

**PERBANDINGAN *SPATIAL AUTOREGRESSIVE MODEL* (SAR) DAN
SPATIAL ERROR MODEL (SEM) DENGAN PEMBOBOTAN *QUEEN*
CONTIGUITY PADA GINI RASIO PROVINSI LAMPUNG**

(Skripsi)

Oleh

IRMA NUR AZIZAH



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2025**

ABSTRACT

COMPARISON OF SPATIAL AUTOREGRESSIVE MODEL (SAR) AND SPATIAL ERROR MODEL (SEM) WITH QUEEN CONTIGUITY WEIGHTED ON GINI RATIO OF LAMPUNG PROVINCE

BY

IRMA NUR AZIZAH

Gini Ratio is an important issue that can affect social stability and economic growth of a region. This study aims to analyze the factors that influence the Gini ratio in Lampung Province in 2023 using a spatial regression approach. The models used are the Spatial Autoregressive Model (SAR) and the Spatial Error Model (SEM) with queen contiguity spatial weighting. The data used are secondary data from the Central Statistics Agency. The estimation results show indications of spatial dependency between regions in Lampung Province, so the spatial regression model is more appropriate to use than the classical linear regression model. The best model is determined based on the Akaike's Information Criterion (AIC) value. Further analysis shows that there are several significant factors that influence the Gini ratio, including the Human Development Index and the Open Unemployment Rate. These findings are expected to be the basis for formulating policies to reduce income inequality and increase equitable development in Lampung Province.

Keyword: Gini Ratio, Spatial Regression, Spatial Autoregressive Model (SAR), Spatial Error Model (SEM), Queen Contiguity, Lampung Province.

ABSTRAK

PERBANDINGAN *SPATIAL AUTOREGRESSIVE MODEL* (SAR) DAN *SPATIAL ERROR MODEL* (SEM) DENGAN PEMBOBOTAN *QUEEN CONTIGUITY* PADA GINI RASIO PROVINSI LAMPUNG

OLEH

IRMA NUR AZIZAH

Gini Rasio merupakan isu penting yang dapat memengaruhi stabilitas sosial dan pertumbuhan ekonomi suatu wilayah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi gini rasio di Provinsi Lampung tahun 2023 dengan menggunakan pendekatan regresi spasial. Model yang digunakan adalah *Spatial Autoregressive Model* (SAR) dan *Spatial Error Model* (SEM) dengan pembobot spasial *Queen Contiguity*. Data yang digunakan merupakan data sekunder dari Badan Pusat Statistik. Hasil estimasi menunjukkan adanya indikasi dependensi spasial antar wilayah di Provinsi Lampung, sehingga model regresi spasial lebih tepat digunakan dibandingkan model regresi linier klasik. Model terbaik ditentukan berdasarkan nilai *Akaike's Information Criterion* (AIC). Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa terdapat beberapa faktor signifikan yang memengaruhi gini rasio, antara lain Indeks pembangunan Manusia dan Tingkat Pengangguran Terbuka. Temuan ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam perumusan kebijakan untuk mengurangi ketimpangan pendapatan dan meningkatkan pemerataan pembangunan di Provinsi Lampung.

Kata Kunci: Gini Rasio, Regresi Spasial, *Spatial Autoregressive Model* (SAR), *Spatial Error Model* (SEM), *Queen Contiguity*, Provinsi Lampung

**PERBANDINGAN *SPATIAL AUTOREGRESSIVE MODEL* (SAR) DAN
SPATIAL ERROR MODEL (SEM) DENGAN PEMBOBOTAN *QUEEN*
CONTIGUITY PADA GINI RASIO PROVINSI LAMPUNG**

Oleh

IRMA NUR AZIZAH

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA MATEMATIKA**

**Pada
Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

Judul Skripsi : **PERBANDINGAN *SPATIAL*
AUTOREGRESSIVE MODEL (SAR) DAN
SPATIAL ERROR MODEL (SEM) DENGAN
PEMBOBOTAN *QUEEN CONTIGUITY* PADA
GINI RASIO PROVINSI LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : **Irma Nur Azizah**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2117031037**

Jurusan : **Matematika**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Widiarti, S.Si., M.Si.
NIP. 198005022005012003


Dina Eka Nurvazly, S.Pd., M.Si.
NIP. 199311062019032018

2. Ketua Jurusan Matematika


Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.
NIP. 197403162005011001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: **Widiarti, S.Si., M.Si.**



Sekretaris

: **Dina Eka Nurvazly, S.Pd., M.Si.**



Penguji

Bukan Pembimbing

: **Prof. Dr. Mustofa Usman, M.A., Ph.D.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **20 Mei 2025**

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Irma Nur Azizah
Nomor Pokok Mahasiswa : 2117031037
Jurusan : Matematika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : Perbandingan *Spatial Autoregressive Model* (SAR) dan *Spatial Error Model* (SEM) Dengan Pembobotan *Queen Contiguity* pada Gini Rasio Provinsi Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 20 Mei 2025



Irma Nur Azizah
NPM. 2117031037

RIWAYAT HIDUP PENULIS

Penulis bernama Irma Nur Azizah, lahir di Jojog pada tanggal 04 Juli 2003. Penulis merupakan anak kedua dari pasangan Bapak Waluyo dan Ibu Yuliatin.

Penulis memulai pendidikan formal di SDN 1 Jojog dan lulus pada tahun 2015. Kemudian melanjutkan pendidikan di SMPN 04 Metro dan lulus pada tahun 2018. Setelah itu, penulis menempuh pendidikan menengah atas di SMAN 03 Metro, dan lulus pada tahun 2021. Pada tahun yang sama, penulis diterima sebagai mahasiswa di Program Studi S1 Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjalani masa perkuliahan, penulis aktif dalam berbagai kegiatan organisasi dan kepanitiaan, seperti Himpunan Mahasiswa Matematika (HIMATIKA) pada tahun 2022, serta menjadi anggota beberapa divisi dalam kegiatan kemahasiswaan dan sosial. Di antaranya, penulis pernah menjadi staf divisi materi pada kegiatan Senyum Anak Nusantara (SAN) pada tahun 2023–2024 dan menjadi anggota program SMARTLY dalam kegiatan volunteer Star Community pada tahun 2024. Penulis juga telah melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Dinas Ketahanan Pangan, Tanaman Pangan, dan Hortikultura Provinsi Lampung, serta mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) sebagai bentuk pengabdian kepada masyarakat pada 25 Juni – 3 Agustus 2024 di Desa Donomulyo, Kecamatan Bumi Agung, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung, dengan berkontribusi aktif dalam program pemberdayaan dan pendidikan masyarakat desa.

KATA INSPIRASI

”Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan,
sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”
(QS. Al Insyirah: 5-6)

”Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”
(Al Baqarah: 286)

”Hatiku tenang karena mengetahui bahwa apa yang melewatkan tidak akan pernah
menjadi takdirku, dan apa yang ditakdirkan untukku tidak akan pernah
melewatkanku”
(Umar Bin Khattab)

Dan saat engkau menginginkan sesuatu,
seluruh jagat raya bersatu padu untuk membantu meraihnya
(Paulo Coelho)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil' alamin, segala puji syukur kepada Allah SWT atas nikmat dan karunia-nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Dengan kerendahan hati kupersembahkan karya kecilku untuk:

Kedua orang tuaku Bapak Dakun dan Ibu Pujiyani:

Bapak dan Ibu tersayang terimakasih karena telah menjadi sumber kekuatan, doa, dan semangatku. Terima kasih atas setiap tetes keringat, kasih tanpa syarat, dan doa yang tak pernah putus. Tanpa restu dan dukungan kalian, langkah ini tak akan sampai sejauh ini. Capaian ini adalah buah dari segala pengorbanan dan cinta tulus kalian.

Bapak Ibu Dosen Pembimbing dan Pembahas:

Ucapan terima kasih saya sampaikan kepada Bapak/Ibu Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta motivasi selama proses penyusunan penelitian ini. Saya sangat menghargai kesabaran, ilmu, dan waktu yang telah Bapak/Ibu curahkan demi kelancaran dan keberhasilan penelitian ini.

Keluarga Besar dan Sahabat-Sahabatku Tercinta:

Saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada keluarga besar dan sahabat tercinta, yang senantiasa memberikan dukungan, kasih sayang, dan semangat yang tak pernah surut. Kehadiran kalian menjadi kekuatan utama dalam setiap tahapan perjalanan ini.

Almamater Tercinta, Universitas Lampung

SANWACANA

Alhamdulillah, segala puji dan syukur, penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “ Perbandingan *Spatial Autoregressive Model* (SAR) dan *Spatial Error Model* (SEM) Dengan Pembobotan *Queen Contiguity* pada Gini Rasio Provinsi Lampung” Shalawat beserta salam senantiasa tercurah kepada baginda Nabi Muhammad SAW, suri tauladan untuk kita semua, semoga dikemudian hari mendapat syafaat dari beliau..

Terselesaikannya skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan kerja sama berbagai pihak yang selalu memeberikan bimbingan, saran, semangat maupun motivasi sehingga skripsi ini terselesaikan dengan tepat pada waktunya. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada:

1. Ibu Widiarti, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing I atas kesediannya meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan kritik, saran, dan pengarahan kepada penulis dalam menyelesaikan studi dan skripsi ini.
2. Ibu Dina Eka Nurvazly, S.Pd., M.Si., selaku Pembimbing II yang dengan sabar membimbing, memberi perhatian, dan membagi ilmu serta membantu penulis menyelesaikan laporan kerja praktik ini.
3. Bapak Prof. Dr. Mustofa Usman, M.A., Ph.D. selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan arahan serta kritik dan saran yang membantu dalam memperbaiki skripsi ini.
4. Bapak Aang Nuryaman, S.Si., M.Si selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
5. Bapak Ir. Warsono, PH.D., M.S., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Akademik atas kesediaannya memberikan arahan serta dukungan selama penyelesaian studi ini.
6. Kedua orang tua, Mba Iftah, Kakek, Nenek serta seluruh Saudara-saudara saya yang telah memotivasi penulis untuk terus berjuang menyelesaikan Laporan ini. Terima Kasih atas segala doa, nasihat, dukungan, semangat dan perjuangan yang besar untuk penulis.
7. Dede, Dita, Hana, Citra, Windi, Cindi, Syarli, Damai, Lusi, Ida, Amanda, Siska, Rosa, Shelvi selaku partner dan teman yang menemani penulis dalam pelaksanaan

menulis skripsi serta yang telah membantu, memberi semangat, dan memotivasi penulis untuk terus berjuang menyelesaikan skripsi ini.

8. Seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi yang tidak dapat disebutkan.

Akhir kata, Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan karena masih terbatasnya kemampuan, pengalaman, dan pengetahuan penulis dalam penyusunan skripsi ini, akan tetapi sedikit harapan semoga skripsi yang sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 20 Mei 2025
Penulis,

Irma Nur Azizah
NPM. 2117031037

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Analisis Linier Berganda	5
2.2 Uji Asumsi Klasik.....	5
2.2.1 Uji Normalitas.....	5
2.2.2 Uji Homoskedastisitas	6
2.2.3 Uji Autokorelasi.....	7
2.2.4 Multikolinieritas.....	8
2.3 Matriks Pembobotan Spasial	9
2.4 Regresi Spasial	12
2.5 Uji Dependensi Spasial.....	14
2.5.1 Uji <i>Moran 'I</i>	14
2.5.2 <i>Lagrange Multiplier</i>	15
2.6 <i>Spatial Autoregressive Model (SAR)</i>	17
2.6.1 Estimasi Parameter SAR.....	18
2.7 <i>Spatial Error Model (SEM)</i>	19
2.7.1 Estimasi Parameter SEM	20
2.8 Uji Signifikansi Parameter SAR dan SEM.....	22
2.9 Pemilihan Model Terbaik	22

2.10 Gini Rasio.....	23
2.11 Tingkat Pengangguran Terbuka	24
2.12 Indeks Pembangunan Manusia	24
2.13 Pengeluaran Perkapita	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.2 Data Penelitian.....	25
3.3 Metode Penelitian.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Analisis Deskriptif Gini Rasio di Provinsi Lampung	29
4.2 Uji Asumsi Klasik.....	32
4.2.1 Uji Normalitas.....	33
4.2.2 Uji Homoskedastisitas	34
4.2.3 Uji Autokorelasi.....	35
4.2.4 Uji Multikolinieritas	35
4.3 Matriks Pembobot Spasial <i>Queen Contiguity</i>	36
4.4 Uji Dependensi Spasial.....	39
4.4.1 <i>Moran 'I</i>	40
4.4.2 <i>Lagrange Multiplier</i>	41
4.5 Pemodelan <i>Spatial Autoregressive Model (SAR)</i>	42
4.5.1 Estimasi parameter <i>Spatial Autoregressive Model (SAR)</i>	43
4.5.1 Estimasi parameter <i>Spatial Error Model (SEM)</i>	44
4.6 Uji Signifikan Parameter	46
4.6.1 Uji Signifikan Parameter Model SAR	46
4.6.2 Uji Signifikan Parameter Model SEM.....	48
4.7 Pemilihan Model Terbaik	49
V KESIMPULAN.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....	52
LAMPIRAN	55

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Gini Rasio.....	23
4.1. Data Gini Rasio Provinsi Lampung	30
4.2. Statistika Deskriptif.....	31
4.3. Uji Normalitas Kolmogorov- Smirnov	33
4.4. Uji Homoskedastisitas	34
4.5. Uji Autokolerasi	35
4.6. Uji Multikolenieritas	36
4.7. Wilayah Ketetanggaan Provinsi Lampung.....	37
4.8. Indeks Moran	40
4.9. Uji <i>Lagrange Multiplier</i>	42
4.10. Estimasi Parameter Model SAR.....	43
4.11. Estimasi Parameter Model SEM	44
4.12. Uji Wald SAR.....	47
4.13. Uji Wald SEM	48
4.14. Uji Kebaikan Model	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. <i>Queen Contiguity</i>	11
2.2. <i>Rook Contiguity</i>	11
2.3. <i>Bishop Contiguity</i>	11
3.1. Diagram Alir.....	28
4.1. Gini Rasio.....	32

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Analisis regresi linier adalah metode yang digunakan untuk melihat ada atau tidaknya pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat. Secara umum, analisis regresi dikembangkan menjadi tiga. Pertama adalah regresi linier sederhana, yang digunakan untuk mengetahui hubungan linier antar dua variabel yaitu satu variabel bebas dan satu variabel terikat. Kedua merupakan regresi linier berganda, yang berfungsi untuk mengetahui hubungan linier dari satu variabel terikat dan lebih dari satu variabel bebas. Kemudian yang terakhir terdapat regresi nonlinier yaitu regresi yang digunakan untuk mengetahui apakah variabel bebas dan variabel terikat memiliki hubungan yang bersifat nonlinier (Gujarati, 2004).

Regresi linier dapat dikembangkan menjadi analisis regresi spasial yang bekerja apabila terdapat pengaruh lokasi dalam analisisnya. Pendekatan dengan regresi spasial sering digunakan apabila wilayah satu dengan wilayah lain yang berdekatan memiliki korelasi, yang disebut dengan dependensi spasial. Terdapat beberapa model regresi spasial yang seringkali digunakan, yaitu *Spatial Autoregressive Model* (SAR), *Spatial Error Model* (SEM), dan *Spatial Autoregressive Moving Average* (SARMA). *Spatial Autoregressive Model* (SAR) merupakan model regresi dengan variabel bebasnya terdapat korelasi spasial, sedangkan *Spatial Error Model* (SEM) merupakan model regresi dengan *error*-nya terdapat korelasi spasial. Model SARMA merupakan gabungan dari model SAR dan SEM (Anselin, 1988).

Bagian dasar dari analisis spasial adalah matrik pembobotan spasial yang menggambarkan hubungan antara satu wilayah dengan wilayah lainnya (Grasa, 1989). Ada beberapa cara untuk menentukan matrik pembobotan spasial. Salah satunya adalah dengan menggunakan pendekatan area berupa kedekatan antar wilayah yang dapat ditentukan dengan beberapa cara, yaitu *rook contiguity*, *bishop contiguity*, dan *queen contiguity*. Bobot matrik spasial ditentukan dengan melihat posisi teritorial suatu wilayah apakah berada di tepi wilayah tersebut dengan posisi wilayah lain di sekitarnya. *Rook contiguity* digunakan untuk wilayah yang bersebelahan dengan wilayah lain. *Bishop contiguity* digunakan untuk wilayah yang titik sudutnya berbatasan dengan wilayah lain. Sedangkan *queen contiguity* digunakan untuk wilayah yang bersebelahan atau berada di sudut wilayah lain (LeSage & Pace, 2009).

Gini rasio adalah ukuran yang digunakan untuk mengukur suatu ketimpangan pendapat pada suatu wilayah, nilainya berkisar antara nol sampai dengan satu. Nilai pada gini rasio dibagi menjadi tiga. Gini rasio termasuk dalam kategori rendah apabila nilai gini rasionya kurang dari 0,3. Gini rasio termasuk dalam kategori sedang atau moderat apabila nilai gini rasionya berkisaran pada angka 0,3 sampai dengan 0,5. Gini rasio termasuk dalam kategori tinggi apabila nilai gini rasionya di atas 0,5. Nilai gini rasio yang tinggi menggambarkan bahwa pendapatan pada wilayah tersebut sangat tidak merata dan penduduk kaya dan miskin memiliki jarak yang sangat jauh (Oshima, 1976).

Gini rasio di Provinsi Lampung pada tahun 2022 tercatat sebesar 0,352 dan pada tahun 2023 tercatat sebesar 0,359. Hal ini menunjukkan bahwa ketimpangan pendapatan di Provinsi Lampung semakin meningkat. Peningkatan gini rasio menunjukkan bahwa kesenjangan antara penduduk kaya dan penduduk miskin semakin lebar. Hal ini dapat memicu ketidakpuasan sosial dan meningkatkan risiko konflik sosial. Ketimpangan yang tinggi dapat menunjukkan bahwa manfaat pertumbuhan ekonomi tidak terdistribusi secara merata. Sebagian besar manfaat mungkin hanya dinikmati oleh kelompok tertentu, sementara kelompok lain

tertinggal. Hal ini memperlambat upaya pembangunan, karena sebagian besar masyarakat tidak memiliki akses yang memadai terhadap pendidikan, kesehatan, dan kesempatan ekonomi (BPS, 2024).

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya, metode regresi spasial telah digunakan untuk menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi gini rasio di berbagai wilayah. Jelita (2020) menerapkan matriks pembobot jarak *k-nearest neighbour* dan *distance band* dalam regresi panel spasial pada gini rasio di Jawa Timur, dan menyimpulkan bahwa model SEM dengan pembobotan *k-nearest neighbour* merupakan model terbaik, meskipun disarankan untuk mencoba metode pembobotan lainnya. Selanjutnya, Kurnianto dkk (2021) juga menggunakan SEM dalam memodelkan tingkat pengangguran terbuka, yang menunjukkan bahwa usia harapan hidup dan harapan lama sekolah berpengaruh signifikan. Penelitian lain oleh Nada (2022) mengenai perbandingan matriks pembobot spasial menggunakan metode SAR pada kasus *stunting* balita di Indonesia menemukan bahwa nilai *Akaike's Information Criterion* (AIC) pada pembobotan menggunakan *queen contiguity* lebih besar dibandingkan dengan pembobotan menggunakan *inverse distance*. Hal ini mengindikasikan bahwa pembobotan *queen contiguity* memberikan performa model yang lebih baik dalam menganalisis pola spasial kasus *stunting* balita. Zidni dkk (2021) meneliti mengenai penerapan SAR untuk mengetahui faktor-faktor yang memengaruhi kriminalitas, yang menunjukkan faktor yang memengaruhi kriminalitas di Jawa Tengah adalah tingkat pengangguran terbuka. Akolo (2022) melakukan penelitian mengenai perbandingan matriks pembobot *rook* dan *queen contiguity* dalam analisis *Spatial Autoregressive Model* (SAR) dan *Spatial Error Model* (SEM) pada tingkat *stunting* di Indonesia menghasilkan faktor yang berpengaruh signifikan pada model SAR adalah jumlah penduduk miskin, sedangkan faktor yang berpengaruh signifikan pada model SEM adalah jumlah imunisasi dasar lengkap.

Berdasarkan uraian tersebut, penulis tertarik melakukan penelitian mengenai gini rasio di Provinsi Lampung dengan menggunakan pembobot *queen contiguity* dengan model regresi spasial. Model yang dihasilkan adalah model SAR dan SEM. Selanjutnya dilakukan analisis untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi gini rasio di Lampung pada tahun 2023. Harapannya, penelitian ini dapat memberikan wawasan yang lebih dalam terkait ketimpangan di Provinsi Lampung.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis model regresi spasial SAR dan SEM dengan menggunakan matriks pembobotan *queen contiguity* untuk menentukan model yang paling tepat dalam menggambarkan gini rasio di Provinsi Lampung.
2. Menentukan faktor – faktor yang memengaruhi gini rasio di Provinsi Lampung dengan menggunakan uji *wald*.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat memperkaya literatur mengenai model spasial dan analisis ketimpangan ekonomi (gini rasio) dengan pendekatan *modern*, yaitu mempertimbangkan hubungan spasial antar wilayah yang paling tepat dalam menggambarkan gini rasio di Provinsi Lampung.
2. Dengan mengetahui faktor-faktor yang memengaruhi gini rasio, pemerintah dapat menyusun kebijakan yang lebih terfokus pada aspek-aspek signifikan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisis Linier Berganda

Regresi linier sederhana adalah model probabilistik yang menyatakan korelasi linier atau pengaruh linier dari beberapa variabel bebas terhadap satu variabel terikat dengan salah satu variabel dianggap memengaruhi variabel yang lainnya (Suryono, 2018). Bentuk umum persamaan regresi linier berganda dengan k variabel independen dapat ditulis sebagai berikut (Qudratullah, 2013):

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_p X_p + \varepsilon \quad (2.1)$$

di mana:

Y : variabel dependen

β_0 : nilai intersep pada model regresi

β_k : koefisien regresi variabel, $k = 1, 2, \dots, p$

X_k : variabel – variabel independen, $k = 1, 2, \dots, p$

ε : residual

2.2 Uji Asumsi Klasik

2.2.1 Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan salah satu uji yang harus terpenuhi dalam analisis regresi, dengan residual (sisanya dari model) berdistribusi normal. Metode yang dapat

digunakan dalam pengujian residual berdistribusi normal salah satunya adalah uji *Kolmogorov-Smirnov* (Gujarati, 2004). Pengujian statistika untuk uji *Kolmogorov-Smirnov* adalah sebagai berikut (Misbahuddin & Hasan, 2013).

i. Hipotesis:

H_0 : Residual berdistribusi normal.

H_1 : Residual tidak berdistribusi normal.

ii. Tingkat signifikansi (α)

iii. Statistik uji

$$D = \max_x |F_n(x) - F_0(x)| \quad (2.2)$$

dengan:

$F_n(x)$: Distribusi frekuensi kumulatif empiris atau yang sedang diuji.

$F_0(x)$: Distribusi frekuensi kumulatif teoritis yang dinyatakan dalam hipotesis nol.

iv. Daerah Kritis

Keputusan tolak H_0 dilakukan jika $D > D_\alpha$ atau $p - value < \alpha$.

v. Kesimpulan

2.2.2 Uji Homoskedastisitas

Uji homoskedastisitas bertujuan untuk melihat ada tidaknya kesamaan residual dari pengamatan satu dengan pengamatan yang lainnya. Apabila terdapat variansi residual dari pengamatan satu dengan pengamatan yang lainnya bersifat tetap, maka dapat disimpulkan homoskedastisitas (variansi residual sama). Untuk menguji ada atau tidaknya homoskedastisitas dalam regresi dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode, salah satunya adalah menggunakan uji Breusch Pagan (Misbahuddin & Hasan, 2013). Berikut ini merupakan pengujian hipotesisnya.

i. Hipotesis:

$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2$ (Residual bersifat homoskedastisitas).

H_1 : minimal ada satu $\sigma_n^2 \neq \sigma^2$ (Residual bersifat heterokedastisitas).

ii. Tingkat signifikansi (α)

iii. Statistik uji

$$BP = \frac{1}{2} \mathbf{f}^T \mathbf{Z} (\mathbf{Z}^T \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}^T \mathbf{f} \sim \chi_{(p)}^2 \quad (2.3)$$

dengan elemen vektor $\mathbf{f}$

$$f_i = \left(\frac{\varepsilon_i^2}{\sigma^2} - 1 \right)$$

dengan:

$\mathbf{Z}$ = matriks yang berukuran $n \times (p + 1)$ berisi vektor yang sudah distandarisasi (z) untuk setiap pengamatan.

$\varepsilon_i = Y_i - \hat{Y}_i$.

Y_i = nilai observasi aktual

$\hat{Y}_i$ = nilai observasi prediksi

$\mathbf{f}$ = vektor dari residual berukuran $n \times 1$

ε_i^2 = kuadrat residual pada pengamatan ke- i .

σ^2 = ragam dari residual ε_i .

vi. Daerah Kritis

Keputusan tolak H_0 dilakukan jika $BP > \chi_{(p)}^2$ atau $p - value < \alpha$.

v. Kesimpulan

2.2.3 Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi adalah uji yang digunakan untuk mengetahui korelasi data pengamatan yang diurutkan berdasarkan waktu sehingga muncul waktu yang dipengaruhi oleh waktu sebelumnya. Autokorelasi biasanya muncul pada data yang menggunakan runtut waktu (*time series*). Ada beberapa cara untuk mengetahui adanya korelasi atau tidak salah satunya adalah dengan menggunakan uji *Durbin-*

Watson. Berikut ini merupakan pengujian hipotesisnya (Misbahuddin & Hasan, 2013).

i. Hipotesis:

H_0 : Tidak ada autokorelasi.

H_1 : Ada autokorelasi.

ii. Tingkat signifikansi (α)

iii. Statistik uji

$$d = \frac{\sum (e_n - e_{n-1})^2}{\sum e_n^2} \quad (2.4)$$

dengan:

e = residu pada setiap data dengan $e = Y_i - \hat{Y}_i$.

Y_i = nilai observasi aktual

$\hat{Y}_i$ = nilai observasi prediksi

$n = 1, 2, 3, \dots$

vi. Daerah Kritis

Keputusan tolak H_0 dilakukan jika $d_u > d > (4 - d_u)$ atau $p - value < \alpha$.

v. Kesimpulan

2.2.4 Multikolinieritas

Uji multikolinearitas berfungsi untuk mengetahui apakah terdapat korelasi yang tinggi antar variabel-variabel bebas. Salah satu syarat yang harus dipenuhi pada analisis regresi adalah ketika tidak adanya hubungan antar variabel prediktor atau disebut tidak terjadi multikolinearitas. Hubungan antara variabel prediktor terhadap variabel respon menjadi terganggu jika terdapat korelasi yang tinggi di antara variabel-variabel prediktornya. Metode yang dapat mengidentifikasi multikolinearitas dalam model regresi adalah *Variance Inflation Factor* (VIF). Secara umum, dikatakan multikolinieritas antar variabel apabila nilai VIF lebih besar dari 10. Berikut ini merupakan pengujian hipotesisnya (Sutopo & Slamet, 2017)

i. Hipotesis:

$H_0: r_{xi,x_j} = 0$ (Tidak ada multikolinieritas).

$H_1: r_{xi,x_j} \neq 0$ (Ada multikolinieritas).

ii. Tingkat signifikansi (α)

iii. Statistik uji

$$VIF = \frac{1}{(1 - R_k^2)} \quad (2.5)$$

dengan:

R_k^2 = koefisien determinasi.

vi. Daerah Kritis

Keputusan tolak H_0 dilakukan jika $VIF > 10$.

v. Kesimpulan

2.3 Matriks Pembobotan Spasial

Dalam analisis regresi, data terkadang dipengaruhi oleh efek spasial, sehingga memerlukan pendekatan analisis spasial untuk penanganannya. Salah satu elemen penting dalam analisis spasial adalah matriks pembobot spasial. Matriks pembobot spasial atau matriks W merupakan matriks yang mendeskripsikan suatu korelasi antar wilayah/lokasi yang berukuran $n \times n$. Untuk setiap unit pengamatan ke- i , elemen matriks w_{ij} menentukan lokasi ke- j mana saja yang dapat memengaruhi nilai variabel di lokasi i (Kosfeld, 2006).

Dalam melakukan analisis regresi terdapat hal yang perlu diperhatikan yaitu matriks pembobot spasial terstandarisasi (*standardize contiguity matrix* W^*) dan matriks pembobot spasial tidak terstandarisasi (*unstandardize contiguity matrix* W). Matriks pembobot spasial terstandarisasi (*standardize contiguity matrix*, W^*) adalah matriks pembobot dengan setiap tetangga yang berdekatan diberikan bobot yang sama rata dan yang tidak berdekatan diberikan bobot nol, sedangkan matriks pembobot tidak terstandarisasi (*unstandardize contiguity matrix* W) merupakan

matriks pembobot dengan setiap tetangga yang berdekatan diberikan bobot satu dan yang tidak berdekatan diberikan bobot nol. (Kosfeld, 2006).

Bentuk umum matriks pembobot spasial yang tidak terstandarisasi adalah sebagai berikut.

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} w_{11} & \dots & w_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{n1} & \dots & w_{nn} \end{bmatrix}$$

Sedangkan untuk membentuk ketetanggaan pembobotan standarisasi dari suatu lokasi, dapat dibentuk matriks kontiguitas spasial $\mathbf{C}$. Matriks ini disebut matriks biner berukuran $n \times n$ dengan elemen 0 atau 1. Berikut ini merupakan definisi dari setiap entri-entri dari matriks $\mathbf{C}$:

$$c_{ij} = \begin{cases} 1, & i \text{ dan } j \text{ bertetangga} \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

dengan $i, j = 1, 2, \dots, n$. Matriks kontiguitas spasial $\mathbf{C}$ kemudian digunakan untuk membentuk matriks pembobot spasial.

$$\mathbf{W} = \begin{bmatrix} c_{11}/c_1 & \dots & c_{1n}/c_1 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{n1}/c_n & \dots & c_{nn}/c_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{11} & \dots & w_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{n1} & \dots & w_{nn} \end{bmatrix}$$

dengan $c_i = \sum_{j=1}^n c_{ij}$ untuk $i = 1, 2, \dots, n$ sedemikian sehingga $\sum_{j=1}^n w_{ij} = 1$ untuk $i = 1, 2, \dots, n$. Standarisasi seperti pada persamaan di atas merupakan standarisasi baris. Matriks pembobot spasial yang terbentuk dapat mempermudah interpretasi ketika digunakan untuk memboboti variabel yang dianggap mempunyai pengaruh spasial, setiap baris matriks $\mathbf{W}$ merupakan bobot yang membentuk rata-rata variabel tersebut dari lokasi tetangga (Fitriani & Efendi, 2009)

Menurut Kosfeld (2006), beberapa cara untuk mendefinisikan bobot spasial, di antaranya adalah menggunakan konsep jarak yang terdiri dari *queen contiguity*, *rook contiguity*, dan *bishop contiguity*.

1. *Queen Contiguity*

Pada pembobotan *queen contiguity* ditentukan berdasarkan area yang bersinggungan atau berbagi sudut dan sisi. Berikut ini adalah ilustrasi untuk pembobotan *queen contiguity* yang dapat dilihat pada Gambar 2.1, terlihat unit B1, B2, B3 dan B4 serta C1, C2, C3, dan C4 merupakan tetangga dari unit A.

Unit C1	Unit B2	Unit C2
Unit B1	Unit A	Unit B3
Unit C4	Unit B4	Unit C3

Gambar 2.1 *Queen Contiguity*

2. *Rook contiguity*

Pembobotan *rook contiguity* ditentukan berdasarkan sisi-sisi yang saling bersinggungan dengan area yang diamati dan sudut tidak diperhitungkan. Ilustrasi mengenai pembobotan *rook contiguity* dapat dilihat pada Gambar 2.2 dengan unit B1, B2, B3, dan B4 merupakan tetangga dari unit A.

	Unit B2	
Unit B1	Unit A	Unit B3
	Unit B4	

Gambar 2.2 *Rook Contiguity*

3. *Bishop contiguity*

Pembobotan *bishop contiguity* ditentukan berdasarkan sudut-sudut yang bersinggungan dengan area yang diamati. Pembobotan *bishop contiguity* diilustrasikan pada gambar 2.3 dengan unit C1, C2, C3, dan C4 merupakan tetangga dari unit A.

Unit C1		Unit C2
	Unit A	
Unit C4		Unit C3

Gambar 2.3 *Bishop Contiguity*

Matriks pembobot yang digunakan pada penelitian ini adalah *queen contiguity*. Penulis menggunakan pembobotan *queen contiguity* dikarenakan *queen contiguity* menganggap dua wilayah bertetangga jika kedua wilayah tersebut berbagi sisi atau sudut yang berarti cakupan hubungan spasialnya lebih luas dibandingkan *rook contiguity* (yang hanya mempertimbangkan sisi berbagi) dan *bishop contiguity* (yang hanya mempertimbangkan sudut berbagi).

2.4 Regresi Spasial

Regresi spasial merupakan model regresi yang digunakan untuk menganalisis data yang mempunyai efek spasial atau pengaruh lokasi. Efek spasial dibedakan menjadi dua yaitu, dependensi spasial dan heterogenitas spasial. Dependensi spasial mengacu pada kondisi di mana suatu pengamatan pada lokasi i dipengaruhi oleh pengamatan lain di lokasi j dengan $j \neq i$. Heterogenitas spasial muncul karena adanya efek lokasi random. Efek lokasi random adalah perbedaan antara lokasi satu dengan lokasi lainnya. Regresi spasial berkembang dari model regresi linier klasik (regresi linier berganda) dengan mempertimbangkan pengaruh spasial dalam analisis data (Anselin, 1988).

Pendekatan regresi spasial berakar pada konsep yang dikemukakan oleh Tobler (1979) dalam Hukum Geografi Pertama, yang menyatakan bahwa semua hal di dunia ini saling berhubungan, tetapi entitas yang lebih dekat memiliki keterkaitan yang lebih kuat dibandingkan dengan yang lebih jauh.

Menurut LeSage (1999) model umum regresi spasial dapat dituliskan sebagai berikut:

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

dengan:

- $\mathbf{y}$ = vektor variabel respon berukuran $n \times 1$.
- ρ = koefisien parameter spasial *lag* dari variabel respon.
- $\mathbf{W}$ = matriks pembobotan spasial yang telah distandarisasi berukuran $n \times n$.
- $\mathbf{X}$ = matriks variabel prediktor berukuran $n \times k$.
- $\boldsymbol{\beta}$ = vektor koefisien parameter regresi berukuran $k \times 1$.
- λ = koefisien parameter spasial *error*
- $\mathbf{u}$ = vektor *error* yang mempunyai efek spasial dengan ukuran $n \times 1$.
- $\boldsymbol{\varepsilon}$ = vektor *error* dengan ukuran $n \times 1$.

Dalam LeSage (1999), dari persamaan model umum regresi spasial, persamaan (2.6) dapat dikembangkan menjadi beberapa model yang diantaranya sebagai berikut:

1. Model regresi linier klasik terbentuk jika $\rho = 0$ dan $\lambda = 0$ dengan persamaan sebagai berikut:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.7)$$

2. Model *Spatial Autoregressive Model* (SAR) terbentuk jika $\rho \neq 0$ dan $\lambda = 0$ dengan persamaan sebagai berikut:

$$\mathbf{y} = \rho \mathbf{W}\mathbf{y} + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.8)$$

3. Model *Spatial Error Model* (SEM) terbentuk jika $\rho = 0$ dan $\lambda \neq 0$ dengan persamaan sebagai berikut:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{u} \quad (2.9)$$

$$\mathbf{u} = \lambda \mathbf{W}\mathbf{u} + \boldsymbol{\varepsilon}$$

4. Model *Spatial Autoregressive Moving Average* (SARMA) terbentuk jika $\rho \neq 0$ dan $\lambda \neq 0$ dengan persamaan sebagai berikut:

$$\mathbf{y} = \rho \mathbf{W}\mathbf{y} + \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.10)$$

$$\mathbf{u} = \lambda \mathbf{W}\mathbf{u} + \boldsymbol{\varepsilon}$$

2.5 Uji Dependensi Spasial

2.5.1 Uji *Moran's I*

Indeks Moran merupakan metode yang biasanya diaplikasikan pada regresi spasial untuk mengukur autokorelasi spasial global dan mengidentifikasi tingkat kemiripan suatu variabel di berbagai wilayah yang saling berdekatan (memiliki keterkaitan spasial). Metode ini dapat digunakan untuk melihat apakah data tersebar secara acak atau membentuk pola tertentu. Jika data tidak sepenuhnya acak, maka bisa jadi ada pola seperti pengelompokan di area tertentu atau tren yang mengikuti arah tertentu dalam suatu wilayah (Pfeiffer et.al., 2008).

Autokorelasi spasial mengacu pada hubungan antara nilai suatu variabel berdasarkan lokasi geografisnya. Jika nilai suatu variabel menunjukkan pola sistematis dalam penyebarannya di suatu area, maka dapat dikatakan bahwa terdapat autokorelasi spasial. Menurut Goodchild (1986), untuk menentukan apakah terdapat autokorelasi spasial antar area satu dengan area lainnya dapat dilakukan uji autokorelasi spasial dengan menggunakan *Moran's I*. Berikut ini merupakan pengujian hipotesisnya.

i. Hipotesis

$H_0: I = 0$ (Tidak ada autokorelasi spasial antar lokasi).

$H_1: I \neq 0$ (Ada autokorelasi spasial antar lokasi).

ii. Tingkat signifikansi (α)

iii. Statistik uji

$$Z(I) = \frac{I - E(I)}{\sqrt{Var(I)}} \sim N(0; 1) \quad (2.11)$$

dengan

$$I = \frac{n \sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{(\sum_{i \neq j} w_{ij}) \sum_i (x_i - \bar{x})^2}$$

$$E(I) = I_0 = -\frac{1}{n-1}$$

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

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}$$

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

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

dengan:

x_i = data ke- i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$).

x_j = data ke- j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$).

w_{ij} = bobot wilayah i, j .

$\bar{x}$ = rata-rata data.

$Var(I)$ = varian *Moran's I*.

$E(I)$ = nilai ekspektasi *Moran's I*.

I = indeks *Moran's I*.

iv. Daerah Kritis

Dengan uji dua arah H_0 akan ditolak jika $|Z(I)| > Z_{\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$.

v. Kesimpulan

2.5.2 Lagrange Multiplier

Uji *Lagrange Multiplier* digunakan untuk memilih model spasial yang paling tepat (LeSage, 1999). Uji *Lagrange Multiplier* bertujuan untuk mengidentifikasi ada atau tidaknya pengaruh spasial pada data yang diamati, sehingga dapat menentukan model spasial yang tepat. Pengujian hipotesis pengganda *lagrange* adalah sebagai berikut:

i. Hipotesis

1. Model Regresi *Spatial Autoregressive* (SAR).

Hipotesis untuk model SAR adalah sebagai berikut:

$H_0: \rho = 0$ (Tidak ada ketergantungan spasial *lag*).

$H_1: \rho \neq 0$ (Ada ketergantungan spasial *lag*).

2. Model *Spatial Error Model* (SEM).

Hipotesis untuk model SEM adalah sebagai berikut:

$H_0: \lambda = 0$ (Tidak ada ketergantungan kesalahan spasial).

$H_1: \lambda \neq 0$ (Ada ketergantungan kesalahan spasial).

ii. Tingkat signifikansi (α)

iii. Uji Statistik

1. Statistik uji LM pada *Spatial Autoregressive Model* (SAR) adalah sebagai berikut:

$$LM_{lag} = \frac{(e^T W y / s^2)^2}{\frac{(W X \beta)^T M W X \beta}{s^2} + T} \sim \chi_{(\alpha, 1)} \quad (2.12)$$

dengan:

$$s^2 = \frac{e^T e}{n}$$

$$T = \text{tr}[(W + W^2)W]$$

$$M = I - X(X^T X)^{-1} X^T$$

dengan:

e = vektor residual model regresi berukuran $n \times 1$.

W = matriks pembobot spasial berukuran $n \times n$.

M = matriks proyeksi residual berukuran $n \times n$.

s^2 = ragam dari residual

X = matriks variabel prediktor berukuran $n \times k$.

y = vektor nilai pengamatan variabel respon berukuran $n \times 1$.

2. Statistik uji LM pada *Spatial Error Model* (SEM) adalah sebagai berikut:

$$LM_{err} = \frac{(\mathbf{e}^T \mathbf{W} \mathbf{y} / s^2)^2}{T} \sim \chi_{(\alpha, 1)} \quad (2.13)$$

dengan:

$$s^2 = \frac{\mathbf{e}^T \mathbf{e}}{n}$$

$$T = tr[(\mathbf{W} + \mathbf{W}^2) \mathbf{W}]$$

dengan:

$\mathbf{e}$ = vektor residual model regresi.

$\mathbf{W}$ = matriks pembobot spasial.

$\mathbf{X}$ = matriks variabel prediktor berukuran $n \times k$.

$\mathbf{y}$ = vektor nilai pengamatan variabel respon berukuran $n \times 1$.

iv. Daerah Kritis

Keputusan tolak H_0 jika nilai statistik $LM > \chi_{(p)}^2$, atau nilai $p - value < \alpha$ (Anselin, 1988).

v. Kesimpulan

2.6 *Spatial Autoregressive Model* (SAR)

Spatial Autoregressive Model (SAR) merupakan model spasial dengan pendekatan area yang mempertimbangkan pengaruh *lag spatial* pada variabel bebas saja. Model ini juga sering disebut dengan *Mixed Regressive Autoregressive* karena menggabungkan model regresi biasa dengan model regresi *lag* spasial pada variabel bebasnya (Anselin, 1988). Persamaan model SAR terdapat pada persamaan (2.7).

2.6.1 Estimasi Parameter SAR

Pada penelitian ini, estimasi parameter *Spatial Autoregressive Model* (SAR) dilakukan menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Pada persamaan (2.7), ϵ_i diasumsikan berdistribusi normal, dengan *mean* 0 dan variansi $\sigma^2 I$, dengan ϵ_i adalah vektor *error* pada lokasi ke- i . Diperoleh fungsi kepekatan peluang dari ϵ_i adalah sebagai berikut (Yasin dkk, 2020):

$$f(\epsilon_i) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{\epsilon_i^2}{2\sigma^2} \right] \quad (2.14)$$

Fungsi kepekatan peluang bersama dari n peubah acak $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3, \dots, \epsilon_n$ yaitu sebagai berikut.

$$\begin{aligned} f(\epsilon) &= f(\epsilon_1) \cdot f(\epsilon_2) \dots f(\epsilon_n) \\ &= \left(\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{\epsilon_1^2}{2\sigma^2} \right] \right) \left(\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{\epsilon_2^2}{2\sigma^2} \right] \right) \dots \left(\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{\epsilon_n^2}{2\sigma^2} \right] \right) \\ &= \frac{1}{(2\pi)^{n/2} (\sigma^2)^{n/2}} \exp \left[-\frac{\sum_{i=1}^n \epsilon_i^2}{2\sigma^2} \right] \\ &= \frac{1}{(2\pi)^{n/2} (\sigma^2)^{n/2}} \exp \left[-\frac{\epsilon^T \epsilon}{2\sigma^2} \right] \end{aligned}$$

Dari persamaan (2.7) diperoleh:

$$\epsilon = y - \rho W y - X\beta$$

Fungsi kepekatan peluang bersama n peubah respon y adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} f(y) &= f(\epsilon) |J| \\ f(y) &= \frac{1}{(2\pi)^{n/2} (\sigma^2)^{n/2}} \exp \left[-\frac{\epsilon^T \epsilon}{2\sigma^2} \right] \left| \frac{d\epsilon}{dy} \right| \\ f(y) &= \frac{1}{(2\pi)^{n/2} (\sigma^2)^{n/2}} \exp \left[-\frac{(y - \rho W y - X\beta)^T (y - \rho W y - X\beta)}{2\sigma^2} \right] |I - \rho W| \end{aligned}$$

Dengan $|J| = \left| \frac{d\epsilon}{dy} \right| = |I - \rho W|$ merupakan fungsi jacobian, maka fungsi *likelihood* peubah respon y adalah sebagai berikut:

$$L = (\beta, \rho, \sigma^2; y) = f(y; \beta, \rho, \sigma^2)$$

$$= \frac{|I - \rho W|}{(2\pi)^{n/2}(\sigma^2)^{n/2}} \exp \left[-\frac{(\mathbf{y} - \rho W\mathbf{y} - X\boldsymbol{\beta})^T (\mathbf{y} - \rho W\mathbf{y} - X\boldsymbol{\beta})}{2\sigma^2} \right] \quad (2.15)$$

Penduga parameter model diperoleh dengan memaksimumkan fungsi *likelihood* yang ekuivalen dengan memaksimumkan logaritma dari fungsi *likelihood* pada persamaan 2.15 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} l = L &= (\boldsymbol{\beta}, \rho, \sigma^2; \mathbf{y}) \\ &= \ln \left(\frac{|I - \rho W|}{(2\pi)^{n/2}(\sigma^2)^{n/2}} \exp \left[-\frac{(\mathbf{y} - \rho W\mathbf{y} - X\boldsymbol{\beta})^T (\mathbf{y} - \rho W\mathbf{y} - X\boldsymbol{\beta})}{2\sigma^2} \right] \right) \\ &= -\ln \frac{n}{2} (2\pi) - \frac{n}{2} \ln \sigma^2 + \ln |I - \rho W| - \left[-\frac{(\mathbf{y} - \rho W\mathbf{y} - X\boldsymbol{\beta})^T (\mathbf{y} - \rho W\mathbf{y} - X\boldsymbol{\beta})}{2\sigma^2} \right] \end{aligned}$$

Penduga untuk $\boldsymbol{\beta}, \rho, \sigma^2$ diperoleh dengan memaksimumkan fungsi *log likelihood*. Penduga untuk σ^2 adalah:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{(\mathbf{y} - \rho W\mathbf{y} - X\hat{\boldsymbol{\beta}})^T (\mathbf{y} - \rho W\mathbf{y} - X\hat{\boldsymbol{\beta}})}{n} \quad (2.16)$$

Penduga untuk parameter $\boldsymbol{\beta}$ adalah:

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = (X^T X)^{-1} X^T (\mathbf{y} - \hat{\rho} W\mathbf{y}) \quad (2.17)$$

Penduga parameter ρ adalah:

$$\hat{\rho} = (\mathbf{y}^T W^T W \mathbf{y})^{-1} \mathbf{y}^T W^T \mathbf{y} \quad (2.18)$$

2.7 Spatial Error Model (SEM)

Spatial Error Model (SEM) merupakan regresi spasial yang memiliki pengaruh spasial pada *error* dengan setiap *error* berkorelasi dengan nilai *error* lokasi lainnya. Bentuk *error* model SEM pada lokasi i adalah fungsi *error* pada lokasi ke j dengan j adalah lokasi yang terletak di sekitar lokasi i (Anselin, 1988). Model SEM secara umum dapat dilihat di persamaan 2.8.

2.7.1 Estimasi Parameter SEM

Pada penelitian ini, estimasi parameter *Spatial Error Model* (SEM) dilakukan menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Pada persamaan (2.8), $\boldsymbol{\varepsilon}_i$ diasumsikan berdistribusi normal, dengan *mean* 0 dan variansi $\sigma^2 I$, dengan $\boldsymbol{\varepsilon}_i$ adalah vektor *error* pada lokasi ke- i . Diperoleh fungsi kepekatan peluang dari $\boldsymbol{\varepsilon}_i$ adalah sebagai berikut (Yasin dkk, 2020):

$$f(\boldsymbol{\varepsilon}_i) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{\boldsymbol{\varepsilon}_i^2}{2\sigma^2}\right]$$

Fungsi kepekatan peluang bersama dari n peubah acak $\boldsymbol{\varepsilon}_1, \boldsymbol{\varepsilon}_2, \boldsymbol{\varepsilon}_3, \dots, \boldsymbol{\varepsilon}_n$ yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} f(\boldsymbol{\varepsilon}) &= f(\boldsymbol{\varepsilon}_1) \cdot f(\boldsymbol{\varepsilon}_2) \dots f(\boldsymbol{\varepsilon}_n) \\ &= \left(\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{\boldsymbol{\varepsilon}_1^2}{2\sigma^2}\right]\right) \left(\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{\boldsymbol{\varepsilon}_2^2}{2\sigma^2}\right]\right) \dots \left(\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{\boldsymbol{\varepsilon}_n^2}{2\sigma^2}\right]\right) \\ &= \frac{1}{(2\pi)^{n/2}(\sigma^2)^{n/2}} \exp\left[-\frac{\sum_{i=1}^n \boldsymbol{\varepsilon}_i^2}{2\sigma^2}\right] \\ &= \frac{1}{(2\pi)^{n/2}(\sigma^2)^{n/2}} \exp\left[-\frac{\boldsymbol{\varepsilon}^T \boldsymbol{\varepsilon}}{2\sigma^2}\right] \end{aligned}$$

Dari persamaan (2.12) diperoleh:

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

sehingga model SEM menjadi:

$$\begin{aligned} \mathbf{y} &= \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + (\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W})^{-1} \boldsymbol{\varepsilon} \\ \boldsymbol{\varepsilon} &= (\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W})(\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) \end{aligned} \tag{2.19}$$

Fungsi kepekatan peluang bersama n peubah respon $\mathbf{y}$ adalah sebagai berikut:

$$f(\mathbf{y}) = f(\boldsymbol{\varepsilon})|J|$$

$$f(\mathbf{y}) = \frac{1}{(2\pi)^{n/2}(\sigma^2)^{n/2}} \exp \left[-\frac{\boldsymbol{\varepsilon}^T \boldsymbol{\varepsilon}}{2\sigma^2} \right] \left| \frac{d\boldsymbol{\varepsilon}}{d\mathbf{y}} \right|$$

$$f(\mathbf{y}) = \frac{1}{(2\pi)^{n/2}(\sigma^2)^{n/2}} \exp \left[-\frac{(\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})^T (\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W})^T (\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) (\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W})}{2\sigma^2} \right] |\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W}|$$

Dengan $|J| = \left| \frac{d\boldsymbol{\varepsilon}}{d\mathbf{y}} \right| = |\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W}|$ merupakan fungsi jacobian untuk mentransformasikan peubah acak $\boldsymbol{\varepsilon}$ menjadi peubah acak $\mathbf{y}$, maka fungsi *likelihood* peubah respon $\mathbf{y}$ adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} L = (\boldsymbol{\beta}, \lambda, \sigma^2; \mathbf{y}) &= f(\mathbf{y}; \boldsymbol{\beta}, \lambda, \sigma^2) \\ &= \frac{|\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W}|}{(2\pi)^{n/2}(\sigma^2)^{n/2}} \exp \left[-\frac{(\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})^T (\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W})^T (\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) (\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W})}{2\sigma^2} \right] \end{aligned} \quad (2.20)$$

Penduga parameter model diperoleh dengan memaksimumkan fungsi *likelihood* yang ekuivalen dengan memaksimumkan logaritma dari fungsi kemungkinan pada persamaan 2.20 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} l = L = (\boldsymbol{\beta}, \lambda, \sigma^2; \mathbf{y}) \\ &= \ln \left(\frac{|\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W}|}{(2\pi)^{n/2}(\sigma^2)^{n/2}} \exp \left[-\frac{(\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})^T (\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W})^T (\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) (\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W})}{2\sigma^2} \right] \right) \\ &= -\ln \frac{n}{2} (2\pi) - \frac{n}{2} \ln \sigma^2 + \ln |\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W}| - \left[-\frac{(\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})^T (\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W})^T (\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) (\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W})}{2\sigma^2} \right] \end{aligned}$$

Penduga untuk $\boldsymbol{\beta}, \lambda, \sigma^2$ diperoleh dengan memaksimumkan fungsi *log likelihood* di atas. Penduga untuk σ^2 adalah:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{[(\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W})(\mathbf{y} - \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}})]^T (\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W})(\mathbf{y} - \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}})}{n} \quad (2.21)$$

Penduga untuk parameter $\boldsymbol{\beta}$ adalah:

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = \left[(\mathbf{X} - \hat{\lambda} \mathbf{W} \mathbf{X})^T (\mathbf{X} - \hat{\lambda} \mathbf{W} \mathbf{X}) \right]^{-1} (\mathbf{X} - \hat{\lambda} \mathbf{W} \mathbf{X})^T (\mathbf{y} - \hat{\lambda} \mathbf{W} \mathbf{y}) \quad (2.22)$$

Estimasi untuk parameter λ , diperlukan suatu iterasi numerik untuk mendapatkan penduga λ yang memaksimumkan fungsi logaritma probabilitas.

2.8 Uji Signifikansi Parameter SAR dan SEM

Uji *Wald* merupakan uji yang sesuai untuk diaplikasikan pada data spasial. Uji *Wald* ini dapat diterapkan untuk menguji setiap koefisien dalam model spasial secara individu untuk mengetahui apakah signifikan (Anselin, 1988). Menurut Agresti (2007) langkah-langkah yang dilakukan untuk Uji Wald adalah sebagai berikut:

1. Uji Signifikansi Parameter

i. Hipotesis

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

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

ii. Tingkat signifikansi (α).

iii. Statistik uji

$$\text{Wald} = \left(\frac{\hat{\beta}_j}{\text{se}(\hat{\beta}_j)} \right)^2 \quad (2.23)$$

dengan:

$$\text{se}(\hat{\beta}_j) = \sqrt{(\sigma^2(\hat{\beta}_j))} \quad (2.24)$$

dengan:

$\text{se}(\hat{\beta}_j)$ = dugaan galat baku untuk koefisien β_j .

$\hat{\beta}_j$ = nilai dugaan untuk parameter ($\hat{\beta}_j$).

vi. Daerah Kritis

Tolak H_0 jika $\text{Wald} > \chi^2_{(\alpha,1)}$.

v. Kesimpulan

2.9 Pemilihan Model Terbaik

Salah satu metode yang dapat diaplikasikan untuk memilih model terbaik adalah dengan menggunakan *Akaike's Information Criterion* (AIC). AIC digunakan untuk menilai sejauh mana suatu model dapat menyesuaikan diri dengan data dalam

menduga parameter secara statistik serta mengukur kedekatan estimasi parameter dengan nilai sebenarnya dalam populasi. Suatu model regresi dikatakan model terbaik jika memiliki nilai AIC terkecil, karena menunjukkan keseimbangan terbaik antara kompleksitas model dan tingkat kecocokan terhadap data. Rumus untuk menghitung nilai AIC adalah sebagai berikut (Anselin, 1988):

$$AIC = 2k - 2\ln L(\beta) \quad (2.26)$$

dengan:

k : jumlah parameter yang digunakan.

$L(\beta)$: maksimum logaritma *likelihood*.

2.10 Gini Rasio

Tingkat ketimpangan pendapatan pada suatu daerah diukur oleh gini rasio (koefisien gini). Sebagai ukuran agregat, koefisien gini menjadi salah satu metode statistik utama dalam menganalisis distribusi pendapatan atau kekayaan dalam suatu populasi. Nilai gini rasio berkisar antara 0 hingga 1, dengan nilai 0 menunjukkan distribusi pendapatan yang sepenuhnya merata, sedangkan nilai 1 mencerminkan ketimpangan yang sangat tinggi. Berdasarkan kriteria yang dikemukakan oleh Oshima (1976), tingkat ketimpangan pendapatan dapat diklasifikasikan sebagaimana tercantum dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Gini Rasio

Nilai Gini rasio	Tingkat Ketimpangan
< 0,3	Rendah
0,3-0,4	Sedang
> 0,4	Tinggi

Apabila gini rasio di suatu wilayah tinggi maka dapat dikatakan bahwa wilayah tersebut memiliki ketidakmerataan pendapatan dan jarak antara penduduk kaya dan miskin sangat jauh.

2.11 Tingkat Pengangguran Terbuka

Pengangguran adalah keadaan seseorang yang belum memiliki pekerjaan dan menginginkan pekerjaan. Sementara itu, tingkat pengangguran terbuka (TPT) mengacu pada persentase angkatan kerja yang belum bekerja dan masih berusaha mencari pekerjaan. TPT mencerminkan proporsi individu dalam angkatan kerja yang tidak memiliki pekerjaan, tetapi memiliki keinginan serta kemampuan untuk bekerja (BPS, 2023).

2.12 Indeks Pembangunan Manusia

Menurut BPS (2021), Tingkat keberhasilan pembangunan manusia secara keseluruhan diukur oleh indeks pembangunan manusia (IPM). Nilai IPM berkisar di angka 0 dan 1. IPM dihitung berdasarkan tiga aspek utama, yaitu kesehatan yang diukur dengan usia harapan hidup, pengetahuan yang direpresentasikan dengan harapan lama sekolah serta hidup layak yang diukur oleh kesetaraan daya beli.

2.13 Pengeluaran Perkapita

Pengeluaran perkapita merupakan jumlah rata-rata pengeluaran yang dilakukan oleh suatu individu dalam suatu rumah tangga selama periode waktu tertentu, biasanya dalam satu bulan atau satu tahun. Pengeluaran ini mencerminkan tingkat konsumsi dan kesejahteraan ekonomi penduduk. (BPS, 2015).

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada semester ganjil tahun akademik 2024/2025, bertempat di Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

3.2 Data Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data sekunder mengenai Gini Rasio Provinsi Lampung pada tahun 2023 karena data tahun 2023 adalah data terbaru yang tersedia, sehingga memberikan gambaran paling aktual mengenai ketimpangan distribusi pendapatan di Provinsi Lampung. Dengan menggunakan data terkini, hasil analisis akan lebih relevan untuk memahami kondisi saat ini dan memberikan rekomendasi kebijakan yang sesuai. Data diperoleh dari *website* Badan Pusat Statistika (BPS) Lampung. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* R dan GeoDa. Data gini rasio Provinsi Lampung diperoleh dari website <https://lampung.bps.go.id/id>

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini mengkaji mengenai perbandingan *Spatial Autoregressive Model* (SAR) dan *Spatial Error Model* (SEM) dengan menggunakan pembobotan *queen contiguity*. Model terbaik ditentukan berdasarkan nilai *Akaike's Information Criterion* (AIC), sebagai indikator efisiensi model. Berikut ini langkah – langkah yang diperlukan:

1. Melakukan eksplorasi data dengan *software* GeoDa.
2. Pemodelan regresi linier berganda.
3. Analisis regresi klasik.

Pengujian ini dilakukan untuk menganalisis apakah data yang digunakan dapat dimodelkan menggunakan metode analisis regresi atau tidak. Uji asumsi klasik dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut.

a. Uji multikolinearitas

Uji multikolinearitas merupakan hubungan linier antar variabel prediktor di dalam regresi linier berganda. Uji ini berfungsi untuk mengetahui apakah terdapat suatu korelasi yang tinggi antar variabel-variabel prediktor. Pengujian ini menggunakan *Variance Inflation Factor* (VIF). Jika nilai VIF kurang dari 10 maka dapat disimpulkan tidak terjadi multikolinearitas.

b. Pengujian residual berdistribusi normal

Pengujian normalitas pada data dapat dilakukan dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* berdasarkan nilai *p-value*. Jika nilai $p\text{-value} > \alpha$ maka dapat disimpulkan residual berdistribusi normal.

c. Pengujian homoskedastisitas

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya kesamaan suatu varians dari residual satu pengamatan ke pengamatan yang lainnya. Untuk menguji ada atau tidaknya homoskedastisitas dalam regresi dapat dilakukan dengan

menggunakan uji *Breusch Pagan* (BP). Jika $BP > \chi^2$ maka dapat disimpulkan residual bersifat homoskedastisitas.

d. Uji Autokorelasi

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya korelasi antara suatu varians dari residual satu pengamatan ke pengamatan yang lainnya.

4. Matriks pembobot spasial

Dalam analisis spasial diperlukan pembobotan untuk menunjukkan ketetanggaan antar lokasi. Pada penelitian ini menggunakan matriks pembobot spasial *queen contiguity*.

5. Uji dependensi spasial

Pada pengujian ini dapat dilakukan dengan dua tahap yaitu:

a. Indeks *Morans' I*

Untuk menghitung indeks *Morans' I* dapat menggunakan pengujian statistik yaitu jika $|Z_{hitung}| > Z_{\alpha/2}$ maka terdapat autokorelasi spasial antar lokasi.

b. Uji *Lagrange Multiplier* (LM)

Terdapat dua pengujian yaitu pemodelan SAR dan pemodelan SEM. Jika $LM_{lag} > \chi^2_{(\alpha,1)}$ atau $p\text{-value} < \alpha$ maka terdapat dependensi spasial *lag* atau *Spatial Autoregressive* (SAR) dan jika $LM_{error} > \chi^2_{(\alpha,1)}$ atau $p\text{-value} < \alpha$ maka terdapat dependensi spasial *error* atau *Spatial Error Model* (SEM). Apabila tidak terdeteksi dependensi spasial maka pemodelan hanya dapat dilakukan dengan regresi linier berganda pada langkah 2.

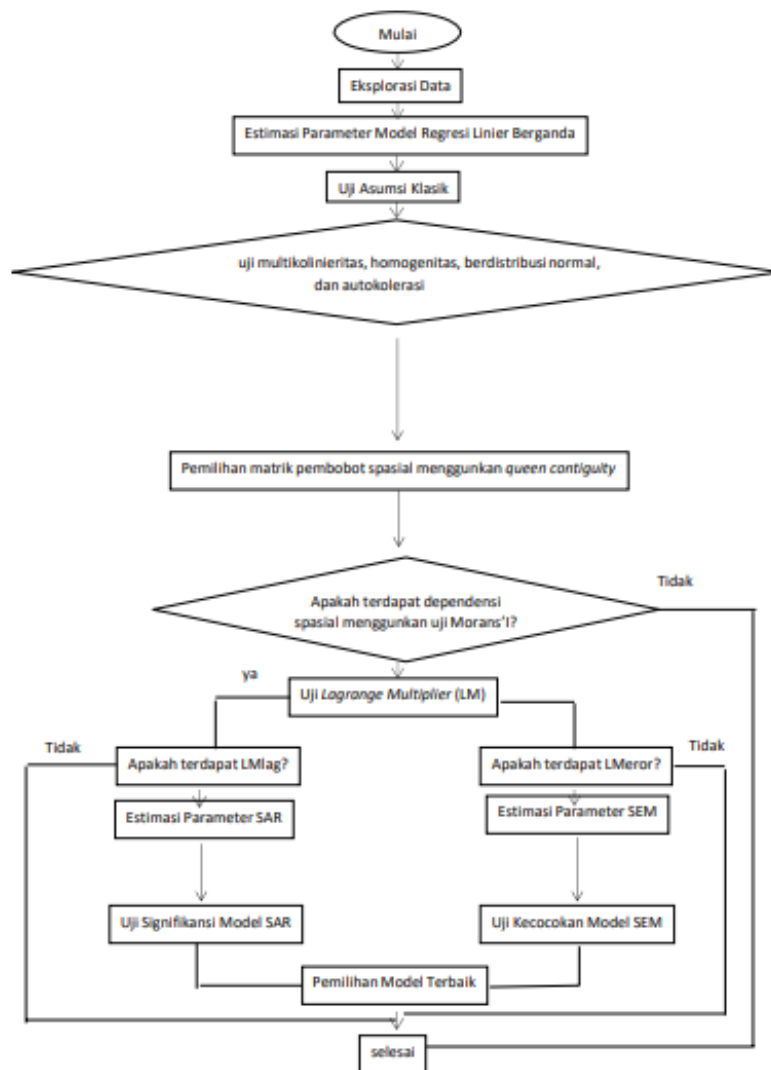
6. Pemodelan *Spatial Autoregressive Model* (SAR) dan *Spatial Error Model* (SEM).

- a. Menghitung nilai estimasi parameter model SAR dan SEM.
- b. Melakukan pengujian signifikansi parameter model SAR dan SEM menggunakan uji *wald*.

7. Pemilihan model terbaik.

Pemilihan model terbaik menggunakan *Akaike's Information Criterion* (AIC) berdasarkan nilai AIC terkecil.

Berikut ini diberikan diagram alir dari penelitian perbandingan *Spatial Autoregressive Model* (SAR) dan *Spatial Error Model* (SEM) dengan pembobotan *queen contiguity* pada gini rasio Provinsi Lampung 2023.



Gambar 3.1 Diagram Alir

BAB V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil dari model SAR yang terbentuk adalah sebagai berikut:

$$\hat{Y}_i = -1,2258 \sum_{j=1, i \neq j}^{15} w_{ij} y_j + 0,3303 + 0,0087x_{1i} + 0,0041x_{2i} - 0,000001x_{3i}$$

sedangkan untuk hasil dari model SEM adalah sebagai berikut:

$$\hat{Y}_i = 0,0944 + 0,0065x_{1i} + 0,0035x_{2i} - 0,000001x_{3i} - 1,3849 \sum_{j=1, i \neq j}^{15} w_{ij} u_j + \varepsilon_i$$

dari kedua model tersebut model terbaik yang diperoleh adalah model SAR sehingga model SAR lebih baik digunakan untuk menganalisis data Gini Rasio di Provinsi Lampung dibandingkan dengan model regresi SEM.

2. Berdasarkan Uji Wald dapat disimpulkan faktor faktor yang memengaruhi secara signifikan Gini Rasio di Provinsi Lampung pada SAR dan SEM dengan Pembobotan *Queen Contiguity* adalah Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) dan Indeks Pembangunan Manusia (IPM).

DAFTAR PUSTAKA

- Agresti, A. 2007. *An Introduction to Categorical Data Analysis*. 2th Edition. NJ: John Wiley & Sons, Hoboken.
- Anselin, L. 1988. *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Dordrecht The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, Netherland.
- Akolo, M. 2022. Perbandingan Matriks Pembobot Rook dan Queen Contiguity dalam Analisis Spatial Autoregressive Model (SAR) dan Spatial Error Model (SEM) pada Stunting di Indonesia. *Jurnal Pembangunan Kesehatan*, 15(1),03.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2024. *Gini Rasio (TPT)*. BPS, Lampung. (diakses pada November 2024), <https://lampung.bps.go.id/id/pressrelease/2024/07/01/1219/pada-maret-2024--tingkat-ketimpangan-pengeluaran-penduduk-lampung-yang-diukur-menggunakan-gini-ratio-adalah-sebesar-0-302-.html>
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2023. *Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT)*. BPS, Jakarta. (diakses pada November 2024). <https://brebeskab.bps.go.id/id/news/2023/10/04/635/mengenal-konsep-dasar-ketenagakerjaan-bps.html>
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2021. *Indeks Pembangunan Manusia (IPM)*. BPS, Jakarta.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2015. *Konsumsi dan Pengeluaran D.I. Yogyakarta*. (diakses pada november 2024). yogyakarta.bps.go.id

- Fitriani, R & Efendi, A. 2009. *Ekonometrika Spasial Terapan Dengan R. Ti* Press, Malang.
- Gujarati, D. N. 2004. *Basic Econometrics*. 4th Edition. McGraw-Hill/Irwin, New York.
- Grasa, J. 1989. *Econometric Model Selection: A New Approach* Springer Science+Business Media, Dordrecht.
- Goodchild, M. F. 1986. *Spatial Autocorrelation*. CATMOG 47. Geo Books, Norwich.
- Jelita, R. 2020. Pemodelan Spasial Panel Gini Rasio di Jawa Timur Menggunakan Matriks Pembobot Jarak K-Nearest Neighbour dan Distance Band. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 8(4),07.
- Kosfeld, R. 2006. *Spatial Econometrics: Models, Methods, and Applications*. Springer-Verlag, New York
- Kurnianto, A., Wijaya, H., & Nurhayati, E. 2021. Pengaruh Faktor Sosial Ekonomi terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka di Jawa Timur dengan Pendekatan Spatial Error Model (SEM). *Jurnal Statistika dan Ekonometrika Indonesia*, 10(1).
- LeSage, J. P. 1999. *The Theory and Practice of Spatial Econometrics*. University of Toledo, Amerika Serikat.
- LeSage & Pace. 2009. *Introduction to Spatial Econometrics*. Boca Raton: CRC Press, Amerika Serikat.
- Misbahuddin & Hasan, I. 2013. *Analisis Data Penelitian dengan Statistik*. Edisi ke-2. Bumi Aksara, Jakarta.
- Nada, R. 2022. Perbandingan Matriks Pembobot Spasial dalam Model SAR untuk Kasus Stunting Balita di Indonesia. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 10(3).
- Oshima, H.T. 1976. Growth with Equity: The Southeast Asian Experience. *Asian Development*, 4(3), 45-68.

- Pfeiffer, D., Robinson, T., Stevenson, M., Stevens, K., & Rogers, D. 2008. .
Analysis in Epidemiology. Oxford University Press, England.
- Qudratullah, M.F. 2013. *Analisis Regresi Terapan : Teori, Contoh Kasus, dan Aplikasi dengan SPSS*. C.V Andi Offset, Yogyakarta.
- Sukirno, S. 1997. *Ekonomi Pembangunan: Proses, Masalah, dan Dasar Kebijakan*. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta.
- Suryono. 2018. *Analisis Regresi Untuk Penelitian*. Grup Penerbitan CV Budi Utama, Yogyakarta.
- Sutopo,Y & Slamet, A. 2017. *Statistik Inferensia*. Andi, Yogyakarta.
- Tobler,W.R. 1979. *Cellular Geography*. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, Chicago
- Yasin, H., Wasito, B., Hakim, A. R. 2020. *Regresi Spasial: Aplikasi dengan R*. Wade Group, Jawa Timur
- Zidni, R. M., Nabila, P. P., Humairoh, N. L., Widodo, E. 2021. Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kriminalitas Menggunakan SpatialAutoregressive Model (SAR). *Jurnal Kriminologi Indonesia*, 7(4),10.