Se(\hat{\rho})} \quad (42)$$

$$Wald_{\hat{\beta}_p} = \frac{\hat{\beta}_p}{Se(\hat{\beta}_p)}$$

$\hat{\delta}$  merupakan penduga koefisien parameter spasial lag,  $\hat{\rho}$  merupakan penduga koefisien parameter spasial error,  $\hat{\beta}_p$  merupakan penduga koefisien parameter variabel independen ke- $p$  dengan  $p = 1, 2, \dots, K$  dan  $Se$  adalah standar error dari nilai penduga parameter.  $H_0$  ditolak apabila  $|Wald| > Z_{(\alpha/2)}$ . Selain itu, pengambilan keputusan juga dapat dilihat berdasarkan perbandingan  $p$ -value dengan tingkat signifikansinya ( $\alpha$ ).  $H_0$  ditolak apabila  $p$ -value  $< \alpha$  (Widiyanto, 2013).

## 8. Uji Asumsi

Suatu model regresi harus memenuhi beberapa asumsi yaitu residual diasumsikan mempunyai distribusi normal, tidak ada korelasi antar residual, dan memiliki varian yang sama (homoskedastisitas). Juga ada tambahan satu asumsi yaitu tidak ada multikolinieritas antar variabel independen jika variabel independen lebih dari satu. Prosedur pemeriksaan asumsi tersebut adalah sebagai berikut:

### 1. Asumsi Normalitas

Menurut Conover (1980), untuk menguji residual berdistribusi normal dapat digunakan uji Lilliefors. Hipotesis untuk menguji residual berdistribusi normal adalah:

$$H_0 : F(x) = S(x)$$

$$H_1 : F(x) \neq S(x)$$

Statistik uji:

$$T_1 = \text{Sup}|F(x) - S(x)| \quad (2.43)$$

Dengan :

$T_1$  : nilai statistik uji Lilliefors

$F(x)$  : probabilitas kumulatif normal

$S(x)$  : probabilitas kumulatif empiris

$H_0$  ditolak bila nilai  $T_1 > T_{1(\alpha;NT)}$  atau  $p\text{-value} < \alpha$ .  $T_{1(\alpha;NT)}$  diperoleh dari nilai tabel Lilliefors. Sehingga, apabila  $H_0$  ditolak, maka dapat diartikan bahwa residual tidak berdistribusi normal.

### 2. Asumsi Homoskedastisitas

Menurut Gujarati (2004), untuk membuktikan asumsi homoskedastisitas terpenuhi dapat dilakukan dengan menggunakan uji Park. Hipotesis yang digunakan yaitu:

$H_0$  : Tidak ada gejala heteroskedastisitas

$H_1$  : Ada gejala heteroskedastisitas

Statistik Uji :

Langkah-langkah menguji asumsi homoskedastisitas dengan menggunakan uji Park adalah sebagai berikut :

1. Dapatkan nilai error dari regresi spasial data panel *fixed effect*

$$\varepsilon_{it} = y_{it} - \hat{y}_{it}$$

2. Kuadratkan nilai error yang diperoleh kemudian hitung logaritma natural dari hasil tersebut :  $(\text{Ln}(\varepsilon_{it}^2))$ .
3. Hitung nilai logaritma natural dari variabel independen :  $(\text{Ln}(X_1)), (\text{Ln}(X_2)), \dots, (\text{Ln}(X_K))$ .
4. Regresikan  $\text{Ln}(\varepsilon_{it}^2)$  dengan  $\text{Ln}(X_1), \text{Ln}(X_2), \dots, \text{Ln}(X_K)$ .

$$\text{Ln}(\varepsilon_{it}^2) = \beta_0 + (\text{Ln}(X_1))\beta_1 + (\text{Ln}(X_2))\beta_2 + \dots + (\text{Ln}(X_K))\beta_K$$

5. Lakukan pengujian signifikansi parameter individu terhadap model regresi pada langkah 4.

Kriteria Uji :

Jika  $\beta_p$  dengan  $p = 1, 2, \dots, K$  tidak signifikan melalui uji signifikansi parameter individu, maka dapat disimpulkan tidak terjadi heteroskedastisitas (asumsi homoskedastisitas terpenuhi), begitu pula sebaliknya.

### 3. Asumsi Independensi

Menurut Gujarati (2004), pengujian asumsi independensi residual dapat dilakukan dengan uji Runs (*Runs Test*). Run merupakan urutan dari salah satu simbol atau atribut yaitu + atau - yang tak terputus. Panjang run merupakan jumlah dari elemen-elemen di dalamnya. Hipotesis yang digunakan dalam pengujian ini adalah :

$H_0$ : Tidak terjadi autokorelasi (residual independen)

$H_1$ : Terjadi autokorelasi (residual tidak independen)

Statistik Uji :

$$E(R) = \frac{2m_1m_2}{m} + 1 \quad (2.44)$$
$$\sigma_R^2 = \frac{2m_1m_2(2m_1m_2 - m)}{(m)^2(m - 1)}$$

Dengan :

$m_1$  = banyaknya simbol + (yaitu residual yang +)

$m_2$  = banyaknya simbol - (yaitu residual yang -)

$m = m_1 + m_2$

$R$  = banyaknya *run*

Jika menggunakan tingkat signifikansi ( $\alpha$ ) sebesar 5%, maka tolak  $H_0$  ketika  $R < E(R) - 1,96\sigma_R$  atau  $R > E(R) + 1,96\sigma_R$ .

#### 4. Asumsi Multikolinieritas

Multikolinieritas merupakan hubungan antar variabel independen dalam regresi berganda. Hubungan antar variabel independen dapat terjadi dalam bentuk hubungan linier yang sempurna dan hubungan linier yang kurang sempurna. Cara yang digunakan untuk mengetahui adanya multikolinieritas yaitu dengan menggunakan *Variance Inflation Factor* (VIF). Nilai VIF diperoleh dengan rumus:

$$VIF_p = \frac{1}{1-R_p^2} \quad (2.45)$$

$R_p^2$  merupakan koefisien determinasi variabel independen ke- $p$  terhadap variabel independen lainnya di mana  $p = 1, 2, \dots, K$ . Jika nilai  $VIF_p$  yang cukup tinggi yaitu lebih dari 10, maka dapat disimpulkan bahwa terjadi multikolinieritas pada variabel independen ke- $p$  (Gujarati, 2004).

## Applikasi

Contoh Kasus 1: Penulis menggunakan Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Tengah. Variabel yang digunakan yaitu terdiri dari satu variabel dependen (tak bebas) dan lima variabel independen (bebas) pada tahun 2010 - 2013 di 35 Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Tengah. Rincian variabel data yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 3 di bawah ini :

**Tabel 3.** Variabel Dependen, Independen, dan Satuan Penelitian

Variabel	Keterangan	Satuan
Y	Penduduk Miskin	Persen
X <sub>1</sub>	Laju Pertumbuhan Ekonomi	Persen
X <sub>2</sub>	Jumlah Penduduk	Ratus Ribu Jiwa
X <sub>3</sub>	Pengeluaran Konsumsi Makanan	Persen
X <sub>4</sub>	Upah Minimum Kabupaten/Kota	Ratus Ribu Rupiah
X <sub>5</sub>	Tingkat Pengangguran Terbuka	Persen

Dengan syntax R.....

```
library(plm)
library(tseries)
library(Rcmdr)
##commonmodel
commonmodek<-plm(Y ~ X1+X2+X3+X4, data = datapanel, model="pooling")
summary(commonmodel)
##fixedmodel
fixedmodel <- plm(Y ~ X1+X2+X3+X4, data = datapanel, model = "within")
summary(fixedmodel)
##randommodel
randommodel <- plm(Y ~ X1+X2+X3+X4, data = datapanel, model = "random")
summary(randommodel)
```

Syntax tersebut digunakan bantuan library `plm`, `tseries`, dan `Rcmdr` yang tersedia pada R. metode yang digunakan adalah fixed effect model (FEM) dan juga random effect model (REM). Kemudian dilakukan pengujian uji chow dengan sebagai berikut

```
##uji chow
RRSS=670.85539
URSS=31.181
n=35
t=6
k=4
df1=n-1
df2=n*t-k
      df1
      df2
      F=((RRSS-URSS)/df1)/(URSS/df2)
      F
      sig_F=1-pf(F,df1,df2)
```

Langkah selanjutnya adalah analisis uji hausman untuk melihat model mana yang terbaik antara FEM dan REM. Asumsi parametrik seperti normalitas, multikolinieritas dengan bantuan syntax sebagai berikut

```

##ujihausman
phtest(fixedmodel, randommodel)
##uji_normalitas
residumodel=resid(fixedmodel)
qqPlot(residumodel,dist="norm",main="normal qq model")
jarque.bera.test(residumodel)
##uji_nonmultiko
X<-
read.table("C:/Users/SONY/Documents/BUKUREZZY/data/datax_fixedeffect.t
xt")
y<-
read.table("C:/Users/SONY/Documents/BUKUREZZY/data/datay_fixedeffect.t
xt")
VIF=function(X,i)
{
n = nrow(X)
p = ncol(X)
y = X[,i] # Definisikan prediktor ke-i sebagai respon
X = X[,-i] # prediktor yang lain
X = as.matrix(X)
y = as.matrix(y)
beta=solve(t(X)%*%(X))%*%t(X)%*%(y)
SSE=t(y)%*%(y)-t(beta)%*%t(X)%*%(y)
SST=t(y)%*%(y)-(sum(y))^2/210
Rsquare=1-(SSE/SST)
vif=1/(1-Rsquare)
return(vif)
}
VIF_X1=VIF(X,1)
VIF_X2=VIF(X,2)
VIF_X3=VIF(X,3)
VIF_X4=VIF(X,4)
VIF=cbind(VIF_X1,VIF_X2,VIF_X3,VIF_X4)
VIF

```

Langkah selanjutnya analisis autokorelasi, uji heterogenitas spasial dengan menggunakan model terbaik yaitu fixedmodel

```

X<-
read.table("C:/Users/SONY/Documents/BUKUREZZY/data/dataxpanel.txt")
y<-read.table("C:/Users/SONY/Documents/BUKUREZZY
/data/dataypanel.txt")
# Step 1: Menghitung nilai error
X=as.matrix(X)
y=as.matrix(y)
beta=solve(t(X)%*%X)%*%t(X)%*%y
ytopi = X%*%beta
error = y-ytopi
# Step 2: Uji Durbin Watson
t=210
for (i in 2:t){
d1[i]=((error[i])-(error[i-1]))^2
}
d1=sum(d1)
d1
[1] 62.64454
d2=sum(error^2)
d2
[1] 31.18136
d=d1/d2
d
[1] 2.009038
##uji heterogenitas spasial
bptest(fixedmodel)
fixedmodeltime <- plm(Y ~ X1+X2+X3+X4, data = datapanel, effect="time", model
= "within")
summary(fixedmodel)
pFtest(fixedmodel,reg)
pFtest(fixedmodeltime,reg)

```

Model regresi berganda yang dimaksud dalam penelitian ini adalah model regresi global atau dapat juga disebut *pooled model*. *Pooled model* (model gabungan) merupakan model regresi yang mengabaikan efek *time series* dan *cross section*. Estimasi parameter model regresi gabungan ini menggunakan metode kuadrat terkecil. Berdasarkan data kemiskinan di Jawa Tengah tahun 2010-2013 didapat estimasi untuk model regresi gabungan sebagai berikut:

**Tabel 5.** Estimasi Parameter *Pooled Model*

Variable	Coefficient
Constant	15,6348
X <sub>1</sub>	0,1518
X <sub>2</sub>	0,2068
X <sub>3</sub>	0,2758
X <sub>4</sub>	-1,8389
X <sub>5</sub>	-0,4414

Maka, model regresinya sebagai berikut:

$$\hat{y}_r = 15,6348 + 0,1518x_{r1} + 0,2068x_{r2} + 0,2758x_{r3} - 1,8389x_{r4} - 0,4414x_{r5}$$

Dengan:

$$r = 1, 2, \dots, 140.$$

$\hat{y}_r$  = Dugaan Persentase Penduduk Miskin pada amatan ke- $r$

$x_{r1}$  = Pertumbuhan Ekonomi pada amatan ke- $r$

$x_{r2}$  = Jumlah Penduduk pada amatan ke- $r$

$x_{r3}$  = Pengeluaran Konsumsi Makanan pada amatan ke- $r$

$x_{r4}$  = Upah Minimum Kabupaten/Kota pada amatan ke- $r$

$x_{r5}$  = Tingkat Pengangguran Terbuka pada amatan ke- $r$

## 9. Uji *Lagrange Multiplier*

Untuk mengetahui apakah terdapat kebergantungan spasial dalam model regresi, maka dilakukan dengan uji *Lagrange Multiplier*. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut :

Hipotesis untuk SAR :

H<sub>0</sub> :  $\delta = 0$  (tidak ada kebergantungan spasial lag)

H<sub>1</sub> :  $\delta \neq 0$  (ada kebergantungan spasial lag)

Hipotesis untuk SEM :

H<sub>0</sub> :  $\rho = 0$  (tidak ada kebergantungan spasial error)

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

Hasil uji *Lagrange Multiplier* model regresi dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Uji *Lagrange Multiplier*

Model	LM	p-value	$\chi^2_{(0,05,1)}$
Spasial Lag	37,5225	0,0000	3,8415
Spasial Error	26,6323	0,0000	

Hasil pada Tabel 6 menunjukkan bahwa pada tingkat signifikansi  $\alpha = 5\%$   $H_0$  ditolak untuk kedua pengujian *Lagrange Multiplier* ( $LM > \chi^2_{(0,05,1)}$  dan  $p\text{-value} < \alpha$ ), sehingga terdapat kebergantungan spasial lag maupun spasial error dalam model regresi.

## 10. Model Regresi Spasial Data Panel *Fixed Effect*

### 10.1 Model Spasial Lag *Fixed Effect*

Model spasial lag atau bisa disebut dengan *Spatial Autoregressive Model* (SAR) menunjukkan bahwa ada kebergantungan spasial pada variabel dependen di wilayah yang berdekatan. Berdasarkan data kemiskinan di Jawa Tengah tahun 2010-2013 seperti yang tertera pada Lampiran 1, didapat estimasi untuk model SAR *Fixed Effect* sebagai berikut:

**Tabel 7.** Estimasi Parameter Spasial Lag *Fixed Effect*

Variable	Coefficient
Wy	0,4060
X <sub>1</sub>	-0,0750
X <sub>2</sub>	1,7519
X <sub>3</sub>	-0,0251
X <sub>4</sub>	-0,6517
X <sub>5</sub>	-0,0242

Maka model regresinya adalah sebagai berikut:

$$\hat{y}_{it} = 0,4060 \sum_{j=1}^{35} w_{ij}y_{jt} - 0,0750x_{it1} + 1,7519x_{it2} - 0,0251x_{it3} - 0,6517x_{it4} - 0,0242x_{it5} + \mu_i$$

Dengan:

$$i = 1, 2, \dots, 35.$$

$$t = 1, 2, 3, 4.$$

$\hat{y}_{it}$  = Dugaan Persentase Penduduk Miskin daerah ke- $i$  dan tahun ke- $t$

$x_{it1}$  = Pertumbuhan Ekonomi daerah ke- $i$  dan tahun ke- $t$

$x_{it2}$  = Jumlah Penduduk daerah ke- $i$  dan tahun ke- $t$

$x_{it3}$  = Pengeluaran Konsumsi Makanan daerah ke- $i$  dan tahun ke- $t$

$x_{it4}$  = Upah Minimum Kabupaten/Kota daerah ke- $i$  dan tahun ke- $t$

$x_{it5}$  = Tingkat Pengangguran Terbuka daerah ke- $i$  dan tahun ke- $t$

$\mu_i$  = Efek spesifik spasial daerah ke- $i$

## 10.2 Model Spasial Error *Fixed Effect*

*Spatial error model* menunjukkan bahwa terdapat kebergantungan spasial pada nilai *error* di wilayah yang berdekatan. Berdasarkan data kemiskinan di Jawa Tengah tahun 2010-2013 seperti yang tertera pada Lampiran 1, didapat estimasi untuk model SEM *Fixed Effect* sebagai berikut:

**Tabel 8.** Estimasi Parameter Spasial Error *Fixed Effect*

Variable	Coefficient
$W\phi$	0,3460
$X_1$	-0,0642
$X_2$	2,1511
$X_3$	-0,0270
$X_4$	-1,0040
$X_5$	-0,0354

Maka model regresinya adalah sebagai berikut:

$$\hat{y}_{it} = -0,0642x_{it1} + 2,1511x_{it2} - 0,0270x_{it3} - 1,0040x_{it4} - 0,0354x_{it5} + \mu_i + 0,3460 \sum_{j=1}^{35} w_{ij}\phi_{jt}$$

### 10.3 Uji Likelihood Ratio

*Likelihood Ratio Test* digunakan untuk mengetahui apakah model spasial *fixed effect* signifikan dan dapat digunakan. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut :

$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_{35} = \mu$  (spasial *fixed effect* setiap wilayah sama)

$H_1 : \text{paling tidak ada satu } \mu_i \neq \mu_j, \text{ di mana } i \neq j; i, j = 1, 2, \dots, 35$

(minimal ada sepasang wilayah dengan spasial *fixed effect* berbeda)

Hasil uji *Likelihood Ratio* model spasial *fixed effect* dapat dilihat pada Tabel 9.

**Tabel 9.** Uji Likelihood Ratio

Model	LR	p-value	$\chi^2_{(0,05;34)}$
Spasial Lag <i>Fixed Effect</i>	554,4887	0,0000	48,6024
Spasial Error <i>Fixed Effect</i>	542,6753	0,0000	

Tabel 9 menunjukkan bahwa pada tingkat signifikansi  $\alpha = 5\%$   $H_0$  ditolak untuk kedua pengujian *Likelihood Ratio* ( $LR > \chi^2_{(0,05;34)}$  dan  $p\text{-value} < \alpha$ ), sehingga model spasial lag *fixed effect* maupun spasial error *fixed effect* signifikan.

#### 10.4 *Goodness of Fit*

*Goodness of Fit* merupakan ukuran kebaikan model. Kriteria kebaikan model dilakukan dengan mengukur  $R^2$  (Elhorst, 2014). Semakin tinggi  $R^2$ , maka semakin baik modelnya.  $R^2$  digunakan sebagai kriteria pemilihan model (Setiawati dan Setiawan, 2012). Hasil *goodness of fit* dapat dilihat pada Tabel 10.

**Tabel 10.** *Goodness of Fit*

Model	$R^2$
Spasial Lag <i>Fixed Effect</i>	0,9903
Spasial Error <i>Fixed Effect</i>	0,9895

Hasil pada Tabel 10 menunjukkan bahwa nilai  $R^2$  yang dihasilkan pada model spasial lag *fixed effect* lebih besar dibandingkan pada model spasial error *fixed effect*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model spasial lag *fixed effect* lebih baik digunakan dalam memodelkan kemiskinan di Jawa Tengah pada tahun 2010-2013.

### 10.5 Uji Wald Model Spasial Lag *Fixed Effect*

Uji Wald digunakan untuk menguji signifikansi parameter secara individu. Hipotesis yang digunakan yaitu :

$$H_0 : \hat{\delta}, \hat{\beta}_p = 0$$

$$H_1 : \hat{\delta}, \hat{\beta}_p \neq 0, \text{ untuk } p = 1, 2, 3, 4, 5$$

Berdasarkan Lampiran 6, diperoleh hasil sebagai berikut :

**Tabel 11.** Pengujian Parameter Model Spasial Lag *Fixed Effect*

Variable	Coefficient	Std. Error	Wald	Probability
Wy	0,4060	0,0884	4,5925	0,0000
X <sub>1</sub>	-0,0750	0,0851	-0,8810	0,3783
X <sub>2</sub>	1,7519	0,8014	2,1860	0,0288
X <sub>3</sub>	-0,0251	0,0209	-1,2040	0,2286
X <sub>4</sub>	-0,6517	0,1205	-5,4090	0,0000
X <sub>5</sub>	-0,0242	0,0371	-0,6522	0,5143

Tabel 11 menunjukkan bahwa pada tingkat signifikansi 5%, variabel jumlah penduduk (X<sub>2</sub>) dan upah minimum kabupaten/kota (X<sub>4</sub>) secara individu berpengaruh secara nyata (signifikan) terhadap persentase penduduk miskin di Jawa Tengah karena nilai Probability (*p-value*) <  $\alpha = 0,05$ . Selain itu, nilai Probability (*p-value*) pada spasial lag (Wy) juga lebih kecil dari 0,05 yang memberikan arti bahwa pengaruh spasial atau lokasi yang berdekatan akan berpengaruh secara nyata (signifikan) terhadap persentase penduduk miskin di Jawa Tengah.

### 10.6 Uji Asumsi Model Spasial Lag *Fixed Effect*

Residual pada model spasial lag *fixed effect* diasumsikan mempunyai distribusi normal, tidak ada korelasi antar residual, dan memiliki varian yang sama (homoskedastisitas). Selain itu, model spasial lag *fixed effect* ini juga memiliki satu

asumsi tambahan yaitu tidak ada multikolinieritas antar variabel independen karena variabel independen yang digunakan lebih dari satu.

### 10.6.1 Asumsi Normalitas

Untuk menguji residual model spasial lag *fixed effect* berdistribusi normal, dapat digunakan uji Lilliefors. Hipotesis yang digunakan adalah:

$$H_0 : F(x) = S(x)$$

$$H_1 : F(x) \neq S(x)$$

Berdasarkan hasil komputasi dengan menggunakan GUI Matlab, diperoleh nilai hitung  $T_1 = 0,0734 < \text{nilai tabel } T_{1(0,05;140)} = 0,0749$  dan nilai probabilitas yang didapat adalah sebesar  $0,0640 > \alpha = 0,05$  yang menunjukkan bahwa  $H_0$  diterima atau residual model berdistribusi normal.

### 10.6.2 Asumsi Homoskedastisitas

Untuk pengujian asumsi homoskedastisitas digunakan uji Park. Uji Park dilakukan dengan cara meregresikan nilai logaritma natural residual kuadrat dengan logaritma natural dari variabel independen. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$H_0 : \text{Tidak ada gejala heteroskedastisitas}$$

$$H_1 : \text{Ada gejala heteroskedastisitas}$$

Berdasarkan hasil komputasi dengan menggunakan GUI Matlab, nilai probabilitas dari hasil regresinya dapat dilihat pada Tabel 12.

**Tabel 12.** Hasil Uji Park

Variable	Probabilitas
$X_1$	0,3600
$X_2$	0,1252
$X_3$	0,1369
$X_4$	0,6167
$X_5$	0,1385

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua variabel independen tidak signifikan pada tingkat signifikansi 5%, yaitu semua nilai probabilitasnya  $> \alpha = 0,05$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi kasus heteroskedastisitas pada model spasial lag *fixed effect* (asumsi homoskedastisitas terpenuhi).

### 10.6.3 Asumsi Independensi

Untuk menguji asumsi independensi digunakan uji *Runs* dengan hipotesis sebagai berikut:

$H_0$ : Tidak terjadi autokorelasi (residual independen)

$H_1$ : Terjadi autokorelasi (residual tidak independen)

Berdasarkan hasil komputasi dengan menggunakan GUI Matlab, diperoleh hasil sebagai berikut :

**Tabel 13.** Hasil Uji *Runs*

$R$	$E(R) - 1,96\sigma_R$	$E(R) + 1,96\sigma_R$
60	59,4346	82,5369

$R$  = banyaknya run

$E(R) - 1,96\sigma_R$  = Batas Bawah (*Lower Limits*)

$E(R) + 1,96\sigma_R$  = Batas Atas (*Upper Limits*)

Berdasarkan Tabel 13 terlihat hasil bahwa banyaknya run berada di antara batas bawah dan batas atas atau  $E(R) - 1,96\sigma_R \leq R \leq E(R) + 1,96\sigma_R$  yang berarti bahwa  $H_0$  diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa pada tingkat signifikansi 5%, tidak terjadi autokorelasi (residual independen).

#### 10.6.4 Asumsi Multikolinieritas

Untuk melihat adanya multikolinieritas antar variabel independen, digunakan nilai VIF. Multikolinieritas pada variabel independen terjadi apabila nilai VIF > 10. Berdasarkan hasil komputasi dengan menggunakan GUI Matlab, didapat nilai VIF seperti pada Tabel 14.

**Tabel 14.** Nilai VIF

Variable	VIF
$X_1$	1,2011
$X_2$	1,1121
$X_3$	1,4899
$X_4$	1,3220
$X_5$	1,0327

Dapat dilihat bahwa nilai VIF < 10 pada semua variabel independen, maka dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi multikolinieritas pada variabel independen.

#### 10.7 Interpretasi Model Spasial Lag *Fixed Effect*

Berdasarkan hasil pengujian-pengujian yang telah dilakukan, model spasial data panel *fixed effect* pada kasus kemiskinan di Jawa Tengah tahun 2010-2013 yang terbentuk dan terpilih dengan menggunakan GUI adalah model spasial lag *fixed effect*. Model yang terbentuk adalah sebagai berikut:

$$\hat{y}_{it} = 0,4060 \sum_{j=1}^{35} w_{ij}y_{jt} - 0,0750x_{it1} + 1,7519x_{it2} - 0,0251x_{it3} - 0,6517x_{it4} - 0,0242x_{it5} + \mu_i$$

Model di atas dapat dijelaskan seperti berikut :

1. Meningkatnya 1% Pertumbuhan Ekonomi, maka Persentase Penduduk Miskin berkurang sebesar 0,0750% dengan asumsi variabel lain tetap. Pernyataan ini serupa dengan penelitian Putri dan Yuliarini (2013) yang menghasilkan bahwa pertumbuhan ekonomi berpengaruh negatif terhadap kemiskinan.
2. Meningkatnya 100.000 Jumlah Penduduk akan meningkatkan Persentase Penduduk Miskin sebesar 1,7519% dengan asumsi variabel lain tetap. Pernyataan ini serupa dengan penelitian Mustika (2011) yang menghasilkan bahwa jumlah penduduk berpengaruh positif terhadap kemiskinan.
3. Meningkatnya 1% Pengeluaran Konsumsi Makanan akan menurunkan Persentase Penduduk Miskin sebesar 0,0251% dengan asumsi variabel lain tetap. Pernyataan ini serupa dengan penelitian Pratama (2014) yang menghasilkan bahwa tingkat konsumsi berpengaruh negatif terhadap kemiskinan.
4. Meningkatnya Rp 100.000,00 Upah Minimum Kabupaten/ Kota akan menurunkan Persentase Penduduk Miskin sebesar 0,6517% dengan asumsi variabel lain tetap. Pernyataan ini serupa dengan penelitian Putri dan Yuliarini (2013) maupun Riva, Kadir, dan Setiawan (2014) yang menghasilkan bahwa upah minimum berpengaruh negatif terhadap kemiskinan.
5. Meningkatnya 1% Tingkat Pengangguran Terbuka akan menurunkan Persentase Penduduk Miskin sebesar 0,0242% dengan asumsi variabel lain tetap. Hal ini juga terjadi pada

penelitian Yacoub (2012) yang memperoleh hasil bahwa tingkat pengangguran terbuka berpengaruh negatif terhadap kemiskinan. Yacoub (2012) berargumen bahwa ini disebabkan oleh sebagian besar tenaga kerja bekerja pada sektor pertanian yang melibatkan hampir seluruh anggota keluarga (tingkat pengangguran rendah) tetapi dengan penghasilan yang rendah sehingga tidak mencukupi kebutuhan keluarga. Dalam penelitian ini juga dapat dilihat melalui fakta empirik pada Lampiran 1 dari kedua variabel tersebut, di mana secara umum kabupaten/kota dengan tingkat pengangguran yang tinggi mempunyai kecenderungan dengan tingkat kemiskinan yang relatif rendah demikian sebaliknya. Hanya sedikit kabupaten dengan tingkat pengangguran yang tinggi memiliki tingkat kemiskinan yang tinggi pula, demikian sebaliknya.

6. Nilai koefisien spasial lag ( $\delta$ ) sebesar 0,4060 artinya Persentase Penduduk Miskin masing-masing Kabupaten/Kota akan mendapat pengaruh sebesar 0,4060 dikali rata-rata Persentase Penduduk Miskin Kabupaten/Kota yang menjadi tetangga.
7. Nilai  $\mu_i$  pada Tabel 15 merupakan spasial *fixed effect* atau disebut sebagai nilai konstanta masing-masing Kabupaten/Kota.

**Tabel 15.** Spasial *Fixed Effect* tiap Kabupaten/Kota di Jawa Tengah

Indeks (i)	Kabupaten/Kota	$\mu_i$
1	Kab. Cilacap	-13,9586
2	Kab. Banyumas	-9,0106
3	Kab. Purbalingga	6,7281
4	Kab. Banjarnegara	2,8628
5	Kab. Kebumen	1,4060
6	Kab. Purworejo	3,1164

7	Kab. Wonosobo	10,2521
8	Kab. Magelang	-5,0404
9	Kab. Boyolali	-1,0974
10	Kab. Klaten	-0,9333
11	Kab. Sukoharjo	-2,8647
12	Kab. Wonogiri	0,4666
13	Kab. Karanganyar	1,3947
14	Kab. Sragen	2,9605
15	Kab. Grobogan	-5,1408
16	Kab. Blora	1,1045
17	Kab. Rembang	13,1408
18	Kab. Pati	-5,6224
19	Kab. Kudus	-3,3004
20	Kab. Jepara	-8,2033
21	Kab. Demak	2,2629
22	Kab. Semarang	-4,1495
23	Kab. Temanggung	1,3680
24	Kab. Kendal	0,1095
25	Kab. Batang	1,6878
26	Kab. Pekalongan	0,5954
27	Kab. Pemasang	-2,5049
28	Kab. Tegal	-12,9254
29	Kab. Brebes	-8,2631
30	Kota Magelang	9,6875
31	Kota Surakarta	6,0541
32	Kota Salatiga	7,8968
33	Kota Semarang	-19,5821
34	Kota Pekalongan	6,2530
35	Kota Tegal	5,9477

Wilayah-wilayah yang berdekatan dapat dilihat pada Tabel 16 sebagai berikut :

**Tabel 16. Wilayah Tetangga Terdekat**

No	Kabupaten/Kota	Tetangga
1	Kabupaten Cilacap	Kab. Banyumas, Kab. Kebumen, dan Kab. Brebes
2	Kabupaten Banyumas	Kab. Cilacap, Kab. Purbalingga, Kab. Banjarnegara, Kab. Kebumen, Kab. Pemalang, dan Kab. Brebes
3	Kabupaten Purbalingga	Kab. Banyumas, Kab. Banjarnegara, Kab. Pekalongan, Kab. Pemalang, dan Kab. Brebes
4	Kabupaten Banjarnegara	Kab. Banyumas, Kab. Purbalingga, Kab. Kebumen, Kab. Wonosobo, Kab. Batang, Kab. Pekalongan, dan Kab. Pemalang
5	Kabupaten Kebumen	Kab. Cilacap, Kab. Banyumas, Kab. Banjarnegara, Kab. Purworejo, dan Kab. Wonosobo
6	Kabupaten Purworejo	Kab. Kebumen, Kab. Wonosobo, dan Kab. Magelang
7	Kabupaten Wonosobo	Kab. Banjarnegara, Kab. Kebumen, Kab. Purworejo, Kab. Magelang, Kab. Temanggung, Kab. Kendal, dan Kab. Batang
8	Kabupaten Magelang	Kab. Purworejo, Kab. Wonosobo, Kab. Boyolali, Kab. Semarang, Kab. Temanggung, dan Kota Magelang
9	Kabupaten Boyolali	Kab. Magelang, Kab. Klaten, Kab. Sukoharjo, Kab. Karanganyar, Kab. Sragen, Kab. Grobogan, dan Kab. Semarang
10	Kabupaten Klaten	Kab. Boyolali dan Kab. Sukoharjo
11	Kabupaten Sukoharjo	Kab. Boyolali, Kab. Klaten, Kab. Wonogiri, Kab. Karanganyar, dan Kota Surakarta
12	Kabupaten Wonogiri	Kab. Sukoharjo dan Kab. Karanganyar
13	Kabupaten Karanganyar	Kab. Boyolali, Kab. Sukoharjo, Kab. Wonogiri, Kab. Sragen, dan Kota Surakarta

14	Kabupaten Sragen	Kab. Boyolali, Kab. Karanganyar, dan Kab. Grobogan
15	Kabupaten Grobogan	Kab. Boyolali, Kab. Sragen, Kab. Blora, Kab. Pati, Kab. Kudus, Kab. Demak, dan Kab. Semarang
16	Kabupaten Blora	Kab. Grobogan, Kab. Rembang, dan Kab. Pati
17	Kabupaten Rembang	Kab. Blora dan Kab. Pati
18	Kabupaten Pati	Kab. Grobogan, Kab. Blora, Kab. Rembang, Kab. Kudus, dan Kab. Jepara
19	Kabupaten Kudus	Kab. Grobogan, Kab. Pati, Kab. Jepara, dan Kab. Demak
20	Kabupaten Jepara	Kab. Pati, Kab. Kudus, dan Kab. Demak
21	Kabupaten Demak	Kab. Grobogan, Kab. Kudus, Kab. Jepara, Kab. Semarang, dan Kota Semarang
22	Kabupaten Semarang	Kab. Magelang, Kab. Boyolali, Kab. Grobogan, Kab. Demak, Kab. Temanggung, Kab. Kendal, Kota Salatiga, dan Kota Semarang
23	Kabupaten Temanggung	Kab. Wonosobo, Kab. Magelang, Kab. Semarang, dan Kab. Kendal
24	Kabupaten Kendal	Kab. Wonosobo, Kab. Semarang, Kab. Temanggung, Kab. Batang, dan Kota Semarang
25	Kabupaten Batang	Kab. Banjarnegara, Kab. Wonosobo, Kab. Kendal, Kab. Pekalongan, dan Kota Pekalongan
26	Kabupaten Pekalongan	Kab. Purbalingga, Kab. Banjarnegara, Kab. Batang, Kab. Pemalang, dan Kota Pekalongan
27	Kabupaten Pemalang	Kab. Banyumas, Kab. Purbalingga, Kab. Banjarnegara, Kab. Pekalongan, Kab. Tegal, dan Kab. Brebes
28	Kabupaten Tegal	Kab. Pemalang, Kab. Brebes, dan Kota Tegal
29	Kabupaten Brebes	Kab. Cilacap, Kab. Banyumas, Kab. Purbalingga, Kab. Pemalang, Kab. Tegal, dan Kota Tegal
30	Kota Magelang	Kab. Magelang

31	Kota Surakarta	Kab. Sukoharjo dan Kab. Karanganyar
32	Kota Salatiga	Kab. Semarang
33	Kota Semarang	Kab. Demak, Kab. Semarang, dan Kab. Kendal
34	Kota Pekalongan	Kab. Batang dan Kab. Pekalongan
35	Kota Tegal	Kab. Tegal dan Kab. Brebes

Berikut ini merupakan contoh model spasial lag *fixed effect* untuk Kabupaten Cilacap (1) dan Kabupaten Banyumas (2). Kabupaten Cilacap (1) memiliki tiga tetangga terdekat yaitu Kabupaten Banyumas (2), Kabupaten Kebumen (5) dan Kabupaten Brebes (29). Kabupaten Banyumas memiliki enam tetangga terdekat yaitu Kabupaten Cilacap (1), Kabupaten Purbalingga (3), Kabupaten Banjarnegara (4), Kabupaten Kebumen (5), Kabupaten Pemalang (27), dan Kabupaten Brebes (29).

### 1. Model Spasial Lag *Fixed Effect* untuk Kabupaten Cilacap

$$\begin{aligned}
\hat{y}_{(1)t} &= 0,4060 \left( \frac{1}{3}y_{(2)t} + \frac{1}{3}y_{(5)t} + \frac{1}{3}y_{(29)t} \right) - 0,0750x_{(1)t1} + 1,7519x_{(1)t2} - \\
&\quad 0,0251x_{(1)t3} - 0,6517x_{(1)t4} - 0,0242x_{(1)t5} + \mu_{(1)} \\
&= 0,4060 \left( \frac{1}{3} \right) (y_{(2)t} + y_{(5)t} + y_{(29)t}) - 0,0750x_{(1)t1} + 1,7519x_{(1)t2} - \\
&\quad 0,0251x_{(1)t3} - 0,6517x_{(1)t4} - 0,0242x_{(1)t5} - 13,9586 \\
\hat{y}_{(1)t} &= -13,9586 + 0,1353 (y_{(2)t} + y_{(5)t} + y_{(29)t}) - 0,0750x_{(1)t1} + 1,7519x_{(1)t2} - \\
&\quad 0,0251x_{(1)t3} - 0,6517x_{(1)t4} - 0,0242x_{(1)t5}
\end{aligned}$$

### 2. Model Spasial Lag *Fixed Effect* untuk Kabupaten Banyumas

$$\begin{aligned}
\hat{y}_{(2)t} &= 0,4060 \left( \frac{1}{6}y_{(1)t} + \frac{1}{6}y_{(3)t} + \frac{1}{6}y_{(4)t} + \frac{1}{6}y_{(5)t} + \frac{1}{6}y_{(27)t} + \frac{1}{6}y_{(29)t} \right) - \\
&\quad 0,0750x_{(2)t1} + 1,7519x_{(2)t2} - 0,0251x_{(2)t3} - 0,6517x_{(2)t4} - \\
&\quad 0,0242x_{(2)t5} + \mu_{(2)} \\
&= 0,4060 \left( \frac{1}{6} \right) (y_{(1)t} + y_{(3)t} + y_{(4)t} + y_{(5)t} + y_{(27)t} + y_{(29)t}) - 0,0750x_{(2)t1} + \\
&\quad 1,7519x_{(2)t2} - 0,0251x_{(2)t3} - 0,6517x_{(2)t4} - 0,0242x_{(2)t5} - 9,0106 \\
\hat{y}_{(2)t} &= -9,0106 + 0,0677(y_{(1)t} + y_{(3)t} + y_{(4)t} + y_{(5)t} + y_{(27)t} + y_{(29)t}) - \\
&\quad 0,0750x_{(2)t1} + 1,7519x_{(2)t2} - 0,0251x_{(2)t3} - 0,6517x_{(2)t4} - 0,0242x_{(2)t5}
\end{aligned}$$

## BAB 3

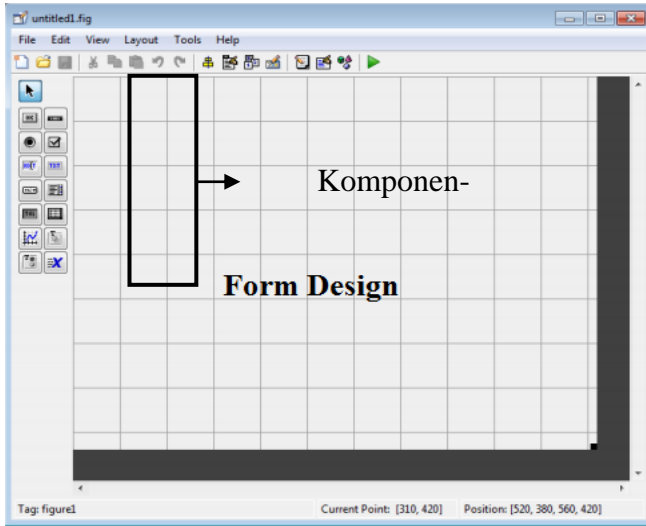
# GRAPHICAL USER INTERFACE (GUI)

### **MATLAB**

Matlab (*Matrix Laboratory*) adalah sebuah *software programming* yang bekerja dengan konsep matrik. Matlab merupakan bahasa pemrograman level tinggi yang dikhususkan untuk komputasi teknis. Matlab dikembangkan sebagai bahasa pemrograman sekaligus alat visualisasi yang menawarkan banyak kemampuan untuk menyelesaikan berbagai kasus yang berhubungan langsung dengan disiplin keilmuan matematika, seperti bidang rekayasa teknik, fisika, statistika, komputasi dan modelling. Kemampuan Matlab lainnya yaitu dapat membuat GUI (*Graphical User Interface*) yaitu aplikasi berbasis *Window* (Away, 2014).

### ***Graphical User Interface (GUI)***






GUI pada dasarnya merupakan media tampilan grafis sebagai pengganti perintah teks (sintaks) untuk pengguna berinteraksi sehingga GUI disebut dengan aplikasi berbasis *Window*. Membuat aplikasi berbasis *Window* dengan Matlab dapat dilakukan dengan menggunakan *GUI Designer (GUIDE)*. *GUI Designer* menyediakan tempat untuk mendesain GUI dan juga komponen-komponen yang dibutuhkan dalam pembuatan GUI (Away, 2014). Berikut ini merupakan tampilan *GUI Designer* yang disediakan :





**Gambar 4.** Tampilan GUI Designer

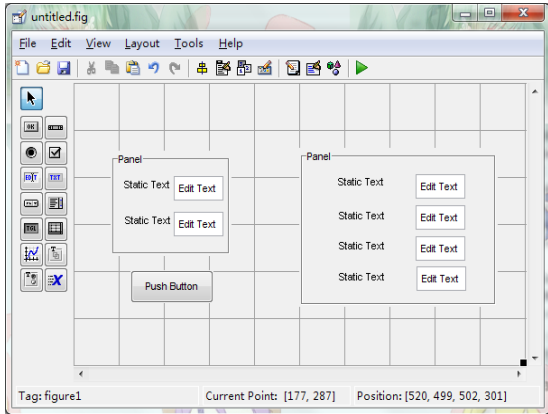
*Form design* merupakan tempat untuk mendesain GUI menggunakan komponen-komponen yang tersedia. Berikut ini merupakan penjelasan dari beberapa komponen-komponen yang ada :

**Tabel 2.** Fungsi Komponen-Komponen GUI

No.	Gambar	Nama	Fungsi
1.		Pointer	Komponen yang digunakan untuk memilih dan memindahkan komponen yang lain
2.		Pushbutton	Tombol eksekusi, jika di-klik akan mengeksekusi sebuah perintah dan menampilkan hasilnya
3.		Edit Text	Untuk memasukkan input dan menampilkan hasil text
4.		Static Text	Membuat teks label
5.		Axes	Menampilkan grafik atau gambar

6.		Panel	Mengelompokkan daerah tertentu pada figure
7.		Table	Membuat tabel

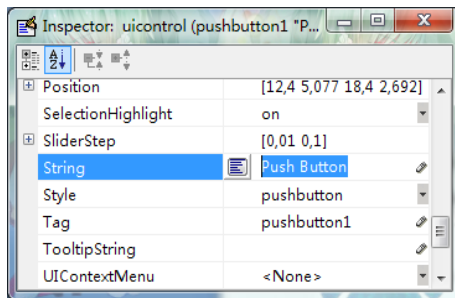
Untuk membuat GUI, perlu dirancang tampilan terlebih dahulu sesuai dengan analisis yang dikehendaki. Untuk memulai merancang, ketik guide pada layar utama Matlab. Berikut ini merupakan contoh untuk membuat GUI perhitungan (perkalian, pembagian, penjumlahan, dan pengurangan) dari dua nilai beserta komputasi yang diperlukan :



**Gambar 5.** Contoh Rancangan GUI

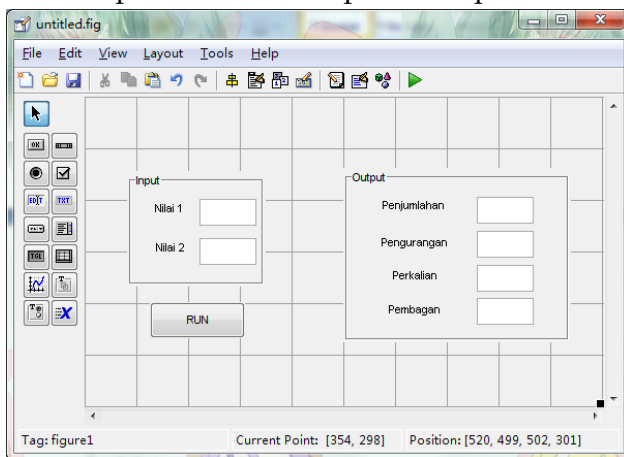
Dalam contoh ini, digunakan empat komponen yaitu *pushbutton*, *edit text*, *static text*, dan panel. *Pushbutton* digunakan untuk melakukan perintah perhitungan, *edit text* digunakan untuk menginputkan nilai serta menampilkan hasil perhitungan, *static text* digunakan untuk memberi label atau nama sebagai penjelas, dan panel digunakan untuk mengelompokkan beberapa komponen. Nama yang tercantum pada komponen-komponen pada Gambar 5 dapat diubah dengan cara klik kanan pada komponen yang ingin diubah namanya

kemudian pilih *Property Inspector* sehingga akan tampil seperti pada gambar berikut :




**Gambar 6.** *Property Inspector*

Ubahlah nama yang ada pada bagian *String* sesuai dengan nama yang diinginkan. Untuk *edit text* sebagai input nilai dan output, cukup kosongkan nama yang terletak pada bagian *String*. Berikut merupakan hasil rancangan GUI yang telah dilakukan perubahan nama pada komponen :



**Gambar 7.** Contoh Rancangan GUI Setelah Perubahan Nama

Selanjutnya melakukan komputasi agar GUI dapat dijalankan. Untuk melakukan komputasi, rancangan GUI harus disimpan terlebih dahulu dengan cara pilih gambar 



dimana edit1 merupakan *tag* pada komponen *edit text* untuk input nilai ke-1 dan edit2 merupakan *tag* pada komponen *edit text* untuk input nilai ke-2 serta n merupakan variabel yang menyimpan nilai inputan ke-2.

2. Klik kanan pada komponen RUN kemudian pilih View Callbacks > Callback. Tuliskan perintah berikut :

```

% --- Executes on button press in pushbutton1.
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to pushbutton1 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)
global m n
hasil1=m+n;
hasil2=m-n;
hasil3=m*n;
hasil4=m/n;

```

**Gambar 10.** Sintaks Perhitungan pada Contoh GUI



Kemudian tuliskan perintah berikut setelah perintah di atas agar hasil1, hasil2, hasil3, dan hasil4 dapat ditampilkan pada komponen yang telah disediakan :

```

function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to pushbutton1 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)
global m n
hasil1=m+n;
hasil2=m-n;
hasil3=m*n;
hasil4=m/n;
set(handles.edit3,'String',hasil1);%menampilkan nilai hasil1 pada bagian penjumlahan
set(handles.edit4,'String',hasil2);%menampilkan nilai hasil2 pada bagian pengurangan
set(handles.edit5,'String',hasil3);%menampilkan nilai hasil3 pada bagian perkalian
set(handles.edit6,'String',hasil4);%menampilkan nilai hasil4 pada bagian pembagian

```

**Gambar 11.** Sintaks Mengeluarkan Hasil pada Contoh GUI

3. Simpan lembar kerja komputasi dengan cara pilih gambar  dan GUI sudah siap digunakan.
4. Untuk menggunakan GUI, klik tombol  pada lembar kerja ataupun *form design*. GUI yang telah dibuat pun akan tampil seperti berikut :



**Gambar 12.** Hasil Contoh GUI

5. Inputkan nilai 1 dan nilai 2 yang ingin diketahui hasil perhitungannya, kemudian tekan tombol "RUN", maka hasil yang keluar adalah sebagai berikut :



**Gambar 13.** Hasil Running Contoh GUI

## BAB 4

### *SPATIAL DATA PANEL DENGAN GUI*

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Tengah. Variabel yang digunakan yaitu terdiri dari satu variabel dependen (tak bebas) dan lima variabel independen (bebas) pada tahun 2010 - 2013 di 35 Kabupaten/ Kota di Provinsi Jawa Tengah. Rincian variabel data yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 3 di bawah ini :

**Tabel 16.** Variabel Dependen, Independen, dan Satuan Penelitian

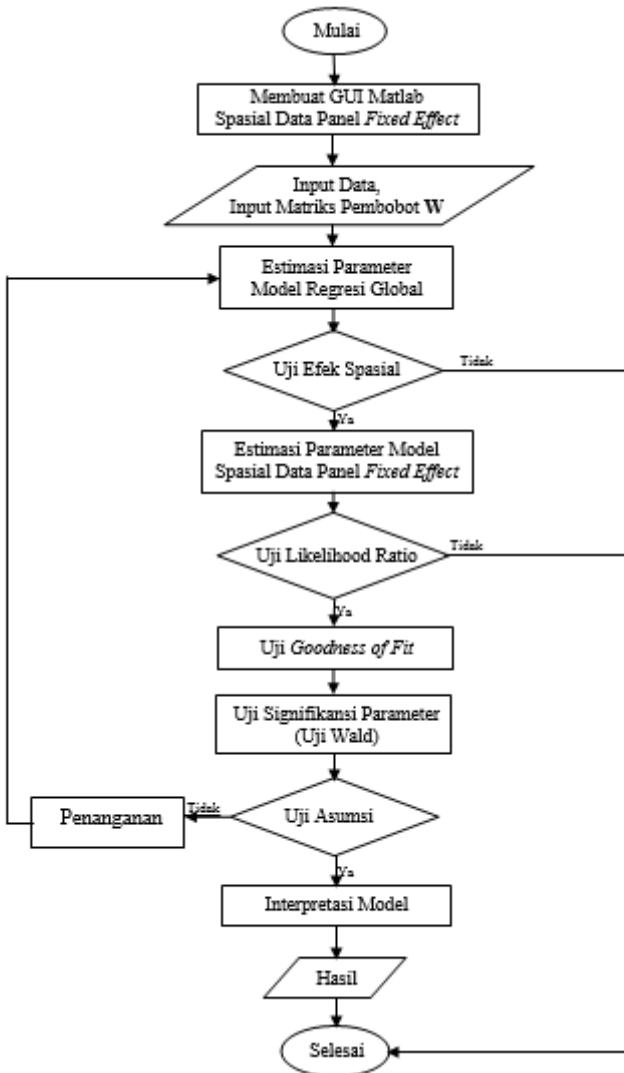
Variabel	Keterangan	Satuan
Y	Penduduk Miskin	Persen
X <sub>1</sub>	Laju Pertumbuhan Ekonomi	Persen
X <sub>2</sub>	Jumlah Penduduk	Ratus Ribu Jiwa
X <sub>3</sub>	Pengeluaran Konsumsi Makanan	Persen
X <sub>4</sub>	Upah Minimum Kabupaten/ Kota	Ratus Ribu Rupiah
X <sub>5</sub>	Tingkat Pengangguran Terbuka	Persen

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Spatial data panel *fixed effect* dengan menggunakan *software* Matlab. Berikut langkah-langkah yang dilakukan untuk menganalisis data dalam penelitian ini :

1. Membuat GUI Matlab Spatial Data Panel *Fixed Effect*.
2. Mendapatkan data persentase penduduk miskin beserta lima faktor yang mempengaruhinya di Jawa Tengah.

3. Menentukan matriks pembobot Spatial berdasarkan *queen contiguity*.
4. Mengestimasi parameter model regresi global.
5. Uji efek Spatial lag dan error menggunakan *Lagrange Multiplier*. Jika  $H_0$  ditolak, berarti terdapat efek Spatial kemudian lanjut ke langkah 6. Jika tidak, maka selesai.
6. Mengestimasi parameter pada masing-masing model Spatial data panel dengan efek tetap (*fixed*).
7. Uji Rasio Likelihood pada model Spatial *fixed effect* untuk mengetahui apakah model signifikan dan dapat digunakan. Apabila  $H_0$  diterima, maka model tidak dapat digunakan dan proses selesai. Jika  $H_0$  ditolak, maka model dapat digunakan dan lanjut ke langkah 8.
8. Memilih model berdasarkan pengujian *Goodness of Fit*. Model yang terpilih merupakan model dengan  $R^2$  terbesar.
9. Menguji signifikansi parameter secara individu menggunakan Uji Wald.
10. Menguji asumsi. Jika terjadi pelanggaran asumsi maka perlu penanganan dan kembali ke langkah 4.
11. Menginterpretasikan hasil
12. Mendapatkan hasil interpretasi dan selesai.

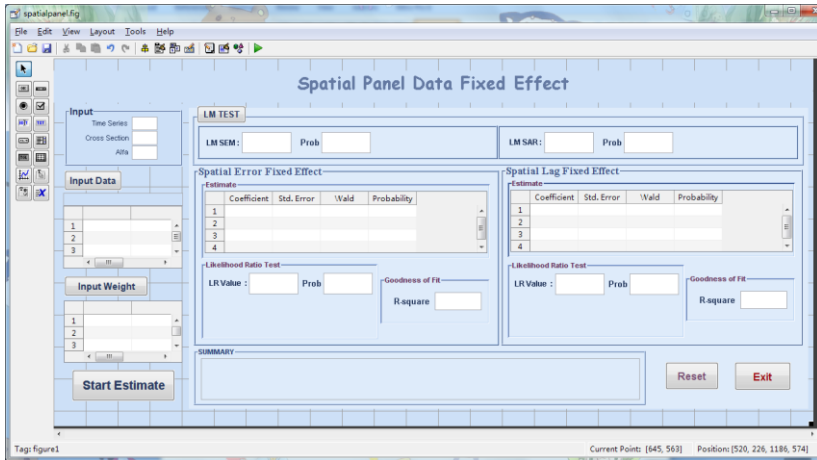
# 1. Diagram Alir Analisis Data



**Gambar 14.** Flowchart Spatial Data Panel

## 2. Rancangan Penyusunan Menu dengan *Graphical User Interface (GUI)*

Berikut ini merupakan penjelasan dari rancangan penyusunan menu dengan menggunakan *Graphical User Interface (GUI)* MATLAB :



**Gambar 15.** Rancangan Menu Utama GUI Spatial Data Panel *Fixed Effect*

1. Kolom Input merupakan kolom untuk memasukkan banyaknya periode waktu yang digunakan, lokasi atau amatan, dan tingkat signifikansi ( $\alpha$ ) yang digunakan untuk pengujian.
2. Tombol Input Data merupakan tombol untuk memasukkan data yang telah disiapkan dalam format \*.xls atau \*.xlsx
3. Tombol Input Weight merupakan tombol untuk memasukkan nilai bobot yang belum terstandardisasi yang telah disiapkan dalam format \*.xls atau \*.xlsx. Tombol ini akan aktif apabila data telah diinput.
4. Tombol LM Test merupakan tombol untuk mengestimasi parameter model regresi global sekaligus menguji ke-

beradaan Spatial lag maupun Spatial error. Tombol ini akan aktif apabila bobot telah selesai diinput.

5. Tombol Start Estimate merupakan tombol untuk mengestimasi nilai-nilai parameter dalam model Spatial data panel *fixed effect* dan melakukan uji *Likelihood Ratio* serta *Goodness of Fit*.
6. Kolom Summary merupakan kolom kesimpulan dari hasil analisis Spatial data panel *fixed effect*. Kesimpulan akan muncul setelah tombol Start Estimate ditekan.
7. Tombol Reset merupakan tombol untuk mengulangi estimasi Spatial data panel *fixed effect*, sehingga apabila tombol di klik maka nilai-nilai yang ditampilkan pada GUI akan terhapus.
8. Tombol Exit digunakan untuk keluar dari menu utama GUI Spatial Data Panel *Fixed Effect*.

Pada penelitian ini, pembentukan model Spatial data panel *fixed effect* digunakan pada kasus kemiskinan di Kabupaten/Kota di Jawa Tengah tahun 2010-2013. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah persentase penduduk miskin per Kabupaten/Kota di Jawa Tengah sebagai variabel dependen (Y) dan variabel Laju Pertumbuhan Ekonomi ( $X_1$ ), Jumlah Penduduk ( $X_2$ ), Pengeluaran Konsumsi Makanan ( $X_3$ ), Upah Minimum Kabupaten/Kota ( $X_4$ ), dan Tingkat Pengangguran Terbuka ( $X_5$ ) sebagai variabel independen.

## Deskriptif Data Kemiskinan di Jawa Tengah Tahun 2010-2013

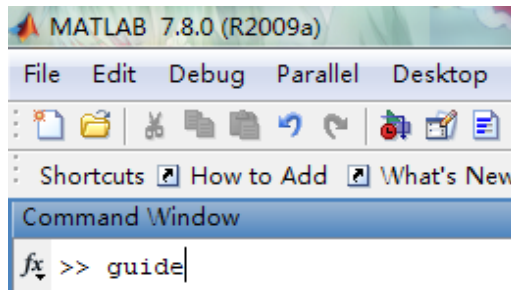
Variabel	N	Minimum	Maximum	Mean
Persentase Penduduk Miskin	140	5,12	24,58	14,83
Laju Pertumbuhan Ekonomi	140	1,73	6,71	5,19
Jumlah Penduduk	140	1,18	17,36	9,28
Pengeluaran Konsumsi Makanan	140	37,29	65,09	51,55
Upah Minimum Kabupaten/Kota	140	6,62	12,09	8,19
Tingkat Pengangguran Terbuka	140	2,97	14,22	6,06

Menunjukkan bahwa rata-rata persentase penduduk miskin di Kabupaten/Kota di Jawa Tengah pada tahun 2010-2013 adalah 14,83%, persentase penduduk miskin terkecil di Kabupaten/Kota di Jawa Tengah pada tahun 2010-2013 berada di Kota Semarang pada tahun 2010 yaitu sebesar 5,12% dan tertinggi berada di Kabupaten Purbalingga pada tahun 2010 yaitu sebesar 24,58%. Selain itu, persentase penduduk miskin tertinggi pada tahun 2011, 2012, dan 2013 berada di Kabupaten Wonosobo yaitu sebesar 24,21%, 22,5%, dan 22,08%, sedangkan penduduk miskin terkecil pada tahun 2011, 2012, dan 2013 berada di Kota Semarang yaitu sebesar 5,68%, 5,13%, dan 5,25%.

### 3. Proses Pembuatan GUI Spasial Data Panel *Fixed Effect*

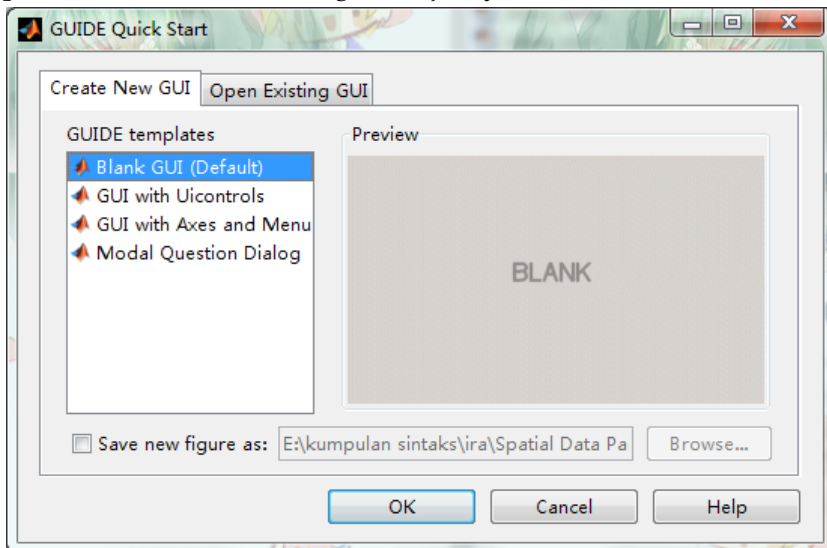
GUI untuk membentuk model Spasial data panel *fixed effect* ini dibangun dengan menggunakan GUIDE MATLAB 7.8.0 (R2009a). Tahap pertama dalam membuat GUI yaitu merancang konsep dan tampilan. Konsep yang digunakan dalam pembuatan GUI Spasial data panel *fixed effect* ini menggunakan lima *layer* yang terdiri dari tampilan awal, menu utama analisis, pengujian asumsi untuk model Spasial lag *fixed effect*, pengujian asumsi untuk model Spasial error *fixed effect*, dan tampilan keluar. GUI ini dirancang dengan menggunakan

6 komponen yang disediakan yaitu *push button*, *edit text*, *static text*, *table*, *axes*, dan *panel*. Kemudian untuk memulai merancang tampilan pada setiap *layer* dapat dilakukan dengan cara mengetikkan “guide” pada *command window* seperti pada Gambar 16, dan menekan tombol *Enter*.



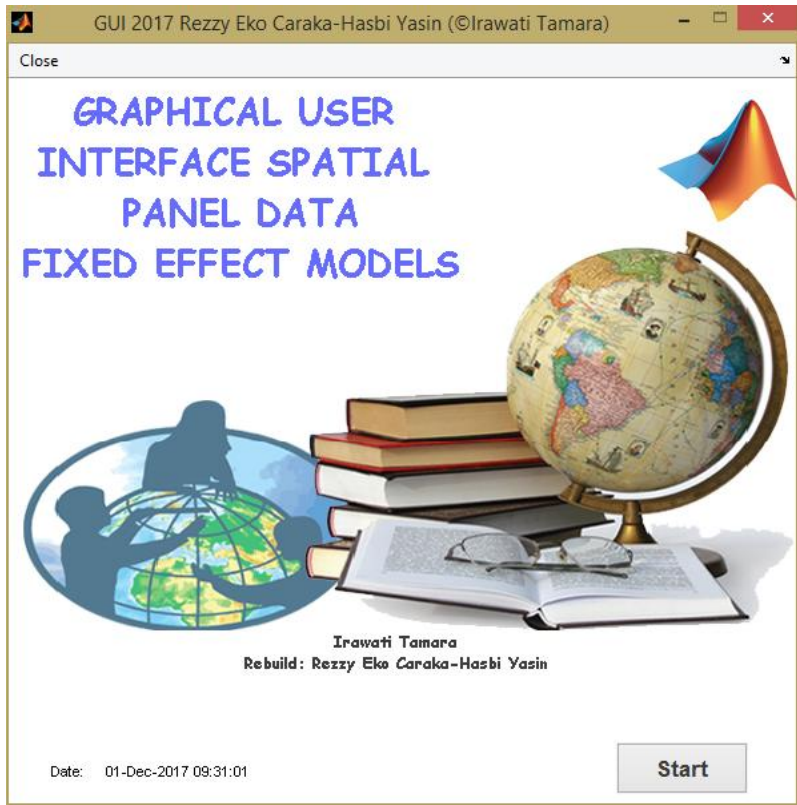
**Gambar 16.** Membuka GUIDE

Selanjutnya akan muncul jendela seperti Gambar 17. Untuk merancang tampilan selain tampilan keluar, pilih *Blank GUI (Default)*, sedangkan untuk merancang tampilan keluar, pilih *Modal Question Dialog*, selanjutnya klik OK.

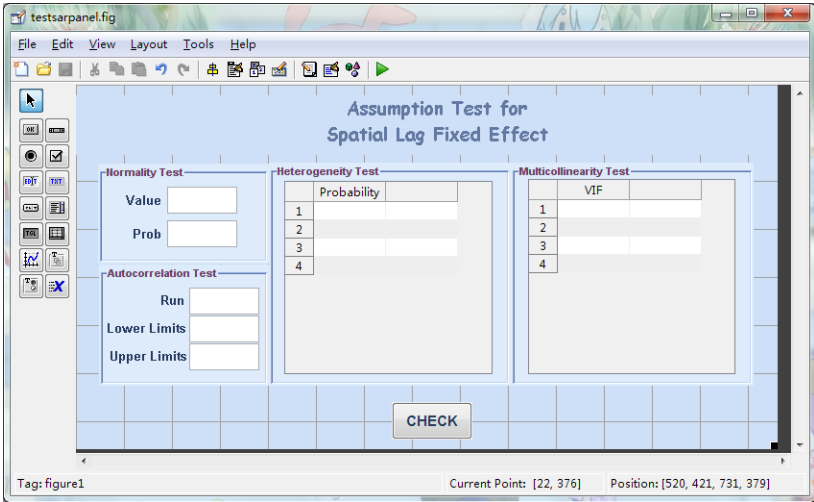


**Gambar 17.** Membuat GUI Baru

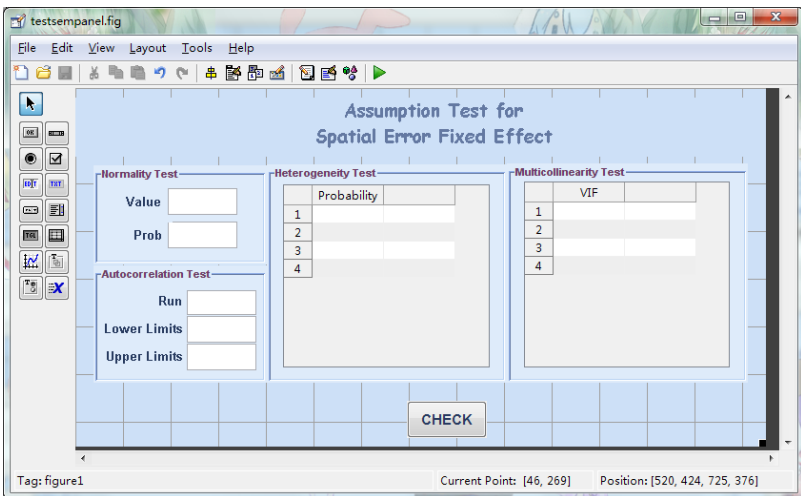
Kemudian rancangan yang sudah dibuat dapat disimpan. Hasil rancangan untuk tampilan awal dapat dilihat pada Gambar 18, menu utama analisis dapat dilihat pada Gambar 15, pengujian asumsi Spatial lag *fixed effect* dapat dilihat pada Gambar 19, pengujian asumsi Spatial error *fixed effect* dapat dilihat pada Gambar 20, dan tampilan akhir dapat dilihat pada Gambar 21.



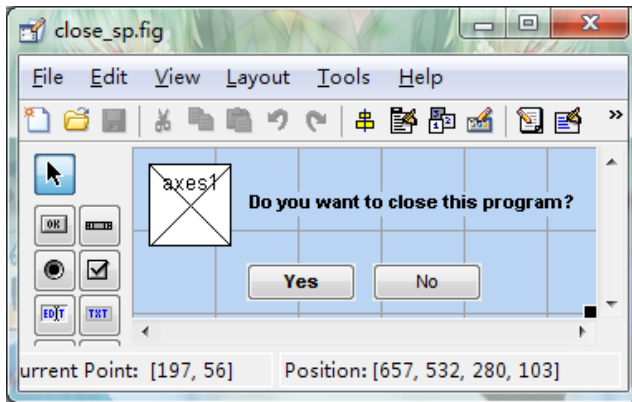
**Gambar 18.** Rancangan Tampilan Awal



**Gambar 19.** Rancangan Pengujian Asumsi Untuk Spatial Lag *Fixed Effect*



**Gambar 20.** Rancangan Pengujian Asumsi Untuk Spatial Error *Fixed Effect*



**Gambar 21.** Rancangan Tampilan Akhir

Tahap kedua yaitu menyusun perintah (sintaks) yang digunakan dalam analisis Spatial data panel *fixed effect*. *Function-function* yang digunakan dapat diunduh dari berbagai *website* yang menyediakan program-program Matlab yang berkaitan dengan Spatial. *Function* Spatial data panel dapat diunduh pada <http://www.regroningen.nl/elhorst/software.shtml> atau [http://community.wvu.edu/~dj\\_lacombe/elhorst\\_panel.zip](http://community.wvu.edu/~dj_lacombe/elhorst_panel.zip) sedangkan untuk regresi global/gabungan dapat diunduh pada [www.spatial-econometrics.com/regress](http://www.spatial-econometrics.com/regress).

Tahap ketiga yaitu meletakkan perintah (sintaks) yang telah disusun pada tahap kedua ke dalam lembar komputasi GUI yang telah dibuat. Sintaks diletakkan sesuai tempat di mana sintaks tersebut akan diproses kemudian disesuaikan kembali agar sintaks dapat berjalan pada GUI. Berikut ini merupakan contoh susunan sintaks pada GUI untuk proses input data :

```

[namaFile,namaPath]=uigetfile(...
    {'*.xls;*.xlsx','File Data (*.xls;*.xlsx)'});
if isequal([namaFile,namaPath],[0,0])
    return
else
    data=xlsread(fullfile(namaPath,namaFile));
    id=data(:,1);
    y = data(:,[3:end]);
    x = y(:,2:end);
    K = size(x,2);
    m = size(x,1);
    y1=y(:,1);
    y2=sortrows(data,2);
    y3=y2(:,3);
    x3=y2(:,[4:end]);
    set(handles.namedata,'String',namaFile);

    Cname = 'X1';
    for i=2:K
        tmp = ['X',num2str(i)];
        Cname = strvcat(Cname,tmp);
    end;
    Cname2= strvcat('id','t','y',Cname);
    Cname2=cellstr(Cname2);
    Cname2=Cname2';

    set(handles.uitable2,'data',y2,'ColumnName',Cname2,'RowName',[]);

    set(handles.pembobot,'Enable','on');
    save('spinput','data','y','id','x','K','m','y1','y2','y3','x3');
end

```

Tahap keempat merupakan tahap akhir yaitu *finishing*. Pada tahap ini, dilak ukan proses pengecekan ulang apakah terjadi *error* pada sintaks ataupun hal-hal yang mungkin saja terlewat.

#### 4. Menggunakan GUI Spasial Data Panel *Fixed Effect*

Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam menggunakan GUI Spasial data panel *fixed effect* :

1. Mengetikkan “GUI\_SP” pada *command window* kemudian tekan *Enter*. Tampilan yang muncul akan terlihat pada Gambar 22.

```

function varargout = GUI_SP(varargin)
% GUI_SP M-file for GUI_SP.fig
%     GUI_SP, by itself, creates a new GUI_SP or raises the
existing
%     singleton*.
%
%     H = GUI_SP returns the handle to a new GUI_SP or the
handle to
%     the existing singleton*.
%
%     GUI_SP('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls
the local
%     function named CALLBACK in GUI_SP.M with the given input
arguments.
%
%     GUI_SP('Property','Value',...) creates a new GUI_SP or
raises the
%     existing singleton*. Starting from the left, property
value pairs are
%     applied to the GUI before GUI_SP_OpeningFcn gets called.
An
%     unrecognized property name or invalid value makes
property application
%     stop. All inputs are passed to GUI_SP_OpeningFcn via
varargin.
%
%     *See GUI Options on GUIDE's Tools menu. Choose "GUI
allows only one
%     instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES

% Edit the above text to modify the response to help GUI_SP

% Last Modified by GUIDE v2.5 01-Dec-2017 05:24:56

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @GUI_SP_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',  @GUI_SP_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',  [], ...
                  'gui_Callback',   []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State,
varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT

% --- Executes just before GUI_SP is made visible.

```

```

function GUI_SP_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles,
varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to GUI_SP (see VARARGIN)

% Choose default command line output for GUI_SP
handles.output = hObject;
tgl = datestr(now);
set(handles.tanggal, 'String', num2str(tgl));
handles.output = hObject;
hback=axes('units','normalized','position',[0 0 1 1]);
uistack(hback,'bottom');
[back map] =imread('bg.jpg');
image(back)
colormap(map)
set(hback,'handlevisibility','off','visible','off')
% Update handles structure
guidata(hObject, handles);
% UIWAIT makes GUI_SP wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);
% --- Outputs from this function are returned to the command
line.
function varargout = GUI_SP_OutputFcn(hObject, eventdata,
handles)
% varargout  cell array for returning output args (see
VARARGOUT);
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

% --- Executes on button press in start.
function start_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to start (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
close;
spatialpanel;
function tanggal_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to tanggal (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of tanggal as
text
%         str2double(get(hObject,'String')) returns contents of
tanggal as a double

```

```

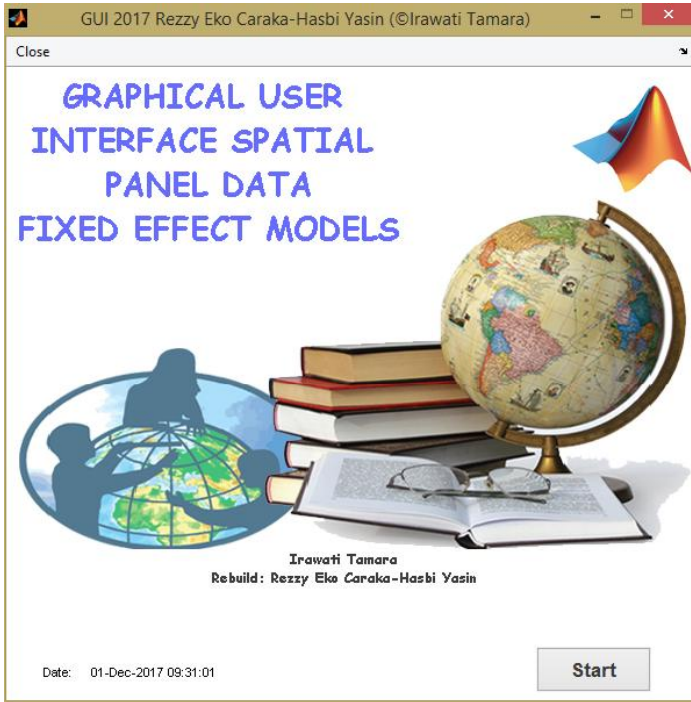
% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function tanggal_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to tanggal (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all
CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on
Windows.
%         See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% -----
function exit_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to exit (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
respon=close_sp('Title','Confirm');
switch lower(respon)
    case 'no'
        %tidak ada aksi
    case 'yes'
        close
end
% --- Executes during object creation, after setting all
properties.
function axes1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to axes2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all
CreateFcns called
% Hint: place code in OpeningFcn to populate axes2

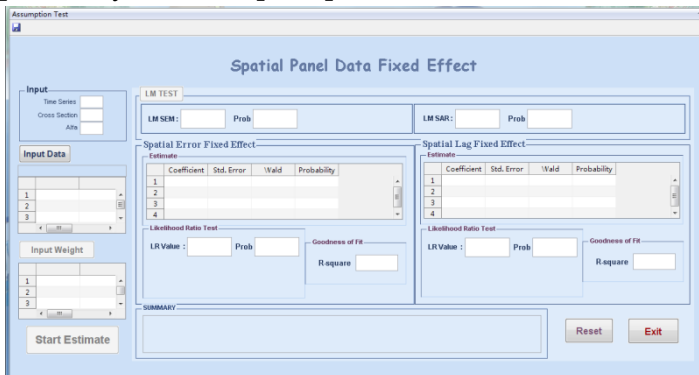
```

Sehingga, akan dihasilkan tampilan seperti pada gambar 22. Semua syntax pada buku ini dapat diunduh pada [www.rezzyekocaraka.com/book](http://www.rezzyekocaraka.com/book)



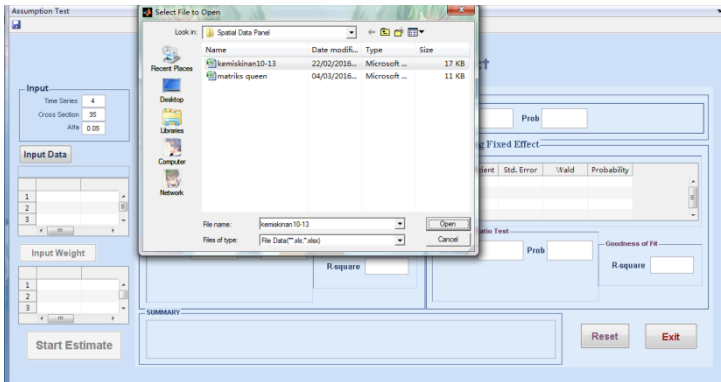
**Gambar 22.** Tampilan Awal GUI

2. Klik *Start* untuk memulai input dan analisis. Akan ditampilkan layar baru seperti pada Gambar 23 berikut ini:



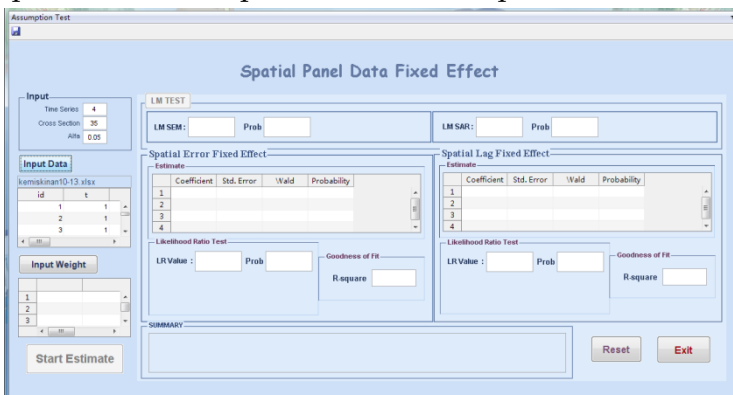
**Gambar 23.** Tampilan Menu Utama GUI

3. Inputkan banyaknya periode (tahun), unit-unit Spatial (wilayah), dan tingkat signifikansi ( $\alpha$ ) yang digunakan dalam analisis.
4. Tekan tombol *Input Data* untuk mencari dan menampilkan isi file excel yang berisikan data-data yang digunakan dalam analisis Spatial data panel.



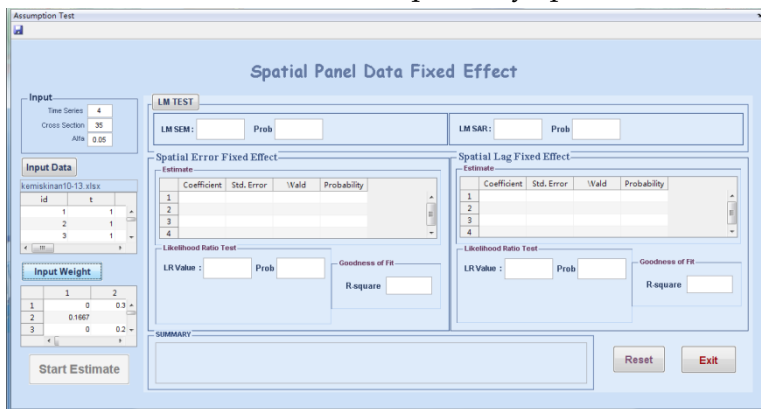
**Gambar 24.** Proses Pencarian Data

Data pada file excel diinputkan tanpa nama kolom dengan format yaitu kolom pertama merupakan nomor indeks wilayah, kolom kedua merupakan tahun yang sudah dikategorikan (misal : 2010, 2011, 2012, 2013 menjadi 1, 2, 3, 4), kolom ketiga merupakan variabel dependen, dan kolom keempat sampai terakhir merupakan variabel independen.



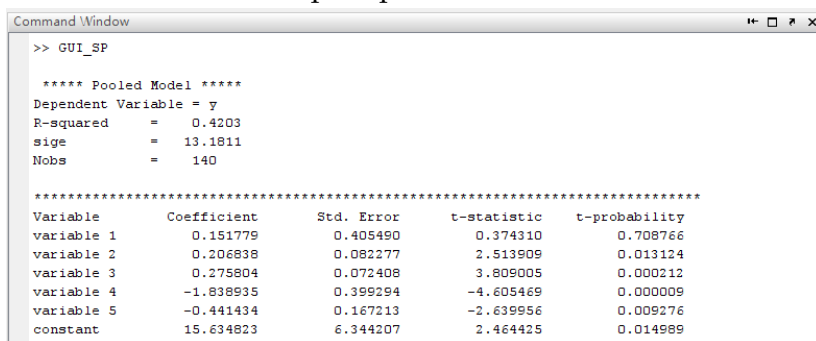
**Gambar 25.** Hasil Setelah Input Data

5. Tekan tombol *Input Pembobot* untuk mencari file excel yang berisikan pembobot Spatial yang belum terstandarisasi dan mengubahnya menjadi pembobot yang sudah terstandarisasi serta menampilkannya pada tabel.



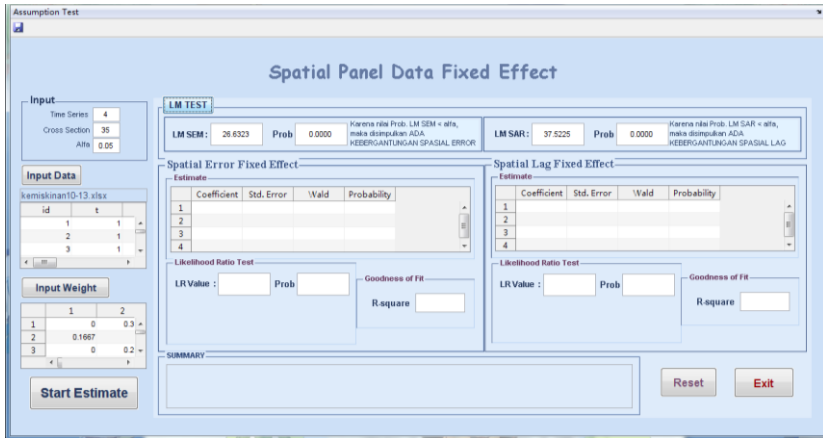
**Gambar 26.** Hasil Setelah Input Pembobot

6. Tekan tombol *LM Test* untuk melakukan estimasi model regresi global/gabungan (*pooled model*) dan menganalisis efek ketergantungan Spatial yang terdapat dalam model. Hasil estimasi model regresi gabungan tertera pada *command window* seperti pada Gambar 27 berikut:



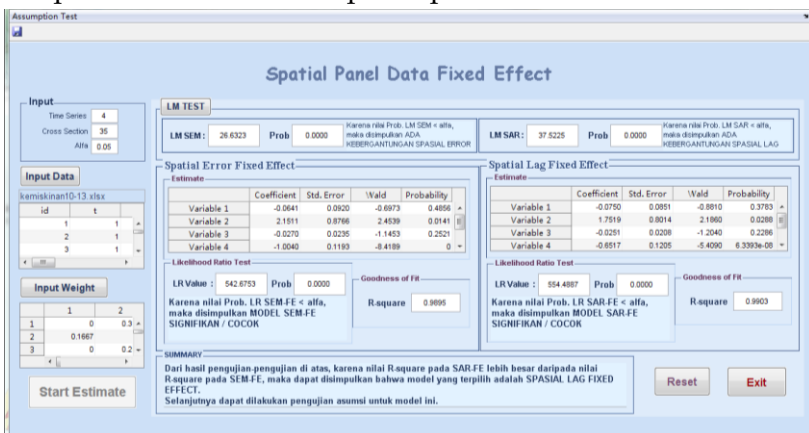
**Gambar 27.** Hasil Estimasi Model Regresi Gabungan Pada *Command Window*

Kemudian hasil analisis efek ketergantungan Spasial ditampilkan pada GUI.



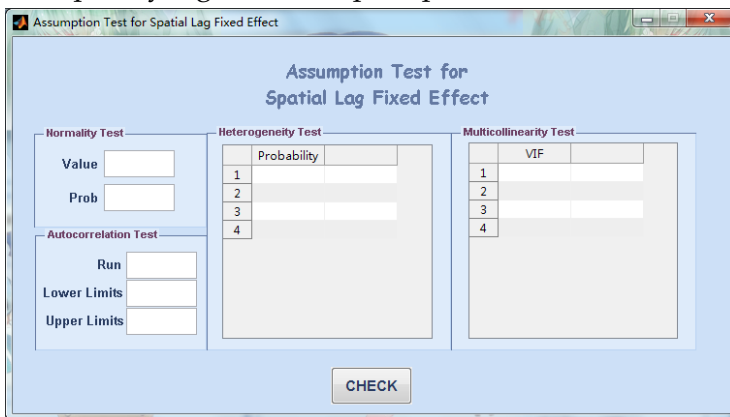
Gambar 28. Hasil Uji Lagrange Multiplier

7. Tekan tombol *Start Estimate* untuk melakukan estimasi model regresi Spasial data panel *fixed effect*, melakukan pengujian *likelihood ratio* dan *goodness of fit* serta menampilkan hasil dan kesimpulan pada GUI.



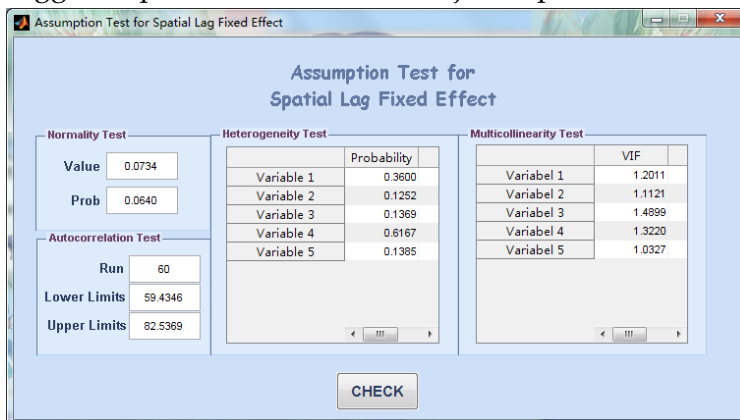
Gambar 29. Hasil Keseluruhan Uji Spasial Data Panel *Fixed Effect*

- Lakukan pengujian asumsi normalitas, homoskedastisitas, independensi, dan multikolinieritas untuk model yang terpilih berdasarkan hasil komputasi GUI seperti yang tertera pada Gambar 29 di kolom Summary. Klik *Assumption Test* kemudian pilih *Spatial Lag Fixed Effect*. Tampilan yang muncul seperti pada Gambar 30.



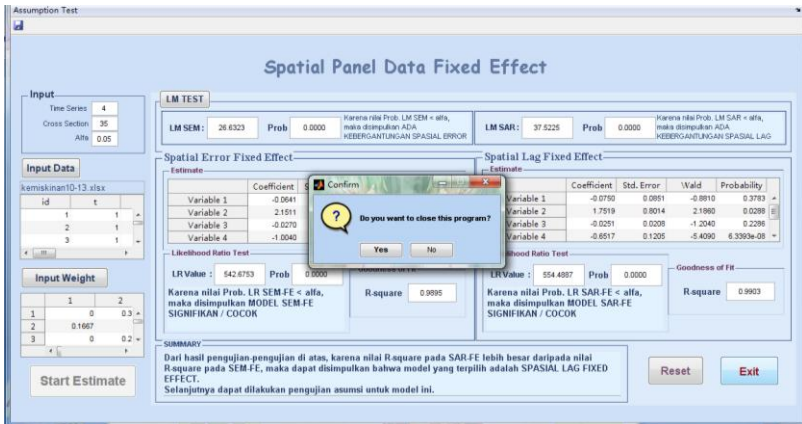
**Gambar 30.** Tampilan Pengujian Asumsi Untuk Spatial Lag *Fixed Effect*

Kemudian tekan tombol *Check* untuk menganalisisnya sehingga tampilan akan berubah menjadi seperti berikut :



**Gambar 31.** Hasil Pengujian Asumsi Untuk Spatial Lag *Fixed Effect*

9. Kemudian apabila sudah selesai menganalisis, maka *close* layar pada Gambar 31 dan tekan tombol *Exit* pada menu utama analisis. Jika yakin ingin mengakhiri program ini, maka pilih *Yes*. Namun jika masih ingin menggunakannya, maka pilih *No*.



Gambar 32. Konfirmasi Mengakhiri Program

10. Tekan tombol *Reset* untuk mengatur ulang tampilan menu utama analisis menjadi seperti sedia kala.

## 5. Model Regresi Berganda

Model regresi berganda yang dimaksud dalam penelitian ini adalah model regresi global atau dapat juga disebut *pooled model*. *Pooled model* (model gabungan) merupakan model regresi yang mengabaikan efek *time series* dan *cross section*. Estimasi parameter model regresi gabungan ini menggunakan metode kuadrat terkecil. Berdasarkan data kemiskinan di Jawa Tengah tahun 2010-2013 didapat estimasi untuk model regresi gabungan sebagai berikut:

**Tabel 16.** Estimasi Parameter *Pooled Model*

Variable	Coefficient
Constant	15,6348
X <sub>1</sub>	0,1518
X <sub>2</sub>	0,2068
X <sub>3</sub>	0,2758
X <sub>4</sub>	-1,8389
X <sub>5</sub>	-0,4414

Maka, model regresinya sebagai berikut:

$$\hat{y}_r = 15,6348 + 0,1518x_{r1} + 0,2068x_{r2} + 0,2758x_{r3} - 1,8389x_{r4} - 0,4414x_{r5}$$

Dengan:

$$r = 1, 2, \dots, 140.$$

$\hat{y}_r$  = Dugaan Persentase Penduduk Miskin pada amatan ke- $r$

$x_{r1}$  = Pertumbuhan Ekonomi pada amatan ke- $r$

$x_{r2}$  = Jumlah Penduduk pada amatan ke- $r$

$x_{r3}$  = Pengeluaran Konsumsi Makanan pada amatan ke- $r$

$x_{r4}$  = Upah Minimum Kabupaten/Kota pada amatan ke- $r$

$x_{r5}$  = Tingkat Pengangguran Terbuka pada amatan ke- $r$

## 6. Uji Lagrange Multiplier

Untuk mengetahui apakah terdapat kebergantungan spasial dalam model regresi, maka dilakukan dengan uji *Lagrange Multiplier*. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut :

Hipotesis untuk SAR :

H<sub>0</sub> :  $\delta = 0$  (tidak ada kebergantungan spasial lag)

H<sub>1</sub> :  $\delta \neq 0$  (ada kebergantungan spasial lag)

Hipotesis untuk SEM :

$H_0 : \rho = 0$  (tidak ada kebergantungan spasial error)

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

Hasil uji *Lagrange Multiplier* model regresi dapat dilihat pada Tabel 17.

**Tabel 17.** Uji *Lagrange Multiplier Spasial Lag*

Model	LM	p-value	$\chi^2_{(0,05,1)}$
Spasial Lag	37,5225	0,0000	3,8415
Spasial Error	26,6323	0,0000	

Hasil pada Tabel 17 menunjukkan bahwa pada tingkat signifikansi  $\alpha = 5\%$   $H_0$  ditolak untuk kedua pengujian *Lagrange Multiplier* ( $LM > \chi^2_{(0,05;1)}$  dan  $p\text{-value} < \alpha$ ), sehingga terdapat kebergantungan spasial lag maupun spasial error dalam model regresi.

## 7. Model Regresi Spasial Data Panel *Fixed Effect*

### 7.1 Model Spasial Lag *Fixed Effect*

Model spasial lag atau bisa disebut dengan *Spatial Autoregressive Model* (SAR) menunjukkan bahwa ada kebergantungan spasial pada variabel dependen di wilayah yang berdekatan. Berdasarkan data kemiskinan di Jawa Tengah tahun 2010-2013, didapat estimasi untuk model SAR *Fixed Effect* sebagai berikut:

**Tabel 18.** Estimasi Parameter Spasial Lag *Fixed Effect*

Variable	Coefficient
Wy	0,4060
X <sub>1</sub>	-0,0750
X <sub>2</sub>	1,7519
X <sub>3</sub>	-0,0251
X <sub>4</sub>	-0,6517
X <sub>5</sub>	-0,0242

Maka model regresinya adalah sebagai berikut:

$$\hat{y}_{it} = 0,4060 \sum_{j=1}^{35} w_{ij}y_{jt} - 0,0750x_{it1} + 1,7519x_{it2} - 0,0251x_{it3} - 0,6517x_{it4} - 0,0242x_{it5} + \mu_i$$

Dengan:

$$i = 1, 2, \dots, 35.$$

$$t = 1, 2, 3, 4.$$

$\hat{y}_{it}$  = Dugaan Persentase Penduduk Miskin daerah ke-*i* dan tahun ke-*t*

$x_{it1}$  = Pertumbuhan Ekonomi daerah ke-*i* dan tahun ke-*t*

$x_{it2}$  = Jumlah Penduduk daerah ke-*i* dan tahun ke-*t*

$x_{it3}$  = Pengeluaran Konsumsi Makanan daerah ke-*i* dan tahun ke-*t*

$x_{it4}$  = Upah Minimum Kabupaten/Kota daerah ke-*i* dan tahun ke-*t*

$x_{it5}$  = Tingkat Pengangguran Terbuka daerah ke-*i* dan tahun ke-*t*

$\mu_i$  = Efek spesifik spasial daerah ke-*i*

## 7.2 Model Spasial Error Fixed Effect

*Spatial error model* menunjukkan bahwa terdapat kebergantungan spasial pada nilai *error* di wilayah yang berdekatan. Berdasarkan data kemiskinan di Jawa Tengah tahun 2010-2013, didapat estimasi untuk model SEM *Fixed Effect* sebagai berikut:

**Tabel 19.** Estimasi Parameter Spasial Error Fixed Effect

Variable	Coefficient
$W\phi$	0,3460
$X_1$	-0,0642
$X_2$	2,1511
$X_3$	-0,0270
$X_4$	-1,0040
$X_5$	-0,0354

Maka model regresinya adalah sebagai berikut:

$$\hat{y}_{it} = -0,0642x_{it1} + 2,1511x_{it2} - 0,0270x_{it3} - 1,0040x_{it4} - 0,0354x_{it5} + \mu_i + 0,3460 \sum_{j=1}^{35} w_{ij}\phi_{jt}$$

## 8. Uji Likelihood Ratio

*Likelihood Ratio Test* digunakan untuk mengetahui apakah model spasial *fixed effect* signifikan dan dapat digunakan. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut :

$H_0$  :  $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_{35} = \mu$  (spasial *fixed effect* setiap wilayah sama)

$H_1$  : paling tidak ada satu  $\mu_i \neq \mu_j$ , di mana  $i \neq j$ ;  $i, j = 1, 2, \dots, 35$

(minimal ada sepasang wilayah dengan spasial *fixed effect* berbeda)

Hasil uji *Likelihood Ratio* model spasial *fixed effect* dapat dilihat pada Tabel 9.

**Tabel 20.** Uji *Likelihood Ratio*

Model	LR	p-value	$\chi^2_{(0,05,34)}$
Spasial Lag <i>Fixed Effect</i>	554,4887	0,0000	48,6024
Spasial Error <i>Fixed Effect</i>	542,6753	0,0000	

Tabel 9 menunjukkan bahwa pada tingkat signifikansi  $\alpha = 5\%$   $H_0$  ditolak untuk kedua pengujian *Likelihood Ratio* ( $LR > \chi^2_{(0,05,34)}$  dan  $p\text{-value} < \alpha$ ), sehingga model spasial lag *fixed effect* maupun spasial error *fixed effect* signifikan.

### 9. *Goodness of Fit*

*Goodness of Fit* merupakan ukuran kebaikan model. Kriteria kebaikan model dilakukan dengan mengukur  $R^2$  (Elhorst, 2014). Semakin tinggi  $R^2$ , maka semakin baik modelnya.  $R^2$  digunakan sebagai kriteria pemilihan model (Setiawati dan Setiawan, 2012). Hasil *goodness of fit* dapat dilihat pada Tabel 21.

**Tabel 21.** *Goodness of Fit Model*

Model	$R^2$
Spasial Lag <i>Fixed Effect</i>	0,9903
Spasial Error <i>Fixed Effect</i>	0,9895

Hasil pada Tabel 10 menunjukkan bahwa nilai  $R^2$  yang dihasilkan pada model spasial lag *fixed effect* lebih besar dibandingkan pada model spasial error *fixed effect*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model spasial lag *fixed effect* lebih baik digunakan dalam memodelkan kemiskinan di Jawa Tengah pada tahun 2010-2013.

## 10. Uji Wald Model Spasial Lag *Fixed Effect*

Uji Wald digunakan untuk menguji signifikansi parameter secara individu. Hipotesis yang digunakan yaitu :

$$H_0 : \hat{\delta}, \hat{\beta}_p = 0$$

$$H_1 : \hat{\delta}, \hat{\beta}_p \neq 0, \text{ untuk } p = 1, 2, 3, 4, 5$$

Diperoleh hasil sebagai berikut :

**Tabel 22.** Pengujian Parameter Model Spasial Lag *Fixed Effect*

Variable	Coefficient	Std. Error	Wald	Probability
Wy	0,4060	0,0884	4,5925	0,0000
X <sub>1</sub>	-0,0750	0,0851	-0,8810	0,3783
X <sub>2</sub>	1,7519	0,8014	2,1860	0,0288
X <sub>3</sub>	-0,0251	0,0209	-1,2040	0,2286
X <sub>4</sub>	-0,6517	0,1205	-5,4090	0,0000
X <sub>5</sub>	-0,0242	0,0371	-0,6522	0,5143

Tabel 11 menunjukkan bahwa pada tingkat signifikansi 5%, variabel jumlah penduduk (X<sub>2</sub>) dan upah minimum kabupaten/kota (X<sub>4</sub>) secara individu berpengaruh secara nyata (signifikan) terhadap persentase penduduk miskin di Jawa Tengah karena nilai Probability (*p-value*) <  $\alpha = 0,05$ . Selain itu, nilai Probability (*p-value*) pada spasial lag (Wy) juga lebih kecil dari 0,05 yang memberikan arti bahwa pengaruh spasial atau lokasi yang berdekatan akan berpengaruh secara nyata (signifikan) terhadap persentase penduduk miskin di Jawa Tengah.

## 11. Uji Asumsi Model Spasial Lag *Fixed Effect*

Residual pada model spasial lag *fixed effect* diasumsikan mempunyai distribusi normal, tidak ada korelasi antar residual, dan memiliki varian yang sama (homoskedastisitas). Selain itu, model spasial lag *fixed effect* ini juga memiliki satu

asumsi tambahan yaitu tidak ada multikolinieritas antar variabel independen karena variabel independen yang digunakan lebih dari satu.

### 11.1 Asumsi Normalitas

Untuk menguji residual model spasial lag *fixed effect* berdistribusi normal, dapat digunakan uji Lilliefors. Hipotesis yang digunakan adalah:

$$H_0 : F(x) = S(x)$$

$$H_1 : F(x) \neq S(x)$$

Berdasarkan hasil komputasi dengan menggunakan GUI Matlab, diperoleh nilai hitung  $T_1 = 0,0734 < \text{nilai tabel } T_{1(0,05;140)} = 0,0749$  dan nilai probabilitas yang didapat adalah sebesar  $0,0640 > \alpha = 0,05$  yang menunjukkan bahwa  $H_0$  diterima atau residual model berdistribusi normal.

### 11.2 Asumsi Homoskedastisitas

Untuk pengujian asumsi homoskedastisitas digunakan uji Park. Uji Park dilakukan dengan cara meregresikan nilai logaritma natural residual kuadrat dengan logaritma natural dari variabel independen. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$H_0 : \text{Tidak ada gejala heteroskedastisitas}$$

$$H_1 : \text{Ada gejala heteroskedastisitas}$$

Berdasarkan hasil komputasi dengan menggunakan GUI Matlab, nilai probabilitas dari hasil regresinya dapat dilihat pada Tabel 23.

**Tabel 23.** Hasil Uji Park dengan GUI MATLAB

Variable	Probabilitas
X <sub>1</sub>	0,3600
X <sub>2</sub>	0,1252
X <sub>3</sub>	0,1369
X <sub>4</sub>	0,6167
X <sub>5</sub>	0,1385

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua variabel independen tidak signifikan pada tingkat signifikansi 5%, yaitu semua nilai probabilitasnya  $> \alpha = 0,05$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi kasus heteroskedastisitas pada model spasial lag *fixed effect* (asumsi homoskedastisitas terpenuhi).

### 11.3 Asumsi Independensi

Untuk menguji asumsi independensi digunakan uji *Runs* dengan hipotesis sebagai berikut:

H<sub>0</sub> : Tidak terjadi autokorelasi (residual independen)

H<sub>1</sub> : Terjadi autokorelasi (residual tidak independen)

Berdasarkan hasil komputasi dengan menggunakan GUI Matlab, diperoleh hasil sebagai berikut :

**Tabel 24.** Hasil Uji *Runs* dengan GUI MATLAB

R	$E(R) - 1,96\sigma_R$	$E(R) + 1,96\sigma_R$
60	59,4346	82,5369

R = banyaknya run

$E(R) - 1,96\sigma_R$  = Batas Bawah (*Lower Limits*)

$E(R) + 1,96\sigma_R$  = Batas Atas (*Upper Limits*)

Berdasarkan Tabel 13 terlihat hasil bahwa banyaknya run berada di antara batas bawah dan batas atas atau  $E(R) - 1,96\sigma_R \leq R \leq E(R) + 1,96\sigma_R$  yang berarti bahwa  $H_0$  diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa pada tingkat signifikansi 5%, tidak terjadi autokorelasi (residual independen).

#### 11.4 Asumsi Multikolinieritas

Untuk melihat adanya multikolinieritas antar variabel independen, digunakan nilai VIF. Multikolinieritas pada variabel independen terjadi apabila nilai VIF > 10. Berdasarkan hasil komputasi dengan menggunakan GUI Matlab, didapat nilai VIF seperti pada Tabel 25.

**Tabel 25.** Nilai VIF dengan GUI MATLAB

Variable	VIF
$X_1$	1,2011
$X_2$	1,1121
$X_3$	1,4899
$X_4$	1,3220
$X_5$	1,0327

Dapat dilihat bahwa nilai VIF < 10 pada semua variabel independen, maka dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi multikolinieritas pada variabel independen.

#### 12. Interpretasi Model Spasial Lag *Fixed Effect*

Berdasarkan hasil pengujian-pengujian yang telah dilakukan, model spasial data panel *fixed effect* pada kasus kemiskinan di Jawa Tengah tahun 2010-2013 yang terbentuk dan terpilih dengan menggunakan GUI adalah model spasial lag *fixed effect*. Model yang terbentuk adalah sebagai berikut:

$$\hat{y}_{it} = 0,4060 \sum_{j=1}^{35} w_{ij}y_{jt} - 0,0750x_{it1} + 1,7519x_{it2} - 0,0251x_{it3} - 0,6517x_{it4} - 0,0242x_{it5} + \mu_i$$

Model di atas dapat dijelaskan seperti berikut :

1. Meningkatnya 1% Pertumbuhan Ekonomi, maka Persentase Penduduk Miskin berkurang sebesar 0,0750% dengan asumsi variabel lain tetap. Pernyataan ini serupa dengan penelitian Putri dan Yuliarini (2013) yang menghasilkan bahwa pertumbuhan ekonomi berpengaruh negatif terhadap kemiskinan.
2. Meningkatnya 100.000 Jumlah Penduduk akan meningkatkan Persentase Penduduk Miskin sebesar 1,7519% dengan asumsi variabel lain tetap. Pernyataan ini serupa dengan penelitian Mustika (2011) yang menghasilkan bahwa jumlah penduduk berpengaruh positif terhadap kemiskinan.
3. Meningkatnya 1% Pengeluaran Konsumsi Makanan akan menurunkan Persentase Penduduk Miskin sebesar 0,0251% dengan asumsi variabel lain tetap. Pernyataan ini serupa dengan penelitian Pratama (2014) yang menghasilkan bahwa tingkat konsumsi berpengaruh negatif terhadap kemiskinan.
4. Meningkatnya Rp 100.000,00 Upah Minimum Kabupaten/ Kota akan menurunkan Persentase Penduduk Miskin sebesar 0,6517% dengan asumsi variabel lain tetap. Pernyataan ini serupa dengan penelitian Putri dan Yuliarini (2013) maupun Riva, Kadir, dan Setiawan (2014) yang menghasilkan bahwa upah minimum berpengaruh negatif terhadap kemiskinan.
5. Meningkatnya 1% Tingkat Pengangguran Terbuka akan menurunkan Persentase Penduduk Miskin sebesar 0,0242% dengan asumsi variabel lain tetap. Hal ini juga

terjadi pada penelitian Yacoub (2012) yang memperoleh hasil bahwa tingkat pengangguran terbuka berpengaruh negatif terhadap kemiskinan. Yacoub (2012) berargumen bahwa ini disebabkan oleh sebagian besar tenaga kerja bekerja pada sektor pertanian yang melibatkan hampir seluruh anggota keluarga (tingkat pengangguran rendah) tetapi dengan penghasilan yang rendah sehingga tidak mencukupi kebutuhan keluarga. Dalam penelitian ini juga dapat dilihat melalui fakta empirik dari kedua variabel tersebut, di mana secara umum kabupaten/kota dengan tingkat pengangguran yang tinggi mempunyai kecenderungan dengan tingkat kemiskinan yang relatif rendah demikian sebaliknya. Hanya sedikit kabupaten dengan tingkat pengangguran yang tinggi memiliki tingkat kemiskinan yang tinggi pula, demikian sebaliknya.

6. Nilai koefisien spasial lag ( $\delta$ ) sebesar 0,4060 artinya Persentase Penduduk Miskin masing-masing Kabupaten/Kota akan mendapat pengaruh sebesar 0,4060 dikali rata-rata Persentase Penduduk Miskin Kabupaten/Kota yang menjadi tetangga.
7. Nilai  $\mu_i$  pada Tabel 26 merupakan spasial *fixed effect* atau disebut sebagai nilai konstanta masing-masing Kabupaten/Kota.

**Tabel 26.** Spasial *Fixed Effect* tiap Kabupaten/Kota di Jawa Tengah

Indeks (i)	Kabupaten/Kota	$\mu_i$
1	Kab. Cilacap	-13,9586
2	Kab. Banyumas	-9,0106
3	Kab. Purbalingga	6,7281
4	Kab. Banjarnegara	2,8628
5	Kab. Kebumen	1,4060
6	Kab. Purworejo	3,1164

7	Kab. Wonosobo	10,2521
8	Kab. Magelang	-5,0404
9	Kab. Boyolali	-1,0974
10	Kab. Klaten	-0,9333
11	Kab. Sukoharjo	-2,8647
12	Kab. Wonogiri	0,4666
13	Kab. Karanganyar	1,3947
14	Kab. Sragen	2,9605
15	Kab. Grobogan	-5,1408
16	Kab. Blora	1,1045
17	Kab. Rembang	13,1408
18	Kab. Pati	-5,6224
19	Kab. Kudus	-3,3004
20	Kab. Jepara	-8,2033
21	Kab. Demak	2,2629
22	Kab. Semarang	-4,1495
23	Kab. Temanggung	1,3680
24	Kab. Kendal	0,1095
25	Kab. Batang	1,6878
26	Kab. Pekalongan	0,5954
27	Kab. Pemasang	-2,5049
28	Kab. Tegal	-12,9254
29	Kab. Brebes	-8,2631
30	Kota Magelang	9,6875
31	Kota Surakarta	6,0541
32	Kota Salatiga	7,8968
33	Kota Semarang	-19,5821
34	Kota Pekalongan	6,2530
35	Kota Tegal	5,9477

Wilayah-wilayah yang berdekatan dapat dilihat pada Tabel 27 sebagai berikut :

**Tabel 27.** Wilayah Tetangga Terdekat

No.	Kabupaten/Kota	Tetangga
1	Kabupaten Cilacap	Kab. Banyumas, Kab. Kebumen, dan Kab. Brebes
2	Kabupaten Banyumas	Kab. Cilacap, Kab. Purbalingga, Kab. Banjarnegara, Kab. Kebumen, Kab. Pemalang, dan Kab. Brebes
3	Kabupaten Purbalingga	Kab. Banyumas, Kab. Banjarnegara, Kab. Pekalongan, Kab. Pemalang, dan Kab. Brebes
4	Kabupaten Banjarnegara	Kab. Banyumas, Kab. Purbalingga, Kab. Kebumen, Kab. Wonosobo, Kab. Batang, Kab. Pekalongan, dan Kab. Pemalang
5	Kabupaten Kebumen	Kab. Cilacap, Kab. Banyumas, Kab. Banjarnegara, Kab. Purworejo, dan Kab. Wonosobo
6	Kabupaten Purworejo	Kab. Kebumen, Kab. Wonosobo, dan Kab. Magelang
7	Kabupaten Wonosobo	Kab. Banjarnegara, Kab. Kebumen, Kab. Purworejo, Kab. Magelang, Kab. Temanggung, Kab. Kendal, dan Kab. Batang

8	Kabupaten Magelang	Kab. Purworejo, Kab. Wonosobo, Kab. Boyolali, Kab. Semarang, Kab. Temanggung, dan Kota Magelang
9	Kabupaten Boyolali	Kab. Magelang, Kab. Klaten, Kab. Sukoharjo, Kab. Karanganyar, Kab. Sragen, Kab. Grobogan, dan Kab. Semarang
10	Kabupaten Klaten	Kab. Boyolali dan Kab. Sukoharjo
11	Kabupaten Sukoharjo	Kab. Boyolali, Kab. Klaten, Kab. Wonogiri, Kab. Karanganyar, dan Kota Surakarta
12	Kabupaten Wonogiri	Kab. Sukoharjo dan Kab. Karanganyar
13	Kabupaten Karanganyar	Kab. Boyolali, Kab. Sukoharjo, Kab. Wonogiri, Kab. Sragen, dan Kota Surakarta
14	Kabupaten Sragen	Kab. Boyolali, Kab. Karanganyar, dan Kab. Grobogan
15	Kabupaten Grobogan	Kab. Boyolali, Kab. Sragen, Kab. Blora, Kab. Pati, Kab. Kudus, Kab. Demak, dan Kab. Semarang
16	Kabupaten Blora	Kab. Grobogan, Kab. Rembang, dan Kab. Pati
17	Kabupaten Rembang	Kab. Blora dan Kab. Pati

18	Kabupaten Pati	Kab. Grobogan, Kab. Blora, Kab. Rembang, Kab. Kudus, dan Kab. Jepara
19	Kabupaten Kudus	Kab. Grobogan, Kab. Pati, Kab. Jepara, dan Kab. Demak
20	Kabupaten Jepara	Kab. Pati, Kab. Kudus, dan Kab. Demak
21	Kabupaten Demak	Kab. Grobogan, Kab. Kudus, Kab. Jepara, Kab. Semarang, dan Kota Semarang
22	Kabupaten Semarang	Kab. Magelang, Kab. Boyolali, Kab. Grobogan, Kab. Demak, Kab. Temanggung, Kab. Kendal, Kota Salatiga, dan Kota Semarang
23	Kabupaten Temanggung	Kab. Wonosobo, Kab. Magelang, Kab. Semarang, dan Kab. Kendal
24	Kabupaten Kendal	Kab. Wonosobo, Kab. Semarang, Kab. Temanggung, Kab. Batang, dan Kota Semarang
25	Kabupaten Batang	Kab. Banjarnegara, Kab. Wonosobo, Kab. Kendal, Kab. Pekalongan, dan Kota Pekalongan
26	Kabupaten Pekalongan	Kab. Purbalingga, Kab. Banjarnegara, Kab. Batang, Kab. Pemalang, dan Kota Pekalongan

27	Kabupaten Pemalang	Kab. Banyumas, Kab. Purbalingga, Kab. Banjarnegara, Kab. Pekalongan, Kab. Tegal, dan Kab. Brebes
28	Kabupaten Tegal	Kab. Pemalang, Kab. Brebes, dan Kota Tegal
29	Kabupaten Brebes	Kab. Cilacap, Kab. Banyumas, Kab. Purbalingga, Kab. Pemalang, Kab. Tegal, dan Kota Tegal
30	Kota Magelang	Kab. Magelang
31	Kota Surakarta	Kab. Sukoharjo dan Kab. Karanganyar
32	Kota Salatiga	Kab. Semarang
33	Kota Semarang	Kab. Demak, Kab. Semarang, dan Kab. Kendal
34	Kota Pekalongan	Kab. Batang dan Kab. Pekalongan
35	Kota Tegal	Kab. Tegal dan Kab. Brebes

Berikut ini merupakan contoh model spasial lag *fixed effect* untuk Kabupaten Cilacap (1) dan Kabupaten Banyumas (2). Kabupaten Cilacap (1) memiliki tiga tetangga terdekat yaitu Kabupaten Banyumas (2), Kabupaten Kebumen (5) dan Kabupaten Brebes (29). Kabupaten Banyumas memiliki enam tetangga terdekat yaitu Kabupaten Cilacap (1), Kabupaten Purbalingga (3), Kabupaten Banjarnegara (4), Kabupaten Kebumen (5), Kabupaten Pemalang (27), dan Kabupaten Brebes (29).

1. Model Spasial Lag *Fixed Effect* untuk Kabupaten Cilacap

$$\begin{aligned}\hat{y}_{(1)t} &= 0,4060 \left( \frac{1}{3}y_{(2)t} + \frac{1}{3}y_{(5)t} + \frac{1}{3}y_{(29)t} \right) - 0,0750x_{(1)t1} + \\ &\quad 1,7519x_{(1)t2} - 0,0251x_{(1)t3} - 0,6517x_{(1)t4} - 0,0242x_{(1)t5} + \\ &\quad \mu_{(1)} \\ &= 0,4060 \left( \frac{1}{3} \right) (y_{(2)t} + y_{(5)t} + y_{(29)t}) - 0,0750x_{(1)t1} + \\ &\quad 1,7519x_{(1)t2} - 0,0251x_{(1)t3} - 0,6517x_{(1)t4} - 0,0242x_{(1)t5} - \\ &\quad 13,9586 \\ \hat{y}_{(1)t} &= -13,9586 + 0,1353 (y_{(2)t} + y_{(5)t} + y_{(29)t}) - 0,0750x_{(1)t1} + \\ &\quad 1,7519x_{(1)t2} - 0,0251x_{(1)t3} - 0,6517x_{(1)t4} - 0,0242x_{(1)t5}\end{aligned}$$

2. Model Spasial Lag *Fixed Effect* untuk Kabupaten Banyumas

$$\begin{aligned}\hat{y}_{(2)t} &= 0,4060 \left( \frac{1}{6}y_{(1)t} + \frac{1}{6}y_{(3)t} + \frac{1}{6}y_{(4)t} + \frac{1}{6}y_{(5)t} + \frac{1}{6}y_{(27)t} + \right. \\ &\quad \left. \frac{1}{6}y_{(29)t} \right) - 0,0750x_{(2)t1} + 1,7519x_{(2)t2} - 0,0251x_{(2)t3} - \\ &\quad 0,6517x_{(2)t4} - 0,0242x_{(2)t5} + \mu_{(2)} \\ &= 0,4060 \left( \frac{1}{6} \right) (y_{(1)t} + y_{(3)t} + y_{(4)t} + y_{(5)t} + y_{(27)t} + y_{(29)t}) - \\ &\quad 0,0750x_{(2)t1} + 1,7519x_{(2)t2} - 0,0251x_{(2)t3} - 0,6517x_{(2)t4} - \\ &\quad 0,0242x_{(2)t5} - 9,0106 \\ \hat{y}_{(2)t} &= -9,0106 + 0,0677(y_{(1)t} + y_{(3)t} + y_{(4)t} + y_{(5)t} + y_{(27)t} + \\ &\quad y_{(29)t}) - 0,0750x_{(2)t1} + 1,7519x_{(2)t2} - 0,0251x_{(2)t3} - \\ &\quad 0,6517x_{(2)t4} - 0,0242x_{(2)t5}\end{aligned}$$

# DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2009. *Analisis Kemiskinan, Ketengakerjaan, dan Distribusi Pendapatan*. Jakarta : BPS.
- \_\_\_\_\_. 2014. *Indikator Kesejahteraan Rakyat Jawa Tengah 2014*. Jawa Tengah : BPS.
- \_\_\_\_\_. 2014. *Spatial Panel Data Models : Spatial Econometrics From Cross-Sectional Data to Spatial Panels* , Ch.3. New York : Springer.
- Anselin, L. 1988. *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Anselin, L. 2009. *Spatial Regression*. Fotheringham AS, PA Rogerson, editor, *Handbook of Spatial Analysis*. Londo : Sage Publications.
- Away, G.A. 2014. *The Shortcut of Matlab Programming*. Bandung : Informatika Bandung
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2010. *Indeks Pembangunan Manusia*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2011. *Jawa Tengah Dalam Angka 2010*. Semarang: Badan Pusat Statistik Jawa Tengah.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2012. *Jawa Tengah Dalam Angka 2011*. Semarang: Badan Pusat Statistik Jawa Tengah.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2013. *Jawa Tengah Dalam Angka 2012*. Semarang: Badan Pusat Statistik Jawa Tengah.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2014. *Jawa Tengah Dalam Angka 2013*. Semarang: Badan Pusat Statistik Jawa Tengah.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2015. *Jawa Tengah Dalam Angka 2014*. Semarang: Badan Pusat Statistik Jawa Tengah.

- Badan Pusat Statistik (BPS). 2016. *Berita Resmi Statistik*. Semarang: Badan Pusat Statistik Jawa Tengah.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2016. *Jawa Tengah Dalam Angka 2015*. Semarang: Badan Pusat Statistik Jawa Tengah.
- Baltagi, B. H. 2005. *Econometrics Analysis of Panel Data (3 ed.)*. Chicester, England: John Wiley & Sons Ltd.
- Bruna, F., dan Yu, D. 2013. Geographically Weighted Panel Regression. *XI Congreso Galego de Estatística e Investigación de Operacións, A Coruna 24-26 de outubro de 2013*.
- Cai, R, Yu, D., dan Oppenheimer, M. 2014. Estimating the Spatially Varying Responses of Corn Yields to Weather Variations using Geographically Weighted Panel Regression. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, Vol. 39, 2, 230-252.
- Caraka, R. E. & Yasin, H. 2017. Geographically Weighted Regression (GWR) Sebuah Pendekatan Regresi Geografis, hlm. 1st Edisi . MOBIUS GRAHA ILMU. Retrieved from [www.rezzyekocaraka.com/book](http://www.rezzyekocaraka.com/book)
- Caraka, R. E. 2016. Sebuah Kajian dan Studi Perhitungan Dana Pensiun di Indonesia. *Journal Badan Pendidikan dan Pelatihan Keuangan Kementerian Keuangan Republik Indonesia (BPPK)*. Vol. 9, No. 2. pp. 160-180.
- Caraka, R. E., Sugiyarto, W., Erda, G., and Sadewo. E. 2016. Pengaruh Inflasi Terhadap Impor dan Ekspor di Provinsi Riau dan Kepulauan Riau Menggunakan Generalized Spatio Time Series. *Journal Badan Pendidikan dan Pelatihan Keuangan Kementerian Keuangan Republik Indonesia (BPPK)*. Vol. 9, No. 2. pp. 180-198.

- Chalid, N., dan Yusuf, Y. 2014. Pengaruh Tingkat Kemiskinan, Tingkat Pengangguran, Upah Minimum Kabupaten/Kota dan Laju Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Riau. *Jurnal Ekonomi*, Vol.22, 2.
- Chasco, C., Garcia, I., dan Vicens, J. 2007. Modelling Spatial Variation Household Disposable Income With Geographically Weighted Regression. Munich Personal Repec Archive (MPRA) , Working Paper, No. 1682.
- Conover, W.L. 1980. *Practical Nonparametric Statistics, Second Edition*. New York : John Wiley and Sons.
- Cressie, N. A. C. 1993. *Statistics for Spatial Data*. Wiley Series in Probability and Statistics. ISBN: 9781119115151.
- Dewi, R.V., Astutik, S., dan Pramoedyo, H. 2015. Penentuan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Angka Partisipasi Sekolah Menggunakan Geographically Weighted Regression dengan Metode Stepwise. *Jurnal Mahasiswa Statistik*, Vol 3, 2.
- Draper, N. R., dan Smith, H. 1992. *Applied Regression Analysis (2 ed.)*. New York: John Wiley and sons, Inc.
- Elhorst, J.P. 2009. *Spatial Panel Data Models : Handbook of Applied Spatial Analysis*, editor Fisher MM, A Getis, Ch. C.2. New York : Springer.
- Fotheringham, A. S., Brunson, C., dan Charlton, M. 2002. *Geographically Weighted Regression*. England: John Wiley & Sons Ltd.
- Ghozali, I. 2009. *EKONOMETRIKA*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro
- Greene, W. H. 2003. *Econometric Analysis (5 ed.)*. New Jersey: Prentice Hall International.

- Gujarati, D.N. 2004. *Basic Econometrics 4th Edition*. New York : The McGraw-Hill Companies.
- Haughton, J., Khandker, S.R. 2010. *Pedoman Tentang Kemiskinan dan Ketimpangan*. Diterjemahkan oleh : Tim Penerjemah World Bank. Jakarta : Salemba Empat. Terjemahan dari : Handbook on Poverty and Inequality.
- Jarque, C. M., dan Bera, A. K. 1987. A Test for normality of observation and regression residuals. *International Statistical Review* , Vol. 55, pp. 163-172.
- Jaya, I. G., dan Sunengsih, N. 2009. Kajian Analisis Regresi dengan Data Panel. Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA 2009. Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Jonaidi, A. 2012. *Analisis Pertumbuhan Ekonomi dan Kemiskinan di Indonesia*. *Jurnal Kajian Ekonomi* Vol. 1, No. 1 : Hal. 140-164.
- Kumalasari, M., dan Poeworno, D. 2011. Analisis Pertumbuhan Ekonomi, Angka Melek Huruf, Rata Pengeluaran Perkapita dan Jumlah Penduduk Terhadap Tingkat Kemiskinan di Jawa Tengah. [http://eprints.undip.ac.id/32133/1/Jurnal\\_Skripsi.pdf](http://eprints.undip.ac.id/32133/1/Jurnal_Skripsi.pdf). Diakses 1 Desember 2016
- Leasiwal, T.C. 2013. *Determinan dan Karakteristik Kemiskinan di Provinsi Maluku*. *Cita Ekonomi* Vol. 7, No. 2.
- LeSage, J.P. 1999. *The Theory and Practice of Spatial Econometrics*. Ohio : Department of Economics. University of Toledo.
- Leung, Y., Mei, C. L., dan Zhang, W. X. 2000. Statistical Test for Spatial Non Stasionarity Based on the Geographically Weighted Regression Model. Departement of Geography and The Centre for Environmental Studies The Chinese University of Hong Kong, Shatin, Hong Kong.

- Maipita, I. 2013. *Simulasi Dampak Kenaikan Upah Minimum Terhadap Tingkat Pendapatan dan Kemiskinan*. Ekuitas Vol. 17, No. 3 : Hal. 391-410.
- Melliana, A., dan Zain, I. 2013. Analisis Faktor yang Mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia di Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Timur dengan Menggunakan Regresi Panel. *Jurnal Sains dan Seni POMITS* , Vol. 2, 2, 237-242.
- Mustika, C. 2011. *Pengaruh PDB dan Jumlah Penduduk Terhadap Kemiskinan di Indonesia Perode 1990-2008*. *Jurnal Paradigma Ekonomika* Vol. 1, No. 4 : Hal. 12-23.
- Orinbao, A. A. M. 2013. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Papua Barat Tahun 2006-2009. <http://e-journal.uajy.ac.id/3959/>. Diakses 1 Desember 2016.
- Pradita, R. N., Yasin, H., dan Safitri, D. 2015. Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia Kabupaten/Kota di Jawa Timur Menggunakan Geographically Weighted Ordinal Logistic Regression. *Jurnal Gaussian*, Vol.4, 3, 639-650.
- Pratama, Y.C. 2014. *Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kemiskinan di Indonesia*. *Esensi* Vol. 4, No. 2 : Hal. 210-223.
- Putri, I.A.S.M., Yuliarini N.N. 2013. *Beberapa Faktor yang Memengaruhi Tingkat Kemiskinan di Provinsi Bali*. *E-Jurnal EP Unud* Vol. 2, No. 10 : Hal. 441-448.
- Qur'ani, A. Y. 2014. Pemodelan Geographically Weighted Regression Panel (GWR-Panel) Sebagai Pendekatan Model Geographically Weighted Regression (GWR) Dengan Menggunakan Fixed Effect Model Time Trend. *Jurnal Mahasiswa Statistik*, Vol.2, 3.

- Ramdani, M. 2015. *Determinan Kemiskinan di Indonesia Tahun 1982-2012*. Economics Development Analysis Journal Vol. 4, No. 1 : Hal : 97-104.
- Rawlings, J.O., Pantula, S.G., Dickey, A.D. 1998. *Multiple Regression In Matrix Notation : Applied Regression Analysis A Research Tool, Second Edition*, Ch.3. New York : Springer.
- Riva, V.A., Kadir, H., Setiawan D. 2014. *Pengaruh Tingkat Pengangguran dan Upah Minimum Provinsi Terhadap Tingkat Kemiskinan di Provinsi Riau*. JOM FEKON Vol. 1, No.2 : Hal. 1-15.
- Rizki, M., Rusgiyono, A., dan Mukid, M. A. 2015. *Pemodelan Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2008-2013 dengan Menggunakan Regresi Data Panel*. Jurnal Gaussian. Vol.4, 2, 345-354.
- Setiawati, A.K., Setiawan. 2012. *Pemodelan Persentase Penduduk Miskin di Jawa Timur dengan Pendekatan Ekonometrika Panel Spasial*. Jurnal Sains dan Seni ITS Vol. 1, No.1 : Hal. 183-187.
- Suparjan dan Suyatno, H. 2002. *Kebijakan Upah Minimum yang Akomodatif*. Jurnal Ilmu Sosial dan Politik Vol. 5, No. 3 : Hal. 259-313.
- Trianggara, N., Rahmawati, R., dan Yasin, H. 2016. *Pemodelan Indeks Pembangunan Manusia Menggunakan Spatial Panel Fixed Effect (Studi Kasus: Indeks Pembangunan Manusia Propinsi Jawa Tengah 2008 - 2013)*. Jurnal Gaussian. Vol.5, 1, 173-182.
- United Nations Development Programme (UNDP). 1990. *Human Development Report 1990*. New york: United Nations Development Programme (UNDP).

- Wheeler, D. C., dan Antonio, P. 2010. *Handbook of Applied Spatial Analysis : Software Tools, Methods and Applications*. Berlin: Springer.
- Widiyanto, M.A. 2013. *Statistika Terapan : Konsep & Aplikasi SPSS dalam Penelitian Bidang Pendidikan, Psikologi & Ilmu Sosial Lainnya*. Jakarta : PT Elex Media Komputindo.
- Yacoub, Y. 2012. *Pengaruh Tingkat Pengangguran Terhadap Tingkat Kemiskinan Kabupaten/Kota di Provinsi Kalimantan Barat*. EKSOS Vol. 8, No. 3 : Hal. 176-185.
- Yu, D. 2010. Explorating Spatiotemporally Varying Regressed Relationships: The Geographically Weighted Panel Regression Analysis. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science*, Vol.38, Part II.



# LAMPIRAN

**Lampiran 1.** Data Indeks Pembangunan Manusia 35 Kabupaten/Kota di Jawa Tengah Tahun 2010-2015 dan Variabel-Variabel yang Mempengaruhinya

Kabupaten/ Kota	Th.	Y	X1	X2	X3	X4	lat	long
Kabupaten Cilacap	2010	64,179	41,000	85,740	8,520,273	9,750	-7,729	108,792
Kabupaten Banyumas	2010	66,865	50,000	87,740	8,969,670	7,370	-7,482	109,055
Kabupaten Purbalingga	2010	63,609	25,000	86,850	7,930,411	5,820	-7,390	108,883
Kabupaten Banjarneegara	2010	60,699	39,000	75,880	6,930,817	5,100	-7,379	109,624
Kabupaten Kebumen	2010	63,077	43,000	91,560	7,367,877	8,020	-7,646	109,692
Kabupaten Purworejo	2010	68,157	31,000	89,540	8,619,018	5,400	-7,739	109,965
Kabupaten Wonosobo	2010	62,504	24,000	66,030	9,032,282	5,040	-7,330	109,892
Kabupaten Magelang	2010	63,281	32,000	77,210	7,232,949	6,970	-7,566	110,240
Kabupaten Bojolali	2010	68,758	38,000	89,840	10,840,215	5,900	-7,537	110,600
Kabupaten Klaten	2010	70,763	38,000	95,810	10,333,172	7,700	-7,700	110,625
Kabupaten Sukoharjo	2010	71,526	16,000	96,810	9,638,948	7,400	-7,684	110,397
Kabupaten Wonogiri	2010	63,900	40,000	86,920	7,556,763	4,700	-7,804	110,992
Kabupaten Karanganyar	2010	70,312	26,000	90,170	9,712,065	6,620	-7,608	110,917
Kabupaten Sragen	2010	67,672	31,000	92,970	10,163,872	8,890	-7,428	110,958
Kabupaten Grobogan	2010	64,557	37,000	79,990	8,674,418	5,600	-7,057	110,333
Kabupaten Bloro	2010	63,021	32,000	88,870	7,965,991	6,990	-6,932	111,408
Kabupaten Rembang	2010	64,527	18,000	84,260	8,388,918	7,890	-6,730	111,250
Kabupaten Pati	2010	65,134	35,000	90,460	8,541,023	11,220	-6,744	111,042
Kabupaten Kudus	2010	69,224	24,000	91,020	9,477,069	8,420	-6,806	111,717
Kabupaten Jepara	2010	66,756	25,000	89,160	8,550,398	5,560	-6,550	110,786
Kabupaten Demak	2010	66,019	29,000	91,590	8,420,507	5,690	-6,875	110,640
Kabupaten Semarang	2010	69,579	29,000	94,830	9,929,963	6,250	-7,132	110,454
Kabupaten Temanggung	2010	63,077	28,000	87,650	8,438,104	3,600	-7,322	110,579

Kabupaten Kendal	2010	66,227	32,000	90,150	9,357,734	6,570	-6,916	109,983
Kabupaten Batang	2010	61,644	22,000	81,390	7,273,518	6,480	-6,894	109,862
Kabupaten Pekalongan	2010	63,750	29,000	70,860	8,403,119	4,040	-7,066	109,640
Kabupaten Pemalang	2010	58,644	26,000	79,510	6,258,616	11,450	-6,929	109,483
Kabupaten Tegal	2010	61,142	33,000	80,190	7,429,034	7,480	-6,986	109,155
Kabupaten Brebes	2010	59,491	43,000	73,490	8,392,576	8,210	-6,840	108,943
Kota Magelang	2010	73,993	10,000	96,770	9,680,964	13,280	-7,463	110,211
Kota Surakarta	2010	77,455	27,000	91,670	12,123,324	8,730	-7,578	110,757
Kota Salatiga	2010	78,350	11,000	97,780	13,410,683	10,220	-7,341	110,501
Kota Semarang	2010	76,959	53,000	94,490	11,986,753	8,980	-6,976	110,390
Kota Pekalongan	2010	68,948	17,000	74,130	10,223,669	7,000	-6,897	109,683
Kota Tegal	2010	69,330	7,000	80,490	10,644,417	12,220	-6,862	109,120
Kabupaten Cilacap	2011	64,730	43,000	91,910	8,800,849	8,820	-7,729	108,792
Kabupaten Banyumas	2011	67,455	52,000	86,560	9,241,179	6,610	-7,482	109,055
Kabupaten Purbalingga	2011	64,329	25,000	84,760	8,228,054	5,100	-7,390	108,883
Kabupaten Banjarnegara	2011	61,582	39,000	71,760	7,361,951	4,970	-7,379	109,624
Kabupaten Kebumen	2011	64,050	41,000	91,360	7,456,906	4,730	-7,646	109,692
Kabupaten Purworejo	2011	69,107	31,000	92,010	8,921,184	5,300	-7,739	109,965
Kabupaten Wonosobo	2011	63,070	25,000	80,460	9,274,725	4,920	-7,330	109,892
Kabupaten Magelang	2011	64,162	32,000	79,350	7,457,734	6,830	-7,566	110,240
Kabupaten Boyolali	2011	69,140	38,000	88,660	11,147,287	5,810	-7,537	110,600
Kabupaten Klaten	2011	71,159	38,000	94,080	10,592,919	7,630	-7,700	110,625
Kabupaten Sukoharjo	2011	72,342	16,000	94,110	9,922,394	6,270	-7,684	110,397
Kabupaten Wonogiri	2011	64,753	40,000	94,860	7,928,307	3,820	-7,804	110,992
Kabupaten Karanganyar	2011	71,004	26,000	95,760	10,023,493	5,880	-7,608	110,917
Kabupaten Sragen	2011	68,115	30,000	93,520	10,508,879	8,430	-7,428	110,958
Kabupaten Grobogan	2011	65,412	37,000	91,260	9,060,733	5,330	-7,057	110,333
Kabupaten Blora	2011	63,875	31,000	90,130	8,245,735	6,900	-6,932	111,408
Kabupaten Rembang	2011	65,362	18,000	90,040	8,705,492	6,220	-6,730	111,250

Kabupaten Pati	2011	65,706	35,000	91,530	8,828,245	10,170	-6,744	111,042
Kabupaten Kudus	2011	69,888	24,000	90,040	9,747,366	8,320	-6,806	111,717
Kabupaten Jepara	2011	67,630	25,000	91,550	8,821,423	5,480	-6,550	110,786
Kabupaten Demak	2011	66,840	29,000	91,930	8,727,587	5,030	-6,875	110,640
Kabupaten Semarang	2011	70,354	30,000	94,160	10,230,662	6,160	-7,132	110,454
Kabupaten Temanggung	2011	64,142	28,000	82,950	8,751,100	4,540	-7,322	110,579
Kabupaten Kendal	2011	66,959	32,000	85,440	9,701,351	6,540	-6,916	109,983
Kabupaten Batang	2011	62,588	23,000	82,880	7,609,690	6,660	-6,894	109,862
Kabupaten Pekalongan	2011	64,715	29,000	76,160	8,575,657	6,910	-7,066	109,640
Kabupaten Pemalang	2011	59,661	26,000	84,290	6,487,660	7,370	-6,929	109,483
Kabupaten Tegal	2011	61,974	34,000	85,860	7,713,163	10,590	-6,986	109,155
Kabupaten Brebes	2011	60,507	44,000	80,210	8,491,611	11,080	-6,840	108,943
Kota Magelang	2011	74,475	10,000	91,810	9,921,707	10,510	-7,463	110,211
Kota Surakarta	2011	78,003	27,000	96,050	12,464,256	7,700	-7,578	110,757
Kota Salatiga	2011	78,763	11,000	99,110	13,727,316	8,020	-7,341	110,501
Kota Semarang	2011	77,576	54,000	96,210	12,271,293	7,650	-6,976	110,390
Kota Pekalongan	2011	69,544	17,000	84,350	10,559,725	7,060	-6,897	109,683
Kota Tegal	2011	70,028	7,000	85,600	10,965,490	9,770	-6,862	109,120
Kabupaten Cilacap	2012	65,720	43,000	92,820	8,969,118	7,290	-7,729	108,792
Kabupaten Banyumas	2012	68,064	52,000	83,770	9,446,507	5,110	-7,482	109,055
Kabupaten Purbalingga	2012	64,940	25,000	85,420	8,449,593	5,020	-7,390	108,883
Kabupaten Banjarnegara	2012	62,292	38,000	82,010	7,570,147	4,690	-7,379	109,624
Kabupaten Kebumen	2012	64,468	45,000	94,230	7,638,203	3,580	-7,646	109,692
Kabupaten Purworejo	2012	69,401	31,000	91,800	9,022,491	5,200	-7,739	109,965
Kabupaten Wonosobo	2012	64,181	26,000	76,270	9,403,926	5,910	-7,330	109,892
Kabupaten Magelang	2012	64,750	33,000	85,300	7,689,505	6,380	-7,566	110,240
Kabupaten Boyolali	2012	69,510	38,000	87,270	11,381,357	5,450	-7,537	110,600
Kabupaten Klaten	2012	71,713	38,000	97,470	10,858,299	5,700	-7,700	110,625
Kabupaten Sukoharjo	2012	72,812	16,000	94,570	10,111,788	6,100	-7,684	110,397

Kabupaten Wonogiri	2012	65,747	40,000	92,490	8,132,516	3,460	-7,804	110,992
Kabupaten Karanganyar	2012	72,264	27,000	94,820	10,190,831	5,820	-7,608	110,917
Kabupaten Sragen	2012	68,911	32,000	94,350	10,698,312	5,880	-7,428	110,958
Kabupaten Grobogan	2012	66,389	37,000	92,930	9,208,268	4,200	-7,057	110,333
Kabupaten Blora	2012	64,697	32,000	94,780	8,447,930	6,750	-6,932	111,408
Kabupaten Rembang	2012	66,026	18,000	87,760	8,881,772	5,750	-6,730	111,250
Kabupaten Pati	2012	66,130	36,000	90,930	8,997,039	11,980	-6,744	111,042
Kabupaten Kudus	2012	70,571	26,000	86,680	9,964,020	8,290	-6,806	111,717
Kabupaten Jepara	2012	68,447	26,000	90,200	9,999,004	4,290	-6,550	110,786
Kabupaten Demak	2012	67,548	30,000	89,360	8,924,469	5,200	-6,875	110,640
Kabupaten Semarang	2012	70,884	30,000	89,120	10,458,810	4,870	-7,132	110,454
Kabupaten Temanggung	2012	64,908	28,000	86,760	8,951,817	3,390	-7,322	110,579
Kabupaten Kendal	2012	67,546	32,000	91,650	9,909,524	6,310	-6,916	109,983
Kabupaten Batang	2012	63,093	23,000	85,780	7,821,367	5,880	-6,894	109,862
Kabupaten Pekalongan	2012	65,325	29,000	83,590	8,751,739	5,080	-7,066	109,640
Kabupaten Pemalang	2012	60,776	27,000	83,190	6,725,086	4,850	-6,929	109,483
Kabupaten Tegal	2012	62,666	35,000	88,060	7,894,253	6,120	-6,986	109,155
Kabupaten Brebes	2012	60,921	44,000	83,730	8,591,814	8,220	-6,840	108,943
Kota Magelang	2012	75,000	10,000	96,860	10,169,037	8,990	-7,463	110,211
Kota Surakarta	2012	78,443	27,000	87,940	12,680,169	6,290	-7,578	110,757
Kota Salatiga	2012	79,101	11,000	96,170	13,966,441	6,840	-7,341	110,501
Kota Semarang	2012	78,040	53,000	95,150	12,488,367	6,010	-6,976	110,390
Kota Pekalongan	2012	69,950	18,000	89,140	10,755,914	7,670	-6,897	109,683
Kota Tegal	2012	70,679	11,000	86,870	11,250,693	8,750	-6,862	109,120
Kabupaten Cilacap	2013	66,805	44,000	87,070	9,070,608	6,680	-7,729	108,792
Kabupaten Banyumas	2013	68,551	53,000	91,320	9,560,775	5,050	-7,482	109,055
Kabupaten Purbalingga	2013	65,530	25,000	85,650	8,535,276	5,010	-7,390	108,883
Kabupaten Banjarnegara	2013	62,838	38,000	85,310	7,654,030	4,160	-7,379	109,624
Kabupaten Kebumen	2013	64,864	45,000	94,750	7,729,609	3,520	-7,646	109,692

Kabupaten Purworejo	2013	69,773	31,000	94,470	9,155,275	5,150	-7,739	109,965
Kabupaten Wonosobo	2013	64,567	26,000	83,420	9,458,317	5,820	-7,330	109,892
Kabupaten Magelang	2013	65,859	33,000	89,060	7,856,025	6,130	-7,566	110,240
Kabupaten Boyolali	2013	69,812	40,000	93,720	11,490,125	5,440	-7,537	110,600
Kabupaten Klaten	2013	72,420	38,000	95,260	10,961,899	5,340	-7,700	110,625
Kabupaten Sukoharjo	2013	73,222	16,000	93,310	10,247,398	5,980	-7,684	110,397
Kabupaten Wonogiri	2013	66,398	41,000	90,930	8,234,951	3,310	-7,804	110,992
Kabupaten Karanganyar	2013	73,331	27,000	93,180	10,285,646	3,840	-7,608	110,917
Kabupaten Sragen	2013	69,951	32,000	94,810	10,856,622	5,630	-7,428	110,958
Kabupaten Grobogan	2013	67,430	37,000	93,250	9,284,184	4,100	-7,057	110,333
Kabupaten Bora	2013	65,373	32,000	93,840	9,539,537	6,230	-6,932	111,408
Kabupaten Rembang	2013	66,838	18,000	95,800	8,994,143	5,670	-6,730	111,250
Kabupaten Pati	2013	66,468	37,000	93,330	9,087,984	7,290	-6,744	111,042
Kabupaten Kudus	2013	71,578	27,000	90,230	10,082,378	8,070	-6,806	111,717
Kabupaten Jepara	2013	69,110	26,000	91,460	10,176,977	5,340	-6,550	110,786
Kabupaten Demak	2013	68,380	30,000	92,300	8,982,633	5,080	-6,875	110,640
Kabupaten Semarang	2013	71,289	30,000	95,080	10,561,760	3,900	-7,132	110,454
Kabupaten Temanggung	2013	65,523	28,000	89,260	9,041,583	3,370	-7,322	110,579
Kabupaten Kendal	2013	67,984	32,000	95,230	10,079,542	6,230	-6,916	109,983
Kabupaten Batang	2013	63,596	23,000	83,720	7,966,907	7,020	-6,894	109,862
Kabupaten Pekalongan	2013	66,262	29,000	86,390	8,883,796	4,780	-7,066	109,640
Kabupaten Pemalang	2013	61,810	28,000	87,570	6,863,490	6,480	-6,929	109,483
Kabupaten Tegal	2013	63,500	35,000	87,740	8,001,082	6,890	-6,986	109,155
Kabupaten Brebes	2013	61,868	46,000	85,300	8,730,588	9,610	-6,840	108,943
Kota Magelang	2013	75,294	10,000	98,920	10,257,801	6,750	-7,463	110,211
Kota Surakarta	2013	78,891	27,000	95,790	12,819,733	7,220	-7,578	110,757
Kota Salatiga	2013	79,375	11,000	95,140	14,124,886	6,210	-7,341	110,501
Kota Semarang	2013	78,684	52,000	95,100	12,713,527	6,020	-6,976	110,390
Kota Pekalongan	2013	70,821	18,000	88,170	10,922,287	5,280	-6,897	109,683

Kota Tegal	2013	71,441	11,000	93,760	11,415,767	9,320	-6,862	109,120
Kabupaten Cilacap	2014	67,249	48,000	91,410	9,091,043	5,651	-7,729	108,792
Kabupaten Banyumas	2014	69,247	61,000	97,000	9,579,954	5,040	-7,482	109,055
Kabupaten Purbalingga	2014	66,230	29,000	94,270	8,538,623	5,007	-7,390	108,883
Kabupaten Banjarnegara	2014	63,153	38,000	87,360	7,683,726	4,056	-7,379	109,624
Kabupaten Kebumen	2014	65,666	48,000	96,860	7,754,855	3,246	-7,646	109,692
Kabupaten Purworejo	2014	70,122	35,000	97,130	9,189,398	5,096	-7,739	109,965
Kabupaten Wonosobo	2014	65,202	28,000	86,400	9,491,023	5,338	-7,330	109,892
Kabupaten Magelang	2014	66,350	33,000	93,240	7,877,092	5,455	-7,566	110,240
Kabupaten Boyolali	2014	70,344	40,000	98,410	11,503,794	4,949	-7,537	110,600
Kabupaten Klaten	2014	73,193	46,000	96,870	10,965,399	4,752	-7,700	110,625
Kabupaten Sukoharjo	2014	73,760	21,000	99,490	10,264,476	4,597	-7,684	110,397
Kabupaten Wonogiri	2014	66,765	42,000	98,140	8,248,677	3,247	-7,804	110,992
Kabupaten Karanganyar	2014	73,893	29,000	100,000	10,313,383	3,644	-7,608	110,917
Kabupaten Sragen	2014	70,523	35,000	98,590	10,876,036	5,037	-7,428	110,958
Kabupaten Grobogan	2014	67,766	37,000	97,020	9,303,261	4,046	-7,057	110,333
Kabupaten Blora	2014	65,844	32,000	98,100	9,568,156	4,797	-6,932	111,408
Kabupaten Rembang	2014	67,403	18,000	100,000	9,013,010	5,225	-6,730	111,250
Kabupaten Pati	2014	66,987	36,000	98,180	9,106,282	6,374	-6,744	111,042
Kabupaten Kudus	2014	71,995	29,000	96,510	10,102,141	5,031	-6,806	111,717
Kabupaten Jepara	2014	69,611	29,000	94,490	10,194,967	5,090	-6,550	110,786
Kabupaten Demak	2014	68,954	30,000	97,070	9,003,498	5,072	-6,875	110,640
Kabupaten Semarang	2014	71,654	30,000	96,890	10,585,857	4,375	-7,132	110,454
Kabupaten Temanggung	2014	65,973	28,000	91,420	9,062,362	3,187	-7,322	110,579
Kabupaten Kendal	2014	68,459	34,000	96,400	10,125,642	6,151	-6,916	109,983
Kabupaten Batang	2014	64,066	23,000	93,140	8,011,689	7,417	-6,894	109,862
Kabupaten Pekalongan	2014	66,980	29,000	91,000	8,937,570	6,029	-7,066	109,640
Kabupaten Pemalang	2014	62,350	29,000	92,740	6,910,756	7,444	-6,929	109,483
Kabupaten Tegal	2014	64,098	36,000	92,260	8,049,699	8,471	-6,986	109,155

Kabupaten Brebes	2014	62,547	49,000	88,850	8,783,611	9,528	-6,840	108,943
Kota Magelang	2014	75,789	13,000	100,000	10,344,340	7,384	-7,463	110,211
Kota Surakarta	2014	79,340	32,000	97,210	12,907,287	6,162	-7,578	110,757
Kota Salatiga	2014	79,984	13,000	98,730	14,204,817	4,464	-7,341	110,501
Kota Semarang	2014	79,236	63,000	96,630	12,802,483	7,756	-6,976	110,390
Kota Pekalongan	2014	71,529	22,000	89,340	11,006,435	5,417	-6,897	109,683
Kota Tegal	2014	72,201	12,000	95,140	11,519,210	9,203	-6,862	109,120
Kabupaten Cilacap	2015	67,771	48,000	99,580	9,350,814	5,010	-7,729	108,792
Kabupaten Banyumas	2015	69,893	62,000	98,440	10,104,408	4,970	-7,482	109,055
Kabupaten Purbalingga	2015	67,029	27,000	99,360	8,937,993	4,836	-7,390	108,883
Kabupaten Banjarnegara	2015	64,733	38,000	100,000	7,929,958	4,046	-7,379	109,624
Kabupaten Kebumen	2015	66,874	46,000	99,630	8,008,236	3,142	-7,646	109,692
Kabupaten Purworejo	2015	70,369	34,000	100,000	9,305,425	4,014	-7,739	109,965
Kabupaten Wonosobo	2015	65,699	28,000	100,000	9,735,753	4,472	-7,330	109,892
Kabupaten Magelang	2015	67,132	33,000	99,640	8,181,885	5,163	-7,566	110,240
Kabupaten Boyolali	2015	71,738	40,000	99,170	11,806,221	2,033	-7,537	110,600
Kabupaten Klaten	2015	73,809	46,000	100,000	11,177,836	2,512	-7,700	110,625
Kabupaten Sukoharjo	2015	74,526	21,000	100,000	10,415,856	4,520	-7,684	110,397
Kabupaten Wonogiri	2015	67,761	42,000	100,000	9,416,972	3,074	-7,804	110,992
Kabupaten Karanganyar	2015	74,263	29,000	99,240	10,486,190	3,604	-7,608	110,917
Kabupaten Sragen	2015	71,099	35,000	99,090	11,434,212	4,512	-7,428	110,958
Kabupaten Grobogan	2015	68,045	37,000	99,690	9,457,407	4,219	-7,057	110,333
Kabupaten Blora	2015	66,219	32,000	100,000	9,699,487	4,680	-6,932	111,408
Kabupaten Rembang	2015	68,185	18,000	99,600	9,122,176	4,515	-6,730	111,250
Kabupaten Pati	2015	68,512	38,000	100,000	9,379,514	4,430	-6,744	111,042
Kabupaten Kudus	2015	72,718	29,000	100,000	10,202,843	5,017	-6,806	111,717
Kabupaten Jepara	2015	70,015	29,000	99,820	10,503,764	6,122	-6,550	110,786
Kabupaten Demak	2015	69,748	30,000	100,000	9,117,785	5,016	-6,875	110,640
Kabupaten Semarang	2015	71,885	31,000	99,210	10,777,860	2,567	-7,132	110,454

Kabupaten Temanggung	2015	67,068	28,000	99,680	9,368,709	1,503	-7,322	110,579
Kabupaten Kendal	2015	69,566	36,000	100,000	10,418,838	6,073	-6,916	109,983
Kabupaten Batang	2015	65,456	23,000	99,870	8,244,317	4,561	-6,894	109,862
Kabupaten Pekalongan	2015	67,399	32,000	99,810	9,207,649	5,101	-7,066	109,640
Kabupaten Pemasang	2015	63,700	36,000	99,430	7,177,474	6,527	-6,929	109,483
Kabupaten Tegal	2015	65,043	36,000	99,190	8,366,555	9,517	-6,986	109,155
Kabupaten Brebes	2015	63,184	49,000	98,890	9,097,791	6,487	-6,840	108,943
Kota Magelang	2015	76,386	12,000	97,360	10,793,296	6,431	-7,463	110,211
Kota Surakarta	2015	80,143	30,000	100,000	13,604,401	4,533	-7,578	110,757
Kota Salatiga	2015	80,962	13,000	98,800	14,599,698	6,425	-7,341	110,501
Kota Semarang	2015	80,231	64,000	99,330	13,588,603	5,769	-6,976	110,390
Kota Pekalongan	2015	72,688	21,000	99,500	11,253,062	4,101	-6,897	109,683
Kota Tegal	2015	72,963	12,000	100,000	11,748,197	8,058	-6,862	109,120
Rata-Rata		68,366	31,000	91,770	9,570,770	6,090		
Minimum		58,644	7,000	66,030	6,258,620	1,500		
Maximum		80,961	64,000	100,000	14,599,700	13,280		

**Lampiran 2. Data Persentase Penduduk Miskin 35 Kabupaten/Kota di Jawa Tengah Tahun 2010-2013 dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya**

Kabupaten	Tahun	Penduduk Miskin (%)	Laju Pertumbuhan ekonomi (%)	Jumlah Penduduk (Ratus Ribu)	Pengeluaran Konsumsi Makanan (%)	UMK (Ratus Ribu Rupiah)	TPT (%)
Kab. Cilacap	2010	18,11	5,65	16,42	55,89	6,98	9,75
	2011	17,15	5,78	16,44	52,09	7,19	6,52
	2012	15,92	5,59	16,44	52,42	7,73	7,40
	2013	15,24	5,75	16,42	46,90	8,88	6,76
Kab. Banyumas	2010	20,2	5,77	15,55	50,94	6,70	7,37
	2011	21,11	5,95	15,57	49,98	7,50	4,95
	2012	19,44	5,88	15,68	50,08	7,95	5,06
	2013	18,44	6,71	15,74	47,14	8,78	5,46

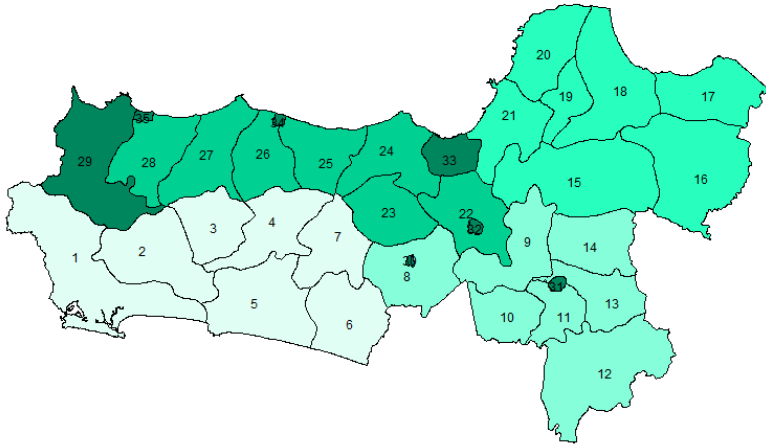
Kab. Purbalingga	2010	24,58	5,67	8,49	56,77	6,95	3,82
	2011	23,06	6,03	8,50	55,10	7,65	5,54
	2012	21,19	6,26	8,58	53,12	8,19	5,14
	2013	20,53	5,66	8,62	54,49	8,97	5,72
Kab. BanjarNEGARA	2010	19,17	4,89	8,69	58,90	6,62	3,10
	2011	20,38	4,92	8,70	50,86	7,30	5,57
	2012	18,87	5,25	8,72	53,09	7,65	3,76
	2013	18,71	5,28	8,72	48,58	8,35	4,17
Kab. Kebumen	2010	22,7	4,15	11,60	60,27	7,00	8,02
	2011	24,06	4,23	11,62	53,26	7,28	5,18
	2012	22,40	5,59	11,57	52,31	7,70	3,66
	2013	21,32	4,20	11,53	55,88	8,35	3,58
Kab. Purworejo	2010	16,61	5,01	6,95	56,70	7,19	3,40
	2011	17,51	5,02	6,96	51,04	7,55	4,57
	2012	16,32	5,04	6,93	53,79	8,09	3,28
	2013	15,44	4,99	6,91	51,29	8,49	5,11
Kab. Wonosobo	2010	23,15	4,29	7,55	56,84	7,15	4,04
	2011	24,21	4,52	7,56	53,18	7,75	5,74
	2012	22,50	5,14	7,55	49,57	8,25	5,37
	2013	22,08	4,98	7,54	50,67	8,80	5,83
Kab. Magelang	2010	14,14	4,51	11,82	54,69	7,52	2,97
	2011	15,18	4,27	11,83	52,46	8,03	5,98
	2012	13,97	5,84	11,93	51,73	8,70	4,47
	2013	13,96	5,60	11,97	53,98	9,42	6,22
Kab. Boyolali	2010	13,72	3,60	9,31	53,13	7,48	3,90
	2011	14,97	5,28	9,32	47,73	8,01	5,24
	2012	13,88	5,66	9,33	44,98	8,36	4,52
	2013	13,27	5,43	9,32	44,00	8,95	5,46
Kab. Klaten	2010	17,47	1,73	11,30	55,27	7,35	4,50
	2011	17,95	1,96	11,32	51,30	7,66	6,21
	2012	16,71	5,54	11,28	51,11	8,12	3,66
	2013	15,60	5,79	11,26	47,96	8,72	5,38
Kab. Sukoharjo	2010	10,94	4,65	8,24	49,09	7,70	7,4
	2011	11,13	4,59	8,26	45,94	7,91	5,48

	2012	10,15	5,03	8,41	48,09	8,43	5,98
	2013	9,87	5,01	8,35	47,07	9,02	5,99
Kab. Wonogiri	2010	15,67	5,87	9,29	57,28	6,95	4,70
	2011	15,74	2,24	9,30	50,77	7,30	3,41
	2012	14,67	5,87	9,26	51,75	7,75	3,60
	2013	14,02	4,36	9,23	52,83	8,30	3,65
Kab. Karanganyar	2010	13,98	5,42	8,13	48,97	7,61	6,62
	2011	15,29	5,50	8,14	45,59	8,02	5,51
	2012	14,07	5,82	8,21	43,84	8,46	5,79
	2013	13,58	5,38	8,23	49,58	8,97	3,82
Kab. Sragen	2010	17,49	6,09	8,58	54,03	7,24	4,09
	2011	17,95	6,53	8,59	49,12	7,60	5,69
	2012	16,72	6,6	8,56	47,42	8,10	6,00
	2013	15,93	6,64	8,54	48,46	8,64	5,70
Kab. Grobogan	2010	17,86	5,05	13,09	57,87	6,88	4,60
	2011	17,38	3,59	13,11	55,11	7,35	5,20
	2012	16,13	6,16	13,10	52,02	7,85	4,33
	2013	14,87	4,59	13,09	55,26	8,42	6,05
Kab. Blora	2010	16,27	5,19	8,30	56,57	7,42	5,49
	2011	16,24	2,59	8,31	54,51	8,16	6,11
	2012	15,1	5,00	8,29	51,98	8,56	4,88
	2013	14,64	4,91	8,27	46,85	9,32	6,25
Kab. Rembang	2010	23,40	4,45	5,91	58,16	7,02	4,89
	2011	23,71	4,40	5,92	56,42	7,58	5,92
	2012	21,88	4,88	5,95	51,17	8,16	5,80
	2013	20,97	5,03	5,96	55,05	8,96	5,98
Kab. Pati	2010	14,48	5,11	11,91	57,72	7,33	6,22
	2011	14,69	5,43	11,93	52,85	7,70	7,37
	2012	13,61	5,92	11,94	53,78	8,38	12,2
	2013	12,94	5,72	11,93	51,41	9,28	7,30
Kab. Kudus	2010	9,01	4,17	7,77	51,90	7,75	6,22
	2011	9,45	4,21	7,79	44,09	8,40	6,21
	2012	8,63	4,33	7,91	48,14	8,89	5,85
	2013	8,62	4,68	7,95	47,46	9,90	8,01

Kab. Jepara	2010	10,18	4,52	10,97	56,52	7,02	4,56
	2011	10,32	5,44	10,99	50,17	7,58	6,26
	2012	9,38	5,79	11,20	48,56	8,00	4,20
	2013	9,23	5,77	11,30	51,07	8,75	6,28
Kab. Demak	2010	18,76	4,12	10,56	58,31	8,13	5,69
	2011	18,21	4,48	10,57	51,24	8,48	5,70
	2012	16,73	4,64	10,68	51,55	8,93	8,44
	2013	15,72	4,62	10,72	51,11	9,95	7,04
Kab. Semarang	2010	10,5	4,90	9,31	53,34	8,24	6,25
	2011	10,3	5,56	9,32	48,68	8,80	6,12
	2012	9,40	6,02	9,48	45,93	9,42	4,88
	2013	8,51	5,62	9,55	50,30	10,51	3,89
Kab. Temanggung	2010	13,46	4,31	7,09	53,33	7,10	3,60
	2011	13,38	4,65	7,10	46,42	7,79	5,24
	2012	12,32	5,04	7,15	50,49	8,66	3,40
	2013	12,42	5,02	7,17	53,78	9,40	4,86
Kab. Kendal	2010	14,47	5,97	9,00	55,14	7,80	5,57
	2011	14,26	5,99	9,02	48,08	8,44	5,59
	2012	13,17	5,54	9,06	48,55	8,93	6,34
	2013	12,68	5,24	9,08	51,16	9,53	6,42
Kab. Batang	2010	14,67	4,97	7,07	54,47	7,45	6,48
	2011	13,47	5,26	7,08	56,25	8,05	5,91
	2012	12,40	5,02	7,13	57,66	8,80	5,90
	2013	11,96	5,17	7,15	58,08	9,70	6,98
Kab. Pekalongan	2010	16,29	4,27	8,39	59,30	7,60	4,04
	2011	15,00	4,77	8,40	55,73	8,10	6,12
	2012	13,85	5,32	8,43	57,25	8,73	5,07
	2013	13,51	5,45	8,44	57,02	9,62	4,75
Kab. Pemasang	2010	19,96	4,94	12,61	65,09	6,75	11,45
	2011	20,68	4,83	12,63	61,74	7,25	6,33
	2012	19,27	5,28	12,58	61,48	7,93	4,82
	2013	19,27	5,41	12,55	59,67	9,08	6,55
Kab. Tegal	2010	13,11	4,83	13,95	57,13	6,87	7,48
	2011	11,54	4,81	13,97	58,91	7,25	6,89

	2012	10,75	5,25	13,91	56,98	7,95	6,05
	2013	10,58	5,81	13,86	56,91	8,50	6,93
Kab. Brebes	2010	23,01	4,94	17,34	62,79	6,81	8,21
	2011	22,72	4,97	17,36	51,96	7,17	6,63
	2012	21,12	5,21	17,33	56,38	7,75	8,20
	2013	20,82	5,06	17,29	57,98	8,59	9,54
Kota Magelang	2010	10,51	6,12	1,18	46,34	7,45	13,28
	2011	11,06	5,48	1,18	46,17	7,95	8,28
	2012	10,31	6,48	1,18	42,47	8,37	8,71
	2013	9,80	5,91	1,18	45,13	9,02	6,80
Kota Surakarta	2010	13,96	5,94	4,99	42,09	7,85	8,73
	2011	12,9	6,04	5,00	42,37	8,26	6,36
	2012	12,00	6,12	4,99	39,90	8,64	6,07
	2013	11,74	5,89	4,98	38,72	9,16	7,18
Kota Salatiga	2010	8,28	5,01	1,70	45,05	8,03	10,22
	2011	7,80	5,26	1,71	42,94	8,43	6,39
	2012	7,11	5,94	1,74	43,23	9,01	6,69
	2013	6,40	6,14	1,75	46,05	9,74	6,20
Kota Semarang	2010	5,12	5,87	15,56	42,98	9,40	8,98
	2011	5,68	6,41	15,58	40,75	9,61	6,92
	2012	5,13	6,42	16,00	43,36	9,92	5,82
	2013	5,25	6,2	16,15	37,29	12,09	5,96
Kota Pekalongan	2010	9,36	5,51	2,81	50,21	7,60	7,00
	2011	10,04	5,45	2,82	54,77	8,10	7,29
	2012	9,47	5,60	2,84	54,34	8,96	7,44
	2013	8,26	5,89	2,78	54,71	9,80	5,28
Kota Tegal	2010	10,62	4,61	2,40	51,94	7,00	14,22
	2011	10,81	4,58	2,40	47,15	7,35	7,14
	2012	10,04	5,07	2,39	49,60	7,95	8,49
	2013	8,84	4,93	2,39	45,23	8,60	9,25

### Lampiran 3. Peta Provinsi Jawa Tengah



No.	Kabupaten/Kota	No.	Kabupaten/Kota
1	Kab. Cilacap	19	Kab. Kudus
2	Kab. Banyumas	20	Kab. Jepara
3	Kab. Purbalingga	21	Kab. Demak
4	Kab. Banjarnegara	22	Kab. Semarang
5	Kab. Kebumen	23	Kab. Temanggung
6	Kab. Purworejo	24	Kab. Kendal
7	Kab. Wonosobo	25	Kab. Batang
8	Kab. Magelang	26	Kab. Pekalongan
9	Kab. Boyolali	27	Kab. Pemalang
10	Kab. Klaten	28	Kab. Tegal
11	Kab. Sukoharjo	29	Kab. Brebes
12	Kab. Wonogiri	30	Kota Magelang
13	Kab. Karanganyar	31	Kota Surakarta
14	Kab. Sragen	32	Kota Salatiga
15	Kab. Grobogan	33	Kota Semarang
16	Kab. Blora	34	Kota Pekalongan
17	Kab. Rembang	35	Kota Tegal
18	Kab. Pati		

#### Lampiran 4. Sintaks Program Spasial Data Panel *Fixed Effect*

```
% Input Data %
[namaFile,namaPath]=uigetfile({'*.xls;*.xlsx','File
      Data (*.xls;*.xlsx)'});
data=xlsread(fullfile(namaPath,namaFile));
id=data(:,1);
y = data(:, [3:end]);
x = y(:,2:end);
K = size(x,2);
m = size(x,1);
y1=y(:,1);
y2=sortrows(data,2);
y3=y2(:,3);
x3=y2(:, [4:end]);

% Input Pembobot %
[nameFile,namePath]=uigetfile({'*.xls;*.xlsx','File
      Data (*.xls;*.xlsx)'});
metrik=xlsread(fullfile(namePath,nameFile));
W1=metrik;
W=normw(W1);

% Proses Analisis %
results = ppooled(y);
prt_panel(results);
lmlag = lmlag_result(W,results,x,y1,T,N);
LM_lag = lmlag.LMlag;
Prob2 = lmlag.Prob2;
lmerror = lmerror_result(W,results,x,T);
LM_error = lmerror.LMerror;
Prob1 = lmerror.Prob1;
xconstant=ones(N*T,1);
info.model = 0;
info.fe = 0;
info.lfag = 0;
results1 = sar_panel_FE(y3,[xconstant x3],W,T,info);
logliklag=results1.lik;
results4=sem_panel_FE(y3,[xconstant x3],W,T,info);
loglikerror=results4.lik;
info.model=1;
info.fe=1;
results2=sar_panel_FE(y3,x3,W,T,info);
logliklagfe=results2.lik;
```

```

blagfe=results2.parm(1:end-1);
gof2=results2.rsqr;
results5=sem_panel_FE(y3,x3,W,T,info);
berrorfe=results5.parm(1:end-1);
loglikerrorfe=results5.lik;
gof5=results5.rsqr;
LR_sarfe=-2*(logliklag-logliklagfe);
dof2=N-1;
prob_sarfe=1-chis_prb(LR_sarfe,dof2);
LR_semfe=-2*(loglikerror-loglikerrorfe);
dof5=N-1;
prob_semfe=1-chis_prb(LR_semfe,dof5);
prtsp(results2,[],1);
fprintf(1,'LRtest of SAR FE =%9.4f,%6d,%9.4f\n',LR_sarfe,
dof2,prob_sarfe);
prtsp(results5,[],1);
fprintf(1,'LRtest of SEM FE =%9.4f,%6d,%9.4f\n',LR_semfe,
dof5,prob_semfe);

```

∨



# TENTANG PENULIS

## REZZY EKO CARAKA



Rezzy Eko Caraka lahir pada 27 January 1994 di Tanjung Balai Karimun Provinsi Kepulauan Riau. Dengan Riwayat Pendidikan S1 Statistika Universitas Diponegoro dengan masa studi 3 tahun 5 bulan pada tahun 2015. Kemudian melanjutkan Master by research School of Mathematical Sciences Faculty of Science and Technology The National

University of Malaysia dengan bidang riset data science.

Rezzy memiliki sertifikat professional sebagai data scientist oleh:

1. Deep Neural Network Deployment by Deep Learning Institute NVIDIA, 2017
2. Deep Learning For Image Segmentation by Deep Learning Institute NVIDIA, 2017
3. Targeted Genotyping: Data Analysis in R by BIOREALM Genetics And Data Science USA, 2017(<https://biorealm.ai/>)
4. Wearable Health Data Analysis by BIOREALM Genetics and Data Science USA, BioRealm, LLC 2017 (<https://biorealm.ai/>)
5. Machine Learning in Genomics by BIOREALM Genetics and Data Science USA, BioRealm, LLC.16 October 2017 (<https://biorealm.ai/>)

Pada Agustus 2017 Rezzy Mendapatkan penghargaan dari Malaysia Digital Economy Corporation (MDEC) pada kegiatan Big Data Analysis in Medicine dan Best Talent JALUMA@4.0 Ministry of Higher Education Malaysia. Rezzy telah menerbitkan buku berjudul “Geographically Weighted Regression

(GWR): Sebuah Pendekatan Regresi Geografis” oleh MOBIUS Graha Ilmu Yogyakarta. ISBN:978-602-19479-7-5. Rezzy aktif sebagai research assistant BDSRC BINUS, research assistant di School of Mathematical Sciences The National University of Malaysia dan juga Research Development and Knowledge Management Data Science Indonesia (DSI). Pembaca bisa mengunjungi laman pribadi penulis di [www.rezzyekocaraka.com](http://www.rezzyekocaraka.com) atau laman researchgate. <https://www.researchgate.net/profile/RezzyCaraka2>

## HASBI YASIN



Lahir di Pekalongan, Jawa Tengah pada 17 Desember 1982. Menyelesaikan program sarjana di Matematika FMIPA Universitas Diponegoro pada tahun 2005 dengan penelitian Estimasi Regresi Non Parametrik dengan Metode Wavelet Shrinkage pada Model Rancangan

Tetap dan Magister Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya pada tahun 2009 dengan penelitian Model *Mixed Geographically Weighted Regression* (Studi Kasus: Persentase Rumah Tangga Miskin di Kabupaten Mojokerto Tahun 2008) dan mendapatkan penghargaan sebagai wisudawan terbaik.

Hasbi Yasin merupakan Dosen di Departemen Statistika FSM UNDIP dengan bidang keahlian statistika Spatial, komputasi statistika. Ia juga mengampu mata kuliah Teknik Simulasi, Metode Numerik dan Teori Antrian. Selama menjadi tenaga pendidik Ia aktif melakukan penelitian antara lain didanai oleh Dana Swakelola BKP Provinsi Jawa Tengah (2012), DIPA PNBK FMIPA UNDIP (2012-sekarang), Penelitian Fundamental DIKTI, Penelitian Hibah Bersaing

DIKTI. Ia bersama mahasiswa bimbingannya juga membuat buku tentang Geographically Weighted Regression (GWR): Sebuah kajian regresi geografis dan buku ke-2 ini berjudul Statistika Data Panel merupakan lanjutan dari buku tersebut.



**Penerbit WADE**  
www.buatbuku.com



**Jika berminat menjadi agen buku ini,**

Silahkan menghubungi E-mail : [marketing@buatbuku.com](mailto:marketing@buatbuku.com)  
atau Nomor HP kantor kami : **0821-3954-7339**

*Akan mendapatkan keuntungan menarik...*