

**PEMODELAN COVID-19 BERBASIS AREA MENGGUNAKAN METODE  
REGRESI *SPATIAL ERROR MODELS***

**SKRIPSI**



**UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh  
**THIRZA KARUNILLAH**  
**H02218014**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL  
SURABAYA**

**2022**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : THIRZA KARUNILLAH

NIM : H02218014

Program Studi : Matematika

Angkatan : 2018

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "PEMODELAN COVID-19 BERBASIS AREA MENGGUNAKAN METODE REGRESI *SPATIAL ERROR MODELS*". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 18 Juli 2022

Yang menyatakan,



THIRZA KARUNILLAH

NIM. H02218014

# LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

Nama : THIRZA KARUNILLAH  
NIM : H02218014  
Judul Skripsi : PEMODELAN COVID-19 BERBASIS AREA  
MENGUNAKAN METODE REGRESI *SPATIAL*  
*ERROR MODELS*

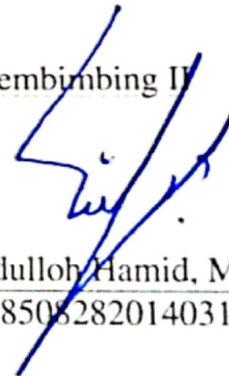
telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Pembimbing I



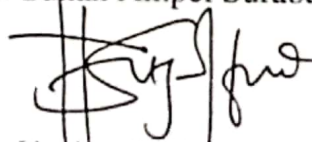
Dr. Moh. Hafiyusholeh, M.Si, M.PMat  
NIP. 198002042014031001

Pembimbing II



Dr. Abdulloh Hamid, M.Pd  
NIP. 198508282014031003

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Matematika  
UIN Sunan Ampel Surabaya



Yuniar Farida, M.T  
NIP. 19790505272014032002

## PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh

Nama : THIRZA KARUNILLAH  
NIM : H02218014  
Judul Skripsi : PEMODELAN COVID-19 BERBASIS AREA  
MENGUNAKAN METODE REGRESI *SPATIAL*  
*ERROR MODELS*

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji  
pada tanggal 18 Juli 2022

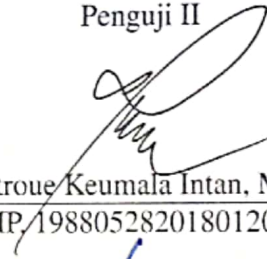
Mengesahkan,  
Tim Penguji

Penguji I



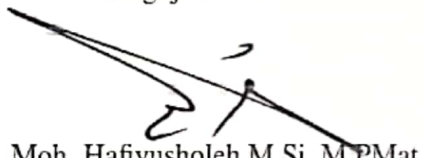
Dian Candra Rini Novitasari, M.Kom  
NIP. 198511242014032001

Penguji II



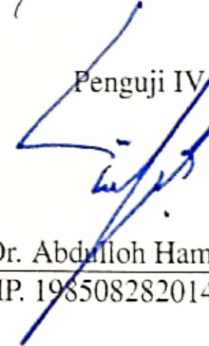
Putroue Keumala Intan, M.Si  
NIP. 198805282018012001

Penguji III



Dr. Moh. Hafiyusholeh, M.Si, M.PMat  
NIP. 198002042014031001


Penguji IV



Dr. Abdulloh Hamid, M.Pd  
NIP. 198508282014031003

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Ampel Surabaya



  
Dr. A. Saepul Hamdani, M.Pd  
NIP. 196507312000031002



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA  
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300  
E-Mail: perpustakaan@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : THIRZA KARUNILLAH  
NIM : HD2210014  
Fakultas/Jurusan : SAINTEK / MATEMATIKA  
E-mail address : thirzakarunillah06@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Sekripsi  Tesis  Desertasi  Lain-lain (.....)

yang berjudul :

DEMODELAN COVID-19 BERBASIS AREA MENGGUNAKAN  
METODE REGRESI SPASIAL ERROR MODELS

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 10 JULI 2022

Penulis

( THIRZA KARUNILLAH )

## ABSTRAK

### PEMODELAN COVID-19 BERBASIS AREA MENGGUNAKAN METODE REGRESI *SPATIAL ERROR MODELS*

Penyebaran Covid-19 yang cukup pesat pada awal 2020 menjadi pusat perhatian dunia. Di Indonesia terjadi peningkatan jumlah kasus terkonfirmasi positif Covid-19 diantaranya Provinsi Jawa Timur. Pada tahun 2020 Jawa Timur menjadi Provinsi dengan kasus kematian tertinggi. Maka untuk melihat secara utuh tingkat penyebaran Covid-19, diperlukan suatu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang dapat berpengaruh dan mempertimbangkan aspek lokasi atau area. Regresi *Spatial Error Models* merupakan metode regresi spasial dengan mempertimbangkan aspek lokasi atau area yang disebabkan oleh spasial *error*, dimana nilai *error* pada suatu wilayah dipengaruhi *error* di wilayah lainnya. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan regresi spasial error model faktor yang mempengaruhi penyebaran covid-19 di wilayah Jawa Timur yaitu jumlah penduduk tidak bekerja dan penduduk yang telah divaksin, dengan nilai kebaikan model  $R^2$  sebesar 90,73% dan MSE sebesar 1476947.

**Kata kunci:** Covid-19 di Jawa Timur, Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Covid-19, Regresi Spasial, *Spatial Error Model*

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## ABSTRACT

### AREA-BASED MODELING OF COVID-19 USING REGRESSION

#### METHOD SPATIAL ERROR MODELS

The rapid spread of Covid-19 in early 2019 became the center of world attention. In Indonesia, there has been an increase in the number of positive confirmed cases of Covid-19, including East Java Province. In 2020 East Java will be the province with the highest number of deaths. So to see the full extent of the spread of Covid-19, we need a method that can be used to find out the factors that can influence and consider aspects of the location or area. *Spatial Error Models* regression is a spatial regression method that considers spatial aspects and combines a simple regression model and a *error model* regression model on the dependent variable (Y). Based on the results of calculations using a spatial regression error model, the factors that affect the spread of covid-19 in the East Java region are the number of people who do not work and people who have been vaccinated, with the value of the  $R^2$  model being 90.73 % and the MSE 1476947

**Keywords:** Covid-19 in East Java, Factors Affecting Covid-19, Spatial Regression, *Spatial Error Model* (SEM).

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	i
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN</b>	ii
<b>LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING</b>	iii
<b>PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI</b>	iv
<b>LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI</b>	v
<b>ABSTRAK</b>	vi
<b>ABSTRACT</b>	vii
<b>DAFTAR ISI</b>	1
<b>DAFTAR TABEL</b>	4
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	5
<b>I PENDAHULUAN</b>	6
1.1. Latar Belakang Masalah	6
1.2. Rumusan Masalah	11
1.3. Tujuan Penelitian	12
1.4. Manfaat Penelitian	12
1.5. Batasan Masalah	12
1.6. Sistematika Penulisan	13
<b>II TINJAUAN PUSTAKA</b>	15
2.1. Covid-19 di Jawa Timur	15
2.2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penyebaran Covid-19	16
2.2.1. Kepadatan Penduduk	16
2.2.2. Penduduk Miskin	17
2.2.3. Penduduk Tidak Bekerja	18
2.2.4. Penduduk Sudah divaksin	18
2.3. Analisis Regresi	18
2.4. Uji Asumsi Klasik	19
2.4.1. Uji Normalitas	20



2.4.2. Uji Autokorelasi	21
2.4.3. Uji Multikolinieritas	22
2.4.4. Uji Heterokedastisitas	23
2.5. Analisis Spasial	23
2.6. Matriks Pembobot Spasial ( <i>Spatial Weight Matrices</i> )	25
2.7. Uji Dependensi Spasial	28
2.8. Regresi <i>Spatial Error Model</i>	31
2.9. Estimasi Parameter Regresi <i>Spatial Error Model</i>	33
2.10. Uji Keباikan Model	38
2.10.1. Uji Koefisien Determinasi $R^2$	38
2.10.2. <i>Mean Square Error</i> (MSE)	39
2.11. Integrasi Keilmuan	39
<b>III METODE PENELITIAN</b>	<b>44</b>
3.1. Jenis Penelitian	44
3.2. Sumber Data	44
3.3. Variabel Penelitian	44
3.4. Teknik Analisis Data	45
<b>IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>48</b>
4.1. Deskripsi Data	48
4.2. Analisis Deskriptif	49
4.3. Uji Asumsi Klasik	56
4.3.1. Uji Asumsi Normalitas	56
4.3.2. Uji Asumsi Autokorelasi	57
4.3.3. Uji Asumsi Multikolinieritas	57
4.3.4. Uji Asumsi Heterokedastisitas	58
4.4. Matriks Pembobot	59
4.5. Uji Dependensi Spasial	65
4.6. Estimasi Parameter	70
4.6.1. Estimasi Parameter $\beta$	70
4.6.2. Estimasi Parameter $\lambda$	71

	71
4.7. Regresi <i>Spatial Error Model</i> . . . . .	71
4.8. Uji Kebaikan Model . . . . .	73
4.8.1. Uji Koefisien Determinasi $R^2$ . . . . .	73
4.8.2. <i>Mean Square Error</i> (MSE) . . . . .	74
4.9. Integrasi Keislaman . . . . .	74
<b>V PENUTUP</b> . . . . .	<b>77</b>
5.1. Kesimpulan . . . . .	77
5.2. Saran . . . . .	78
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> . . . . .	<b>78</b>

## DAFTAR TABEL

2.1 Kriteria Uji <i>Durbin-Watson</i> . . . . .	22
3.1 Variabel Penelitian . . . . .	45
4.1 Data Penelitian . . . . .	48
4.2 Analisis Statistik Deskriptif . . . . .	56
4.3 Hasil Uji Asumsi Normalitas . . . . .	57
4.4 Hasil Uji Asumsi Autokorelasi . . . . .	57
4.5 Hasil Uji VIF . . . . .	58
4.6 Hasil Uji Asumsi Heterokedastisitas . . . . .	58
4.7 Wilayah Ketetanggaan . . . . .	60
4.8 Pembobotan Antar Wilayah . . . . .	63
4.9 Pembobotan Antar Wilayah Telah Terstandarisasi . . . . .	64
4.10 Hasil Perhitungan Uji Indeks Moran's . . . . .	70
4.11 Estimasi Parameter SEM . . . . .	71

## DAFTAR GAMBAR

2.1 Data Peta Area	24
2.2 Data Atribut	24
2.3 Data Spasial	24
2.4 Ilustrasi <i>Bishop Contiguity</i>	25
2.5 Ilustrasi <i>Rook Contiguity</i>	26
2.6 Ilustrasi <i>Queen Contiguity</i>	26
2.7 Kuadran Indeks Moran	30
3.1 Langkah-Langkah Penelitian	47
4.1 Data Spasial Provinsi Jawa Timur	49
4.2 Peta Penyebaran Covid-19 di Jawa Timur	50
4.3 Diagram Batang Penyebaran Covid-19 di Jawa Timur	51
4.4 Pemetaan Kepadatan Penduduk	52
4.5 Pemetaan Penduduk Miskin	53
4.6 Pemetaan Penduduk Tidak Bekerja	54
4.7 Pemetaan Penduduk Sudah di Vaksin	55
4.8 Peta Hubungan Ketetanggaan Kab/Kota di Jawa Timur	59
4.9 Grafik Nilai Pendugaan Model	73

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang Masalah

Penularan Covid-19 kali pertama ditemukan berasal dari kota Wuhan, Provinsi Hubei, China dan menular secara cepat ke berbagai penjuru dunia (Dong et al., 2020). Munculnya virus covid-19 menyebabkan organisasi kesehatan dunia (WHO) mengeluarkan petisi yang memberikan pernyataan bahwa covid-19 ditetapkan menjadi darurat kesehatan dan perlu mendapatkan pusat perhatian international. Indonesia salah satu Negara di wilayah Asia yang tidak dapat terhindar dari penyebaran covid-19 (Alvina Felicia Watratan et al., 2020). Awal kasus positif Covid-19 di Indonesia terjadi tepat pada tanggal 2 Maret 2020. Covid-19 seiring berjalan waktu mengalami penambahan kasus terhitung pada tanggal 4 Oktober 2021. Tercatat jumlah penduduk yang dinyatakan positif covid-19 sebanyak 4.220.206 kasus, kasus meninggal sebanyak 142.261 kasus, dan jumlah kasus sembuh sebanyak 4.026.991 kasus (Kemenkes, 2021).

Kasus Covid-19 yang meningkat tajam dapat menjadi cobaan pada suatu umat hal ini sesuai dengan ayat Al- Qur'an pada surat Al-Baqarah ayat 155:

وَلَنَبْلُوَنَّكُمْ بِشَيْءٍ مِّنَ الْخَوْفِ وَالْجُوعِ وَنَقْصٍ مِّنَ الْأَمْوَالِ وَالْأَنْفُسِ

وَالثَّمَرَاتِ <sup>قَالَ</sup> وَبَشِّرِ الصَّابِرِينَ ﴿١٥٥﴾

*Artinya: Kami pasti akan mengujimu dengan sedikit ketakutan dan kelaparan, kekurangan harta, jiwa dan buah-buahan. Sampaikanlah (wahai Nabi Muhammad) kabar gembira kepada orang-orang sabar (Kemenag 2021).*

Covid-19 dapat dilihat pada perspektif lain yaitu sebagai cobaan. Karakteristik dari cobaan yang berada pada ayat diatas yaitu Allah akan memberikan ujian dengan sedikit merasakan takut, merasakan lapar, merasakan kekurangan kekayaan, dan kehilangan jiwa. Hal ini dapat diimplementasikan pada kasus covid-19 yang penyebarannya cepat dan menimbulkan ketakutan pada penduduk di dunia.

Bermula dari peningkatan jumlah kasus covid-19 maka pemerintah mengambil tindakan untuk diberlakukan Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB). Aturan PSBB ditertibkan dengan cara melakukan pemberlakuan pembatasan aktivitas dan penutupan sementara tempat umum seperti sekolah, perkantoran, transportasi umum, dan lain-lain. Namun terdapat kelonggaran untuk sekolah dan perkantoran dapat dilaksanakan secara daring. Tindakan yang diambil oleh pemerintah tersebut ditujukan untuk meminimalisir penyebaran covid-19 bersesuaian dengan hadis berikut:

إِذَا سَمِعْتُمْ بِالطَّاعُونَ بِأَرْضٍ فَلَا تَدْخُلُوهَا، وَإِذَا وَقَعَ بِأَرْضٍ  
وَأَنْتُمْ بِهَا فَلَا تَخْرُجُوا مِنْهَا

*Artinya: Pada Shahih Bukhari Abdullah bin Yusuf telah menyampaikan kepada Malik dari Ibnu Syihab dari Abdullah bin 'Amir dari Abdurrahman bin 'Auf dari Nabi SAW sesungguhnya beliau bersabda: "Jika kamu mendengar wabah di tempat kamu berada maka jangan tinggalkan tempat tempat itu" (HR. Al-Bukhari).*

Disamping itu, ujian kelaparan dan kekurangan harta juga menjadi dampak

dari kasus Covid-19 dikarenakan tidak adanya interaksi sosial untuk bekerja maka perekonomian di dunia ikut mengalami penurunan untuk sementara. Kesulitan ekonomi PSBB guna menurunkan kasus Covid-19 bersesuaian pada kaidah fiqh sebagai berikut:

### المَشَقَّةُ تَجْلِبُ التَّيْسِرَ

*Artinya: Kesukaran atau kesulitan dapat mendatangkan kemudahan. Al-masyaqqah memiliki arti al-ta'ab dengan makna kelelahan, kepayahan, kesulitan, kesukaran sedangkan al-taysir memiliki makna kemudahan. Maknanya setiap kesulitan yang ada pada umat manusia seperti yang saat ini dirasakan seluruh manusia di dunia yaitu Covid-19 suatu saat nanti akan ada kemudahan atau solusi dalam menyelesaikannya.*

Terdapat beberapa wilayah di Indonesia yaitu lima provinsi mengalami peningkatan pada jumlah kasus yang dinyatakan positif Covid-19 diantaranya provinsi DKI Jakarta dengan persentase (21,3%), Jawa Barat dengan persentase (16,8%), Jawa Tengah dengan persentase (9,4%), Kalimantan Timur dengan persentase (3,7%) (Makhi, 2021). Jawa Timur merupakan provinsi yang termasuk dalam kategori tingkatan penambahan jumlah penularan covid-19 terbesar dengan angka persentase tinggi. Pada tanggal 13 Mei 2020 tercatat jumlah yang dinyatakan positif sebanyak 1.766 kasus dengan kasus sembuh sebanyak 278 dan kasus meninggal sebanyak 166. Jumlah kasus covid-19 terbaru pada tanggal 26 September penambahan sebanyak 170 (Yustanti et al., 2020).

Tingkat angka meninggal *case fatality rate* Covid-19 di Jawa Timur mencapai angka 6,92% pada tahun 2020 dan sejumlah kasus dinyatakan positif dengan angka 84.152 kasus, 5.827 kasus diantaranya meninggal akibat covid-19 pada awal Januari 2021 (Kusnandar, 2021). Jawa Timur masih termasuk dalam

kategori provinsi dengan kontribusi terbanyak dalam jumlah kasus yang dinyatakan positif sebanyak 395.905 kasus pada Oktober 2021 (Novellino Andry, 2021). Terdapat sejumlah kabupaten atau kota di Jawa Timur dengan kasus yang dinyatakan positif dan meninggal tertinggi diantaranya Kabupaten Tuban, Situbondo, Jember, Banyuwangi, Jombang, dan Kota Surabaya (Taufiq, 2021).

Kasus covid yang terus-menerus mengalami peningkatan maka perlu mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi untuk mencegah penyebaran kasus Covid-19 diantaranya dilakukan oleh (Hidayani, 2020) dan diperoleh hasil bahwa faktor usia, gender, pasien yang mengalami infeksi di rumah sakit, penyakit bawaan komorbid mempengaruhi penyebaran kasus Covid-19. (Ghiffari, 2020) menjelaskan bahwa faktor IPM, pertumbuhan penduduk, penduduk dengan usia rentan 60 keatas, penduduk miskin memiliki pengaruh pada penyebaran Covid-19. (Satria et al., 2020) juga melakukan penelitian pada faktor yang mempengaruhi kasus covid dan diperoleh hasil bahwa jenis kelamin, usia lanjut, penyakit diabetes dan hipertensi dapat menyebabkan kematian pada Covid-19. Peneliti (Mu'tamar et al., 2021) memperoleh hasil penelitian bahwa vaksin Covid-19 dapat mengurangi angka terkonfirmasi positif Covid-19 hal ini membuktikan bahwa terdapat pengaruh tingkat efektivitas dari vaksin. Peneliti (Habinuddin, 2021) memperoleh hasil penelitian bahwa penduduk tidak bekerja dapat meningkatkan kasus positif Covid-19 di Jawa Timur.

Angka persentase jumlah Covid-19 yang tinggi di provinsi Jawa Timur mewujudkan kekhawatiran akan keselamatan penduduk yang berdomisili di Jawa Timur. Sehingga dibutuhkan metode untuk mengetahui faktor-faktor peningkatan jumlah kasus Covid-19 dan melakukan pemodelan pada provinsi Jawa Timur. Beberapa faktor risiko yang mempengaruhi peningkatan jumlah kasus Covid-19



pada wilayah Jawa Timur yaitu, rendahnya tingkat ketertiban masyarakat untuk penerapan aturan protokol dalam menjaga kesehatan (seperti penggunaan masker) dan kebijakan pemerintah lemah terkait pencegahan Covid-19 (Wibawa, 2020). Pentingnya pemodelan pada kasus Covid-19 diharapkan dapat memberikan analisa dan prediksi yang mendekati pada kenyataan yang ada di lapangan. Pendekatan dilakukan dengan menggunakan Regresi spasial.

Regresi spasial termasuk metode dalam statistika yang dipergunakan untuk pemodelan. Pemodelan regresi spasial dilakukan dengan memperhatikan efek spasial (wilayah). Regresi spasial berasal dari regresi linear yang mengalami perluasan. Regresi spasial cukup sering digunakan untuk memodelkan suatu penyakit pada wilayah yang diduga terdapat pengaruh dari beberapa faktor. Data pada pemodelan regresi spasial digunakan data spasial. Data spasial merupakan data dengan didasarkan tata letak, objek, dan keterkaitan diantaranya di ruang bumi (Anselin, 1988).

Beberapa model regresi spasial antara lain *Spatial Autoregressive Model* (SAR) yaitu model spasial terjadi karena terdapat pengaruh spasial pada variabel dependen (Aulia et al., 2017), *Spatial Error Model* (SEM) merupakan model yang digunakan karena terdapat pengaruh wilayah (spasial) disebabkan oleh *spatial error*, dimana nilai *error* pada suatu wilayah dipengaruhi oleh *error* di wilayah lainnya (Samallo et al., 2018) (Mubtadiyah, 2011), *Spatial Durbin Model* (SDM) merupakan perkembangan dari pemodelan SAR yang memiliki karakteristik terdapat perpaduan spasial lag pada variabel independen (Triliani and Bekti, 2017), *Spatial Autoregressive Moving Average* (SARMA) merupakan pemodelan menggunakan regresi spasial dengan gabungan antara pemodelan SAR dan pemodelan SEM (Nur et al., 2020). Pada penelitian akan digunakan *Spatial Error*

*Model* (SEM).

Beberapa peneliti terdahulu yang berkaitan dengan SEM diantaranya, (Annur, 2019) dengan didapatkan hasil bahwa SEM lebih signifikan dan lebih baik dibandingkan SAR. Hal ini dibuktikan dengan nilai  $R^2$  pada SEM sebesar 80,14% sedangkan  $R^2$  pada model SAR yaitu sebesar 76,01%. Nilai  $R^2$  merupakan nilai kriteria dalam menentukan model terbaik, semakin tinggi atau besar nilai  $R^2$  maka semakin baik. Penelitian yang dilakukan oleh (Sulasih, I.G.A. Diah Sulisiawati and Suciptawati, 2021) didapatkan bahwa model SEM lebih baik dibanding SAR hal ini diperkuat dengan nilai  $R^2$  pada model SEM sebesar 57,69%, sedangkan nilai  $R^2$  pada model SAR yaitu 56,38%. Penelitian yang dilakukan oleh (Afifah, 2017) diperoleh hasil bahwa nilai  $R^2$  pada model SEM yaitu sebesar 45,83% lebih baik dibandingkan model SAR.

Berdasarkan pemaparan yang ada, belum terdapat penelitian yang menggunakan model SEM untuk mengkaji faktor-faktor yang dapat mempengaruhi penyebaran Covid-19 di provinsi Jawa Timur, termasuk pengaruh pemberian vaksin. Oleh karenanya peneliti akan melakukan pemodelan penyebaran Covid-19 di wilayah Jawa timur. Dengan demikian, peneliti tertarik untuk mengetahui faktor-faktor yang dapat mempengaruhi Covid-19 dengan menggunakan *Spatial Error Model* (SEM).

## 1.2. Rumusan Masalah

Dengan didasarkan pemaparan terkait latar belakang yang telah ada, berikut permasalahan yang didapatkan:

1. Bagaimana Model *Spatial Error Model* (SEM) terhadap penyebaran Covid-19 di Jawa Timur?

2. Apakah saja faktor-faktor signifikan yang berpengaruh terhadap penyebaran Covid-19 di Jawa Timur?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Dengan didasarkan rumusan permasalahan yang diperoleh, berikut tujuan dari penelitian ini:

1. Guna mengetahui model *Spatial Error Model*(SEM) terhadap penyebaran Covid-19 di Jawa Timur.
2. Guna mengetahui faktor-faktor signifikan yang memiliki pengaruh terhadap penyebaran Covid-19 di Jawa Timur.

### 1.4. Manfaat Penelitian

*Spatial Error Model* (SEM) yang telah diperoleh dapat digunakan sebagai acuan dan pertimbangan oleh Pemerintah Provinsi untuk memperbaiki dan membuat perencanaan kebijakan-kebijakan kedepannya agar diterapkan pada masyarakat guna meningkatkan antisipasi dan penanganan kasus Covid-19.

### 1.5. Batasan Masalah

Terdapat pembatasan dalam permasalahan yang akan dilakukan pada penelitian, diantaranya sebagai berikut.

1. Penelitian dibatasi pada area Jawa Timur
2. Pada penelitian ini akan menggunakan beberapa data yaitu jumlah penduduk terkonfirmasi Covid-19, kepadatan penduduk, jumlah penduduk dengan kategori miskin, jumlah penduduk tidak bekerja, dan jumlah penduduk yang sudah divaksin di setiap Kabupaten atau Kota di Area Jawa Timur.

3. Model dalam penelitian yang digunakan adalah *Spatial Error Model* (SEM), menggunakan matriks pembobot *Queen Contiguity* (W).

## 1.6. Sistematika Penulisan

Terdapat sistematika pada penelitian ini yaitu terdapat bagian dari 5 BAB diantaranya sebagai berikut.

### 1. BAB I PENDAHULUAN

Bagian Bab I berisi pemaparan terkait latar belakang dari suatu permasalahan, perumusan masalah, tujuan dari dilakukan penelitian, batasan permasalahan yang akan dilakukan dalam penelitian, manfaat dari penelitian yang akan dilakukan, dan sistematika dari penulisan dari penelitian.

### 2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bagian Bab II berisi tentang pemaparan terkait teori permasalahan yang mendukung dalam penelitian ini yaitu tentang Pemodelan Jumlah Kasus Covid-19 dengan menggunakan *Spatial Error Model* (SEM), disertai dengan faktor pendukung lain berkaitan dengan judul penelitian.

### 3. BAB III METODE PENELITIAN

Bagian Bab III terdapat tahapan yang akan dilakukan pada penelitian, seperti jenis penelitian, sumber data, variabel penelitian, analisis data, dan tahap penelitian data yang digunakan, sumber data serta alur perhitungan dalam penelitian yang disajikan dalam bentuk *Flowchart*

### 4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian Bab IV berisi tentang analisis dari hasil yang diperoleh dengan menggunakan metode Regresi *Spatial Error Model* yang dilakukan untuk

Pemodelan Covid-19.

## 5. BAB V PENUTUP

Bagian Bab V berisi tentang simpulan dari penelitian yang telah dilakukan berdasarkan hasil penelitian dan saran untuk peneliti selanjutnya.



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Covid-19 di Jawa Timur

Menularnya Covid-19 berpeluang menjadi darurat kesehatan masyarakat (Telaumbanua, 2020). Covid-19 dapat menyebabkan dampak mulai dari flu yang ringan hingga berat. Pada penyebarannya Covid-19 juga dapat disebut *zoonotic* yaitu menular terhadap manusia dan hewan (Nasution et al., 2020). Virus SARS-COV2 menjadi penyebab penyakit Covid-19. Peningkatan angka kesembuhan Covid-19 di Indonesia memperoleh persentase diatas 50% (Zahrani and Pramana, 2021). Namun untuk meminimalisir penyebaran Covid-19 yang sewaktu-waktu akan melonjak kembali pemerintah bertindak memberikan tanda pada beberapa wilayah daerah di Indonesia sebagai pembagian zona untuk indikator kategori risiko Covid-19 dengan menggunakan warna. Warna Hijau untuk wilayah kabupaten atau kota sudah tidak ada kasus Covid-19, warna kuning digunakann pada wilayah kabupaten atau kota dengan beberapa penularan local, warna oranye diberikan pada wilayah kabupaten atau kota yang berdekatan dengan zona merah disertai klaster penyebaran yang kecil, dan zona merah diperuntukkan wilayah kabupaten atau kota dengan kasus Covid-19 lebih dari satu disertai klaster peningkatan kasus Covid-19 yang tinggi (Parekraf, 2020).

Diketahui perkembangan Covid-19 pada kabupaten atau kota Jawa Timur di tahun 2020 tepatnya akhir April terdapat 5 kota atau kabupaten yang mengalami mayoritas dengan penduduk dinyatakan positif Covid-19 tinggi diantaranya, kota

Surabaya terdapat 394 kasus 55 diantaranya meninggal dan lainnya dinyatakan sembuh, kabupaten Sidoarjo terdapat 9.437 kasus 12 diantaranya meninggal dunia, kabupaten Magetan terdapat 33 kasus, kabupaten Malang 37 kasus 3 diantaranya meninggal dunia (Erfinanto, 2020a). Bulan Mei 2020 terdapat kurang lebih sebanyak 1.766 kasus terkonfirmasi positif Covid-19 (Yustanti et al., 2020). Terjadi kenaikan jumlah positif Covid-19 diantaranya pada kota Surabaya sebanyak 1.169 kasus 138 diantaranya meninggal, kabupaten Sidoarjo sebanyak 327 kasus 19 diantaranya meninggal, kabupaten Lamongan sebanyak 67 kasus dengan 10 diantaranya meninggal, kabupaten Magetan sebanyak 60 kasus 2 diantaranya meninggal, dan kabupaten Gresik sebanyak 57 kasus 7 diantaranya meninggal (Erfinanto, 2020b).

Kasus terkonfirmasi positif Covid-19 di Jawa Timur melonjak di awal Agustus 2021, Saat itu Jawa Timur mendapatkan penambahan 1.619 kasus dengan total kasus positif Covid-19 sebanyak 17.359 dan pasien meninggal sebanyak 27.273. Terdapat 4 kabupaten atau kota di zona merah diantaranya, Ponorogo, Nganjuk, kota Batu, kabupaten Blitar. Terdapat 25 kabupaten atau kota pada zona oranye antara lain Madiun, Trenggalek, Ngawi, Gresik, Kota Surabaya, dan lain-lain. Zona kuning pada 9 kabupaten atau kota Sampang, Sumenep, kota Pasuruan, dan lain-lain (Azmi, 2021).

## **2.2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penyebaran Covid-19**

Terdiri beberapa faktor yang mempengaruhi penyebaran Covid19 di Jawa Timur diantaranya sebagai berikut.

### 2.2.1. Kepadatan Penduduk

Pada umumnya kepadatan penduduk merupakan suatu indikator dari tekanan penduduk pada suatu wilayah. Kepadatan dan jumlah penduduk dapat berpengaruh pada peningkatan penyakit menular (Nelwan, 2020). Tingkatan kepadatan penduduk dengan mobilitas tinggi akan mengakibatkan tinggi pula frekuensi interaksi setiap individu pada wilayah tersebut (Edriani et al., 2021). Menurut (Achmadi, 2009) faktor kependudukan menjadi pengaruh terhadap suatu penyakit.

Kepadatan penduduk di Jawa Timur memperoleh peringkat tertinggi kedua di Indonesia hal ini menjadi permasalahan yang perlu diperhatikan pemerintah. Beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi kepadatan penduduk yaitu jumlah penduduk yang melakukan perpindahan tempat tinggal, jumlah penduduk pendatang, jumlah penduduk yang sudah meninggal, jumlah penduduk yang baru lahir (Subekti and Islamiyah, 2017).

### 2.2.2. Penduduk Miskin

Kemiskinan merupakan suatu keadaan yang terjadi akibat kekurangan dalam pemenuhan kebutuhan seperti sandang, papan, pangan, dan berkaitan erat dengan kualitas hidup (Jolianis Koto, 2015). Kemiskinan dipandang sebagai persoalan sosial yang kompleks salah satunya yaitu kekurangan dalam pemenuhan gizi dan berakibat pada kesehatan yang buruk (Di et al., 2013).

Kemiskinan berpengaruh pada penyebaran kasus Covid-19 hal ini disebabkan penduduk miskin cukup rentan terhadap risiko kesehatan, akibat langkah pemerintah dalam menerapkan mitigasi (PSBB) untuk mengurangi penyebaran pandemi. Penduduk miskin tidak leluasa untuk bekerja, rata-rata



penduduk miskin memiliki pekerjaan yang membutuhkan interaksi secara langsung (pekerjaan informal) sehingga tidak memiliki dana darurat ataupun penghasilan untuk memenuhi kebutuhan hidup beberapa saat. Hal ini menimbulkan krisis kemanusiaan yang sedang berlangsung (Andari, 2020).

### 2.2.3. Penduduk Tidak Bekerja

Pengangguran merupakan suatu parameter yang dilaksanakan apabila seorang tidak memiliki pekerjaan atau sedang dalam melakukan pencarian untuk memperoleh pekerjaan. Pencarian pekerjaan yang cukup lama dapat diakibatkan oleh ketidakstabilan antara jumlah tenaga kerja yang ada dan tenaga kerja yang dibutuhkan (M. Wardiansyah et al., 2015).

Terjadi peningkatan pengangguran saat munculnya Covid-19 hal ini akibat dari aktivitas perekonomian yang menurun dan terhalang seperti beberapa perusahaan yang terus melakukan proses produksi hingga tidak diimbangi dengan pendapatan yang masuk ke perusahaan. Maka perusahaan tidak dapat membayar beban gaji. Pada akhirnya, terjadi pemutusan hubungan kerja (PHK) kepada karyawannya (Indayani and Hartono, 2020).

### 2.2.4. Penduduk Sudah divaksin

Vaksinisasi merupakan tahapan pemberian vaksin yang ditujukan untuk meningkatkan antibodi, antibodi digunakan untuk mencegah suatu penyakit tertentu (Rusydi et al., 2021). Kebijakan pemerintah dalam melaksanakan vaksinisasi untuk meminimalisir penyebaran dan dampak yang ditimbulkan akibat Covid-19. Jenis-jenis vaksin yang digunakan yaitu vaksin Sinovac, Sinapharm, Moderna, Astrazeneca (Prasetyaning Widayanti and Kusumawati, 2021).

### 2.3. Analisis Regresi

Analisis regresi merupakan metode untuk mengetahui hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat. Analisis regresi dilakukan untuk pendugaan variabel terikat (Y) dari suatu nilai variabel bebas (X). Diasumsikan terdapat sampel berukuran  $n$  dari suatu populasi  $(x_i, y_i)$  dimana  $i = 1, 2, \dots, n$  dari sampel tersebut. Pendugaan dilakukan menggunakan uji model regresi. Berikut merupakan persamaan regresi linier sederhana.

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \varepsilon_i \quad (2.1)$$

Dimana,

$y_i$  : nilai pengamatan ke -  $i$

$x_i$  : nilai pengamatan ke -  $i$  variabel bebas

$\beta_0$  : koefisien yang menunjukkan besar nilai variabel dependen saat nilai variabel independen sama dengan 0.

$\beta_1$  : Parameter regresi

$\varepsilon$  : galat ke- $i$

Berikut merupakan model regresi linear berganda yang memiliki lebih dari satu variabel bebas. Berikut bentuk umum persamaan regresi linear berganda.

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i \quad (2.2)$$

Dimana  $k$  merupakan banyak variabel bebas

## 2.4. Uji Asumsi Klasik

Uji Asumsi Klasik dibutuhkan guna memenuhi asumsi sebelum dilakukan analisis. Pemenuhan asumsi tersebut bertujuan agar model terpercaya. Uji asumsi klasik terdiri sebagai berikut.

### 2.4.1. Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan uji yang digunakan untuk menguji variabel dependen dan variabel independen pada analisis regresi apakah berdistribusi normal atau tidak. Dalam penelitian akan digunakan uji *Lilliefors*. Terdapat dua hipotesis pada uji *Lilliefors* yaitu, hipotesis awal ( $H_0$ ) bahwa data penelitian dari populasi berdistribusi normal, dan hipotesis alternatifnya ( $H_1$ ) bahwa data penelitian bukan dari suatu populasi yang berdistribusi normal.

Dilakukan asumsi  $X_1, X_2, \dots, X_n$  merupakan sebuah nilai pada sampel acak. Setelah itu dimisalkan  $f(X_1)$  merupakan probabilitas dari  $X_i$ , sedangkan  $F(X_i) = f(X \leq X_i)$  merupakan probabilitas kumulatif dari  $X_i$  dengan  $i = 1, 2, \dots, n..$  Asumsikan  $Z_i$  merupakan sampel yang telah distandarisasi dari hasil transformasi nilai  $X_i$ , lalu untuk  $F(Z_i) = f(Z \leq Z_i)$  merupakan probabilitas kumulatif dari nilai  $Z_i$  yang telah distandarisasi. Cara dalam mendapatkan nilai  $Z_i$  yaitu:

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{s} \quad (2.3)$$

Dengan,

$\bar{X}$  = rata-rata sampel

$s$  = standar deviasi sampel

Misalkan  $D_i$  menunjukkan nilai mutlak antara selisih dari  $F(X_i)$  dan  $F(Z_i)$ , yaitu:

$$D_i = |F(Z_i) - F(X_i)|, i = 1, 2, \dots, n \quad (2.4)$$

Hasil dari nilai  $D_i$  maksimal atau  $D_{max}$  dikatakan sebagai nilai statistik dari uji Lilliefors. Nilai hasil dari  $D_{max}$  ini lalu dilihat dan dibandingkan dengan nilai kritis pada tabel distribusi Lilliefors ( $D_{tabel}$ ). Jikalau diketahui nilai  $D_{max} \leq D_{tabel}$  maka keputusannya yaitu  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak yang berarti data sudah berdistribusi normal. Hal ini berlaku sebaliknya jika  $D_{max} > D_{tabel}$  maka keputusannya yaitu  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima dengan artian data tidak berdistribusi normal. Selain melihat dari nilai  $D_{max}$ , dapat juga dilihat dari nilai  $p - value$  dengan taraf signifikan  $\alpha$ . Jika nilai  $p - value \geq \alpha$  maka keputusan yang diambil adalah  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak, dan jika nilai  $p - value < \alpha$  maka keputusan yang diambil adalah  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima

#### 2.4.2. Uji Autokorelasi

Uji Autokorelasi digunakan untuk menguji terdapat atau tidak korelasi antar residual (kesalahan penganggu). Apabila ditemukan suatu korelasi, maka dapat dikatakan terdapat masalah autokorelasi. Masalah autokorelasi timbul akibat residual (kesalahan penganggu) tidak bebas dari satu observasi ke observasi lainnya.

Model regresi dikatakan baik jika regresi bebas dari autokorelasi. Salah satu cara digunakan untuk mendeteksi ada atau tidaknya autokorelasi yaitu uji *Durbin - Watson*.

$$d = \frac{\sum_{i=2}^k (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=2}^k e_i^2} \quad (2.5)$$

Dengan  $e_i$  merupakan residual metode kuadrat terkecil

Terdapat kriteria dalam menentukan hasil keputusan dari uji *Durbin-Watson*.

Berikut merupakan tabel kriteria *Durbin - Watson*.

**Tabel 2.1 Kriteria Uji *Durbin-Watson***

Kriteria	Keterangan
$0 < d < d_L$	Tolak $H_0$ , Terdapat autokorelasi positif.
$4 - d_L \leq d \leq 4$	Tolak $H_0$ , Terdapat autokorelasi positif.
$d_L \leq d \leq d_u$	Daerah keragu-raguan, tidak ada keputusan.
$4 - d_u \leq d \leq 4 - d_L$	Tidak ada keputusan
$d_u \leq d \leq 4 - d_u$	Gagal tolak $H_0$ , tidak ada autokorelasi negatif atau positif

Keterangan:

$d$  : Nilai *Durbin-Watson*

$d_L$  : Nilai kritis batas atas

$d_u$  : Nilai kritis batas bawah

### 2.4.3. Uji Multikolinieritas

Uji Multikolinieritas digunakan untuk mendeteksi terdapat atau tidak hubungan linear antar variabel bebas. Salah satu metode untuk uji multikolinieritas yaitu VIF (*Variance Inflation Factor*) dengan persamaan sebagai berikut.

$$VIF = \frac{1}{(1 - r_i^2)} \quad (2.6)$$

Dengan,  $r_i$  : besar korelasi antar variabel bebas Digunakan kriteria dalam menentukan keterangan hasil uji sebagai berikut. Jika nilai  $VIF > 10$  maka terdapat masalah multikolinieritas.

#### 2.4.4. Uji Heterokedastisitas

Adanya heterokedastisitas merupakan akibat dari suatu keadaan data di beberapa wilayah pada satu kesatuan wilayah yang mengalami perbedaan. Perbedaan tersebut meliputi dari letak geografis, situasi, budaya, sosial, dan lain hal yang dapat mempengaruhi (Anselin, 1988). Tujuan Heterokedastisitas spasial digunakan untuk mengetahui ada atau tidak suatu ciri khas pada setiap wilayah. Dengan adanya heterokedastisitas maka dapat memperoleh hasil parameter regresi yang tidak sama di setiap wilayah pengamatan. Heterokedastisitas spasial melakukan pengujian dengan menggunakan statistic uji *Breush Pagan* yang memiliki statistik uji:

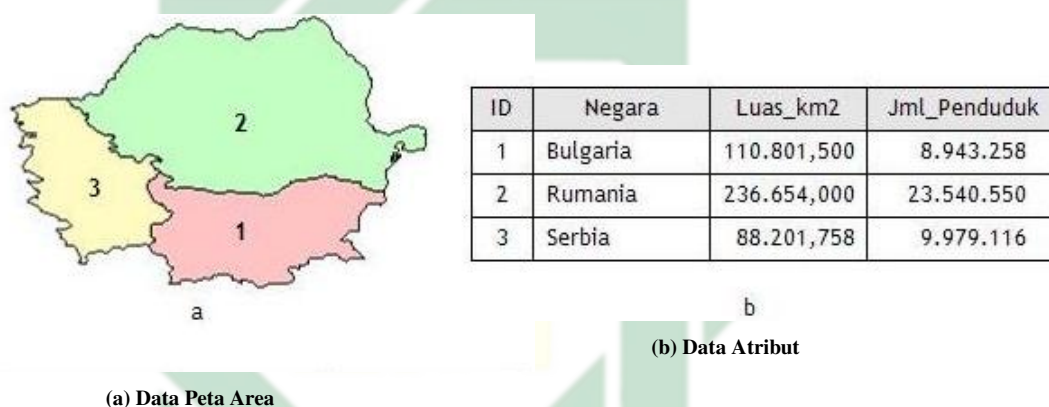
$$BP = \left( \frac{1}{2} \right) f^T Z (Z^T Z)^{-1} Z^T f \quad (2.7)$$

Dimana  $f$  merupakan  $f_i = \left( \frac{e_i^2}{\hat{\sigma}^2} \right)$  didapatkan dari residual *least square* yang digunakan untuk pengamatan ke- $i$  dan  $Z$  adalah matriks dengan ukuran  $n \times p(+1)$  didalamnya terdapat vektor yang telah distandarisasi pada setiap pengamatan. Dengan daerah kritis  $H_0$  akan ditolak apabila statistic uji  $BP > x_{\alpha;p}^2$  atau  $P - value < \alpha$ .

#### 2.5. Analisis Spasial

Analisis spasial merupakan analisis dalam mengidentifikasi karakteristik data dengan posisi yang tepat dan memperhatikan sistem koordinat (*georeferensi*). Data pendukung yang digunakan pada analisis spasial yaitu Data spasial. Data spasial merupakan data yang memiliki referensi letak geografis dan diilustrasikan pada sebuah sistem koodinat. Terdapat dua informasi pada data spasial yaitu data geografis berupa peta wilayah yang akan diteliti dan data atribut yang mmeuat

terkait penjelasan atas setiap wilayah data grafis pada data spasial. Data atribut dapat berupa teks dan numerik. Pada penelitian ini digunakan analisis spasial berbasis pendekatan ketetanggaan merupakan analisis yang digunakan untuk menjelaskan pola persebaran dari titik-titik lokasi pengamatan dengan menggunakan perhitungan yang mempertimbangkan jarak, jumlah titik wilayah, dan luas wilayah(budiman). Berikut merupakan ilustrasi dari data geografis dan data atribut yang termuat pada data spasial.



**Gambar 2.1 Data Spasial**

Pada gambar [2.1](#) terdapat ilustrasi peta dari sebuah wilayah, terdapat dua informasi yang termuat diantaranya berupa peta geografis wilayah beserta ketetanggaan wilayah yang diberi pembeda dengan menggunakan ID atau kode 1,2,3 dan data atribut yang memuat terkait dengan informasi wilayah seperti luas wilayah dan jumlah penduduk.

## 2.6. Matriks Pembobot Spasial (*Spatial Weight Matrices*)

Matriks keterkaitan spasial yaitu matriks dengan ukuran  $n \times n$  yang merupakan representasi dari keterkaitan setiap wilayah pengamatan dengan wilayah pengamatan lain, digunakan simbol  $W(W_{ij})$ ; dengan  $i, j$  merupakan  $1, 2, \dots, n$ . Matriks  $W$  diperoleh melalui pendekatan titik dan pendekatan area.

Pendekatan titik merupakan jarak yang diperoleh dari setiap wilayah dengan wilayah lain dan memperhatikan letak geografis suatu wilayah. Jarak yang telah diperoleh kemudian dihitung posisi lintang dan bujur. Sedangkan pendekatan area dengan menggunakan ketetangaan antar wilayah (*contiguity*)

Menurut Lesage (1999) dikutip pada skripsi (Arrhyza, 2020) secara umum jenis matriks pembobot dengan pendekatan area terdiri dari beberapa jenis batas wilayah, diantaranya:

1. *Bishop Contiguity* merupakan singgungan atau kedekatan berdasarkan titik sudut pada suatu wilayah pengamatan dengan wilayah pengamatan lain yang bertetangga.

B1	A1	B2
A2	A	A4
B3	A3	B4

Gambar 2.2 Ilustrasi *Bishop Contiguity*

Ilustrasi pada 2.2 menjelaskan bahwa wilayah B1,B2,B3,B4 adalah ketetangaan dari wilayah A, sedang wilayah A1, A2, A3, A4 bukan ketetangaan dari wilayah A. Hal ini disebabkan akibat tidak terjadi persinggungan titik sudut wilayah A pada wilayah A1, A2, A3, A4.

2. *Rook Contiguity* merupakan singgungan atau kedekatan berdasar sisi pada suatu wilayah pengamatan dengan wilayah pengamatan lain yang bertetangga.



B1	A1	B2
A2	A	A4
B3	A3	B4

Gambar 2.3 Ilustrasi *Rook Contiguity*

Ilustrasi pada [2.3](#) menjelaskan bahwa wilayah A1,A2,A3,A4 adalah ketetanggan dari wilayah A, sedang wilayah B1, B2, B3, B4 bukan ketetanggan dari wilayah A. Hal ini disebabkan akibat tidak terjadi persinggungan sisi wilayah A pada wilayah B1, B2, B3, B4.

3. *Queen Contiguity* merupakan singgungan atau kedekatan berdasar titik dan sudut pada suatu wilayah pengamatan dengan wilayah pengamatan lain yang bertetangga.

B1	A1	B2
A2	A	A4
B3	A3	B4

Gambar 2.4 Ilustrasi *Queen Contiguity*

Ilustrasi pada [2.4](#) menjelaskan bahwa wilayah A1, A2, A3, A4 dan B1, B2, B3, B4 adalah ketetanggan dari wilayah A. Hal ini disebabkan akibat terjadi persinggungan titik sudut dan sisi wilayah A.

Dengan pemaparan kelebihan yang dimiliki oleh matriks *Queen Contiguity* tersebut, yaitu memperhatikan persinggungan wilayah dengan titik sudut dan sisi, maka penelitian ini akan menggunakan matriks pembobot *Queen Contiguity*.

Berikut merupakan bentuk matriks dari suatu wilayah  $\mathbf{W}$ .

$$W = \begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & \cdots & W_{1n} \\ W_{21} & W_{22} & \cdots & W_{2n} \\ \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ W_{n1} & W_{n2} & \cdots & W_{nn} \end{bmatrix}$$

Nilai  $w_{ij}$  diperoleh melalui persinggungan batas wilayah (*contiguity*) yang terdapat pada satu wilayah dengan wilayah lain. Matriks pemberian nilai  $w_{ij}$  menggunakan sandi biner. Persamaan pembobot sandi biner sebagai berikut [Thaib \(2008\)](#).

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{untuk } i \text{ dan } j \text{ berdekatan} \\ 0, & \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

Baris dan kolom yang terdapat pada matriks tersebut merupakan representasi dari wilayah yang berada pada peta. Matriks keterkaitan spasial *Queen Contiguity* merupakan matriks yang simetris dengan diagonal utama bernilai 0. Hal tersebut terjadi akibat suatu wilayah yang tidak mempunyai jarak terhadap wilayahnya sendiri. Kemudian setelah mendapatkan Matriks *Queen Contiguity* dilakukan standarisasi matriks, yaitu matriks pada jumlah dari setiap barisnya bernilai satu. Persamaan standarisasi matriks  $\mathbf{W}$  dengan keanggotaan  $w_{ij}$  dapat dilihat sebagai berikut.

$$W_{ij} = \frac{W_{ij}}{\sum_{j=1}^n W_{ij}} \quad (2.8)$$

Dimana,

$W_{ij}$  : merupakan nilai  $W_{ij}$  yang sudah dilakukan standarisasi

Berikut merupakan contoh bentuk matriks pembobot pada suatu wilayah dengan  $n = 7$  maka ukuran matriks  $7 \times 7$ .

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

Dengan menggunakan rumus standarisasi pada persamaan 2.8 maka didapat matriks pembobot yang telah distandarisasi berikut:

$$W = \begin{bmatrix} 0 & 1/4 & 0 & 0 & 1/4 & 1/4 & 1/4 \\ 1/3 & 0 & 1/3 & 0 & 0 & 1/3 & 0 \\ 0 & 1/3 & 0 & 1/3 & 0 & 1/3 & 0 \\ 0 & 0 & 1/3 & 0 & 1/3 & 1/3 & 0 \\ 1/4 & 0 & 0 & 1/4 & 0 & 1/4 & 1/4 \\ 1/6 & 1/6 & 1/6 & 1/6 & 1/6 & 0 & 1/6 \\ 1/3 & 0 & 0 & 0 & 1/3 & 1/3 & 0 \end{bmatrix}$$

## 2.7. Uji Dependensi Spasial

Dependensi spasial disebabkan oleh adanya suatu dependensi pada data wilayah atau area. Dependensi spasial berasal dari hukum Tobler (1979) mengatakan bahwa semua dan sesuatu yang ada saling terkoneksi (keterhubungan) dengan sesuatu hal yang lain dan lebih dekat maka memiliki dampak (pengaruh) yang cukup besar. Pemecahan masalah yang dilakukan apabila terdapat dependensi spasial yaitu melakukan pendekatan wilayah atau area (Rati, 2013).

Uji untuk mengetahui dependensi spasial pada galat *error* suatu model menurut (Anselin, 1988) menggunakan statistic Indeks Moran.

## Indeks Moran

Indeks Moran merupakan suatu uji statistic yang digunakan untuk mencari nilai autokorelasi spasial dan dilakukan identifikasi pada suatu wilayah atau area dari Autokorelasi spasial (Pengelompokkan spasial). Autokorelasi spasial merupakan hubungan keterkaitan suatu wilayah atau area pada setiap variabel dengan melibatkan variabel yang sama (Wuryandari et al., 2014).

$$I = \frac{n \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2.9)$$

Dengan,  $I$  merupakan Indeks Moran's,  $n$  merupakan banyak wilayah atau area yang diteliti,  $x_i$  nilai daerah ke- $i$ ,  $x_j$  nilai pada daerah ke- $j$ ,  $\bar{x}$  merupakan nilai rata-rata  $x_i$ , dari  $n$  wilayah atau area,  $w_{ij}$  merupakan elemen matriks pembobot spasial terstandarisasi antara wilayah  $i$  dan  $j$ .

Nilai Ekspektasi dari Indeks Moran adalah

$$E(I) = I_0 = -\frac{1}{n-1} \quad (2.10)$$

Dengan, menggunakan statistika uji

$$Z_{hitung} = \frac{I - E(I)}{\sqrt{var(I)}} \quad (2.11)$$

$$Var(I) = \frac{n(S_1(n^2-3n+3)-nS_2+3S_0^2)}{(n-1)(n-2)(n-3)S_0^2} - \frac{K(S_1(n^2-n)-2nS_2+6S_0^2)}{(n-1)(n-2)(n-3)S_0^2}$$

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

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

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

$$K = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{\left( \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right)^2}$$

Dilakukan perbandingan antara nilai indeks moran ( $I$ ) dengan nilai ekspektasi indeks moran ( $I_0$ ), untuk menguji autokorelasi pada data penelitian. Diperoleh aturan uji hipotesis berikut:

$H_0 : I = I_0$  (tidak terdapat korelasi antar wilayah atau area (autokorelasi)).

$H_1 : I \neq I_0$  (terdapat terdapat korelasi antar wilayah atau area (autokorelasi)).

Dengan demikian apabila autokorelasi  $I > I_0$  artinya data dikatakan terdapat autokorelasi positif dan pola mengelompok, apabila terjadi sebaliknya  $I_0 < I$  maka data dikatakan terdapat autokorelasi negatif dan pola menyebar dan jika  $I = I_0$  maka data tidak terdapat autokorelasi.

Indeks Moran *scatter plot* adalah suatu diagram untuk menampilkan korelasi antara nilai pengamatan pada suatu wilayah atau area (distandarisasi) menggunakan rata-rata nilai pengamatan dari wilayah atau area yang berdekatan dengan wilayah atau area yang bersangkutan. Pembagian kuadran dari Indeks Moran *scatter plot*.

Kuadran II <i>Low-High</i>	Kuadran I <i>High-High</i>
Kuadran III <i>Low-Low</i>	Kuadran IV <i>High-Low</i>

Gambar 2.5 Kuadran Indeks Moran

- Kuadran I disebut dengan *High-High* (HH) yang memiliki arti bahwa terdapat nilai pengamatan tinggi dengan sekitaran wilayah atau area diperoleh dengan nilai pengamatan tinggi.
- Kuadran II disebut dengan *Low-High* (LH) yang memiliki arti bahwa terdapat nilai pengamatan rendah dengan sekitaran wilayah atau area diperoleh dengan

nilai pengamatan yang tinggi.

- c) Kuadran III disebut dengan *Low-Low* (LL) yang memiliki arti bahwa terdapat nilai pengamatan rendah dengan sekitaran wilayah atau area diperoleh dengan nilai pengamatan yang rendah.
- d) Kuadran IV disebut dengan *High-Low* (HL) yang memiliki arti bahwa terdapat nilai pengamatan yang tinggi dengan sekitaran wilayah atau area diperoleh dengan nilai pengamatan yang rendah.

## 2.8. Regresi *Spatial Error Model*

Regresi spasial merupakan suatu teknik ilmu statistik untuk melihat hubungan antar variabel dengan memperhatikan suatu informasi wilayah (spasial) pada data. Penggunaan informasi wilayah (spasial) bertujuan sebagai pertimbangan dalam hal menganalisis (Anselin, 1988). Data spasial merupakan data dengan didasarkan tumpuan pada letak, obyek, dan keterkaitan diantaranya terdapat pada ruang bumi (Bafdal and Amaru, 2011).

Diperoleh model umum dari regresi spasial sebagai berikut.

$$y = \rho W_1 y + X\beta + u \quad (2.12)$$

Dengan,

$$u = \lambda W_2 u + \varepsilon \quad (2.13)$$

$$\varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I) \quad (2.14)$$

Dimana,  $y$  merupakan variabel dependen dengan ukuran  $n \times 1$ ,  $X$  merupakan matriks variabel independen dengan ukuran  $n \times (k+1)$ ,  $\beta$  merupakan parameter

koefisien suatu regresi dengan ukuran  $(k+1) \times 1$ ,  $\rho$  merupakan suatu parameter untuk koefisien spasial lag variabel independen,  $\lambda$  merupakan suatu parameter untuk koefisien spasial *error*,  $u$  merupakan suatu galat *error* dari persamaan 2.12 dengan ukuran  $n \times 1$ ,  $\epsilon$  merupakan suatu vektor galat *error*,  $W_1$  dan  $W_2$  merupakan suatu matriks pembobot memiliki ukuran  $n \times n$ , dan  $I$  merupakan suatu matriks identitas dengan ukuran  $n \times n$ ,  $n$  merupakan jumlah wilayah pengamatan,  $k$  merupakan jumlah variabel dependen atau variabel bebas.

(Anselin, 1988) mengatakan bahwa secara umum, parameter-parameter dalam regresi spasial dapat dituliskan pada bentuk sebagai berikut :

$$\theta = [\rho, \beta, \lambda, \sigma^2]$$

*Spatial Error Model* merupakan model spasial yang memperhatikan suatu efek spasial dengan galat *error* dan memiliki korelasi spasial *error* pada setiap wilayah pengamatan.

Model Regresi Spatial Error terbentuk jika  $\rho = 0$  dan  $\lambda \neq 0$ , maka didapatkan model SEM sebagai berikut :

$$y = X\beta + u \quad (2.15)$$

$$u = \lambda W u + \epsilon$$

$$\epsilon_i \sim N(0, \sigma^2 I)$$

## 2.9. Estimasi Parameter Regresi Spatial Error Model

Estimasi parameter yang akan digunakan yaitu metode Maksimum *Likelihood* (MLE). Pada dasarnya metode MLE ditujukan guna secara maksimal memperoleh fungsi likelihood dari  $\varepsilon$  yang didapat dari model umum regresi spasial dengan diasumsikan  $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I_n)$ . Dengan asumsi tersebut maka didapatkan  $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2 I_n)$  dimana  $\varepsilon_i$  merupakan *error* pada wilayah ke- $i$ .

$$(I - \lambda W_2)u = \varepsilon \text{ atau } u = (I - \lambda W_2)^{-1} \varepsilon$$

Substitusikan 2.13 ke 2.15

$$y = X\beta + (I - \lambda W_2)^{-1} \varepsilon \quad (2.16)$$

Dari persamaan 2.16 Diperoleh permisalan

$$Ay = X\beta + (I - \lambda W_2)^{-1} \varepsilon$$

Diasumsikan  $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I)$  dengan  $I = (I - \lambda W_2)^{-1} ((I - \lambda W_2)^{-1})^T$

Diperoleh  $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I (I - \lambda W_2)^{-1} ((I - \lambda W_2)^{-1})^T$

maka

$$Ay = X\beta + (I - \lambda W_2)^{-1} \sigma^2 I$$



Perubahan dari peubah acak  $\varepsilon$  menjadi peubah acak  $y$  diperoleh dengan menggunakan pendekatan Jacobian :

$$\begin{aligned}
 J &= \det \frac{\partial \varepsilon}{\partial y} \\
 &= \det \left( \frac{\partial (Ay(\sigma^2 I)^{-1}(I - \lambda W_2) - X\beta(\sigma^2 I)^{-1/2}(I - \lambda W_2))}{\partial y} \right) \\
 &= \det \left( \left( \frac{\partial (Ay(\sigma^2 I)^{-1/2}(I - \lambda W_2))}{\partial y} \right) - \left( \frac{\partial (X\beta(\sigma^2 I)^{-1/2}(I - \lambda W_2))}{\partial y} \right) \right) \\
 &= \det(\sigma^2 I)^{-1/2}(I - \lambda W_2)A - 0 \tag{2.17}
 \end{aligned}$$

Dari persamaan [2.17](#) Diasumsikan  $A = I$

$$\det \left( \frac{\partial \varepsilon}{\partial y} \right) = |(\sigma^2 I)^{-1/2}(I - \lambda W)A| = (\sigma^2 I)^{-1/2}|(I - \lambda W)||I|$$

Didasarkan sebaran normal baku gabungan pada  $\varepsilon$ , maka fungsi *log-likelihood* untuk  $y$  diperoleh sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 L(y|\beta, 1) &= \prod_{i=1}^n \left( \frac{1}{\sqrt{2\pi}} y e^{-\frac{1}{2}((Ay-X\beta)(I-\lambda W_2)(\sigma^2 I)^{-1/2})^T ((Ay-X\beta)(I-\lambda W_2)(\sigma^2 I)^{-1/2})} \right) \\
 &= \prod_{i=1}^n \left( \frac{1}{\sqrt{2\pi}} y e^{-\frac{1}{2}((Ay-X\beta)^T (I-\lambda W)^T (\sigma^2 I)^{-1} (I-\lambda W)(Ay-X\beta))} \right) \\
 &= \frac{1}{(2\pi)^{\frac{n}{2}}} y e^{-\frac{1}{2}((Ay-X\beta)^T (I-\lambda W)^T (\sigma^2 I)^{-1} (I-\lambda W)(Ay-X\beta))}
 \end{aligned}$$

Lalu persamaan tersebut diubah dalam bentuk fungsi *log-Likelihood*

$$\begin{aligned}
 \ln L(\beta, \sigma^2 | y) &= \ln \left( \frac{1}{(2\pi)^{\frac{n}{2}} \sigma^{\frac{n}{2}}} y e^{-\frac{1}{2}((Ay - X\beta)^T (I - \lambda W)^T (\sigma^2 I)^{-1} (I - \lambda W)(Ay - X\beta))} \right) \\
 &= \ln(2\pi) + \ln y + \ln e^{-\frac{1}{2}((Ay - X\beta)^T (I - \lambda W)^T (\sigma^2 I)^{-1} (I - \lambda W)(Ay - X\beta))} \\
 \text{substitusi det} \left( \frac{\partial \varepsilon}{\partial y} \right) &= |(\sigma^2)^{-\frac{1}{2}} (I - \lambda W) A| = (\sigma^2 I)^{-\frac{1}{2}} |(I - \lambda W)| |I| \\
 &= -\frac{n}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \ln(\sigma^2 I)^{-\frac{1}{2}} + \ln|(I - \lambda W)| + \ln|A| - \frac{1}{2} ((Ay - X\beta)^T \\
 &\qquad\qquad\qquad (I - \lambda W)^T (\sigma^2 I)^{-1} (I - \lambda W)(Ay - X\beta)) \\
 &= -\frac{n}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \ln \sigma^2 I + \ln|(I - \lambda W)| + \ln|A| - \frac{1}{2\sigma^2} ((Ay - X\beta)^T \\
 &\qquad\qquad\qquad (I - \lambda W)^T (I - \lambda W)(Ay - X\beta)) \\
 &\qquad\qquad\qquad (2.18)
 \end{aligned}$$

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

**Untuk Mencari Estimasi Parameter  $\beta$**

$$\begin{aligned}
\frac{\partial(\ln L(\beta, \sigma^2|y))}{\partial(\beta)^T} &= \frac{\partial(-\frac{n}{2}(2\pi) - \frac{n}{2}\ln(\sigma)^2 + \ln|I - \lambda W_2| - \frac{1}{2\sigma^2}(y - X\beta)^T(I - \lambda W)^T}{\partial(\beta)^T} \\
&\qquad\qquad\qquad \frac{(I - \lambda W)(y - X\beta)}{\partial(\beta)^T} \\
&= 0 + 0 + 0 - \frac{1}{2\sigma^2} \frac{\partial(y - X\beta)^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)(y - X\beta)}{\partial(\beta)^T} \\
&= -\frac{1}{2\sigma^2} \frac{\partial[(y^T - X^T\beta^T)(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)(y - X\beta)]}{\partial(\beta)^T} \\
&= -\frac{1}{2\sigma^2} \left[ \frac{\partial(y^T)(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)y - \beta^T X^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)y}{\partial(\beta)^T} \right] \\
&\qquad\qquad\qquad \left[ \frac{-y^T X^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)X\beta + \beta^T X^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)X\beta}{\partial(\beta)^T} \right] \\
&= -\frac{1}{2\sigma^2} \left[ \frac{\partial(y^T)(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)y - \beta^T X^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)y}{\partial(\beta)^T} \right] \\
&\qquad\qquad\qquad \left[ \frac{-(y^T X^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)X\beta)^T + \beta^T X^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)X\beta}{\partial(\beta)^T} \right] \\
&= -\frac{1}{2\sigma^2} \left[ \frac{\partial(y^T)(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)y - \beta^T X^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)y}{\partial(\beta)^T} \right] \\
&\qquad\qquad\qquad \left[ \frac{-\beta^T X^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)y + \beta^T X^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)X\beta}{\partial(\beta)^T} \right] \\
&= -\frac{1}{2\sigma^2} \left[ \frac{\partial(y^T)(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)y - 2\beta^T X^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)y}{\partial(\beta)^T} \right] \\
&\qquad\qquad\qquad \left[ \frac{+\beta^T X^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)y}{\partial(\beta)^T} \right] \\
&= -\frac{1}{2\sigma^2} [-2X^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)y + X^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)X\beta] \\
&\qquad\qquad\qquad [+ (\beta^T X^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)X)^T] \\
&= -\frac{1}{2\sigma^2} [-2X^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)y + X^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)X\beta] \\
&\qquad\qquad\qquad [+ X^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)X\beta] \\
&= -\frac{1}{2\sigma^2} [-2(X^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)X)^{-1}X^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)y] \\
&\qquad\qquad\qquad [+ 2(X^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)X)^{-1}X^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)X\beta] \\
&= -\frac{1}{2\sigma^2} [-2(X^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)X)^{-1}X^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)y + 2\beta] \\
&= -\frac{1}{2\sigma^2} [(X^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)X)^{-1}X^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)y - \beta]
\end{aligned}$$

Lalu disamakan hasil turunan tersebut dengan nol maka diperoleh.

$$\beta = (X^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)X)^{-1}X^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)y$$

Maka diperoleh estimator  $\beta$

$$\hat{\beta} = [(X^T - \lambda W X^T)^T(X - \lambda W X)]^{-1}(X^T - \lambda W X^T)^T(I - \lambda W)y \quad (2.19)$$

**Untuk Mencari Estimasi Parameter  $\sigma^2$**

$$\begin{aligned} L(\beta, \lambda, \sigma^2; y_1, y_2, \dots, y_3) &= \frac{|I - \lambda W|}{(2\pi)^{\frac{n}{2}}\sigma^2} e^{\left[ \frac{(Y - X\beta)^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)(Y - X\beta)}{2\sigma^2} \right]} \\ &= \left( -\frac{n}{2}\ln(2\pi) - \frac{n}{2}\ln(\sigma^2) + \ln|I - \lambda W| \right) \\ &\quad \left( -\frac{1}{2\sigma^2}(Y - X\beta)^T(I - \lambda W)^T \right) \end{aligned}$$

Diturunkan terhadap  $\sigma^2$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \ln L(\beta, \lambda, \sigma^2 | y)}{\partial \sigma^2} &= \frac{-\frac{n}{2}\ln(2\pi) - \frac{n}{2}\ln(\sigma^2) + \ln|I - \lambda W|}{\partial \sigma^2} \\ &\quad - \frac{\frac{1}{2\sigma^2}(Y - X\beta)^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)(Y - X\beta)}{\partial \sigma^2} \\ &= \frac{\partial \left( -\frac{n}{2}\ln\sigma^2 - \frac{1}{2\sigma^2}(Y - X\beta)^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)(Y - X\beta) \right)}{\partial \sigma^2} \\ &= -\frac{n}{2(\sigma^2)^2} + \frac{1}{2(\sigma^2)^2}(Y - X\beta)^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)(Y - X\beta) \\ &= \frac{-n\sigma^2 + (Y - X\beta)^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)(Y - X\beta)}{2(\sigma^2)^2} \\ \frac{n\sigma^2}{2\sigma^4} &= \frac{(Y - X\beta)^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)(Y - X\beta)}{2\sigma^4} \\ \sigma^2 &= \frac{1}{n}(Y - X\beta)^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)(Y - X\beta) \quad (2.20) \end{aligned}$$

### Untuk Mencari Estimasi Parameter $\lambda$

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial(\ln L(\beta, \sigma^2, \lambda|y))}{\partial(I - \lambda W)} &= \frac{-\frac{n}{2}\ln(2\pi) - \frac{n}{2}\ln(\sigma)^2 + \ln|I - \lambda W|}{\partial(I - \lambda W)} \\
 &\quad - \frac{\frac{1}{2\sigma^2}(y - X\beta)^T(I - \lambda W)^T(I - \lambda W)(y - X\beta)}{\partial(I - \lambda W)} \\
 &= 0 - 0 + \frac{1}{(I - \lambda W)} - \frac{1.2}{2\sigma^2}(y - X\beta)^T(I - \lambda W)^T(y - X\beta) \\
 \frac{1}{(I - \lambda W)} &= \frac{1}{\sigma^2}(y - X\beta)^T(y - X\beta) \\
 \frac{\sigma^2}{(I - \lambda W)} &= (y - X\beta)^T(I - \lambda W)^T(y - X\beta) \\
 (I - \lambda W)^2 &= \frac{\sigma^2}{(y - X\beta)^T(y - X\beta)} \\
 (I - \hat{\lambda}W) &= \sqrt{\frac{\sigma^2}{(y - X\beta)^T(y - X\beta)}} \tag{2.21}
 \end{aligned}$$

## 2.10. Uji Kebaikan Model

Pada penelitian ini akan digunakan dua uji kebaikan model, sebai berikut:

### 2.10.1. Uji Koefisien Determinasi $R^2$

Uji koefisien determinasi ( $R^2$ ) sering digunakan untuk mengetahui tingkat ketepatan dan kesesuaian pada suatu model regresi. Berikut merupakan persamaan untuk menghitung Uji koefisiensi determinasi ( $R^2$ ).

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \tag{2.22}$$

$R^2$  dapat mengukur proporsi keragaman atau variasi total di sekitar nilai tengah  $y$  yang dapat dijelaskan oleh model regresi. Nilai  $R^2$  terletak diantara 0 dan 1. Secara umum, semakin besar nilai  $R^2$ , maka semakin baik pula model yang akan didapatkan (Walpole)

### 2.10.2. Mean Square Error (MSE)

*Mean Square Error* (MSE) merupakan metode dengan tujuan untuk mengevaluasi model pendugaan. Masing-masing kesalahan atau sisa dikuadratkan. Kemudian dijumlahkan dan ditambahkan dengan jumlah observasi. Pendekatan ini mengatur kesalahan model pendugaan yang besar karena kesalahan-kesalahan itu dikuadratkan. Metode itu menghasilkan kesalahan-kesalahan sedang yang kemungkinan lebih baik untuk kesalahan kecil, tetapi terkadang menghasilkan perbedaan yang besar (Sinaga et al., 2018).

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad (2.23)$$

Dimana,  $n$  merupakan banyak data penelitian,  $Y_i$  merupakan data aktual ke- $i$ ,  $\hat{Y}_i$  merupakan data hasil pemodelan ke- $i$ .

### 2.11. Integrasi Keilmuan

Al Qur'an merupakan kalimat Allah SWT yang memuat suatu pembahasan dengan kompleks. Al Qur'an bukan hanya menerangkan tentang agama namun lebih dari itu terdapat problematikan hukum sosial, sains, dan lain-lain. Pada Al Qur'an terdapat problematika yang membahas mengenai estimasi atau pendugaan. Pada surat Ash - Shaffat ayat 147 sebagai berikut.

وَأَرْسَلْنَاهُ إِلَىٰ مِائَةِ أَلْفٍ أَوْ يَزِيدُونَ ﴿١٤٧﴾

*Artinya: Kami mengutusnyanya kepada seratus ribu (orang) atau lebih.*

Ayat diatas memiliki pengertian lebih kompleks bahwa setelah kesehatan Nabi Yunus pulih, Allah mengutusnyanya kembali kepada kaumnya yang pada waktu

itu jumlahnya sudah mencapai seratus ribu atau lebih. Kedatangan Nabi Yunus disambut dengan baik oleh kaumnya hal ini dikarenakan bahwa dahulu kaumnya telah mengecewakan Nabi Yunus sehingga ia meninggalkan mereka. Kaumnya menyadari telah memperoleh kasih sayang Allah, lalu mereka beriman ketika tanda-tanda azab Allah telah menghadang mereka. Pada kaum-kaum yang telah lalu, iman di saat seperti itu tidak diterima. Hanya umat Nabi Yunus yang dikecualikan dari ketentuan itu. Mereka kemudian hidup bahagia dan sentosa sampai waktu yang ditetapkan bagi mereka.

Pada ayat tersebut dijelaskan bahwa Nabi Yunus di perintahkan oleh Allah untuk kembali pada umatnya dengan berjumlah lebih dari 100.000 orang. Jika ditelaah secara mendalam, ayat diatas memiliki makna terdapat sesuatu yang belum pasti dalam penentuan jumlah dari pengikut Nabi Yunus. Allah tidak penjelasan mengenai banyak jumlah umat Nabi Yunus. Pada Al - Qur'an tidak tertulis berapa banyak jumlah pengikut Nabi Yunus secara mendetail, namun dinyatakan dalam bentuk perkiraan. Pada penjelasan yang telah dipaparkan dapat disimpulkan bahwa ayat tersebut merupakan contoh estimasi atau pendugaan dalam Al-Qur'an.

Estimasi atau perkiraan yang telah dipaparkan pada ayat diatas dapat menjadi sarana untuk melakukan pemodelan sebagai wujud mitigasi bencana atau pencegahan bencana diantaranya seperti ayat berikut. Al- Qur'an Surat Ar-Rum ayat 41.

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ  
بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

*Artinya: Telah tampak kerusakan di darat dan dilaut disebabkan perbuatan tangan manusia. (Melalui hal itu) Allah membuat mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka agar mereka kembali (ke jalan yang benar)*

Pada ayat diatas tertulis jika kerusakan yang berada di darat dan laut diakibatkan oleh perbuatan manusia. Covid-19 merupakan penyakit menular berasal dari hewan seperti kelelawar yang memiliki kantung cadangan air (*reservoir*) membawa virus Covid-19 dan terjadi penyebaran virus Covid19 terhadap manusia secara terus-menerus. Ekosistem dari kelelawar dapat terganggu akibat perbuatan manusia seperti perambahan hutan, perburuan liar, perdagangan hewan dan menimbulkan pengaruh penularan Covid-19 akibat dari (*reservoir*) yang dibawa oleh kelelawar.

Bencana atau musibah yang sering terjadi merupakan wujud dari perbuatan manusia terhadap lingkungan, kurangnya kepedulian dan pemanfaatan besar-besaran pada alam dan lingkungan menimbulkan suatu masalah. Pemecahan dari masalah tersebut dapat dilakukan dengan introspeksi seperti hal-hal yang selama ini dilakukan dan melakukan evaluasi. Hikmah dari terjadinya bencana atau musibah pada perspektif agama islam memiliki arti sebagai 'Teguran' dan dari kejadian tersebut menjadikan peningkatan kualitas hidup yang lebih baik. Pada agama islam pedoman manusia untuk hidup di dunia agar terhindar dari berbagai macam bencana.

Bencana yang saat ini terjadi seperti Covid-19 memang ada kalanya



kesalahan dari perbuatan manusia, namun Allah juga memberikan solusi seperti yang tercantum pada hadis berikut.

حَدَّثَنَا مُحَمَّدُ بْنُ عُبَادَةَ الْوَاسِطِيُّ حَدَّثَنَا يَزِيدُ بْنُ هَارُونَ أَخْبَرَنَا  
 إِسْمَاعِيلُ بْنُ عَيَّاشٍ عَنْ ثَعْلَبَةَ بْنِ مُسْلِمٍ عَنْ أَبِي عِمْرَانَ  
 الْأَنْصَارِيِّ عَنْ أُمِّ الدَّرْدَاءِ عَنْ أَبِي الدَّرْدَاءِ قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ  
 صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ إِنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ الدَّاءَ وَالذَّوَاءَ وَجَعَلَ لِكُلِّ دَاءٍ  
 دَوَاءً فَتَدَاوَوْا وَلَا تَدَاوَوْا بِحَرَامٍ

*Sunan Abu Daud 3376: menyampaikan Muhammad bin 'Ubadah al-wasithi telah menyampaikan kepada Yazid bin harun telah menyampaikan kepada Isma'il bin 'Ayyasy diperoleh dari Tsa'balah bin Muslim diperoleh dari Abu Imran Al-Anshari diperoleh dari Ummu ad-Darda diperoleh dari Abu ad-Darda ia berkata: Rasulullah 'alaihi wasallam bersabda: "Sesungguhnya Allah telah menurunkan penyakit dan obat, lalu menjadikan bagi setiap penyakit terdapat obatnya, maka berobatlah dan jangan berobat dengan sesuatu yang haram".*

Apabila makna hadis tersebut dilakukan oleh setiap penduduk yang dinyatakan positif Covid-19, maka tidak ada yang tidak mungkin mereka akan sembuh dengan diiringi do'a dan usaha. Setelah pemaparan diatas memang setiap penyakit dikatakan terdapat obatnya. Namun langkah dalam mencegah lebih baik dibandingkan dengan mengobati, hal ini dapat ditemukan pada Kaidah fiqh berikut:

الْمَنْعُ أَسْهَلُ مِنَ الرَّفْعِ / الدَّفْعُ أَسْهَلُ مِنَ الرَّفْعِ / الدَّفْعُ أَقْوَى مِنَ  
الرَّفْعِ

*Artinya: Pencegahan itu lebih baik daripada memberantas..* Jika diimplementasikan kedalam penelitian ini pencegahan dalam memberantas Covid-19 dengan cara melakukan *social distancing*, Penjelasan dari ayat tersebut yaitu jika kita melakukan suatu tindakan pencegahan lebih dini maka itu lebih baik daripada kita memberantas atau mengobati. Pada Penelitian ini digunakan Pemodelan *Spatial Error Model* (SEM) sebagai bentuk pencegahan pada wilayah Jawa Timur guna mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi dan juga model Covid-19 dari Jawa Timur.

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk kedalam jenis kuantitatif. Penelitian dengan menggunakan kuantitatif merupakan penelitian dengan mengkaitkan proses pengumpulan dan menganalisis data angka secara obyektif. Hasil penelitian ditujukan untuk mengetahui faktor penyebab yang berpengaruh terhadap penyebaran Covid-19 di Kabupaten atau Kota di Jawa Timur.

#### 3.2. Sumber Data

Penelitian akan menggunakan data yang didapatkan berasal dari data sekunder website BPS Jawa Timur pada Tahun 2021 (BPS, 2021), data sekunder penduduk yang dinyatakan positif Covid-19 di Jawa Timur diperoleh dari (Satgas Covid-19 Jatim) dengan rentang waktu Januari 2021 - Juli 2021, dan data sekunder vaksin yang didapatkan dari website kemenkes RI dengan rentang waktu Januari 2021 - Juli 2021 (Kemenkes RI, 2021). Data peta pada penelitian ini diperoleh dari website geospasial indonesia (Indonesia).

#### 3.3. Variabel Penelitian

Variabel yang akan digunakan di penelitian ini yaitu, variabel dependen (Y) yaitu jumlah penduduk dinyatakan positif Covid-19 dan beberapa variabel independen (X) yang meliputi kepadatan penduduk ( $X_1$ ), penduduk dengan kategori miskin ( $X_2$ ), jumlah penduduk yang tidak memiliki pekerjaan ( $X_3$ ), dan

jumlah penduduk yang telah divaksin ( $X_4$ )

**Tabel 3.1 Variabel Penelitian**

Variabel	Keterangan
$Y$	Jumlah Terkonfirmasi Covid-19
$X_1$	Kepadatan Penduduk
$X_2$	Jumlah Penduduk Miskin
$X_3$	Jumlah Penduduk Tidak Bekerja
$X_4$	Jumlah Penduduk yang Telah di Vaksin

### 3.4. Teknik Analisis Data

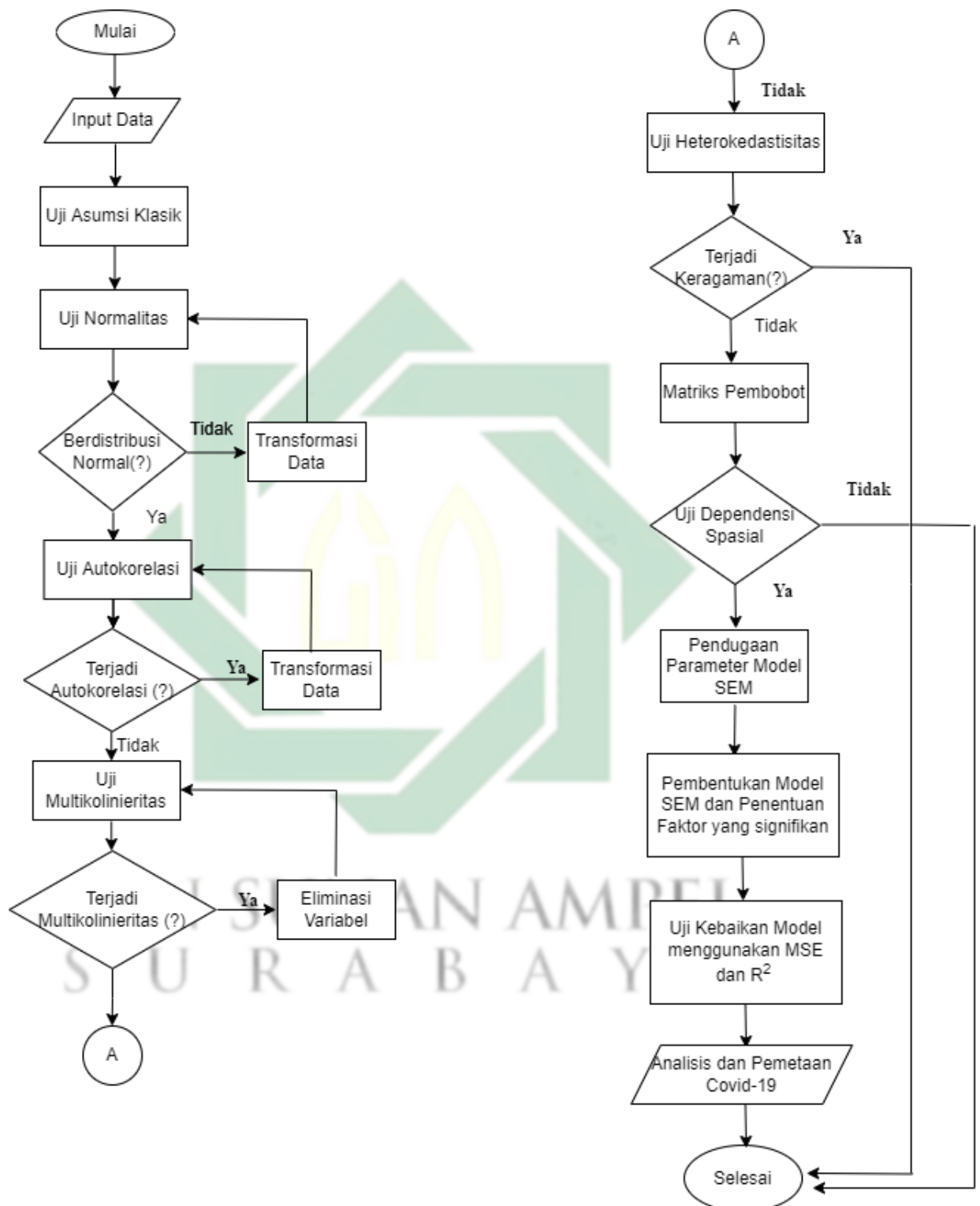
Setelah diperoleh data maka dilakukan mengenai faktor-faktor pada penyebaran Covid-19 akan digunakan pada penelitian ini yaitu Pemodelan *Spatial Error Model* (SEM). Tujuan analisis tersebut untuk mengetahui faktor dari penyebab penyebaran kasus Covid-19 di Jawa Timur. Adapun tahapan untuk melakukan analisis data sebagai berikut:

1. Melakukan deskripsi kasus Covid-19 di beberapa kabupaten atau kota di Provinsi Jawa Timur dan disertai faktor-faktor yang diduga mempengaruhi disertai dengan peta wilayah yang akan diteliti.
2. Melakukan uji asumsi klasik yang terdiri dari 4 uji hipotesis untuk melihat data yang digunakan dapat dibentuk model menggunakan analisis regresi linear.
3. Membentuk matriks pembobot spasial menggunakan *Queen Contiguity*
4. Mendeteksi adanya ketergantungan spasial yang terdapat pada data penelitian menggunakan uji Indeks Moran.

5. Melakukan pendugaan parameter untuk memperoleh nilai  $\lambda$  dan  $\beta$
6. Membentuk model *Spatial Error Model* dan menentukan faktor yang signifikan.
7. Melakukan Uji Keباikan Model dengan menggunakan ( $R^2$ ) dan MSE.

Berikut merupakan langkah-langkah dalam melakukan penelitian.





Gambar 3.1 Langkah-Langkah Penelitian

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

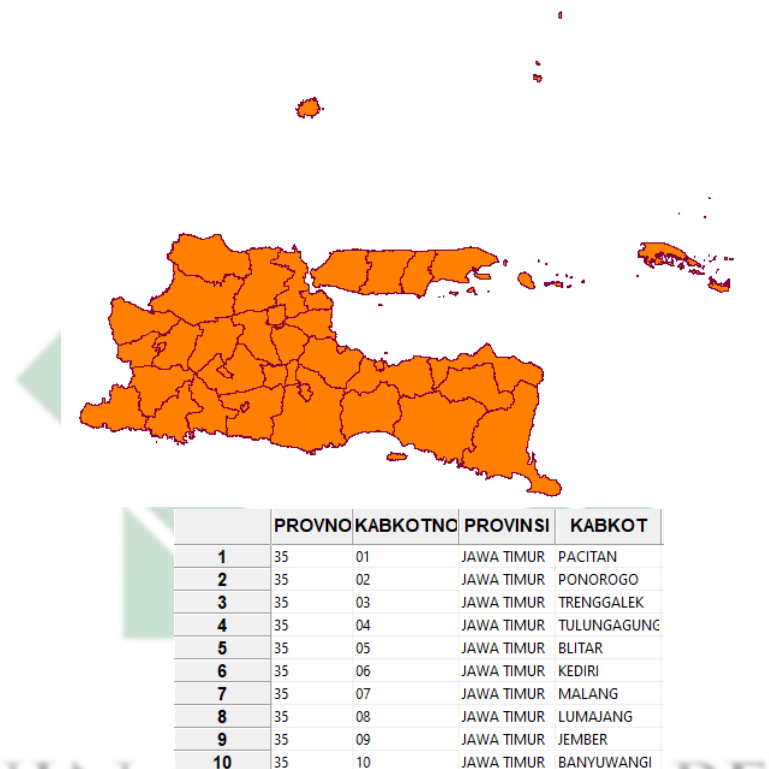
#### 4.1. Deskripsi Data

Data yang akan digunakan pada penelitian ini merupakan data *cross-section*. Terdapat 38 Kabupaten atau Kota di Provinsi Jawa Timur pada tahun 2021. Berikut merupakan variabel-variabel yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 4.1 Data Penelitian

No.	Kab. atau Kota	Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>
1.	Pacitan	3553	421	84190	11956	46525
2.	Ponorogo	4672	727	89940	41580	73982
3.	Trenggalek	4489	637	84890	25808	62880
4.	Tulungagung	3510	1032	78590	53507	180929
5.	Blitar	6240	915	112620	44789	273393
6.	Kediri	5238	1179	184490	84217	289434
7.	Malang	3784	751	276580	143340	165709
8.	Lumajang	3341	624	105250	39285	63479
9.	Jember	7507	820	257090	137998	173854
10.	Banyuwangi	7432	295	130930	92579	375110
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
37.	Kota Surabaya	25397	8199	152490	278233	1146980
38.	Kota Batu	1635	1558	8630	13997	33610

Pada tabel 4.1 terdapat bahwa data yang akan digunakan pada penelitian sebanyak 38 kabupaten atau kota di Jawa Timur. Selain variabel-variabel pada tabel, terdapat penggunaan data spasial pada setiap kabupaten atau kota di Provinsi Jawa Timur. Berikut merupakan data spasial dan data atribut Provinsi Jawa Timur yang akan digunakan.

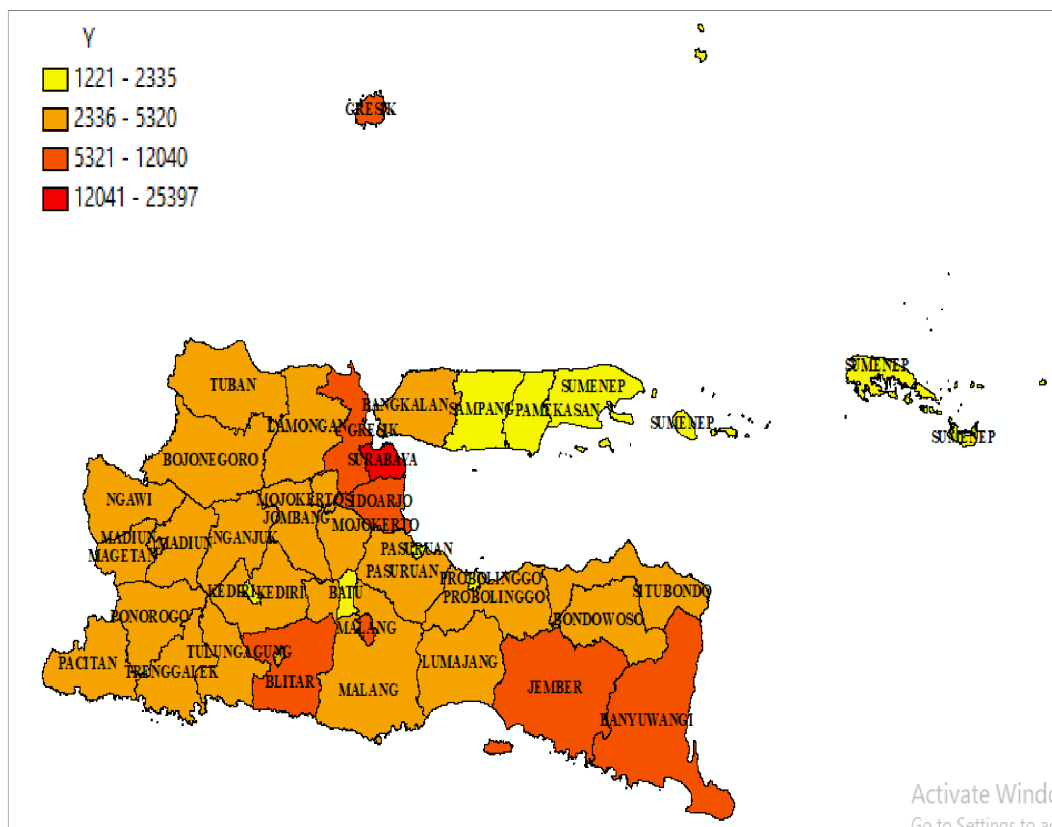


Gambar 4.1 Data Spasial Provinsi Jawa Timur

#### 4.2. Analisis Deskriptif

Statistika deskriptif pada peta penyebaran kasus Covid-19 di Jawa Timur dapat pada gambar berikut.

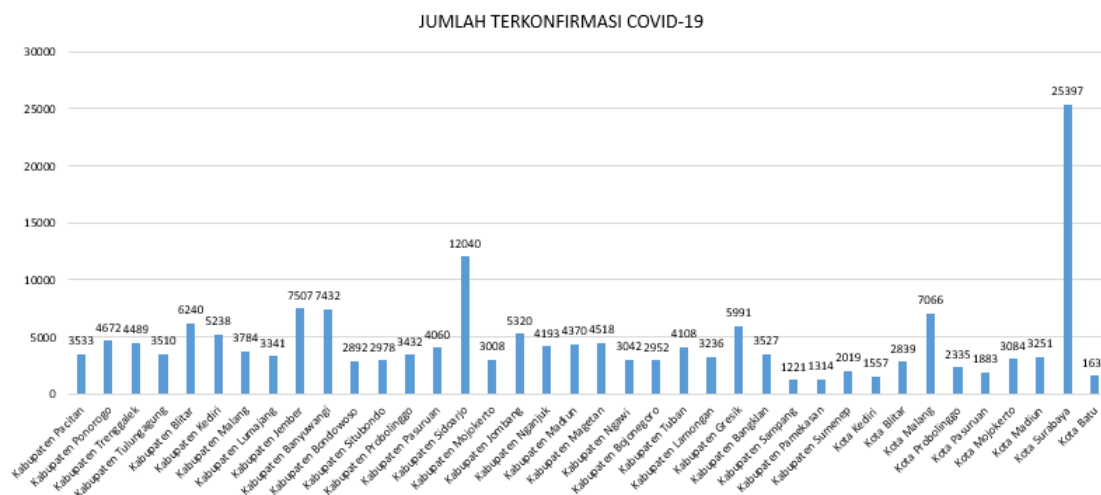




Gambar 4.2 Peta Penyebaran Covid-19 di Jawa Timur

Pada Gambar 4.2 diketahui terdapat pengelompokkan jumlah penyebaran positif Covid-19 di Jawa Timur dengan menggunakan bantuan *Software Arcgis* dan diperoleh 4 bagian pengelompokkan dengan nilai rentang masing-masing bagian yaitu daerah berwarna kuning dengan nilai rentang 1221-2335, daerah berwarna coklat dengan nilai rentang 2336-5320 kasus, daerah berwarna oranye dengan nilai rentang 5321-12040 kasus, daerah berwarna merah dengan nilai rentang 12041-2539 kasus. Pada peta penyebaran 4.2 diperoleh warna merah yang

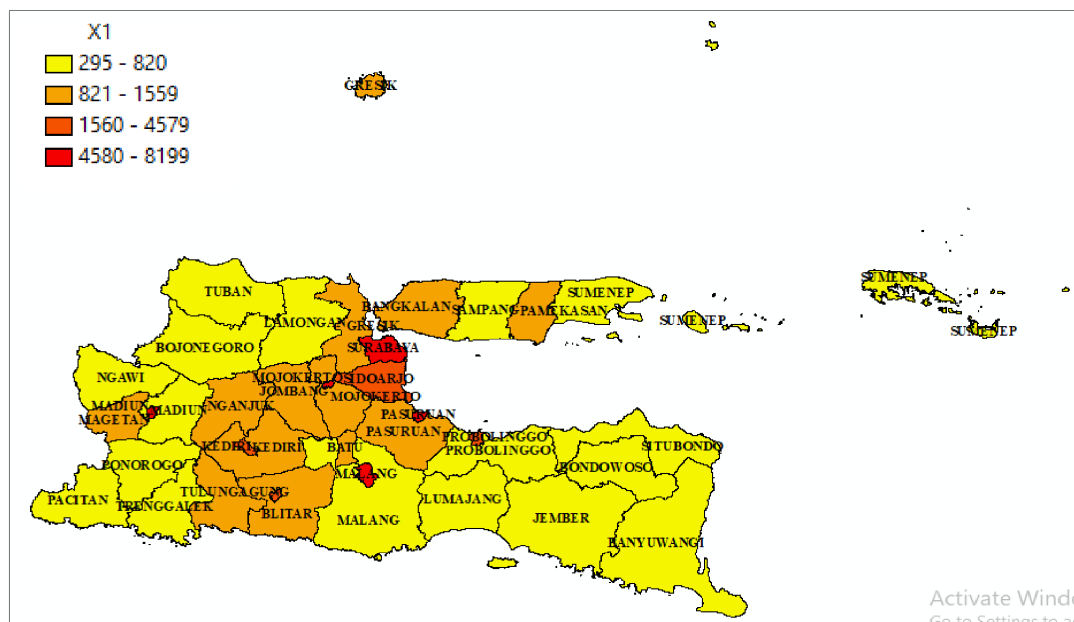
terindikasi pada daerah Surabaya memiliki pengertian bahwa jumlah penyebaran positif Covid-19 di daerah tersebut paling tinggi. Berikut diagram penyebaran positif Covid-19 di Jawa Timur.



**Gambar 4.3 Diagram Batang Penyebaran Covid-19 di Jawa Timur**

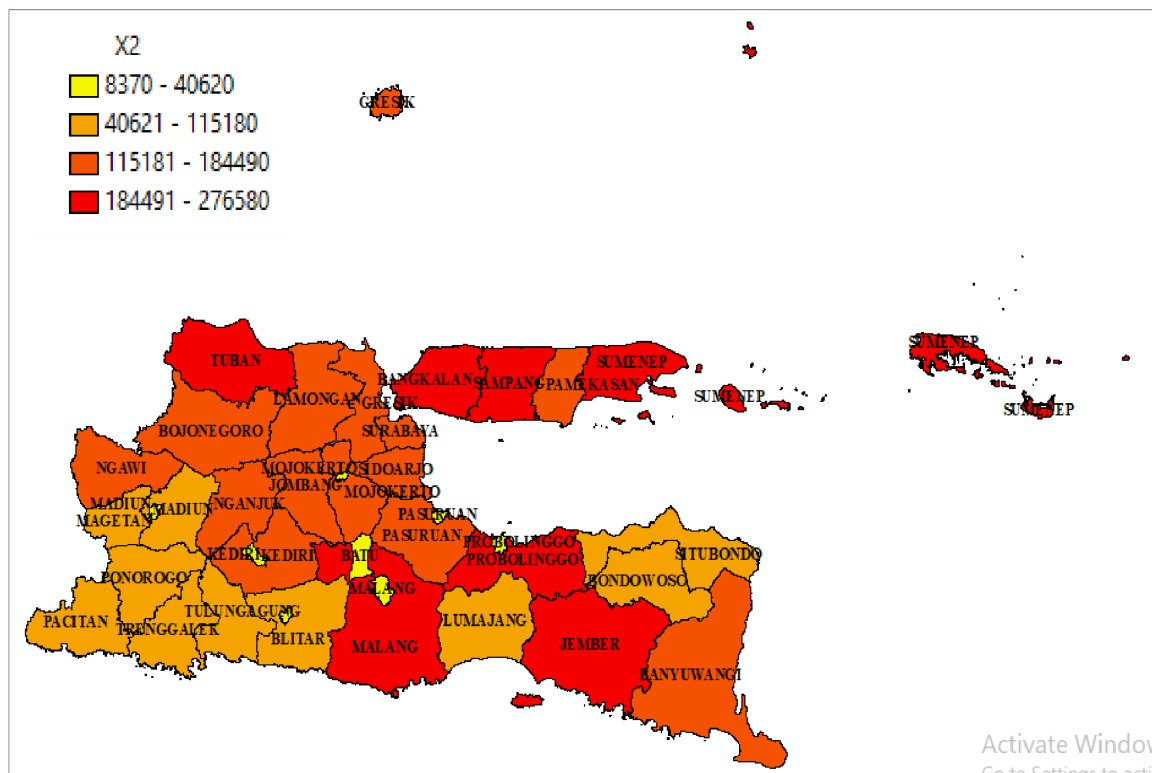
Pada gambar 4.3 terlihat bahwa kota Surabaya memiliki jumlah penduduk terkonfirmasi Covid-19 terbanyak, selanjutnya kota Sidoarjo. Diagram batang tersebut memberikan informasi terkait dengan perbandingan banyaknya jumlah positif Covid-19 pada setiap kabupaten atau kota di Provinsi Jawa Timur.

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A



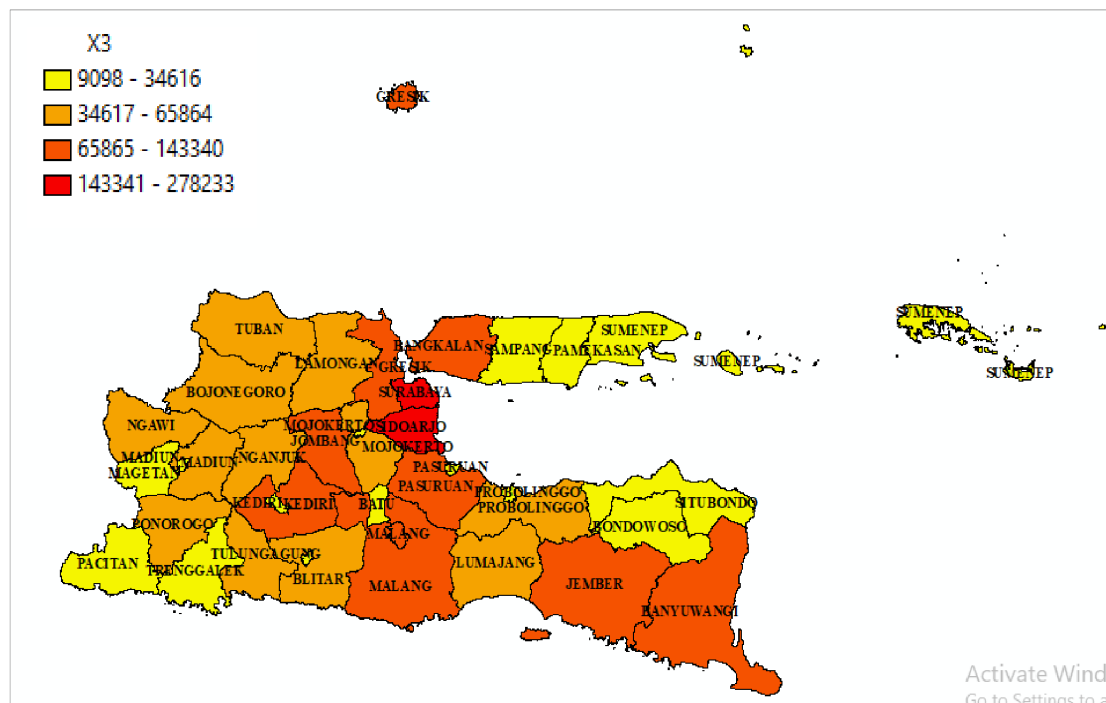
**Gambar 4.4 Pemetaan Kepadatan Penduduk**

Pada gambar [4.4](#) diketahui bahwa terdapat pengelompokan dari variabel kepadatan penduduk di Jawa Timurdengan menggunakan bantuan *Software Archgis* dan diperoleh 4 bagian pengelompokkan dengan nilai rentang masing-masing bagian yaitu daerah berwarna kuning dengan nilai rentang 295-820 kasus, daerah berwarna coklat dengan nilai rentang 821-159 kasus, daerah berwarna oranye dengan nilai rentang 1560-4597, daerah berwarna merah dengan nilai rentang 4580-8199 kasus. Pada pemetaan kepadatan penduduk gambar [4.4](#) diperoleh warna merah yang terindikasi pada daerah Surabaya, Kota Malang, Kota Madiun.



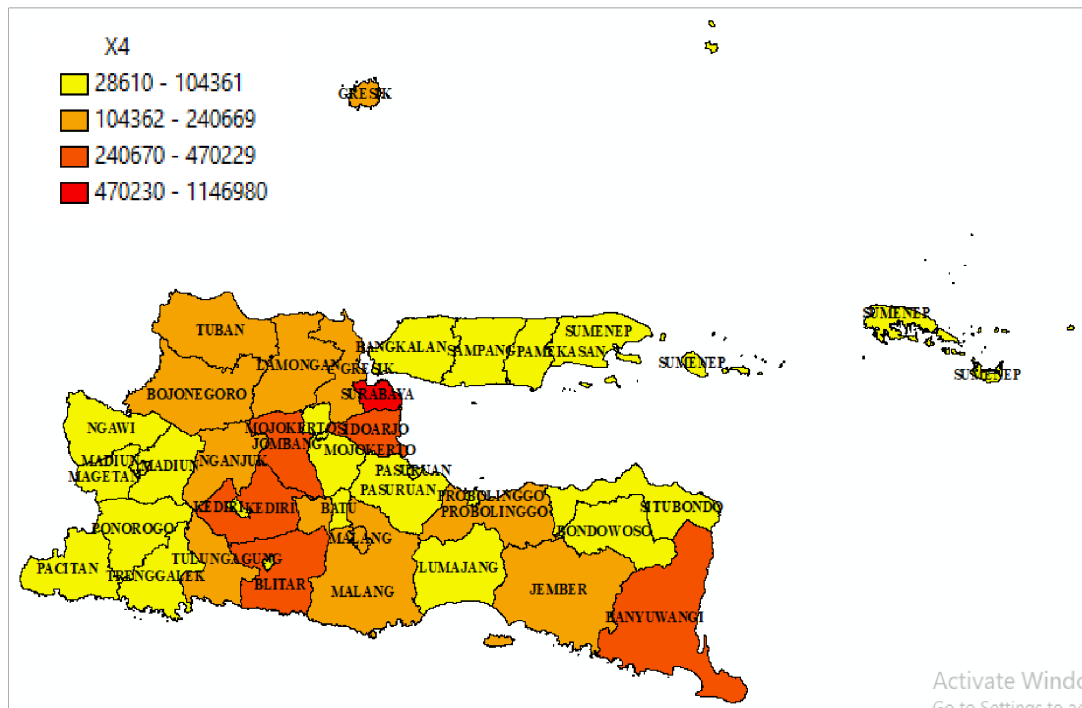
Gambar 4.5 Pemetaan Penduduk Miskin

Pada gambar 4.5 diketahui bahwa terdapat pengelompokkan dari variabel penduduk miskin di Jawa Timur dengan menggunakan bantuan *Software Arcgis* dan diperoleh 4 bagian pengelompokkan dari nilai rentang masing-masing bagian yaitu daerah berwarna kuning dengan nilai rentang 8370-40620 kasus, daerah berwarna coklat dengan nilai rentang 40621-115180 kasus, daerah berwarna oranye dengan nilai rentang 115181-184490 kasus, daerah berwarna merah dengan nilai rentang 184991-276580. Pada pemetaan penduduk miskin gambar 4.5 diperoleh warna merah yang terindikasi pada daerah Tuban, Kota Batu, Kab. Malang, Kab.Probolinggo, Jember, Bangkalan, Sampang, Sumenep.



**Gambar 4.6 Pemetaan Penduduk Tidak Bekerja**

Pada gambar 4.6 diketahui bahwa terdapat pengelompokkan dari variabel penduduk tidak bekerja di Jawa Timur dengan menggunakan bantuan *Software Archgis* dan diperoleh 4 bagian pengelompokkan dengan nilai rentang masing-masing bagian yaitu daerah berwarna kuning dengan nilai rentang 9098-34616 kasus, daerah berwarna coklat dengan nilai rentang 34617-65864 kasus, daerah berwarna oranye dengan nilai rentang 65865-143340 kasus, daerah berwarna merah dengan nilai rentang 143341-278233 kasus. Pada pemetaan gambar 4.6 diperoleh warna merah yang terindikasi pada Sidoarjo, Mojokerto.



**Gambar 4.7 Pemetaan Penduduk Sudah di Vaksin**

Pada Gambar 4.7 diketahui bahwa terdapat pengelompokkan dari variabel Penduduk sudah di Vaksin di Jawa Timur dengan menggunakan bantuan *Software Archgis* dan diperoleh terdiri dari 4 bagian pengelompokkan dengan nilai rentang masing-masing bagian yaitu daerah berwarna kuning dengan nilai rentang 28610-104361 kasus, daerah berwarna coklat dengan nilai rentang 104362-240669 kasus, daerah berwarna oranye dengan nilai rentang 240670-470229 kasus, daerah berwarna merah dengan nilai rentang 470230-1146980 kasus. Pada pemetaan gambar 4.7 diperoleh warna merah yang terindikasi pada Kota Surabaya.

Berikut merupakan rata-rata penduduk dari setiap variabel yang digunakan.

Tabel 4.2 Analisis Statistik Deskriptif

Variabel	N	Minimum	Maximum	Rata-Rata	Std.Deviasi
$Y$	38	1221	25397	4553,00	4045,359
$X_1$	38	295	8199	1961,34	2207,214
$X_2$	38	8370	276580	120335,26	74352,882
$X_3$	38	9098	278233	61510,42	57497,077
$X_4$	38	28610	1146980	156678,50	194413,201

Pada tabel 4.2 diperoleh hasil dengan bantuan *Software* SPSS terdiri dari satu variabel terikat ( $Y$ ) merupakan jumlah terkonfirmasi positif Covid-19 pada setiap Kabupaten atau Kota di Jawa Timur dengan rata-rata 4553 kasus. Kemudian terdapat 4 variabel bebas ( $X$ ) sebagai faktor-faktor yang diduga mempengaruhi penyebaran Covid-19 di Jawa Timur yaitu ( $X$ ) sbagai faktor-faktor yang mempengaruhi penyebaran Covid-19 di Jawa Timur yaitu ( $X_1$ ) dengan rata-rata 1962 kasus, ( $X_2$ ) dengan rata-rata 120335 kasus, ( $X_3$ ) dengan rata-rata 61510 kasus, ( $X_4$ ) dengan rata-rata 156678 kasus.

### 4.3. Uji Asumsi Klasik

Uji asumsi klasik dilakukan dengan menguji 4 asumsi yang harus terpenuhi agar dapat dimodelkan secara linear. Seluruh variabel ikut terlibat dalam uji asumsi klasik.

#### 4.3.1. Uji Asumsi Normalitas

Asumsi regresi linier yang pertama adalah residual berdistribusi normal dengan menggunakan uji *Lilliefors*. Dengan menggunakan persamaan (2.3) dan bantuan *Software R* diperoleh hasil pada table.

**Tabel 4.3 Hasil Uji Asumsi Normalitas**

Nilai Statistika Uji <i>Lilliefors</i>	Nilai P-Value
0,10779	0,3217

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan signifikansi  $\alpha = 0,05$ . Karena  $P - value > \alpha$ , maka dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  diterima dan residual berdistribusi normal. Demikian asumsi pertama terpenuhi.

#### 4.3.2. Uji Asumsi Autokorelasi

Asumsi regresi linier yang kedua yaitu uji Asumsi Autokorelasi dengan menggunakan uji *Durbin-Watson*. Dengan menggunakan persamaan (2.5) dan bantuan *Software R* diperoleh hasil sebagai berikut.

**Tabel 4.4 Hasil Uji Asumsi Autokorelasi**

Nilai Statistika Uji <i>Durbin-Watson</i>	Nilai P-Value
1,9416	0,3419

Nilai *Durbin-Watson* akan dibandingkan dengan nilai  $d_l$  dan  $d_u$ . Berdasarkan tabel *Durbin-Watson* untuk  $k = 4$  dan  $n = 38$  diperoleh nilai  $d_l = 1,2614$  dan  $d_u = 1,7223$ . Berdasarkan aturan dalam penentuan ada atau tidaknya autokorelasi diperoleh  $d_u < \text{Durbin-Watson} < (4 - d_u)$  yang berarti gagal tolak  $H_0$  artinya tidak terdapat autokorelasi positif atau negatif. Maka dapat dikatakan asumsi kedua terpenuhi.

#### 4.3.3. Uji Asumsi Multikolinieritas

Asumsi regresi linier yang ketiga yaitu uji Asumsi Multikolinieritas dengan menggunakan uji VIF. Dengan menggunakan persamaan (2.6) dan bantuan *Software*



$R$  diperoleh hasil sebagai berikut.

**Tabel 4.5 Hasil Uji VIF**

Variabel	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
Nilai Uji VIF	2,074624	2,583561	4,175249	3,261342

Berdasarkan tabel 4.5 terdapat 4 variabel yang memiliki nilai VIF kurang dari 10 yaitu  $x_1, x_2, x_3, x_4$ . Hal ini menyatakan bahwa tidak ada hubungan linear antar masing-masing variabel independen dengan variabel dependen sehingga dapat dikatakan tidak terdapat multikolinieritas pada data tersebut. Maka dapat disimpulkan bahwa asumsi ketiga terpenuhi.

#### 4.3.4. Uji Asumsi Heterokedastisitas

Asumsi regresi linier yang keempat yaitu uji Asumsi Heterokedastisitas dengan menggunakan *Uji Breush-Pagan*. Dengan menggunakan persamaan (2.7) dan bantuan *Software R* berikut merupakan hasil uji heterokedastisitas.

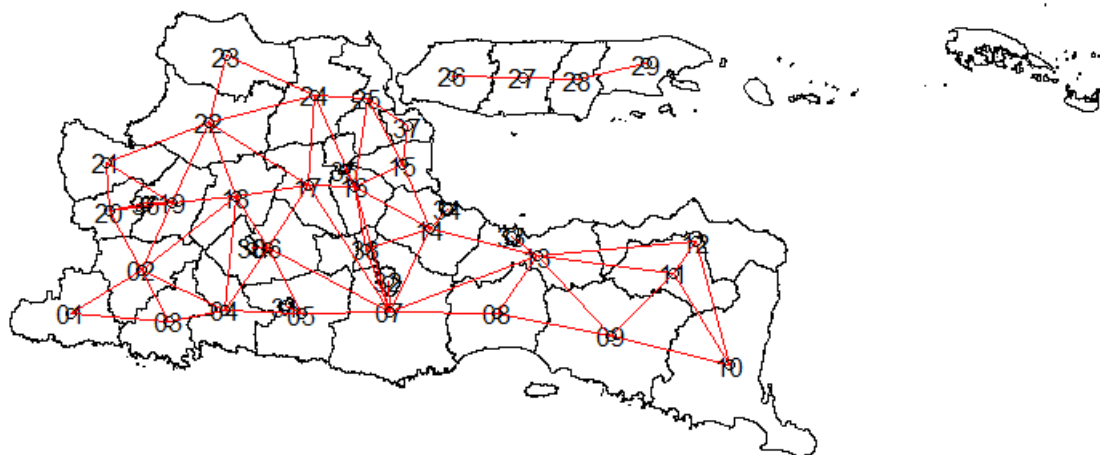
**Tabel 4.6 Hasil Uji Asumsi Heterokedastisitas**

Nilai Statistik	P-Value
8,8612	0,06466

Berdasarkan tabel 4.6 menggunakan bantuan *software R*, diperoleh nilai BP = 8,8612. Selanjutnya nilai BP yang diperoleh dibandingkan dengan nilai tabel *chi-square* ( $x^2$ ), dengan tingkat signifikansi  $\alpha = 0,05$  dan derajat bebas  $df = 4$ . Dengan memperhatikan tabel ( $x^2$ ) = 9,48773. Maka keputusan yang diambil adalah tolak  $H_0$ , dengan kesimpulan bahwa tidak terdapat gejala heterokedastisitas. Hal ini menunjukkan bahwa asumsi keempat terpenuhi.

#### 4.4. Matriks Pembobot

Pendekatan autokorelasi spasial pada pemetaan data yaitu pemilihan matriks pembobotan spasial. Pada penelitian ini menggunakan matriks *Queen Contiguity* atau persinggungan sisi sudut dimana matriks pembobotan spasial ini mendefinisikan untuk wilayah yang bersisian dan untuk wilayah tidak bersisian.



Gambar 4.8 Peta Hubungan Ketetanggaan Kab/Kota di Jawa Timur

Berdasarkan gambar [4.8](#) terdapat ketetanggaan antar wilayah dengan penjelasan pada tabel berikut.

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

Tabel 4.7 Wilayah Ketetanggaan

Kode	Daerah	Jumlah Tetangga	Ketetanggaan
01	Pacitan	2	Ponorogo, Trenggalek.
02.	Ponorogo	6	Pacitan, Trenggalek, Tulungagung, Nganjuk, Madiun, Magetan.
03	Trenggalek	3	Pacitan, Ponorogo Tulungagung.
04	Tulungagung	5	Ponorogo, Trenggalek, Nganjuk, Kab.Blitar, Kediri.
05	Blitar	4	Pasuruan, Jember, Malang, Probolinggo.
06	Kediri	6	Tulungagung, Kab. Blitar, Kab. Malang, Nganjuk, Kota Kediri.
07	Kab.Malang	9	Blitar, Kab. Kediri, Lumajang, Kab. Pasuruan, Kab. Mojokerto, Jombang, Probolinggo, Kota Malang, Kota Batu.
08	Lumajang	3	Kab. Probolinggo, Kab. Malang, Jember.
09	Jember	4	Lumajang, Banyuwangi, Bondowoso, Kab.Probolinggo.
10	Banyuwangi	3	Jember, Bondowoso,Situbondo.
11	Bondowoso	4	Jember, Banyuwangi, Situbondo, Kab.Probolinggo.
12	Situbondo	3	Banyuwangi, Bondowoso, Kab.Probolinggo.

<b>Kode</b>	<b>Daerah</b>	<b>Jumlah Tetangga</b>	<b>Ketetangaan</b>
13	Probolinggo	7	Kab.Malang, Lumajang, Jember, Bondowoso, Situbond, Kab. Pasuruan, Kota Probolinggo.
14	Pasuruan	6	Malang, Kab. Probolinggo, Sidoarjo, Kab. Mojokerto, Kota Pasuruan, Kota Batu.
15	Sidoarjo	4	Kab.Pasuruan Kab. Mojokerto, Lamongan, Kota Surabaya.
16	Mojokerto	8	Kab. Malang, Kab. Pasuruan, Sidoarjo, Jombang, Lamongan, Gresik, Mojokerto, Kota Batu
17.	Jombang	6	Kab.Kediri, Kab Malang, Kab. Mojokerto, Nganjuk, Bojonegoro, Lamongan.
18.	Nganjuk	6	Ponorogo, Tulungagung,Kab.Kediri, Jombang, Kab.Madiun, Bojonegoro.
19.	Madiun	6	Ponorogo, Nganjuk, Magetan Ngawi, Bojonegoro, Kota Madiun.
20.	Magetan	6	Ponorogo, Kab.Madiun, Ngawi Kota Madiun.
21.	Ngawi	3	Bojonegoro, Magetan, Kab. Madiun
22.	Bojonegoro	6	Jombang, Nganjuk, Kab. Madiun Ngawi, Tuban, Lamongan
23.	Tuban	2	Bojonegoro, Lamongan

<b>Kode</b>	<b>Daerah</b>	<b>Jumlah Tetangga</b>	<b>Ketetanggaan</b>
24.	Lamongan	5	Tuban, Bojonegoro, Gresik Jombang, Kab. Mojokerto
25.	Gresik	4	Sidoarjo, Mojokerto, Lamongan.
26.	Bangkalan	1	Sampang.
27.	Sampang	2	Bangkalan, Pamekasan.
28.	Pamekasan	2	Sampang, Sumenep.
29.	Sumenep	1	Pamekasan.
30.	Kota Kediri	1	Kab. Kediri.
31.	Kota Kediri	1	Kab. Kediri.
32.	Kota Malang	1	Kab. Malang.
33.	Kota Probolinggo	1	Kab. Probolinggo.
34.	Kota Pasuruan	1	Kab. Pasuruan.
35.	Kota Mojokerto	1	Kab. Mojokerto.
36.	Kota Madiun	2	Kab. Magetan, Kab. Madiun.
37.	Kota Surabaya	2	Gresik, Sidoarjo.
38.	Kota Batu	2	Kab. Mojokerto, Kab. Pasuruan, Kab. Malang

Pada tabel 4.7 menunjukkan bahwa provinsi Jawa Timur paling banyak memiliki 9 tetangga, seperti Kabupaten Malang. Maka persentase jumlah positif Covid-19 di Kabupaten Malang berpengaruh dan juga dipengaruhi secara signifikan oleh ke-9 Kab. atau Kota yang menjadi ketetanggaan tersebut yaitu, Blitar, Kediri, Lumajang, Probolinggo, Kab. Kediri, Kab. Mojokerto, Jombang, Kota Malang, Kota Batu. Berdasarkan tabel 4.7 diatas juga dapat diketahui bahwa

suatu provinsi paling sedikit memiliki 1 anggota, seperti Kab. atau Kota Bangkalan, Kota Kediri, Kota Blitar, Kota Malang, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, dan lain-lain. Pada Kabupaten atau Kota tersebut hanya memiliki 1 ketetanggaan dengan artian hanya mempengaruhi dan dipengaruhi oleh satu-satunya Kabupaten atau Kota di Provinsi Jawa Timur.

**Tabel 4.8 Pembobotan Antar Wilayah**

Wil.Ke	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...	38
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	...	0
2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	...	0
3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	...	0
4	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	...	0
5	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	...	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
38	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	...	0

Dengan menggunakan persamaan [2.8](#) dan *software R* maka diperoleh tabel

[4.9](#).

$$W_{ij} = \frac{W_{ij}}{\sum_{j=1}^n W_{ij}}$$

Dilakukan perhitungan matriks pembobot wilayah ke-i= 1 dan ke-j= 2 maka diperoleh hasil sebagai berikut:

$$W_{12} = \frac{1}{2}$$

Tabel 4.9 Pembobotan Antar Wilayah Telah Terstandarisasi

Wil.Ke	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...	38
1	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	...	0
2	0,17	0	0,17	0,17	0	0	0	0	0	0	...	0
3	0,33	0,33	0	0,33	0	0	0	0	0	0	...	0
4	0	0,2	0,2	0	0,2	0,2	0	0	0	0	...	0
5	0	0	0	0,25	0	0,25	0,25	0	0	0	...	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
38	0	0	0	0	0	0	0,33	0	0	0	...	0



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

#### 4.5. Uji Dependensi Spasial

Berikut merupakan perhitungan Indeks Moran's dengan menggunakan persamaan (2.9) .

$$I = \frac{n \sum_{j=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}(x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$n = 38$$

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^{38} \sum_{j=1}^{38} W_{ij}(x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x}) \\ &= (w_{11}(x_1 - \bar{x})(x_1 - \bar{x})) + (w_{12}(x_1 - \bar{x})(x_2 - \bar{x})) + (w_{13}(x_1 - \bar{x})(x_3 - \bar{x})) + \dots \\ &+ (w_{3838}(x_{38} - \bar{x})(x_{38} - \bar{x})) \\ &= (0(3553 - 605502282)(3553 - 605502282)) + \\ &\left(\frac{1}{2}(3553 - 605502282) * (4672 - 605502282)\right) + \\ &\left(\frac{1}{2}(3553 - 605502282) * (4489 - 605502282)\right) + \dots \\ &+ (0(1635 - 605502282) * (1635 - 605502282)) \\ &= 169604038 \\ &\sum_{i=1}^{38} (x_i - \bar{x})^2 = (x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + (x_3 - \bar{x})^2 + \dots + (x_{38} - \bar{x})^2 \\ &= (3553 - 4553)^2 + (4672 - 4553)^2 + (4489 - 4553)^2 + \dots + (1635 - 4553)^2 \\ &= 605502282 \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} I &= \frac{n \sum_{j=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}(x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \\ &= \frac{(38)(169604038)}{(38)(605502282)} \\ &= 0,28 \end{aligned}$$



Sebelum dilakukan proses pemodelan, terlebih dahulu dilakukan pengujian adanya autokorelasi spasial pada data menggunakan Indeks Moran's. Proses pengujian menggunakan persamaan (2.9) dan dengan bantuan *software* R. Uji pertama dilakukan terhadap variabel Y dan diperoleh nilai sebesar  $I = 0,28$  dan nilai ekspektasi dari Indeks Moran's digunakan persamaan (2.10) maka diperoleh hasil sebagai berikut.

$$E(I) = I_0 = -\frac{1}{n-1} = -\frac{1}{38-1} = -0,027027$$

Karena I memiliki ketentuan rentang  $-1 > I > I_0$  maka nilai autokorelasi bernilai positif menunjukkan bahwa pola data membentuk kelompok (*cluster*). Dapat disimpulkan bahwa terdapat autokorelasi spasial antar wilayah untuk variabel Y yaitu Jumlah kasus terkonfirmasi positif Covid19.

Selanjutnya dilakukan uji signifikansi Indeks Moran's dengan menggunakan statistik uji pada persamaan (2.11).

$$Z(I) = \frac{I - E(I)}{\sqrt{\text{var}(I)}}$$

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

Maka didapatkan

$$Var(I) = \frac{n(S_1)(n^2 - 3n + 3) - nS_2 + 3S_0^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S_0^2} - \frac{K(S_1(n^2 - n) - 2nS_2 + 6S_0^2)}{(n-1)(n-2)(n-3)S_0^2} - [E(I)]^2$$

Dengan

$$\begin{aligned} S_0 &= \sum_{i=1}^{38} \sum_{j=1}^{38} W_{ij} \\ &= 0 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \dots + 0 + 0 + 0 \\ &= 38 \\ S_1 &= \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (W_{ij} + W_{ji})^2 \\ &= \frac{1}{2} ((W_{11} + W_{11})^2 + (W_{12} + W_{21})^2 + (W_{13} + W_{31})^2 + \dots + (W_{3836} + W_{3638})^2) \\ &= \frac{1}{2} ((0 + 0)^2 + \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{6}\right)^2 + \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{3}\right)^2 + \dots + (0 + 0)^2 + (0 + 0)^2 + (0 + 0)^2) \\ &= 27,00053 \\ S_2 &= \sum_{i=1}^{38} \left( \sum_{j=1}^{38} W_{ij} + \sum_{j=1}^{38} W_{ji} \right)^2 \end{aligned}$$

Ketika  $i = 1$

$$\begin{aligned} S_2 &= \left( \sum_{j=1}^{38} W_{1j} + \sum_{j=1}^{38} W_{j1} \right)^2 \\ &= ((W_{11} + W_{12} + \dots + W_{138}) + (W_{11} + W_{21} + \dots + W_{381}))^2 \\ &= \left( \left(0 + \frac{1}{2} + \dots + 0\right) + \left(0 + \frac{1}{6} + \dots + 0\right) \right)^2 \\ &= 2,25 \end{aligned}$$

Ketika  $i = 2$

$$\begin{aligned} S_2 &= \left( \sum_{j=1}^{38} W_{2j} + \sum_{j=1}^{38} W_{j2} \right)^2 \\ &= ((W_{21} + W_{22} + \dots + W_{238}) + (W_{12} + W_{22} + \dots + W_{382}))^2 \\ &= \left( \left(\frac{1}{6} + 0 + \dots + 0\right) + \left(\frac{1}{2} + 0 + \dots + 0\right) \right)^2 \\ &= 6,96 \end{aligned}$$

Hingga

ketika  $i = 38$

$$\begin{aligned}
 S_2 &= \left( \sum_{j=1}^{38} W_{ij} + \sum_{j=1}^{38} W_{ji} \right)^2 \\
 &= ((W_{381} + W_{382} + \dots + W_{3838}) + (W_{138} + W_{238} + \dots + W_{3838}))^2 \\
 &= ((0 + 0 + \dots + 0) + (0 + 0 + \dots + 0)) \\
 &= 1,94
 \end{aligned}$$

Maka diperoleh,

$$\begin{aligned}
 S_2 &= \sum_{i=1}^{38} \left( \sum_{j=1}^{38} W_{ij} + \sum_{j=1}^{38} W_{ji} \right)^2 \\
 &= 2,25 + 6,96 + \dots + 1,94
 \end{aligned}$$

$$= 169.545$$

$$K = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2)^2}$$

Ketika  $i = 1$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \\
 &= \frac{(3533 - 4553)^4}{(3533 - 4553)^2} \\
 &= \frac{1,08243}{1040400}
 \end{aligned}$$

Ketika  $i = 2$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \\
 &= \frac{(4672 - 4553)^4}{(4672 - 4553)^2} \\
 &= \frac{200533921}{14161}
 \end{aligned}$$

...

Hingga ketika  $i = 38$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \\
 &= \frac{(1635 - 4553)^4}{(1635 - 4553)^2} \\
 &= \frac{7,2500}{8514724}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
K &= \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2)^2} \\
K &= \frac{(38)(1,92667)}{(605502282)^2} \\
K &= \frac{(38)(1,92667)}{(3,66)} \\
K &= (38) * (0,525) \\
K &= 19,9691 \\
Var(I) &= \frac{n(S_1)(n^2 - 3n + 3) - nS_2 + 3S_0^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S_0^2} - \frac{K(S_1(n^2 - n) - 2nS_2 + 6S_0^2)}{(n-1)(n-2)(n-3)S_0^2} \\
-[E(I)]^2 &= \frac{(38)(27,0053)((38)^2 - (3)(38) + 3) - (38)(169,545) + (3(38^2))}{(38-1)(38-2)(38-3)(38^2)} \\
&= \frac{(19,9691)(27,0053)((38^2) - (38)) - 2(38)(169,545) + (6(38^2))}{(38-1)(38-2)(38-3)(38^2)} \\
&= \frac{(1287477,867)}{(67319280)} - \frac{(67384,2044)}{(67319280)} - ((-0,027027027)^2) \\
&= 0,01912495 - 0,010008785 - 0,00073046 \\
&= 0,008385705
\end{aligned}$$

Sehingga,

$$Z(I) = \frac{0,28 - (-0,027)}{\sqrt{0,008385705}} = 3,3$$

Diperoleh  $Z_{\frac{\alpha}{2}} = Z_{0,025} = 1,96$ , maka  $|Z(I)| > 1,96$  sehingga tolak  $H_0$ . Didapatkan kesimpulan bahwa terdapat autokorelasi spasial yang signifikan pada variabel Y. Kemudian dilakukan proses yang sama terhadap beberapa variabel X guna dilibatkan dalam model. Hasil pengujian disajikan dalam tabel [4.10](#) dapat dilihat bahwa terdapat autokorelasi pada variabel Y,  $X_1, X_2, X_3, X_4$ . Semua variabel penelitian memiliki nilai  $-1 > I > I_0$  sehingga terdapat pola autokorelasi positif yang menunjukkan pola data membentuk (*cluster*). Namun

setelah dilakukan pengujian hipotesis diperoleh kesimpulan bahwa hanya beberapa variabel yang memiliki autokorelasi spasial yang signifikan.

**Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Uji Indeks Moran's**

	Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>
I	0,28	0,05	0,02	0,3	0,17
E(I)	-0,027	-0,027	-0,027	-0,027	-0,027
Var (I)	0,0083	0,0162	0,017	0,0144	0,00887
Z(I)	3,3	0,63	0,3834	3,2879	2,1098
Keputusan	Tolak H <sub>0</sub>	Terima H <sub>0</sub>	Terima H <sub>0</sub>	Tolak H <sub>0</sub>	Tolak H <sub>0</sub>

Pada tabel 4.10 terlihat semua variabel memiliki pola autokorelasi spasial yang berarti bentuk pola data yang berkelompok dimana terlihat pada baris hasil indeks moran yang memiliki nilai lebih besar dari ekspektasi  $I > I_0$  atau nilai autokorelasinya positif. Kemudian pada hasil uji signifikansi diketahui bahwa variabel Y, X<sub>3</sub> dan X<sub>4</sub> memenuhi kriteria dimana nilai  $Z_{hitung} > 1,96$  lebih besar daripada nilai di tabel Z atau  $Z_{Hitung} > 1,96$  yang berarti hasil uji dependensi atau indeks moran's tersebut signifikan.

#### 4.6. Estimasi Parameter

##### 4.6.1. Estimasi Parameter $\beta$

Pada estimasi parameter  $\beta$  diperoleh penduga parameter untuk  $\beta$  yaitu seperti pada persamaan berikut.

$$\hat{\beta} = [(Z^T Z)^{-1} Z^T (I \lambda W) y]$$

Dengan Z merupakan matriks berukuran 38 x 3, yang mana kolom 1

merupakan vector dengan seluruh elemennya adalah 1 yang berukuran  $38 \times 1$ , kolom 2 adalah vector berukuran  $38 \times 1$  yang terdiri dari nilai penduduk tidak bekerja ( $X_3$ ), Kolom 3 adalah vector berukuran  $38 \times 1$  yang terdiri dari nilai penduduk yang telah divaksin ( $X_4$ ). Sedangkan  $I$  merupakan matriks identitas berukuran  $38 \times 38$  dan  $Y$  merupakan vector berukuran  $38 \times 1$  untuk nilai jumlah kasus positif Covid-19. Dengan menggunakan persamaan (2.19) dan bantuan *Software R*, didapatkan vektor nilai  $\beta$  dengan ukuran  $3 \times 1$ , yaitu:

$$\hat{\beta} = \begin{bmatrix} 1,241 \\ 2,1889 \\ 1,39 \end{bmatrix}$$

#### 4.6.2. Estimasi Parameter $\lambda$

Estimasi parameter menggunakan metode *Maksimum Likelihood*, diperoleh penduga parameter untuk  $\lambda$  dengan menggunakan persamaan (2.21) dan bantuan *Software R* diperoleh hasil:

$$\lambda = 0,40069$$

#### 4.7. Regresi *Spatial Error Model*

Pemodelan Regresi *Spatial Error* dilakukan dengan menggunakan bantuan *software R* dengan diperoleh sebagai berikut.

Tabel 4.11 Estimasi Parameter SEM

Parameter	Koefisien	P-Value
$\beta_3$	2,1889	0,0001229
$\beta_4$	1,39	$2,06^{-16}$

Berdasarkan tabel 4.11 dapat dibentuk Model Spatial Error (SEM) menggunakan persamaan (2.15) Sehingga persamaan model yang diperoleh berdasarkan uji dependensi spasial yang signifikan yaitu :

$$\hat{y}_i = 1,241 + 2,1889X_{3i} + 1,39X_{2i} + U_i$$

$$U_i = 0,40069 \sum_{j=1}^n W_{ij}U_j + \varepsilon_i$$

Dengan  $i = 1, 2, \dots, 38$   $u_i = 0,40069 \sum_{j=1}^n W_{ij}U_j + \varepsilon_i$

Jika akan ditentukan model pendugaan Kota Surabaya maka berlaku sebagai berikut.

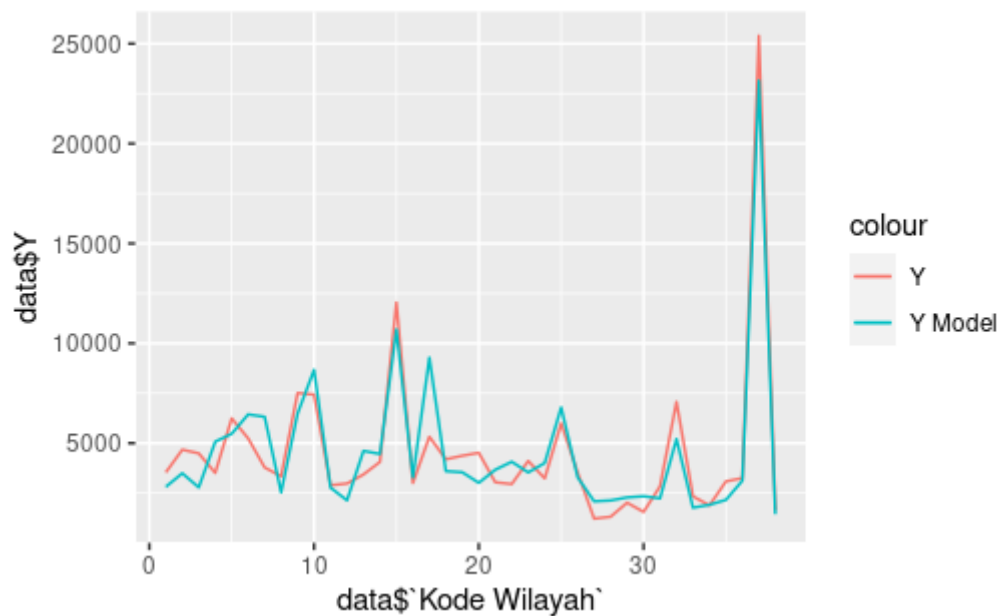
Berdasarkan Tabel 4.7 Kota Surabaya (37) bertetangga dengan Gresik (25) dan Sidoarjo (15) sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$\hat{y}_{37} = 1,241 + 2,1889X_{3(37)} + 1,39X_{4(37)} + U_{37} \quad (4.1)$$

$$U_{37} = 0,40069 \sum_{j=1}^n W_{ij}U_j + \varepsilon_i$$

Interpretasi dari persamaan diatas, bahwa jumlah penduduk tidak bekerja berpengaruh positif dan signifikan terhadap jumlah terkonfirmasi positif Covid-19 dalam artian apabila jumlah penduduk tidak bekerja mengalami kenaikan sebesar satu satuan dan yang lain dianggap konstan, maka jumlah terkonfirmasi positif Covid-19, diantaranya penduduk yang memiliki status tidak bekerja memiliki kemungkinan meninggal akan meningkat sebesar 2,1889 satuan. Pemberian vaksin berpengaruh positif dan signifikan terhadap jumlah terkonfirmasi positif Covid-19 maksud dari positif yaitu apabila vaksin mengalami kenaikan satu satuan dan yang lain dianggap konstan, maka penduduk terkonfirmasi positif Covid-19 yang berkemungkinan sembuh akan naik sebesar 1,39 satuan. Jumlah terkonfirmasi

positif Covid-19 di Kota Surabaya dipengaruhi oleh ketetangaan yaitu Sidoarjo dan Gresik sebesar 0,200345 satuan. Berikut Grafik Nilai Pendugaan Model



Gambar 4.9 Grafik Nilai Pendugaan Model

#### 4.8. Uji Keباikan Model

##### 4.8.1. Uji Koefisien Determinasi $R^2$

Uji Koefisien Determinasi dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.22) dan diperoleh hasil bahwa Nilai  $R^2$  sebesar 0,90731 yang artinya keragaman data dapat dijelaskan sebesar 90,73 %. Berdasarkan hasil tersebut maka model *Spatial Error* yang diperoleh mampu menjelaskan penyebaran kasus Covid-19 di Area Jawa Timur melalui variabel bebas yang digunakan. Sedangkan 9,27 % berasal dari keragaman data lain yang dapat dijelaskan melalui variabel lain yang memiliki hubungan dengan penyebaran kasus Covid-19 akan tetapi tidak dimasukkan kedalam model karena keterbatasan data.



#### 4.8.2. Mean Square Error(MSE)

MSE dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.23) dan *Software R*. Diperoleh Nilai MSE sebesar 1476947.

#### 4.9. Integrasi Keislaman

Pada penelitian ini terdapat dua faktor yang signifikan berpengaruh terhadap Covid-19 di Jawa Timur Diantaranya, faktor penduduk tidak bekerja dan penduduk yang sudah divaksin. Penduduk yang sudah divaksin memiliki pengaruh positif terhadap Jumlah Kasus Terkonfirmasi Positif Covid-19 maka dapat diartikan apabila penduduk vaksin bertambah maka jumlah terkonfirmasi positif Covid-19 yang berkemungkinan sembuh akan semakin tinggi. Dalam pengertian Vaksinasi merupakan tindakan untuk meningkatkan perlindungan (kekebalan) di dalam tubuh manusia. Proses kerja vaksin di dalam tubuh manusia yaitu ketika vaksin diberikan maka tubuh akan memproses vaksin tersebut sebagai benda asing sehingga tubuh akan melakukan perlawanan terhadap benda asing tersebut. Maka terbentuk suatu antibodi dalam tubuh. Antibodi bertujuan untuk melawan serangan virus yang berada pada tubuh. Hal ini sejalan dengan An-Nisa ayat 9 pada Al Qur'an sebagai berikut.

وَيَخْشَ الَّذِينَ لَوْ تَرَكُوا مِنْ خَلْفِهِمْ ذُرِّيَّةً ضِعْفًا خَافُوا عَلَيْهِمْ فَلْيَتَّقُوا  
 اللَّهَ وَلْيَقُولُوا قَوْلًا سَدِيدًا

Artinya : Dan Hendaklah takut (kepada Allah) orang-orang yang sekiranya mereka meninggalkan keturunan yang lemah dibelakang mereka yan mereka khawatir terhadap kesejahteraannya. Oleh sebab itu, hendaklah mereka bertakwa

kepada Allah, dan hendaklah mereka berbicara dengan tutur kata yang benar.

Pada ayat tersebut dijelaskan bahwa kita tidak boleh meninggalkan kaum yang lemah. Pada Penelitian kasus Covid-19 ini ditemukan bahwa vaksinasi terbukti memiliki kontribusi dalam mengurangi jumlah positif Covid-19. Vaksinasi diberikan kepada setiap penduduk dengan tujuan guna memperkuat kekebalan tubuh seperti yang ayat diatas dijelaskan. Bahwa imun tubuh yang lemah dapat menjadi sebab Covid-19 menyerang tubuh manusia.

عَنْ أَبِي الدَّرْدَاءِ قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ إِنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ الدَّاءَ وَالذَّوَاءَ  
وَجَعَلَ لِكُلِّ دَاءٍ دَوَاءً فَتَدَاوَوْا وَلَا تَدَاوَوْا

*Artinya: Dari Abu Darda [diriwayatkan], ia berkata: Rasulullah SAW bersabda: Sesungguhnya Allah telah menurunkan penyakit dan obat, dan menjadikan bagi setiap penyakit akan obatnya. Maka hendaklah kamu berobat, tetapi janganlah kamu berobat dengan sesuatu yang haram. HR.Abu Dawud.*

Hadis tersebut menerangkan bahwa apabila Allah mendatangkan suatu wabah atau penyakit maka akan diberi pula obat

Kaidah Fiqih

الْحَاجَةُ تَنْزِلُ مَنَزِلَةَ الضَّرُورَةِ.

*Artinya : "Kebutuhan itu menduduki tempat darurat".*

Kebutuhan penduduk akan untuk meminimalisir dampak Covid-19 dapat dilakukan dengan penggunaan vaksin. Namun pada awal vaksin Covid19 masuk di Indonesia terdapat perbedaan pandangan di masyarakat salah satunya yaitu:

apakah vaksin yang digunakan tersebut halal atau haram. Maka dengan ayat kaidah di atas dimaksudkan agar masyarakat tidak perlu khawatir.

Hal ini juga diperkuat dengan ayat kaidah berikut:

إِذَا تَعَارَصْتَ مَفْسَدَتَانِ رُعِيَ أَعْظَمُهُمَا صَرَرًا بِأَزْتِكَابِ أَخْفِهِمَا

*Artinya : "Apabila bertentangan dua mafsadah, maka perhatikan mana yang lebih besar madlaratnya dengan dikerjakan lebih ringan mafsadahnya".*

Dari ayat kaidah tersebut kita dapat mengambil kesimpulan bahwa kebutuhan untuk vaksinasi jauh lebih penting daripada madlaratnya. Maka dapat disimpulkan vaksin Covid-19 dalam persektif islam dapat dianjurkan dilakukan guna mengurangi penyebaran Covid-19 dan juga mengurangi efek samping akibat Virus Covid-19 yang ditimbulkan.

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pada Hasil dan Pembahasan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Model Regresi *Spatial Error* yang terbentuk antara Variabel Y (Jumlah Kasus Terkonfirmasi Covid-19)  $X_3$  (Penduduk Tidak Bekerja) dan  $X_4$  (Penduduk Sudah Di Vaksin)

$$\hat{y}_i = 1,241 + 2,1889X_3 + 1,39X_4 + U_i$$

$$U_i = 0,40069 \sum_{j=1}^n W_{ij}U_j + \varepsilon_i$$

Model dugaan regresi *Spatial Error Model* mampu menjelaskan keragaman data sebesar 90,73% dapat diartikan lebih dari 85% keragaman data dapat dijelaskan oleh model dugaan.

2. Penduduk Tidak Bekerja dan Penduduk yang telah divaksin merupakan faktor yang berpengaruh signifikan terhadap penyebaran kasus Covid-19 di Jawa Timur. Maka pada variabel penduduk tidak bekerja menjadi indikator penyebaran kasus Covid-19. Jika pada suatu area didapatkan Penduduk memiliki status tidak bekerja maka kasus terkonfirmasi positif Covid-19 yang berkemungkinan meninggal di area tersebut juga akan tinggi. Pada Variabel Penduduk sudah divaksin juga menjadi indikator penyebaran kasus

Covid-19. Apabila pada Suatu area didapatkan penduduk sudah divaksin maka kasus terkonfirmasi positif Covid-19 yang berkemungkinan sembuh juga akan tinggi.

## 5.2. Saran

Saran bagi peneliti selanjutnya:

1. Pada Penelitian dengan model regresi *Spatial Error* dapat menggunakan variabel bebas lainnya yang lebih beragam
2. Peneliti selanjutnya dalam mengidentifikasi faktor kasus Covid-19 dapat menggunakan model regresi spasial lainnya, seperti GWR, GWPR, dan sebagainya.
3. Model Regresi *Spatial Error* dapat diterapkan pada fenomena-fenomena lainnya yang ingin ditunjukkan faktor yang berpengaruh terhadap fenomena tersebut.

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, U. F. (2009). Manajemen Penyakit Lingkungan Berbasis Wilayah. *J. Manaj. Pelayanan Kesehat.*, 11(02):72–76.
- Afifah, N. S. (2017). Pemodelan Alokasi Persediaan Suku Cadang Dengan Mempertimbangkan Pengaruh Spasial. page 210093.
- Alvina Felicia Watratan, Arwini Puspita. B, and Dikwan Moeis (2020). Implementasi Algoritma Naive Bayes Untuk Memprediksi Tingkat Penyebaran Covid-19 Di Indonesia. *J. Appl. Comput. Sci. Technol.*, 1(1):7–14.
- Andari, S. (2020). Mekanisme Survival Warga Miskin Perkotaan Akibat Dampak Pandemi Covid-19 The Mechanism of Survival of the Urban Poor Due to the Impact of Covid-19 Pandemic rumah Pemerintah Indonesia merilis data penambahan kasus positif COVID-19 melalui Gugus Tugas Percep. pages 241–252.
- Annur, M. F. (2019). Analisis Faktor Indeks Pembangunan Manusia di Kabupaten Landak Menggunakan Model Regresi Spasial. *Riemann Res. Math. Math. Educ.*, 1(1):44–54.
- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Models*.
- Arrhyza, A. I. (2020). Pemodelan Indeks Pembangunan Manusia Di Jawa Timur Berdasarkan Pendekatan Regresi Spasial Berbasis Area.
- Aulia, I., Chamid, M. S., and Andari, S. (2017). Pemodelan Pneumonia pada Balita

di Surabaya Menggunakan Spatial Autoregressive Models. *J. Sains dan Seni ITS*, 6(1):89–93.

Azmi, F. (2021). Zona Merah Covid-19 di Jatim Tinggal Daerah.

Bafdal, N. and Amaru, K. (2011). Buku Ajar Sistem Informasi Geografis , Edisi 1.

BPS (2021). Data BPS.

Di, K., Jekulo, K., and Annur, R. A. (2013). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kemiskinan Di Kecamatan Jekulo Dan Mejobo Kabupaten Kudus Tahun 2013. *Econ. Dev. Anal. J.*, 2(4):409–426.

Dong, Y., Dong, Y., Mo, X., Hu, Y., Qi, X., Jiang, F., Jiang, Z., Jiang, Z., Tong, S., Tong, S., and Tong, S. (2020). Epidemiology of COVID-19 among children in China. *Pediatrics*, 145(6).

Edriani, T. S., Rahmadani, A., and Noor, D. M. M. (2021). Analisis Hubungan Kepadatan Penduduk dengan Pola Penyebaran COVID-19 Provinsi DKI Jakarta menggunakan Regresi Robust. *Indones. J. Appl. Math.*, 1(2):51.

Erfinanto, E. (2020a). Update Corona covid-19 di Jawa Timur pada 19 Mei 2020.

Erfinanto, E. (2020b). Update Corona COVID-19 di Jawa Timur pada 29 April 2020.

Ghiffari, R. A. (2020). Dampak Populasi Dan Mobilitas Perkotaan Terhadap Penyebaran Pandemi Covid-19 Di Jakarta. *Tunas Geogr.*, 9(1):81.

Habinuddin, E. (2021). Regresi Spasial pada Jumlah Kasus Covid-19 di Kota Bandung. *J. Stat. dan Mat.*, 3(2):175–181.

Hidayani, W. R. (2020). Faktor Faktor Risiko Yang Berhubungan Dengan COVID 19 : Literature Review. *J. Untuk Masy. Sehat*, 4(2):120–134.

Indayani, S. and Hartono, B. (2020). Analisis Pengangguran dan Pertumbuhan Ekonomi sebagai Akibat Pandemi Covid-19. *J. Ekon. Manaj. Univ. Bina Sarana Informatika*, 18(2):201–208.

Indonesia, G. Data Peta.

jolianis Koto (2015). Pengaruh Angka Melek Huruf Dan Angka Harapan Hidup Terhadap Jumlah Penduduk Miskin Di Propinsi Sumatera Barat. *Economica*, 2(2):126–133.

Kemenag (2021). Aplikasi Quran Kemenag In Word versi Terbaru Hadir, Ini Kelebihannya.

Kemenkes (2021). Situasi Nasional Penerapan PPKM Penyebaran COVID-19. pages 1–14.

Kemenkes RI (2021). Data Vaksin.

Kusnandar, V. B. (2021). Angka Kematian Covid-19 Jawa Timur Tertinggi Nasional pada 2020.

Makhi, S. (2021). Daftar 5 Daerah dengan Kasus Positif Covid-19 Tertinggi.

Mubtadiah, L. (2011). Estimasi Parameter Model Regresi Spasial Error Dengan Metode Maximum Likelihood Estimation.

Mu'tamar, K., Putra, S., and Perdana, S. A. (2021). Analisis Penyebaran Covid-19 Dengan Menggunakan Model Sir Dan Vaksinasi Serta Estimasi Parameter. *BAREKENG J. Ilmu Mat. dan Terap.*, 15(2):323–334.



- M.Wardiansyah, Yulmardi, and Bahari, Z. (2015). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Pengangguran (Studi Kasus Provinsi-Provinsi Sumatera). *Phys. Rev. E*, 5(1993):24.
- Nasution, D. A. D., Erlina, E., and Muda, I. (2020). Dampak Pandemi COVID-19 terhadap Perekonomian Indonesia. *J. Benefita*, 5(2):212.
- Nelwan, J. E. (2020). Kejadian Corona Virus Disease 2019 berdasarkan Kepadatan Penduduk dan Ketinggian Tempat per Wilayah Kecamatan. *J. Public Heal. Community Med.*, 1(April):32–45.
- Novellno Andry (2021). Jawa Timur Sumbang Kasus Covid-19 Tertinggi.
- Nur, D., Sari, E., Hayati, M. N., and Wahyuningsih, S. (2020). Model Spatial Autoregressive Moving Average (SARMA) pada Data Jumlah Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) di Provinsi Kalimantan Timur dan Tengah Tahun 2016. *Ekspansional*, 11:57–64.
- Parekraf (2020). Pembagian Zona Pada Pandemi Covid-19.
- Prasetyaning Widayanti, L. and Kusumawati, E. (2021). Hubungan Persepsi Tentang Efektifitas Vaksin Dengan Sikap Kesiediaan Mengikuti Vaksinasi Covid-19. *Hearty*, 9(2):78.
- Rati, M. (2013). Model Regresi Spasial Untuk Anak Tidak Bersekolah Usia Kurang 15 Tahun Di Kota Medan. *Saintia Mat.*, 1(1):87–99.
- Rusydi, Z., Hutauruk, R., Chakim, S., and Ahmad, W. R. (2021). Meningkatkan Kesadaran Masyarakat Tentang Pentingnya Vaksinisasi di Masjid Al-Ikhlas Jakarta Barat. 1.

- Samallo, F., Lesnussa, Y. A., Wattimena, A. Z., and Matdoan, M. Y. (2018). Pemodelan Spatial Error Model (SEM) Untuk Mengidentifikasi Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Maluku Tahun 2016. *J. Mat.*, 8(1):75.
- Satgas Covid-19 Jatim. Data Covid-19 Januari - Juli 2021.
- Satria, R. M. A., Tutupoho, R. V., and Chalidyanto, D. (2020). Analisis Faktor Risiko Kematian dengan Penyakit Komorbid Covid-19. *J. Keperawatan Silampari*, 4(1):48–55.
- Sinaga, H. D. E., Irawati, N., and Informasi, S. (2018). Perbandingan Double Moving Average Dengan Double Exponential Smoothing Pada Peramalan. *Jurteksi*, IV(2):197–204.
- Subekti, P. and Islamiyah, M. (2017). Penentuan model hubungan kepadatan. *J. Mat. dan Pendidik. Mat.*, 2(1):48–57.
- Sulasih, I.G.A. Diah Sulisiawati, M. and Suciptawati, N. L. P. (2021). Pemodelan Kasus Diare Di Provinsi Bali Dengan Metode Analisis Regresi Spasial. *E-Jurnal Mat.*, 10(2):95.
- Taufiq, M. (2021). 6 Kabupaten dan Kota Jawa Timur Ini Masuk Peringkat Tertinggi Nasional Kasus Kematian Covid-19.
- Telaumbanua, D. (2020). Urgensi Pembentukan Aturan Terkait Pencegahan Covid-19 di Indonesia. *QALAMUNA J. Pendidikan, Sos. dan Agama*, 12(01):59–70.
- Thaib, Z. (2008). Pemodelan Regresi Logistik Spasial dengan Pendekatan Matriks Contiguity.

Triliani, S. E. and Bekti, R. D. (2017). Spatial Durbin Model Untuk Mengidentifikasi Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pengangguran Di Provinsi Jawa Tengah. *J. Stat. Ind. dan Komputasi*, 2(2):93–103.

Wibawa, S. W. (2020). 2 Penyebab Utama Kasus Covid-19 Jawa Timur.

Wuryandari, T., Hoyyi, A., Kusumawardani, D. S., and Rahmawati, D. (2014). Identifikasi Autokorelasi Spasial Pada Jumlah pengangguran Di Jawa Tengah Menggunakan Indeks Moran. *Media Stat.*, 7(1):1–10.

Yustanti, W., Rahmawati, N., and Yamasari, Y. (2020). Klastering Wilayah Kota/Kabupaten Berdasarkan Data Persebaran Covid-19 Di Propinsi Jawa Timur dengan Metode K-Means. *JIEET (Journal Inf. Eng. Educ. Technol.)*, 4(1):1–9.

Zahrani, C. I. and Pramana, S. (2021). Analisis Perkembangan Kasus COVID-19 Berkaitan dengan Kebijakan Pemerintah di Pulau Jawa. *Indones. Heal. Inf. Manag. J.*, 9(1):01–12.

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A