

**PENERAPAN *SPATIAL DURBIN MODEL* DALAM PEMODELAN
COVID-19 SEBAGAI MITIGASI BENCANA DI PROVINSI JAWA TIMUR**

SKRIPSI



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

Disusun Oleh
YANUWAR REINALDI
H92218053

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

2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : YANUWAR REINALDI

NIM : H92218053

Program Studi : Matematika

Angkatan : 2018

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "PENERAPAN *SPATIAL DURBIN MODEL* DALAM PEMODELAN COVID-19 SEBAGAI MITIGASI BENCANA DI PROVINSI JAWA TIMUR". 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, 19 Juli 2022

Yang menyatakan,



YANUWAR REINALDI

NIM. H92218053

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

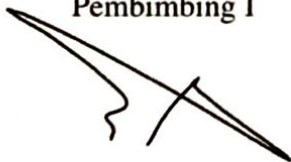
Nama : YANUWAR REINALDI

NIM : H92218053

Judul skripsi : PENERAPAN *SPATIAL DURBIN MODEL* DALAM
PEMODELAN COVID-19 SEBAGAI MITIGASI
BENCANA DI PROVINSI JAWA TIMUR

telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Pembimbing I



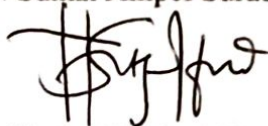
Dr. Moh. Hafiyusholeh, M.Si., M.PMat.
NIP. 198002042014031001

Pembimbing II



Lutfi Hakim, M.Ag.
NIP. 197312252006041001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika
UIN Sunan Ampel Surabaya



Yuniar Farida, M.T.
NIP. 19790572014032002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI


Skripsi oleh

Nama : YANUWAR REINALDI
NIM : H92218053
Judul Skripsi : PENERAPAN *SPATIAL DURBIN MODEL* DALAM PEMODELAN COVID-19 SEBAGAI MITIGASI BENCANA DI PROVINSI JAWA TIMUR


Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 19 Juli 2022

Mengesahkan,
Tim Penguji


Penguji I


Nurissafah Ujima, M.Kom.
NIP. 199011022014032004


Penguji II


Aris Fanani, M.Kom.
NIP. 198701272014031002

Penguji III


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

Penguji IV


Lutfi Hakim, M.Ag.
NIP. 197312252006041001

Mengetahui,


Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya

Depul 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: perpus@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 : YANUWAR REINALDI
NIM : H92218053
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / MATEMATIKA
E-mail address : yanureinldi19@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 :

PENERAPAN SPATIAL DURPIN MODELL DALAM PEMODELAN COVID-19

SEBAGAI MITIGASI BENCANA DI PROVINSI JAWA TIMUR

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, 24 Agustus 2022

Penulis

(YANUWAR REINALDI)
nama terang dan tanda tangan

ABSTRAK

PENERAPAN *SPATIAL DURBIN MODEL* DALAM PEMODELAN COVID-19 SEBAGAI MITIGASI BENCANA DI PROVINSI JAWA TIMUR

Pada masa sekarang ini seluruh belahan dunia dihadapkan pada suatu usaha dalam menangani pandemi yang menyebabkan banyak orang meninggal dunia. Pandemi ini disebabkan oleh adanya corona virus atau covid-19. Jawa Timur merupakan salah satu daerah dengan jumlah terkonfirmasi covid-19 tertinggi di Indonesia. Perlu adanya metode yang dapat memodelkan dan mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi studi kasus tersebut dengan mempertimbangkan aspek lokasi atau tempat. *Spatial Durbin Model (SDM)* adalah metode dalam regresi spasial yang mempertimbangkan aspek lokasi dan merupakan bentuk model khusus dari SAR dengan memperhatikan suatu pengaruh spasial baik dari segi variabel bebas atau variabel terikatnya. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode *Spatial Durbin Model (SDM)* didapatkan hasil bahwa faktor yang berpengaruh signifikan adalah jumlah penduduk yang tidak bekerja dan jumlah penduduk yang telah vaksin. Hasil *R square* didapatkan sebesar 91.11% dan MAPE sebesar 24.74%.

Kata kunci: Covid-19 di Wilayah Jawa Timur, Regresi Spasial, *Spatial Durbin Model (SDM)*

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

ABSTRACT

APPLICATION OF THE SPATIAL DURBIN MODEL IN MODELING COVID-19 AS DISASTER MITIGATION IN EAST JAVA PROVINCE

At this time, all parts of the world are faced with an effort to deal with a pandemic that has caused many people to die. This pandemic is caused by the corona virus or covid-19. East Java is one of the areas with the highest number of confirmed cases of COVID-19 in Indonesia. There needs to be a method that can model and find out what factors influence the case study by considering the aspect of location or place. Spatial Durbin Model (SDM) is a method in spatial regression that considers the location aspect and is a special form of SAR model by taking into account a spatial effect in terms of the independent variable or the dependent variable. Based on the results of calculations using the Spatial Durbin Model (SDM) method, it is found that the factors that have a significant influence are the number of people who do not work and the number of people who have been vaccinated. The result of R square is 91.11% and MAPE is 24.74%.

Keywords: Covid-19 in East Java Region, Spatial Regression, *Spatial Durbin Model* (SDM)

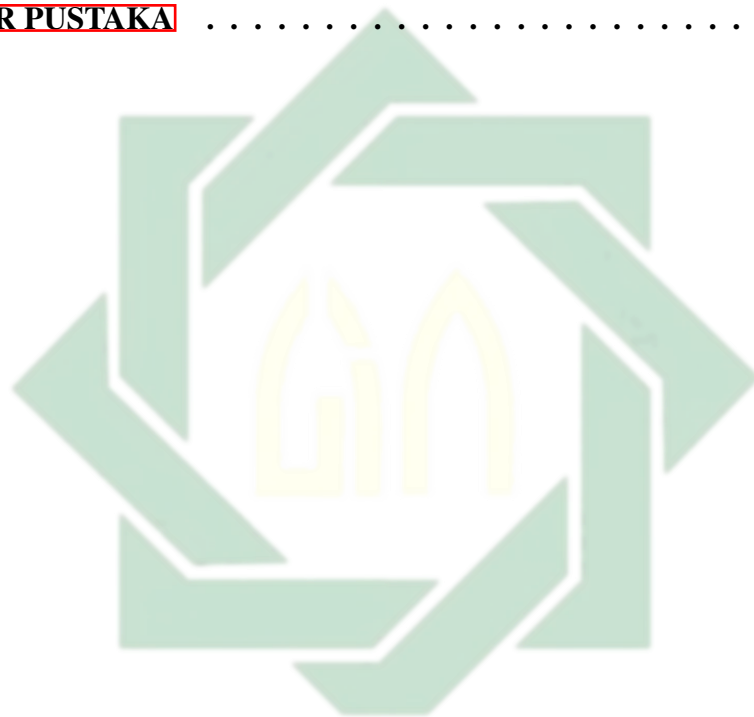
UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	1
DAFTAR TABEL	4
DAFTAR GAMBAR	5
I PENDAHULUAN	6
1.1. Latar Belakang Masalah	6
1.2. Rumusan Masalah	13
1.3. Tujuan Penelitian	14
1.4. Manfaat Penelitian	14
1.5. Batasan Masalah	15
1.6. Sistematika Penulisan	15
II TINJAUAN PUSTAKA	17
2.1. Corona Virus di Jawa Timur	17
2.2. Faktor-Faktor yang Beresiko Mempengaruhi Penyebaran Covid-19	19
2.3. Analisis Regresi	23
2.4. Regresi Spasial	24
2.5. Data Spasial	27
2.6. Uji Asumsi Klasik	27
2.6.1. Uji Normalitas	28
2.6.2. Uji Multikolinearitas	29
2.6.3. Uji Autokorelasi	30

2.6.4. Uji Heteroskedastisitas	32
2.7. Matriks Pembobot Spasial	33
2.8. Uji Indeks Moran	38
2.9. <i>Spatial Durbin Model</i>	39
2.10. Estimasi Parameter <i>Spatial Durbin Model (SDM)</i>	42
2.11. <i>Akaike's Information Criterion (AIC)</i>	46
2.12. Uji Koefisien Determinasi	47
2.13. MAPE	48
2.14. Integrasi Keislaman	49
III METODE PENELITIAN	55
3.1. Jenis Penelitian	55
3.2. Sumber Data	55
3.3. Variabel Penelitian	56
3.4. Subjek Penelitian	57
3.5. Metode Analisis Data	57
3.6. Tahapan Penelitian	58
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	60
4.1. Analisis Deskriptif Penelitian	60
4.2. Matriks Pembobot Spasial	67
4.3. Uji Asumsi Klasik	72
4.3.1. Uji Normalitas	72
4.3.2. Uji Multikolinearitas	73
4.3.3. Uji Autokorelasi	74
4.3.4. Uji Heterokedastisitas	74
4.4. Uji Indeks Moran	75
4.5. Estimasi Parameter	80
4.5.1. Estimasi Parameter ρ	80
4.5.2. Estimasi Parameter β	81
4.6. Model <i>Spatial Durbin Model (SDM)</i>	82
4.7. <i>Akaike's Information Criterion (AIC)</i>	84

	3
4.8. Mengukur Kebaikan Model	84
4.9. MAPE	85
4.10. Integrasi Keislaman	85
V PENUTUP	88
5.1. Kesimpulan	88
5.2. Saran	89
DAFTAR PUSTAKA	89



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR TABEL

2.1 Uji <i>Durbin-Watson</i>	31
2.3 <i>Range</i> Nilai MAPE	48
3.1 Sampel Data	56
3.2 Variabel Penelitian	57
4.1 Analisis Statistik Deskriptif	61
4.2 Daerah yang Bertetangga	68
4.3 Bobot Antar Wilayah	70
4.4 Nilai VIF Model Satu	73
4.6 Indeks Moran	79
4.7 Estimasi Parameter SDM	82

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR GAMBAR

2.1	Statistik Uji <i>Durbin-Watson</i>	31
2.2	Bentuk Matriks <i>Rook Contiguity</i>	34
2.3	Bentuk Matriks <i>Bishop Contiguity</i>	35
2.4	Bentuk Matriks <i>Queen Contiguity</i>	35
3.1	Diagram Alir Tahap Penelitian <i>Spatial Durbin Model</i>	59
4.1	Peta Jawa Timur	60
4.2	Peta Jawa Timur Berdasarkan Jumlah Terkonfirmasi Covid-19	62
4.3	Grafik Batang Jumlah Terkonfirmasi Covid-19	62
4.4	Peta Jawa Timur Berdasarkan Kepadatan Penduduk	63
4.5	Peta Jawa Timur Berdasarkan Penduduk Miskin	64
4.6	Peta Jawa Timur Berdasarkan Penduduk Tidak Bekerja	65
4.7	Peta Jawa Timur Berdasarkan Jumlah Vaksinasi	66
4.8	Peta Ketetanggan Menggunakan Matriks Pembobot Queen Contiguity	68

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Kesehatan merupakan salah satu hal penting dalam kehidupan seseorang. Seseorang dikatakan sehat jika fisik, mental, dan spiritualnya dalam keadaan baik, sehingga dapat membuat seseorang dapat melakukan berbagai hal yang produktif setiap harinya (Jacob and Sandjaya, 2018). Namun setiap orang adakalanya merasakan sakit, dimana kondisi badan dan tubuh merasa tidak fit dalam melakukan suatu hal. Meskipun perkembangan teknologi dalam kesehatan semakin maju, macam-macam bentuk penyakit juga banyak yang bermunculan baik yang disebabkan oleh virus, bakteri, maupun lainnya (Krisna Triyono and K. Herdiyanto, 2018).

Pada masa sekarang ini seluruh belahan dunia dihadapkan pada suatu usaha dalam menangani pandemi yang menyebabkan banyak orang meninggal dunia. Pandemi ini disebabkan oleh corona virus atau covid-19 (Putri, 2020). Virus ini berawal pada Desember 2019, dan dilaporkan untuk pertama kalinya di daerah Wuhan, China. Sejak kemunculnya kasus dan berita tersebut, hingga sekarang berita tentang virus ini tidak dapat kita hindari dalam mendengar dan memahaminya (Nasution et al., 2021). World Health Organization (WHO) sebagai organisasi yang menangani dan menaungi perihal kesehatan pada tingkat dunia hingga saat ini selalu menghimbau dan memberikan informasi kepada seluruh dunia selalu waspada dan tetap melakukan protokol kesehatan yang sudah

ditetapkan. Perihal virus tersebut mudah untuk bermutasi dan menyebar dari manusia satu ke manusia lainnya, seperti virus corona varian alfa, beta, dan gama yang merupakan bentuk mutasi dari virus corona. Bahkan info terbaru saat ini terdapat mutasi dari covid-19 yang dinamakan varian omicron.

Di dalam Islam, suatu wabah atau pandemi seperti sekarang bukan merupakan pandemi untuk pertama kalinya. Sejak zaman dahulu kala juga terdapat adanya wabah yang menyebar secara luas. Dalam pandangan Islam, di dalam Al-Qur'an sendiri Allah juga menyebutkan tentang wabah penyakit dalam beberapa ayat di dalam Al-Aqur'an seperti pada surah Al-Anbiya' ayat 83. Dari ayat tersebut Allah berfirman mengenai wabah penyakit yang terjadi pada Nabi Ayyub A.S. Penyakit tersebut adalah lepra atau kusta yang menyerang Nabi Ayyub A.S. Ayat tersebut berbunyi :

وَأَيُّوبَ إِذْ نَادَى رَبَّهُ أَنِّي مَسَّنِيَ الضُّرُّ وَأَنْتَ أَرْحَمُ الرَّاحِمِينَ ﴿٨٣﴾

Artinya: "Dan (ingatlah kisah) Ayub, ketika dia berdoa kepada Tuhannya, "(Ya Tuhanku), sungguh, aku telah ditimpa penyakit, padahal Engkau Tuhan Yang Maha Penyayang dari semua yang penyayang". (QS. Al-Anbiya' : 83)

Kementrian Agama (Kemenag) RI dalam ayat ini juga menafsirkan secara singkat sebagai berikut:

Dan selalu ingatlah pada kisah nabi Ayub A.S. seorang utusan dari Allah yaitu menjadi nabi dan rasul dimana mendapat cobaan yang sangat berat di dalam kehidupnnya, waktu dimana dia berdoa kepada Tuhannya dengan bertawakal dan berserah diri kepada-Nya. "Ya Tuhanku, benar-benar, aku telah ditimpa suatu penyakit yang terasa sangat berat jika aku menjalaninya, akan tetapi aku percaya jikalau Engkau Tuhanku Yang Maha Penyayang dari segala yang penyayang,

sehingga cobaan dan masalah ini adalah suatu bentuk kasih sayang dari-Mu kepadaku.”

Dari adanya suatu wabah tersebut, dalam Islam terdapat suatu ajaran tentang bagaimana cara dalam menghadapi atau mencegah suatu wabah, seperti yang telah dikatakan dalam sebuah hadits jikalau pada zaman Rasulullah pernah terjadi adanya sebuah tha'un/wabah. Rasulullah SAW pun bersabda tentang kiat-kiat dalam menghadapi dan mengatasi adanya wabah penyakit, yaitu janganlah kalian memasuki sebuah wilayah tersebut yang sedang terdampak wabah dan dihimbau kepada masyarakatnya untuk jangan keluar dari wilayah itu. Keputusan yang dikatakan oleh Rasulullah tersebut juga dapat diketahui umum dengan nama karantina. Hal tersebut dilakukan dengan tujuan untuk penyakit yang sedang dalam penyebaran tidak menyebar ke wilayah lain.

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

Artinya: "Jika kalian mendengar penyakit Thaun mewabah di suatu daerah, maka jangan masuk ke daerah itu. Apabila kalian berada di daerah tersebut, jangan hengkang (lari) dari Thaun." (HR. Bukhari).

Tha'un dalam hadits yang telah disabdakan oleh Rasulullah SAW merupakan sebuah wabah penyakit yang mematikan dan menular, penyebabnya adanya wabah diketahui berasal dari bakteri dengan nama *Pasterella Pestis* yang menyerang tubuh manusia. Jikalau umat muslim dalam masa menghadapi hal seperti ini, pada sebuah hadits dikatakan jika akan dijanjikan suatu pahala yang sangat besar dan surga untuk siapa saja yang dalam menghadapi wabah penyakit dia lalui dengan sabar.

الطَّاعُونَ شَهَادَةٌ لِكُلِّ مُسْلِمٍ

Artinya: ”Kematian karena wabah adalah surga bagi tiap muslim (yang meninggal karenanya).” (HR Bukhari)

Di Indonesia sendiri corona virus pertama kali ditemukan pada bulan Maret 2020 dan diumumkan bahwa dua orang terjangkit virus ini. Setelah adanya pengumuman oleh pemerintah dan juga meningkatnya penderita, pemerintah memberlakukan *social distancing* (No and Mona, 2020) dan melakukan pembatasan sosial berskala besar (PSBB). Hingga sekarang pemerintah juga melakukan vaksinasi masal kepada masyarakat, dan pemerintah sedang gencar-gencarnya untuk melakukan kegiatan tersebut.

Menurut Menteri Kesehatan, daerah yang memiliki jumlah kasus yang tinggi, salah satunya di Jawa Timur (Wahidah et al., 2020). Jawa Timur per 21 Desember 2021 menurut Dinas Kesehatan Jawa Timur memiliki jumlah penderita positif yaitu berjumlah 399.912 kasus dimana terjadi penambahan 14 kasus aktif dari hari sebelumnya, dengan pasien sembuh sebanyak 370.056 dan meninggal 29.730. Pada data vaksinasi di Jawa Timur, jumlah orang yang sudah vaksin dosis 1 yaitu 23.697.139 dan total jumlah yang vaksin dosis 2 adalah 17.328.901 (Pemerintah Provinsi Jawa Timur, 2021).

Dari banyaknya kasus virus corona di wilayah Jawa Timur, pemerintah provinsi membuat peta daerah dengan beberapa warna sebagai bentuk indeks daerah dimana nantinya warna tersebut digunakan dalam memberi zona suatu daerah sesuai warnanya. Terdapat beberapa daerah yang dapat dikatakan sebagai penyumbang kasus positif terbanyak sehingga dapat dikatakan ke dalam zona merah atau penyeberan virus dan kasus positif lumayan tinggi, antara lain Kota

Surabaya, Kota Malang, Kabupaten Sidoarjo, Kabupaten Nganjuk, Kabupaten Sampang, Kabupaten Gresik, Kabupaten Mojokerto, dan Kabupaten Malang.

Kabupaten Malang dapat dikatakan menjadi kasus aktif tertinggi yang pertama yaitu dengan jumlah kasus aktif 21, jumlah akumulatif positif keseluruhan sebanyak 14.485, sembuh 13.508, dan meninggal 956. Daerah selanjutnya yaitu Kabupaten Mojokerto dengan kasus aktif sebanyak 8, jumlah akumulatif keseluruhan positif sebanyak 8095, jumlah penderita sembuh sebanyak 7856, dan jumlah meninggal sebanyak 231. Disusul oleh Kota Malang dengan jumlah kasus aktif terbanyak dengan jumlah penambahan 7 kasus, jumlah akumulatif positif keseluruhan yaitu 15649, jumlah penderita sembuh sebesar 14512, dan jumlah orang meninggal yaitu 1130. Kabupaten Nganjuk dengan kasus aktif sebanyak 6, dengan jumlah positif keseluruhan 12801, jumlah sembuh 12017, dan kasus meninggal 778. Selanjutnya Kabupaten Sampang dengan kasus aktif 6, jumlah akumulatif positif sebesar 2802, jumlah penderita sembuh 2666, dan kasus meninggal sebanyak 130. Kota Surabaya sebagai daerah selanjutnya dengan kasus aktif sebanyak 6, jumlah positif keseluruhan sebesar 67053, jumlah penderita sembuh sebanyak 64491, dan kasus meninggal sejumlah 2556. Di Kabupaten Gresik jumlah kasus aktif sejumlah 4, dengan akumulatif kasus positif sebanyak 13496, jumlah penderita sembuh sebesar 12764, dan penderita meninggal yaitu 728. Dilanjutkan dengan daerah-daerah lainnya dimana penyebaran covid-19 masih terjadi. Dari banyak dan masih terjadinya penularan kasus covid-19 dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang mempengaruhi, seperti pada jumlah orang yang sudah melakukan vaksinasi. Dari banyaknya penduduk di Provinsi Jawa Timur hanya sebanyak 74,46% yang melakukan vaksinasi dosis 1 dan 54,45% yang melakukan vaksinasi dosis 2. Orang dengan usia lanjut juga merupakan salah

satu faktor yang mempengaruhi, dikarenakan orang yang lebih tua rentan terpapar oleh virus corona.

Dalam ilmu matematika terdapat beberapa cara atau metode yang dapat digunakan dalam membuat model pada kasus corona sendiri di Jawa Timur, diantaranya menggunakan metode dalam data mining yaitu fuzzy atau dalam statistika seperti regresi sederhana dan regresi spasial. Regresi spasial merupakan sebuah analisis yang menguji suatu variabel dengan variabel yang lainnya dengan memberikan suatu efek spasial kepada suatu lokasi yang dijadikan sebagai pusat pengamatan (Fatati et al., 2017). Regresi spasial merupakan perkembangan dari metode regresi regresi klasik. Pada penggunaan metode regresi spasial ini, data yang digunakan adalah berbentuk data spasial. Data spasial yaitu suatu macam data dimana mengacu pada objek, posisi, dan hubungan diantaranya di dalam ruang bumi. Kasus-kasus yang biasanya menggunakan data berbentuk data spasial antara lain yaitu tentang kemiskinan, kriminalitas, penentuan harga jual suatu rumah atau properti, kedokteran, dan penyebaran suatu penyakit (Salmawaty et al., 2019).

Dalam regresi spasial terdapat pengembangan yang membuat suatu beberapa bentuk model regresi, beberapa model tersebut antara lain adalah *Spatial Durbin Model* (SDM). *Spatial Durbin Model* (SDM) adalah salah satu bentuk metode dalam statistika yang memodelkan sebuah kasus, dan merupakan macam dari regresi linear. *Spatial Durbin Model* (SDM) merupakan kasus khusus dari model SAR, dengan menambahkan pengaruh lag pada variabel independen (Putu et al., 2018). Bentuk selanjutnya adalah *Spatial Autoregressive Model* (SAR). Metode SAR adalah suatu bentuk model dengan penggabungan antara lag spasial dengan model regresi linear pada variabel respon yang memanfaatkan data *cross*

section dan diperhitungkan jika dalam proses atau metode autoregresif hanya terjadi pada variabel respons (P et al., 2017). Model yang lainnya adalah *Spatial Error Model* (SEM). Metode SEM merupakan bentuk analisis regresi yang digunakan jika suatu nilai error di suatu lokasi berhubungan dengan nilai error lokasi di sekelilingnya (Rahmawati and Bimanto, 2021).

Penelitian sebelumnya yang terkait dengan menggunakan metode *Spatial Durbin Model* (SDM) diantaranya dilakukan oleh (Lokang and Dwiatmoko, 2019), (Nurahdawati et al., 2020), dan (Ramadani et al., 2013). Pada penelitian Lokang dan Dwiatmoko didapatkan bahwa metode *Spatial Durbin Model* dapat menjabarkan variabel yang berpengaruh sebesar 68.4%. Selanjutnya penelitian oleh Nurahdawati dan Ansari yang membandingkan metode SAR dengan SDM dalam kasus anak putus sekolah, diketahui bahwa metode SDM merupakan model yang terbaik dalam studi kasus yang digunakan dimana hal tersebut dapat dilihat pada nilai AIC. Model yang baik merupakan model yang memiliki nilai AIC paling kecil. Hasil yang didapatkan yaitu nilai AIC pada SDM yaitu 142.39 lebih kecil daripada AIC SAR yaitu 161.55, yang menandakan SDM lebih baik. Pada penelitian oleh Ramadhani dan kawan-kawan dengan kasus gizi buruk balita diketahui bahwa SDM merupakan model yang lebih baik daripada OLS atau regresi klasik sederhana, dimana model SDM mampu menjelaskan tentang keragaman variabel respon sebesar 70.3%, dengan hasil nilai dari MSE dan AIC adalah 35280.11 dan 476.32, lebih baik dari model OLS.

Sementara pada penelitian tentang pemodelan covid menggunakan metode regresi spasial terdapat beberapa penelitian, diantaranya yaitu dilakukan oleh (Bekti et al., 2021). Pada penelitian tersebut peneliti melakukan pemodelan spasial area pada data covid-19 di Pulau Jawa menggunakan model SDM. Penelitian selanjutnya

adalah yang diteliti oleh (Maknunah, 2021). Metode yang digunakan adalah model regresi *Spatial Error Model (SEM)* dalam memodelkan penyebaran kasus covid-19 di Jawa Timur. Salah satu hasil penelitian tentang pemodelan covid-19 adalah seperti pada penelitian oleh Bekti, dimana dari hasil perhitungan didapatkan bahwa kepadatan penduduk berpengaruh secara signifikan dalam kasus penyebaran covid-19.

Berdasarkan dari penelitian sebelumnya yang menggunakan metode *Spatial Durbin Model* dimana metode tersebut telah memberikan hasil model yang sangat baik dilihat dari nilai R_{square} dan pada penelitian yang memodelkan covid-19, peneliti sangat tertarik dalam melakukan penelitian dengan judul “Penerapan *Spatial Durbin Model* dalam Pemodelan Covid-19 di Provinsi Jawa Timur. Dikarenakan belum ada penelitian yang mengkaji tentang pemodelan covid-19 dengan metode tersebut. Penelitian tersebut penting dilakukan dikarenakan faktor-faktor yang berkontribusi terhadap sebaran covid-19 di kabupaten/kota relatif beragam. Dari hasil tersebut, nantinya diharapkan kepada pemerintah Provinsi Jawa Timur untuk dijadikan pertimbangan untuk kedepannya dalam menghadapi kasus virus corona pada semua kabupaten/kota supaya jumlah kasus positif dan meninggal tidak melonjak dan meningkat dari sebelumnya, dan diharapkan di daerah Jawa Timur sendiri mendapatkan nol kasus.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan yang sudah dipaparkan pada latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang akan dibahas yaitu:

1. Bagaimana bentuk pemodelan covid-19 di wilayah Jawa Timur dengan menggunakan metode *Spatial Durbin Model (SDM)*?

2. Apa saja variabel atau faktor-faktor yang mempengaruhi dalam kasus penyebaran covid-19 di wilayah Jawa Timur?

1.3. Tujuan Penelitian

Dilihat pada rumusan masalah yang telah didapatkan, oleh karena itu tujuan dari peneliti dalam melakukan penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui hasil dan bentuk pemodelan dalam kasus covid-19 di Jawa Timur.
2. Untuk mengetahui variabel dan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan dalam kasus penyebaran covid-19 di Jawa Timur.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian dalam melakukan penelitian ini yaitu:

1. Secara Teoritis

Manfaat yang didapatkan adalah memberikan informasi tentang cara dalam mengolah data spasial menggunakan metode *Spatial Durbin Model* (SDM). Menambah khasanah keilmuan berupa prediksi dan pemodelan covid-19 menggunakan regresi spasial.

2. Secara Praktis

Manfaat yang didapatkan pada penelitian ini yaitu memberikan informasi dan memberikan hasil mengenai pemodelan covid-19, dimana model tersebut bisa digunakan bagi lembaga/satgas covid-19 di wilayah Jawa Timur untuk dijadikan sebagai suatu acuan untuk melakukan langkah pencegahan penyebaran covid-19 selanjutnya. Dapat digunakan bagi peneliti

selanjutnya sebagai referensi atau bahan masukan untuk melanjutkan penelitian ini atau mengkaji lebih lanjut dengan menambah variabel atau membandingkan model lainnya.

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Penelitian ini memodelkan kasus penyebaran covid dari 38 kota/kabupaten di wilayah Jawa Timur dari 1 Januari 2021-31 Juli 2021.
2. Penelitian ini menggunakan data yang akan diolah dengan variabelnya yaitu antara lain yaitu jumlah terkonfirmasi covid-19, jumlah penduduk miskin, kepadatan penduduk, jumlah penduduk yang sudah divaksin dan jumlah penduduk tidak bekerja.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini yaitu terdapat tiga bagian, dimana bagian-bagian tersebut adalah diawali dengan pendahuluan, tinjauan pustaka, dan metode penelitian. Bagian-bagian tersebut akan dijabarkan sebagaimana berikut ini:

1. BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan. Pada latar belakang diceritakan tentang penjelasan secara umum mengenai studi kasus yaitu covid-19, dilanjutkan dengan alasan dari dilakukannya penelitian, lalu cara atau metode yang dapat digunakan dalam kasus tersebut, dan dikuatkan dengan adanya penelitian terdahulu.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan variabel apa saja yang akan digunakan dan dikaji secara teorema, yaitu penjelasan tentang studi kasus yang diangkat yaitu covid-19, metode yang digunakan, dan penjelasan tentang kajian lainnya.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang jenis penelitian dan data yang akan digunakan, variabel yang dibutuhkan, dan cara mendapatkan data dan mengolahnya.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi dengan perhitungan dan pengolahan data dengan metode Spatial Durbin Model (SDM) dari awal perhitungan hingga mendapatkan hasil yaitu sebuah pemodelan dari kasus penyebaran covid-19 di Jawa Timur.

5. BAB V KESIMPULAN

Bab ini berisikan dengan penjelasan secara umum dan hasil dari perhitungan yang didapatkan dengan metode Spatial Durbin (SDM) yaitu berupa pemodelan covid-19 di Jawa Timur dan variabel atau faktor-faktor yang mempengaruhi secara signifikan dalam kasus ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Corona Virus di Jawa Timur

Pada akhir tahun di bulan Desember 2019, seluruh dunia digemparkan dengan adanya suatu berita suatu penyakit yang disebabkan oleh virus. Virus tersebut dinamakan dengan virus corona atau biasa disebut dengan covid-19 (Fitri, 2020). Virus ini dimulai dari adanya sebuah kasus dengan gejala yang hampir sama dengan pneumonia, yaitu seperti demam, batuk kering, hingga badan yang serasa tidak enak, akan tetapi sedikit berbeda dari gejala pada umumnya. Hingga pada akhirnya setelah dilakukan pemeriksaan lebih lanjut, diketahui jika asal penyebab dari penyakit tersebut adalah 2019-nCoV atau covid-19 (Supriatna, 2020). Diketahui jika virus ini untuk pertama kalinya dilaporkan dan ditemukan di China, lebih tepatnya di kota Wuhan, Provinsi Hubei. Virus ini diperkirakan muncul pada sebuah pasar hewan basah di Huanan yang menjual berbagai macam jenis hewan laut, jenis ikan, dan hewan lainnya. Hingga saat ini virus ini masih menjadi pandemi bagi dunia dikarenakan masih terdapat beberapa negara yang berjuang, salah satunya yaitu Indonesia (Setiawan and Ilmiyah, 2020).

Virus ini akhirnya masuk ke Indonesia setelah beberapa bulan adanya pemberitaan. Hingga saat ini pandemi di Indonesia masih belum selesai. Pada bulan Juli 2021 di Indonesia sendiri mengalami corona virus gelombang kedua, hingga menyebabkan banyak orang yang meninggal dunia. Diketahui bahwa terdapat beberapa daerah dengan kasus positif corona yang masih terbilang tinggi,

daerah tersebut dominan berada di pulau Jawa, salah satu dari daerah tersebut adalah Jawa Timur (Ahmad Naufal Dzulfaroh, 2021). Jumlah kasus terkonfirmasi positif corona di Jawa Timur sendiri per 14 November 2021 yaitu berjumlah 398.899 dengan kasus aktif 237, jumlah sembuh 368.989 dan jumlah meninggal sebesar 29.673. Penyumbang kasus positif terbesar adalah ibukota Jawa Timur sendiri Kota Surabaya, diikuti dengan Kabupaten Sidoarjo, Kota Malang, dan lainnya (Hilda Meilisa, 2021).

Adanya pandemi virus corona sampai sekarang yang belum selesai, pemerintah provinsi Jawa Timur sendiri tetap melakukan beberapa upaya untuk tetap mengurangi jumlah kasus positif di Jawa Timur. Tindakan yang dilakukan oleh pemerintah Jawa Timur diantaranya yaitu pada awal pandemi menerapkan adanya PSBB, selanjutnya tetap menerapkan protokol kesehatan seperti warga dihimbau untuk tetap memakai masker, berjaga jarak antara satu sama lain, dan mencuci tangan atau menggunakan *handsanitizer* (Nasution, 2021). Tidak hanya dengan tindakan tersebut, pemerintah juga memberlakukan adanya batas jam operasional untuk toko-toko, warung kopi, dan mall, hingga adanya PPKM Jawa-Bali. Dalam waktu kurang lebih 2 tahun semenjak adanya pandemi, kasus positif daerah Jawa Timur sendiri mengalami kenaikan dan penurunan (Kustanto and Sholihah, 2021).

Jumlah kasus terparah yaitu terjadi pada Juli-Agustus 2021 dengan lonjakan yang tinggi dan banyak kasus meninggal, akan tetapi mendekati akhir tahun yaitu pada bulan November dan Desember 2021 kasus aktif dan jumlah meninggal akibat corona tidak hanya di Indonesia, tetapi juga di wilayah Jawa Timur ini trennya sudah menurun dengan pesat, dengan tambahan kasus positif tidak seperti dulu hingga ribuan akan tetapi mencapai ratusan untuk daerah Jawa

Timur. Berkebalikan dengan jumlah penderita sembuh yang meningkat pesat. Seperti diketahui bahwa tiap kota/kabupaten semua di Jawa Timur tidak masuk dalam kategori zona merah. Pada sebaran pasien dari data Dinas KOMINFO Jawa Timur, Kabupaten Malang pada saat ini merupakan daerah dengan kasus aktif tertinggi dengan jumlah 21. Disusul oleh Kota Malang dan Kabupaten Mojokerto sebanyak 7 kasus aktif. Diketahui juga sebanyak 10 daerah di Jawa Timur yang memiliki nol kasus aktif, seperti di Kabupaten Situbondo, Kota Kediri, Kota Blitar, Kota Pasuruan, hingga Kabupaten Bondowoso. Jika dipresentasikan maka kasus aktif sebesar 0,03%, 92,54% untuk jumlah penderita sembuh, dan 7,43% untuk jumlah kasus meninggal. Pada vaksinasi sebanyak 74,69% sudah melakukan vaksin dosis 1 dan 54,80% untuk vaksin dosis 2. Pemerintah provinsi selalu mengusahakan untuk vaksinasi selesai dan rampung 100% untuk semua warga Jawa Timur.

2.2. Faktor-Faktor yang Beresiko Mempengaruhi Penyebaran Covid-19

Dalam penyebarannya, covid-19 dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kepadatan penduduk, penduduk miskin, penduduk tidak bekerja, dan vaksinasi.

1. Kepadatan Penduduk

Penduduk merupakan kumpulan orang-orang yang berdomisili di suatu daerah. Adanya penduduk juga merupakan unsur penting dalam suatu daerah, akan tetapi jumlah penduduk pastinya semakin lama semakin meningkat seiring dengan adanya jumlah lahir yang lebih dan tidak seimbang dengan jumlah kematian atau luas daerah. Hal ini menyebabkan kepadatan penduduk yang tidak merata yang berpengaruh pada kegiatan

ekonomi dan aktivitas lainnya (Silastris et al., 2017). Menurut Samadi (2007) pengertian dari kepadatan penduduk yaitu suatu perbandingan diantara luas daerah yang ditempati dengan jumlah dari penduduk yang menempati daerah tersebut. Kepadatan penduduk bisa dituliskan dengan persamaan yaitu:

$$\text{Kepadatan penduduk} = \text{jumlah penduduk} / \text{luas daerah}$$

Dari adanya persamaan tersebut, kepadatan penduduk dapat dibedakan menjadi 2, yaitu kepadatan penduduk aritmatik dan kepadatan penduduk netto. Dalam demografis, lebih dikenal dengan nama kepadatan penduduk agraris (A.A Ngr. Maha Putra, 2012). Terdapat faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kepadatan penduduk, antara lain yaitu adanya penduduk yang pindah, penduduk yang datang, penduduk yang telah meninggal, penduduk lahir, dan luas daerah (km^2) (Subekti and Islamiyah, 2017).

Tingkat kepadatan penduduk yang tergolong tinggi dapat mengakibatkan suatu interaksi yang juga tinggi di suatu daerah tersebut, seperti contoh pada kasus positif dan kematian penyakit flu Spanyol dimana banyak terjadi pada daerah intensitas kepadatan penduduk tinggi. Pada penelitian oleh Edriani (2021) yang meneliti hubungan kepadatan penduduk dengan penyebaran covid-19 juga didapatkan hasil kepadatan penduduk menjadi faktor yang signifikan berpengaruh dalam penyebaran covid-19 (Edriani et al., 2021).

2. Penduduk Miskin

Kemiskinan merupakan salah satu permasalahan bagi setiap negara. Masalah ini adalah suatu masalah yang sangat kompleks sehingga menjadi hal yang prioritas untuk diselesaikan. Kemiskinan yaitu suatu keadaan dimana tidak dapat mencukupi dari berbagai hal, seperti dalam hal ekonomi atau lainnya.

Kemiskinan juga dapat diukur dari adanya penghasilan yang didapatkan, dimana yang didapatkan ada rendah dalam segi pendapatan. Ini mengartikan jika juga jika suatu penduduk itu miskin, maka penduduk tersebut tidak dapat memenuhi kebutuhan sehari-harinya (Ferezagia, 2018).

BPS mengeluarkan pernyataan jika tingkat kemiskinan di Jawa Timur per September 2021 adalah sebanyak 4,25 juta orang. Jumlah ini mengalami penurunan jika dibandingkan dengan hasil di bulan Maret 2020 dengan banyaknya penurunan yaitu 0,313 juta orang. Dari hasil tersebut maka persentase penduduk miskin di Jawa Timur tercatat sebesar 10,59 persen, turun sebanyak 0,81 persen dari banyaknya bulan Maret 2021 (Hakim, 2022). Meskipun Indonesia dilanda adanya pandemi covid-19, akan tetapi pemerintah tetap menjalankan program kerja untuk menurunkan angka kemiskinan dan usaha dari pemerintah untuk penanggulangan ini dapat dikatakan sangatlah serius (Didu and Fauzi, 2016).

Dalam penelitian oleh Kurniasih (2020) diketahui bahwa jumlah penduduk miskin memiliki pengaruh terhadap total kasus covid-19. Salah satu hal yang menjadi alasannya adalah seseorang yang dikategorikan miskin tidak mempunyai suatu akses kesehatan dan juga memungkinkan mendapatkan suatu informasi yang salah karena kurangnya akses saluran informasi, oleh karena itu mereka lebih cenderung untuk mengabaikan adanya peringatan kesehatan (Kurniasih, 2020).

3. Penduduk Tidak Bekerja

Pengangguran adalah sebutan untuk orang yang tidak bekerja atau yang sedang mencari pekerjaan. Pengangguran merupakan salah satu masalah besar yang pastinya dihadapi bagi setiap negara. Menurut Budhi (2008)

semua negara yang ada di dunia ini, baik dikelompokkan ke dalam negara berkembang atau negara maju senantiasa mengalami masalah pengangguran. Fenomena terjadinya pengangguran disebabkan oleh beberapa hal, antara lain yaitu kepadatan dan pertumbuhan penduduk yang melebihi rata-rata, kurangnya lahan pekerjaan, dan lain-lain (Marini and Putri, 2020).

Di Jawa Timur, menurut Badan Pusat Statistik (BPS) tingkat pengangguran terbuka (TPT) pada Agustus 2021 sebesar 1,28 juta orang atau dalam persentase yaitu sebesar 5,74 persen, nilai ini merupakan naik sebesar 134.330 orang 0,57 persen dari jumlah dari bulan Februari, akan tetapi mengalami penurunan jika dibandingkan dengan Agustus 2020. Pada Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) di Jawa Timur juga mengalami penurunan sebanyak 0,33 persen poin jika dibandingkan dengan bulan Agustus 2020 (Wijayanto, 2022).

Penduduk tidak bekerja dapat dikatakan dalam salah faktor yang berpengaruh terhadap penyebaran covid-19, dikarenakan jika seseorang tidak bekerja maka orang tersebut memiliki kurang uang dan pada akhirnya dapat dikatakan sebagai penduduk miskin yang menyebabkan memiliki sedikitnya akses kesehatan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Habinuddin (2021) yang menganalisis jumlah kasus covid-19 di Bandung menggunakan regresi spasial, didapatkan hasil bahwa variabel penduduk tidak bekerja menjadi salah satu faktor yang berpengaruh signifikan terhadap penyebaran covid-19 (Habinuddin, 2021).

4. Vaksinasi

Vaksinasi merupakan suatu proses dalam memberikan vaksin melalui sebuah suntikan atau diteteskan dalam mulut. Vaksinansi terkadang juga sering

disebut dengan imunisasi. Tujuan diadakannya vaksinasi adalah guna meningkatkan daya tahan tubuh dan antibodi untuk menangkal sebuah penyakit yang masuk ke dalam tubuh. Pemberian vaksin sangat penting bagi setiap orang, oleh karena itu sebaiknya sejak bayi diberikan vaksin berupa vaksin campak (Iskak et al., 2021).

Dalam masa pandemi sekarang, virus corona masih dalam penyebaran dan terus bermutasi. Oleh sebab itu pemerintah mewajibkan setiap orang perlu melakukan vaksinasi covid-19, vaksinasi diadakan dengan dua dosis. Di Jawa Timur per November 2021 penduduk yang telah divaksin pada dosis pertama sebanyak 19.780.241 jiwa, sedangkan pada dosis kedua jumlah penduduk Jawa Timur yang telah divaksin sebanyak 11.606.997 jiwa. Terdapat lima kota/kabupaten dengan cakupan vaksinasi tertinggi, antara lain Kota Mojokerto, Kota Kediri, Kota Surabaya, Kota Blitar, dan Kota Madiun (Dinas Kominfo Jatim, 2021).

Faktor jumlah banyaknya vaksin sangat mempengaruhi dalam penyebaran dan pemutusan covid-19. Pada penelitian yang diteliti oleh Resmawan (2022) didapatkan kesimpulan bahwa peningkatan laju vaksinasi mengakibatkan bilangan reproduksi dasar berkurang. Dari hal tersebut mengartikan bahwa terdapat adanya peningkatan jumlah vaksinasi terhadap individu rentan dapat mengurangi penyebaran (Resmawan et al., 2022).

2.3. Analisis Regresi

Analisis regresi adalah suatu proses statistik dengan tujuan mengestimasi hubungan diantara variabel, yaitu berupa teknik dalam melakukan dan memodelkan analisis beberapa variabel atas dasar bentuk hubungan diantara satu variabel respon

dan satu atau lebih variabel prediktor. Apabaila dalam persamaan hanya terdapat satu variabel bebas dan disebut dengan model regresi sederhana. Bentuk persamaan umum dalam regresi linear sederhana yaitu:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \epsilon_i \quad (2.1)$$

Sedangkan jika terdapat dua atau lebih variabel bebas dengan data jenis tertentu maka disebut dengan regresi berganda. Bentuk persamaan umum dalam regresi linear berganda yaitu:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \dots + \beta_k X_{ik} + \epsilon_i \quad (2.2)$$

Terdapat tiga jenis data yang digunakan dalam analisis regresi menurut Widarjono, pertama yaitu data *time series* dimana data ini merupakan sekumpulan dari observasi dari suatu rentang waktu tertentu dengan waktu interval yang kontinu, kedua adalah data *cross section* dimana data ini dikumpulkan dalam kurun waktu tertentu dari sampel, dan ketiga adalah data panel yang merupakan gabungan dari data *times series* dan *cross section*.

2.4. Regresi Spasial

Regresi spasial merupakan salah satu dalam metode statistik dan suatu teknik dalam menganalisis untuk menguji suatu hubungan diantara satu peubah (respon) dengan peubah-peubah yang lain (prediktor) dengan mengamati pengaruh spasial atau keterkaitan lokasi. Berikut adalah bentuk model umum dari regresi

spasial:

$$y = \rho W y + X \beta + u \quad (2.3)$$

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

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

Dimana variabel y merupakan sebuah matriks dari peubah tak bebas dengan ukuran $n \times 1$, variabel ρ yaitu nilai dari koefisien lag spasial, variabel W merupakan suatu matriks pembobot dengan ukuran $n \times n$, variabel X merupakan sebuah matriks peubah bebas dengan ukuran $n \times p$, variabel n merupakan jumlah dari lokasi, variabel β merupakan sebuah matriks dari koefisien parameter regresi dengan ukuran $p \times 1$, variabel λ merupakan nilai galat spasial, variabel u merupakan sebuah matriks galat dimana memiliki antakorelasi dengan ukuran $n \times 1$, dan variabel I merupakan sebuah matrik identitas yang ukurannya $n \times n$ (Samadi et al., 2017).

Berikut merupakan beberapa langkah dalam hal mendapatkan persamaan di dalam model regresi spasial (Kurnianto et al., 2021):

1. Melakukan pendalaman data dari grafik yang dihasilkan.
2. Memutuskan matriks pembobot spasial dengan *contiguity*.
3. Pengujian Breusch-Pagan dalam menguji efek kesamaan ragam spasial.
4. Menggunakan uji Moran's I untuk efek ketergantungan spasial.
5. Analisis dasar dengan menggunakan metode yang digunakan.
6. Memilih model yang paling cocok dengan menggunakan nilai koefisien determinasi (R^2) dan *Akaike's Information Criterion* (AIC).

7. Melampirkan kesimpulan dan penginterpretasian hasil.

Dari model umum dari regresi spasial yang diketahui, maka terdapat beberapa bentuk model yang dapat dibentuk. Berikut adalah beberapa hasil bentuk model dari perluasan model regresi spasial (Sanusi et al., 2019):

1. *Regresi Ordinary Least Square (OLS)*

Model ini terbentuk persamaan jika nilai dari $\rho = 0$ dan $\lambda = 0$ hingga menjadi model regresi klasik yaitu OLS. Berikut adalah bentuk model dari OLS:

$$y = X\beta + \epsilon \quad (2.4)$$

2. *Spatial Autoregressive Model (SAR)*

Model ini terbentuk persamaan jika nilai dari $\rho \neq 0$ dan $\lambda = 0$ hingga menjadi model yaitu SAR atau akan terbentuk dimana disebabkan adanya dependensi suatu nilai respon antar lokasi. Berikut adalah bentuk model dari SAR:

$$y = \rho W_1 y + X\beta + \epsilon \quad (2.5)$$

3. *Spatial Error Model (SEM)*

Model ini terbentuk persamaan jika nilai dari $\rho = 0$ dan $\lambda \neq 0$ hingga menjadi model yaitu SEM, atau akan terbentuk dimana disebabkan adanya dependensi suatu nilai error disuatu lokasi lain. Berikut adalah bentuk model dari SEM:

$$y = X\beta + u \quad y = X\beta + \lambda W_2 u + \epsilon \quad (2.6)$$

4. *Spatial Autoregressive Moving Average (SARMA)*

Model ini terbentuk persamaan jika nilai dari $\rho \neq 0$ dan $\lambda \neq 0$ hingga menjadi

model yaitu SARMA, dan model SARMA merupakan penggabungan antara model SEM dengan model SAR. Berikut adalah bentuk model dari SARMA:

$$y = \rho W_1 y + X\beta + \lambda W_2 u + \epsilon \quad (2.7)$$

5. *Spatial Durbin Model (SDM)*

Model ini merupakan salah satu bentuk dari pemodelan spasial, dimana pemodelan spasial dilakukan dengan proses autoregressive. Metode SDM dikembangkan ke dalam beberapa masalah korelasi dependensi spasial. Berikut adalah bentuk model dari SDM (Triliani and Bekti, 2017):

$$Y = \rho W_1 Y + \beta_0 + X\beta_1 + W_1 X\beta_2 + \epsilon \quad (2.8)$$

2.5. Data Spasial

Data spasial merupakan salah satu bentuk data yang memiliki informasi geografis, contohnya yaitu informasi tentang suatu letak lintang atau bujur dari suatu daerah. Data spasial memiliki dua macam jenis yaitu vektor dan raster. Data spasial mempunyai dua elemen yang penting didalamnya, yaitu atribut (variabel terikat dan variabel bebas) dan juga informasi geografis dari daerah yang sedang diteliti. Pada pemodelan yang menggunakan data spasial, penting untuk diperhatikan terdapat adanya pengaruh spasial berupa dependensi spasial ataupun heterogenitas spasial yang ada pada data spasial.

2.6. Uji Asumsi Klasik

Uji asumsi klasik merupakan salah satu persyaratan yang perlu dipenuhi di dalam suatu analisis regresi. Pada uji asumsi klasik terdapat beberapa uji di

dalamnya. Penjelasan mengenai uji-uji tersebut dijabarkan sebagai berikut:

2.6.1. Uji Normalitas

Uji Normalitas adalah menurut Ghozali (2013) bertujuan dalam menguji dalam model regresi berdistribusi normal atau tidak. Salah satu pada uji normalitas yang dapat digunakan adalah uji Lilliefors. Pertama asumsikan X_1, X_2, \dots, X_n merupakan sebuah nilai pada sampel acak. Setelah itu misalkan $f(X_1)$ 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 terstandarisasi 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 terstandarisasi. Cara dalam mendapatkan nilai Z_i terstandarisasi yaitu:

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{s} \quad (2.9)$$

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 :

$$D_i = |F(Z_i) - F(X_i)|, i = 1, 2, \dots, n \quad (2.10)$$

Dalam uji normalitas terdapat hipotesis, yaitu:

H_0 : Data berdistribusi normal

H_1 : Data tidak berdistribusi normal

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 signifikansi α . 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 (Andani and Hendratno, 2015).

2.6.2. Uji Multikolinearitas

Uji Multikolinearitas adalah suatu uji untuk melihat terdapat atau tidaknya korelasi yang tinggi diantara variabel bebas di dalam suatu model regresi. Jika hasil dari uji multikolinearitas mendapatkan hasil korelasi yang tinggi, ini mengartikan bahwa hubungan diantara variabel terikat terhadap variabel menjadi terganggu. Salah satu cara pada uji multikolinearitas adalah dengan melihat nilai VIF (*Variance Inflation Factor*) dan nilai *Tolerance* dan juga besaran korelasi antar variabel bebas. Secara sistematis,

$$VIF = \frac{1}{(1 - r_j^2)} \quad j = 1, 2, \dots, k \quad (2.11)$$

dimana r_j menyatakan besarnya korelasi diantara variabel bebas satu dengan lainnya, dimana $0 < r_j^2 < 1$. Jika nilai r_j mendekati 1, maka data tersebut memiliki kolinearitas yang tinggi. Sebaliknya jika nilai mendekati 0, maka

kolinearitas termasuk rendah. Dari adanya rumus VIF di atas, maka dapat dilihat hubungan antara r_j dengan VIF, jika r_j mendekati 1 maka nilai VIF juga akan semakin besar, sementara r_j mendekati 0 maka nilai VIF juga akan semakin kecil. Oleh sebab itu, data dikatakan baik dan layak digunakan yaitu data dengan nilai kolinearitas kecil (Setiawati, 2021).

Terdapat hipotesis dalam uji multikolinearitas untuk menentukan data lulus uji atau tidak, yaitu :

H_0 : Data tidak terdapat multikolinearitas

H_1 : Data terdapat multikolinearitas

Jika nilai VIF yang didapat kurang dari 10, maka keputusan yang diambil yaitu terima H_0 dimana model regresi tersebut dapat dikatakan bebas multikolinearitas. Jikalau sebaliknya nilai VIF yang diperoleh lebih dari 10, maka keputusannya yaitu tolak H_0 yang mengartikan bahwa data terdapat multikolinearitas.

2.6.3. Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi adalah suatu uji yang digunakan untuk melihat suatu hubungan antara variabel satu dengan lainnya. Uji autokorelasi memiliki tujuan yaitu menguji suatu model regresi linear ada korelasi antara kesalahan pengganggu pada periode t dengan kesalahan pada periode $t-1$. Asumsi autokorelasi yang baik yaitu tidak terdapatnya suatu hubungan antar variabel dengan yang lain. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mendeteksi adanya autokorelasi yaitu uji *Durbin-Watson* (DW) (Magfiroh et al., 2018). Berikut merupakan rumus

persamaan dalam uji *Durbin-Watson (DW)*:

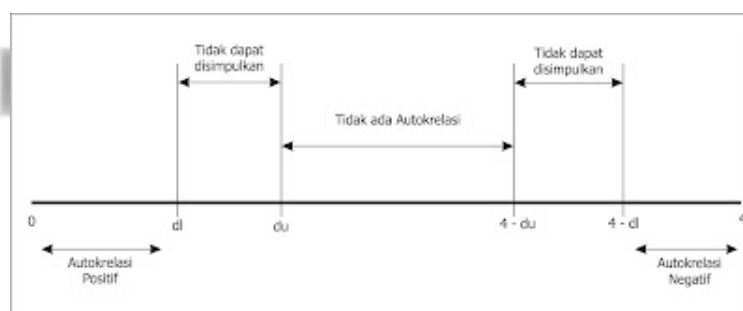
$$d = \frac{\sum_{i=2}^k (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^k (e_i^2)} \quad (2.12)$$

Adapun terdapat sebuah aturan dalam menentukan dan pengambilan keputusan dalam uji autokorelasi *Durbin-Watson (DW)*. Hasil uji yang diperoleh nanti akan diuji dan dicocokkan ke dalam tabel. Aturan tersebut seperti pada tabel

2.1:

Tabel 2.1 Uji *Durbin-Watson*

Nilai statistik d	Keterangan
$0 < d < d_L$	Terdapat autokorelasi positif
$d_L \leq d \leq d_U$	Tidak ada keputusan
$d_U \leq d \leq 4 - d_U$	Tidak ada autokorelasi
$4 - d_U \leq d \leq 4 - d_L$	Tidak ada keputusan
$4 - d_L \leq d \leq 4$	Terdapat autokorelasi negatif



Gambar 2.1 Statistik Uji *Durbin-Watson*

Diketahui jika data yang baik adalah yang tidak terdapat autokorelasi. Oleh karena itu untuk hasil jikalau tidak terdapat autokorelasi, maka nilai dari d diharuskan lebih besar dari nilai d_U dan lebih kecil dari $4 - d_U$.

2.6.4. Uji Heteroskedastisitas

Uji heterokedastisitas adalah salah satu uji dalam asumsi klasik dengan tujuan dalam menguji suatu model regresi jika terjadi ketidaksamaan varian dari residual satu pengamatan dengan pengamatan lain. Data yang baik yaitu yang tidak terjadi adanya heterokedastisitas, atau kata lain data termasuk homokedastisitas. Pada uji heterokedastisitas dapat menggunakan uji *Breusch-Pagan* dimana memiliki hipotesis yaitu sebagai berikut (Rahmawati et al., 2015): H_0 : tidak terdapat adanya heterokedastisitas

H_1 : terdapat adanya heterokedastisitas

Nilai uji *Breusch-Pagan* adalah:

$$BP = \frac{1}{2} f^T (Z^T Z)^{-1} Z^T f \sim \chi_p^2 \quad (2.13)$$

Dengan diketahui jika elemen vektor f adalah:

$$f_i = \left(\frac{e_i^2}{\sigma^2} - 1 \right) \quad (2.14)$$

Dimana :

e_i^2 : galat pada observasi ke- i .

Z : matriks dengan ukuran $n \times (p + 1)$ dengan isi berupa vektor yang telah distandarkan (z) untuk setiap observasi.

Pengambilan hipotesis dalam uji yaitu apabila nilai $BP > \chi(\alpha, 1)^2$ maka keputusan yang diambil adalah tolak H_0 dimana terdapat adanya heterokedastisitas pada data, sedangkan keputusan terima H_0 apabila $BP < \chi(\alpha, 1)^2$ yang berarti data tidak terdapat heterokedastisitas.

2.7. Matriks Pembobot Spasial

Matriks pembobot spasial atau disimbolkan dengan W adalah sebuah matriks yang berukuran $n \times n$ tak negatif, dimana matriks tersebut menjelaskan suatu kedekatan diantara suatu daerah dengan daerah yang lain berdasarkan pada letak daerah. Matriks ini merupakan sebuah komponen yang penting untuk melakukan pemodelan pada data berbentuk spasial dimana data tersebut ada suatu ketergantungan spasial (*spatial dependence*) (Arif and Tiro, 2015).

Adapun bentuk umum dari matriks pembobot spasial adalah sebagai berikut:

$$W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \dots & w_{1n} \\ w_{21} & \ddots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{n1} & w_{n2} & \dots & w_{nn} \end{bmatrix}$$

Matriks pembobot spasial sebenarnya sama dengan matriks ketergantungan spasial pada dasarnya. Barry dan Pace mengatakan bahwa pembobot yang dialokasikan pada kelompok bagian sensus tergantung menurut kedekatan antar area atau daerah. Kedekatan tersebut berlandaskan pada ketergantungan spasial biner. Oleh karena itu matriks pembobot ini memiliki sebuah aturan seperti berikut ini :

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{bagi area yang bersebelahan} \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

Nilai pada w_{ij} adalah nilai dari matriks pembobot di baris ke- i dan pada kolom ke- j . Jika daerah pada baris ke- i dan daerah pada kolom ke- j bersebelahan maka diberikan nilai 1. Bertolak belakang dari hal tersebut, jika daerah pada baris

ke- i dan daerah pada kolom ke- j tidak bersebelahan maka diberikan nilai 0. Pada diagonal utama matriks pembobot spasial bernilai nol dikarenakan matriks pembobot memperlihatkan relasi antara semua daerah (Mariana, 2013).

Pada umumnya ada tiga bentuk hubungan atau persinggungan batas daerah, yaitu (Model and Syaadah, 2016):

1. *Rook Contiguity*

Rook Contiguity merupakan persinggungan sisi antar daerah satu dengan daerah lainnya yang bersebelahan. Pada setiap elemen memiliki nilai yaitu jika daerah i dan j bersinggungan sisi maka hasil dari $w_{ij} = 1$. Sebaliknya, jika daerah dari i dan j tidak bersinggungan sisi maka hasil dari $w_{ij} = 0$. Pada gambar 2.2 dapat dilihat bentuk dari matriks *rook contiguity*:

	B	
D	E	F
	H	

Gambar 2.2 Bentuk Matriks *Rook Contiguity*

2. *Bishop Contiguity*

Bishop Contiguity merupakan persinggungan antar titik sudut daerah dengan daerah lainnya yang bersebelahan. Pada setiap elemen memiliki nilai yaitu jika daerah i dan j bersinggungan titik sudut maka hasil dari $w_{ij} = 1$. Sebaliknya, jika daerah dari i dan j tidak bersinggungan titik sudut maka hasil dari $w_{ij} = 0$. Pada gambar 2.3 dapat dilihat bentuk dari matriks *bishop contiguity*:

A		C
	E	
G		I

Gambar 2.3 Bentuk Matriks *Bishop Contiguity*

3. *Queen Contiguity*

Queen Contiguity merupakan persinggungan antar titik sudut maupun sisi daerah dengan daerah lainnya yang bersebelahan. Ini merupakan gabungan dari *Rook Contiguity* dan *Bishop Contiguity*. Pada setiap elemen memiliki nilai yaitu jika daerah i dan j bersinggungan titik sudut atau sisi maka hasil dari $w_{ij} = 1$. Sebaliknya, jika daerah dari i dan j tidak bersinggungan titik sudut atau sisi maka hasil dari $w_{ij} = 0$. Pada gambar 2.4 dapat dilihat bentuk dari matriks *queen contiguity*:

A	B	C
D	E	F
G	H	I

Gambar 2.4 Bentuk Matriks *Queen Contiguity*

Pada penelitian ini, matriks pembobot yang akan digunakan adalah matriks persinggungan sisi dan sudut atau *queen contiguity*. Sebagai contohnya, terdapat 8 wilayah yang akan dibentuk matriks pembobot spasialnya.

B	C	D	
	A		G
		E	
H	F		

Unit Spasial	A	B	C	D	E	F	G	H
A	0	1	1	1	1	0	0	0
B	1	0	1	0	0	0	0	0
C	1	1	0	1	0	0	0	0
D	1	0	1	0	0	0	1	0
E	1	0	0	0	0	1	1	0
F	0	0	0	0	1	0	0	1
G	0	0	0	1	1	0	0	0
H	0	0	0	0	0	1	0	0

Dari hasil tersebut, maka didapatkan hasil matriks pembobot spasial *queen contiguity* sebagai berikut:

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

Diasumsikan jika hasil ketetanggaan antar wilayah dengan wilayah yang lain memiliki pengaruh yang sama besarnya. Oleh sebab itu, dilakukan standarisasi dan standarisasi yang digunakan adalah berdasarkan barisnya, yaitu sebagai berikut:

$$W = \begin{bmatrix} 0 & 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0 & 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.33 & 0.33 & 0 & 0.33 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.33 & 0 & 0.33 & 0 & 0 & 0 & 0.33 & 0 \\ 0.33 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.33 & 0.33 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0 & 0 & 0.5 \\ 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

2.8. Uji Indeks Moran

Dependensi spasial terjadi dikarenakan adanya suatu dependensi atau ketergantungan di dalam data wilayah/daerah. Dependensi spasial dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui jenis atau bentuk ketergantungan dari data yang digunakan. Jenis dari ketergantungan yang nanti didapatkan akan dijadikan sebagai sebuah landasan untuk membuat suatu model di dalam regresi spasial. *Spatial dependence* ada berlandaskan pada hukum Tobler I (1979). Dalam pengujian dependensi spasial menurut Anselin (1988) diperlukan sebuah uji dimana dapat menggunakan statistik Indeks Moran.

Uji Indeks Moran merupakan sebuah uji statistik lokal dengan tujuan untuk mengetahui nilai autokorelasi spasial, yang digunakan dalam menelaah suatu daerah dari autokorelasi spasial atau pengelompokan spasial (Weku, 2021). Menurut Kosfeld, perhitungan dependensi spasial terdapat perhitungan Indeks Moran dan ekspektasi Indeks Moran. Metode Indeks Moran dapat dihitung dengan cara, yaitu :

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \hat{x})(x_j - \hat{x})}{S_0 (\sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x})^2)} \quad (2.15)$$

Untuk persamaan pada ekspektasi Indeks Moran, rumus perhitungan yaitu :

$$E(I) = I_0 = -\frac{1}{n-1} \quad (2.16)$$

Keterangan :

I = Indeks Moran

n = banyaknya wilayah yang diteliti

x_i = nilai pada daerah ke- i

x_j = nilai pada daerah ke- j

\bar{x} = nilai rata-rata x_i dari n wilayah w_{ij} = elemen matriks pembobot spasial yang terstandarisasi antara wilayah i dan j

Hipotesis pada uji indeks moran yaitu sebagai berikut:

1. Uji Hipotesis

H_0 : tidak terdapat adanya autokorelasi spasial

H_1 : terdapat adanya autokorelasi spasial

2. Tingkat signifikansi : $\alpha = (5\%)$

3. Statistik Uji

$$Z(I) = \frac{I - E(I)}{\sqrt{\text{var}(I)}} \quad (2.17)$$

Dimana :

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

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

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

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

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

2.9. Spatial Durbin Model

Spatial Durbin Model (SDM) diketahui merupakan salah satu bentuk model dari regresi spasial. Model ini memperhatikan suatu pengaruh spasial baik dari segi variabel bebas ataupun dari variabel terikatnya. Dalam matematis, bentuk umum di

regresi spasial durbin yaitu (Lokang, 2019):

$$y_i = \hat{\rho} \sum_{j=1}^n w_{ij}y_j + \beta_0 + \sum_{k=1}^l \beta_{1k}x_{ki} + \sum_{k=1}^l \beta_{2k} \sum_{j=1}^n w_{ij}x_{kj} + \epsilon_i \quad (2.18)$$

Keterangan :

y_i = nilai variabel terikat di daerah ke- i

y_j = nilai variabel terikat di daerah ke- j

β = penduga parameter dari pengaruh spasial variabel terikat, dimana memperlihatkan tingkat pengaruh spasial di suatu daerah atas daerah lainnya

w_{ij} = nilai dari pembobot spasial dimana memberitahukan relasi antara daerah ke- i dengan daerah ke- j

β_0 = intersep

β_{1k} = nilai dari parameter regresi tanpa pembobot spasial pada variabel bebas ke- k

β_{2k} = nilai dari parameter regresi beserta pembobot spasial pada variabel bebas ke- k

x_{ki} = nilai dari variabel bebas ke- k pada daerah ke- i

x_{kj} = nilai dari variabel bebas ke- k pada daerah ke- j

Jika dinotasikan ke dalam matriks, maka persamaan (2.18) dapat dibentuk model *Spatial Durbin Model* (SDM) dapat ditulis yaitu (Pertwi et al., 2012):

$$Y = \rho W_1 Y + \beta_0 + X\beta_1 + W_1 X\beta_2 + \epsilon \quad (2.19)$$

Dengan:

Y = bentuk vektor dari variabel terikat dengan ukuran $n \times 1$

ρ = parameter spasial lag variabel terikat, dimana memperlihatkan tingkat hubungan

pengaruh spasial di suatu daerah terhadap daerah lainnya

W = matriks pembobot spasial dengan ukuran $n \times n$

β_0 = vektor intersep dengan ukuran $n \times 1$

X = matriks dari variabel bebas dengan ukuran $n \times k$

β_1 = vektor parameter regresi tanpa matriks pembobot spasial dengan ukuran $k \times 1$

β_2 = vektor parameter regresi dengan matriks pembobot spasial dengan ukuran $k \times 1$

ϵ = vektor galat dengan ukuran $n \times 1$

n = banyak daerah yang diteliti

k = banyak variabel bebas

Berdasarkan bentuk umum model dari regresi durbin dalam bentuk matriks, dapat dituliskan yaitu:

$$Y = \rho WY + Z\beta + \epsilon \quad (2.20)$$

atau

$$Y - \rho WY = Z\beta + \epsilon$$

$$(I - \rho W)Y = Z\beta + \epsilon$$

$$Y = (I - \rho W)^{-1} (Z\beta + \epsilon)$$

Dari persamaan di atas variabel Z menyatakan matriks berukuran $n \times (2k+1)$ dengan bentuk.

$$Z = [A \quad X \quad WX]$$

Dengan notasi A merupakan sebuah vektor berukuran $n \times 1$ dengan seluruh elemen bernilai satu.

Terdapatnya variabel Y pada bagian kanan dari model SDM menandakan bahwa terdapat adanya ketergantungan spasial pada variabel terikat pada area yang bersinggungan dengan area i yang diteliti.

$$Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}, \beta_1 = \begin{bmatrix} \beta_{11} \\ \beta_{12} \\ \vdots \\ \beta_{1n} \end{bmatrix}, \beta_2 = \begin{bmatrix} \beta_{21} \\ \beta_{22} \\ \vdots \\ \beta_{2n} \end{bmatrix}, X = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \cdots & x_{nn} \end{bmatrix}, \epsilon = \begin{bmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \\ \vdots \\ \epsilon_n \end{bmatrix}$$

2.10. Estimasi Parameter *Spatial Durbin Model* (SDM)

Estimasi parameter pada metode *Spatial Durbin Model* (SDM) ini menggunakan penaksiran metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Fungsi likelihood dibentuk melalui error (ϵ) berdistribusi normal yaitu (Suyono, 2018):

$$Y = \rho WY + Z\beta + \epsilon \quad (2.21)$$

$$\epsilon = Y - \rho WY + Z\beta \quad (2.22)$$

$$\epsilon = (I - \rho W)Y - Z\beta \quad (2.23)$$

Fungsi kepadatan peluang dari ϵ_i yaitu:

$$f(\epsilon_i | \sigma^2) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\epsilon_i^2}{2\sigma^2}}$$

Didapatkan fungsi likelihood yaitu:

$$\begin{aligned}
 L(\sigma^2; \epsilon) &= \prod_{i=1}^n f(\epsilon_i | \sigma^2) \\
 &= \prod_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{\epsilon_i^2}{2\sigma^2}\right) \\
 &= \left[\left(\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{\epsilon_1^2}{2\sigma^2}\right) \right) \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{\epsilon_2^2}{2\sigma^2}\right) \right) \dots \right. \\
 &\quad \left. \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{\epsilon_n^2}{2\sigma^2}\right) \right) \right] \\
 &= \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{n/2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2} \sum_{i=1}^n \epsilon_i^2\right) \\
 &= \left(\frac{1}{2\pi\sigma^2}\right)^{n/2} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2} (\epsilon^T \epsilon)\right) \tag{2.24}
 \end{aligned}$$

Dengan melakukan diferensiasi pada persamaan (2.23) terhadap Y , lalu didapatkan fungsi Jacobian sebagai berikut:

$$J = \left| \frac{\partial \epsilon}{\partial y} \right| = \left| \frac{\partial ((I - \rho W)Y - Z\beta)}{\partial y} \right| = |I - \rho W| \tag{2.25}$$

Dengan menambahkan fungsi Jacobian pada persamaan (2.25) dan menyubstitusi persamaan (2.23) ke persamaan (2.24). Maka diperoleh fungsi likelihood sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 L(\rho, \beta, \sigma^2 | y) &= \left(\frac{1}{2\pi\sigma^2}\right)^{n/2} |J| \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2} (\epsilon^T \epsilon)\right) \\
 L(\rho, \beta, \sigma^2 | y) &= \left(\frac{1}{2\pi\sigma^2}\right)^{n/2} |I - \rho W| \exp \\
 &\quad \left(-\frac{1}{2\sigma^2} (((I - \rho W)Y - Z\beta)^T ((I - \rho W)Y - Z\beta))\right) \tag{2.26}
 \end{aligned}$$

Lalu fungsi *likelihood* pada persamaan (2.26) di *ln*-kan, sehingga fungsi dari *ln*

likelihood menjadi sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\ln(L) &= \frac{n}{2} \ln \left(\frac{1}{2\pi\sigma^2} \right) + \ln |I - \rho W| + \\ &\quad \left(-\frac{1}{2\sigma^2} (((I - \rho W)Y - Z\beta)^T ((I - \rho W)Y - Z\beta)) \right) \\ \ln(L) &= -\frac{n}{2} \ln(2\pi) - \frac{n}{2} \ln(\sigma^2) + \ln |I - \rho W| + \\ &\quad \left(-\frac{1}{2\sigma^2} (((I - \rho W)Y - Z\beta)^T ((I - \rho W)Y - Z\beta)) \right) \quad (2.27)\end{aligned}$$

1. Estimasi Parameter β

Pada estimasi parameter β didapatkan dengan cara memaksimalkan fungsi *ln likelihood* dari persamaan (2.27) dengan melakukan diferensiasi persamaan terhadap β .

$$\begin{aligned}\frac{(\partial \ln(L))}{\partial \beta} &= 0 \\ \frac{(\partial \ln(L))}{\partial \beta} &= \frac{\partial \left(-\frac{1}{2\sigma^2} \left(((I - \rho W)Y - Z\beta)^T ((I - \rho W)Y - Z\beta) \right) \right)}{\partial \beta} \quad (2.28) \\ 0 &= \frac{1}{\sigma^2} (Z^T (I - \rho W) Y - Z^T Z \beta) \\ \beta &= (Z^T Z)^{-1} Z^T (I - \rho W) Y\end{aligned}$$

Maka hasil estimasi parameter dari β yaitu:

$$\hat{\beta} = (Z^T Z)^{-1} Z^T ((I - \rho W)) Y \quad (2.29)$$

atau

$$\hat{\beta} = (Z^T Z)^{-1} Z^T Y - \rho (Z^T Z)^{-1} Z^T W Y \quad (2.30)$$

2. Estimasi Parameter σ^2

Pada estimasi parameter σ^2 didapatkan dengan cara memaksimalkan fungsi

likelihood dari persamaan (2.27) dengan melakukan diferensiasi persamaan terhadap σ^2 .

$$\begin{aligned}\frac{(\partial \ln(L))}{\partial \sigma^2} &= 0 \\ \frac{(\partial \ln(L))}{\partial \sigma^2} &= -\frac{n}{2\sigma^2} + \frac{1}{2(\sigma^2)^2} \left(((I - \rho W)Y - Z\beta)^T ((I - \rho W)Y - Z\beta) \right) \\ 0 &= -n + \frac{1}{\sigma^2} \left(((I - \rho W)Y - Z\beta)^T ((I - \rho W)Y - Z\beta) \right) \\ \sigma^2 &= \frac{\left(((I - \hat{\rho} W)Y - Z\beta)^T ((I - \hat{\rho} W)Y - Z\beta) \right)}{n}\end{aligned}$$

Oleh karena itu, maka hasil estimasi parameter dari σ^2 yaitu:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{\left(((I - \rho W)Y - Z\beta)^T ((I - \rho W)Y - Z\beta) \right)}{n} \quad (2.31)$$

3. Estimasi Parameter ρ

Pada estimasi parameter ρ didapatkan dengan cara meregresikan variabel Y dan WY terhadap Z . Untuk mempermudah perhitungan, dimisalkan persamaan (2.30) sebagai berikut:

$$\hat{\delta}_0 = (Z^T Z)^{-1} Z^T Y \text{ dan } \hat{\delta}_1 = (Z^T Z)^{-1} Z^T WY \quad (2.32)$$

Sehingga persamaan pada (2.30) dapat dituliskan seperti:

$$\hat{\beta} = (Z^T Z)^{-1} Z^T Y - \rho (Z^T Z)^{-1} Z^T WY = \hat{\delta}_0 - \rho \hat{\delta}_1 \quad (2.33)$$

Dengan melakukan substitusi persamaan (2.33) ke dalam (2.31), didapatkan:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{((I - \hat{\rho}W)Y - Z(\hat{\delta}_0 - \rho\hat{\delta}_1))^T((I - \hat{\rho}W)Y - Z\hat{\delta}_0 - \rho\hat{\delta}_1)}{n}$$

atau

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{(Y - \hat{\rho}WY - Z\hat{\delta}_0 + \hat{\rho}Z\hat{\delta}_1)^T(Y - \hat{\rho}WY - Z\hat{\delta}_0 + \hat{\rho}Z\hat{\delta}_1)}{n} \quad (2.34)$$

Lalu misalkan $e_0 = Y - Z\hat{\delta}_0$ dan $e_1 = WY - Z\hat{\delta}_1$

Maka persamaan (2.34) dituliskan menjadi

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{(e_0 - \hat{\rho}e_1)^T(e_0 - \hat{\rho}e_1)}{n} \quad (2.35)$$

Dengan persamaan (2.35) disubstitusi ke dalam persamaan (2.27), maka akan diperoleh sebuah fungsi logaritma natural untuk mengestimasi ρ :

$$\ln(L(\rho)) = C - \frac{n}{2} \ln \left([e_0 - \hat{\rho}e_1]^T [e_0 - \hat{\rho}e_1] \right) + \ln |I - \rho W| \quad (2.36)$$

Dengan keterangan C yaitu sebuah konstanta yang tidak bergantung terhadap parameter ρ . Besar nilai dari parameter ρ ada pada rentang $\frac{1}{\lambda_{min}} < \rho < \frac{1}{\lambda_{max}}$ dimana λ merupakan nilai eigen dari matriks W yang telah terstandarisasi (Lesage, 2015).

2.11. Akaike's Information Criterion (AIC)

Akaike's Information Criterion (AIC) adalah sebuah cara dalam penilaian yang digunakan dalam menentukan model terbaik di antara beberapa bentuk model yang diuji. AIC dikembangkan oleh seorang bernama Hirotugu Akaike dan untuk pertama kali dipublish pada tahun 1974. Dalam memilih regresi terbaik, AIC

memiliki tujuan yaitu dalam peramalan dimana dapat menjelaskan antara kecocokan model dari data yang ada dengan nilai yang ada pada masa mendatang. AIC juga dapat diimplementasikan sebagai penyeleksi model yang dapat mengasesi kualitas dari setiap bentuk model secara relatif dengan menggunakan estimasi maximum likelihood yang menjadi perhitungan yang sesuai. Perhitungan dalam nilai AIC, yaitu (Aulele et al., 2019):

$$AIC = 2k - 2\text{Log}\ell(\bar{\mu}|X_i) \quad (2.37)$$

dengan :

k = jumlah parameter

ℓ = maksimum likelihood

Hasil perhitungan nilai AIC yang didapatkan akan dibandingkan antara dua bentuk model regresi. Syarat yang paling utama apabila suatu model dikatakan baik yaitu, jika model tersebut memiliki nilai AIC paling kecil dari lainnya.

2.12. Uji Koefisien Determinasi

Uji koefisien determinasi adalah metode dalam mengukur kebaikan suatu model dalam menjelaskan variasi variabel terikat. Metode ini sering dikenal dengan uji R^2 . Untuk persamaan uji R^2 yaitu:

$$R^2 = 1 - \frac{\epsilon^T \epsilon}{(y - \bar{y})^T (y - \bar{y})} \quad (2.38)$$

Jika hasil dari uji R^2 menunjukkan angka yang besar, maka dapat dikatakan model yang digunakan tepat dimana dapat menjabarkan variasi variabel terikat dengan baik. Perlu diketahui jika nilai pada koefisien determinasi (R^2) berada hanya pada

rentan 0 hingga 1, yang mengartikan jika nilai mendekati angka 1 maka model semakin baik.

2.13. MAPE

MAPE atau *Mean Absolute Percentage Error* merupakan sebuah ukuran kesalahan relatif. MAPE dalam artian lain yaitu sebuah perhitungan yang digunakan dalam menghitung rata-rata persentase kesalahan mutlak. Rumus dalam perhitungan MAPE dapat dituliskan sebagai berikut (Nabillah and Ranggadara, 2020):

$$MAPE = \sum_{t=1}^n \left| A_t - \frac{F_t}{A_t} \right| \times 100\% \quad (2.39)$$

Keterangan:

A_t = data aktual Y

F_t = data prediksi atau dugaan Y

n = banyaknya jumlah daerah

Dari rumus di atas dapat diartikan jika MAPE merupakan sebuah hasil pengurangan dari nilai aktual dengan *fitting* yang sudah di*absolute*-kan, lalu dibagi dengan nilai aktual per periode masing-masing, hingga hasil-hasil perhitungan dijumlahkan semua. Perlu diingat jika semakin rendah hasil persentase dari MAPE itu mengartikan bahwa kemampuan model semakin baik, hal tersebut juga berlaku untuk sebaliknya. Berikut merupakan *range* persentase yang dapat dijadikan bahan pengukur dalam mengetahui kebaikan model seperti yang disajikan pada tabel 2.3:

Tabel 2.3 Range Nilai MAPE

<i>Range</i>	Keterangan
< 10%	Kemampuan Model Sangat Baik

10 – 20%	Kemampuan Model Baik
20 – 50%	Kemampuan Model Layak
> 50%	Kemampuan Model Buruk

2.14. Integrasi Keislaman

Pandemi virus corona di seluruh dunia masih berlanjut. Di beberapa negara masih terjadi adanya lonjakan dalam kasus positif corona. Di Indonesia, kurang lebih sudah 2 tahun sejak pertama kali diumumkan pandemi ini pun masih berlangsung. Pemerintah juga masih belum menyatakan penyebaran virus ini sudah selesai. Dari beberapa daerah masih terdapat orang yang terkonfirmasi positif. Dari adanya hal tersebut, sebagai manusia dapat menafsirkan bahwa pandemi ini bisa dilihat melalui dua pandangan, yang pertama yaitu pandemi ini merupakan sebuah peringatan dari Allah SWT. Hal tersebut berdasarkan bahwa manusia sekarang kurang menjaga kebersihan diri dan juga lingkungan, oleh karena itu Allah menurunkan virus corona ini sebagai peringatan untuk selalu hidup bersih. Dalam pandangan lain pandemi ini juga dapat disebut sebagai ujian dikarenakan mungkin Allah SWT ingin melihat hamban-Nya dalam mengalami situasi tersebut. Dalam islam terdapat beberapa ayat Al-Quran dan hadits yang membahas tentang masalah tersebut, diantaranya yaitu:

1. Pandemi sebagai peringatan Allah SWT

Dalam Al-Qur'an terdapat ayat yang menyebutkan tentang adanya wabah penyakit dimana wabah tersebut dikatakan sebagai peringatan yaitu pada surah Hud ayat 64-65, yang berbunyi:

وَيَقَوْمٌ هَدِيَهُ نَاقَةُ اللَّهِ لَكُمْ آيَةً فَذَرُوهَا تَأْكُلْ فِي أَرْضِ اللَّهِ وَلَا تَمَسُوهَا
بِسُوءٍ فَيَأْخُذْكُمْ عَذَابٌ قَرِيبٌ فَعَقَرُوهَا فَقَالَ تَمَتَّعُوا فِي دَارِكُمْ ثَلَاثَةَ أَيَّامٍ ذَلِكَ
وَعَدُّ غَيْرِ مَكْذُوبٍ

Artinya: "Dan wahai kaumku! Inilah unta betina dari Allah, sebagai mukjizat untukmu, sebab itu biarkanlah dia makan di bumi Allah, dan janganlah kamu menggangukannya dengan gangguan apa pun yang akan menyebabkan kamu segera ditimpa (azab)".

Ayat tersebut merupakan salah satu firman Allah SWT tentang wabah penyakit yang menyerang kaum Tsamud dimana kaum tersebut diberikan azab oleh Allah dikarenakan telah melanggar perintah-Nya, yaitu menyembelih unta.

Dalam surat lain dalam Al-Qur'an juga terdapat ayat yang menjelaskan tentang wabah penyakit sebagai peringatan yang bertujuan kepada kaum orang-orang munafik, seperti pada surah At-Taubah ayat 126 yaitu:

U
S U R A B A Y A
أَوَلَا يَرَوْنَ أَنَّهُمْ يُفْتَنُونَ فِي كُلِّ عَامٍ مَرَّةً أَوْ مَرَّتَيْنِ ثُمَّ لَا يَتُوبُونَ وَلَا هُمْ يَذَكَّرُونَ

Artinya: "Dan tidakkah mereka (orang-orang munafik) memperhatikan bahwa mereka diuji sekali atau dua kali setiap tahun, namun mereka tidak (juga) bertobat dan tidak (pula) mengambil pelajaran?"

Maksud dari ayat tersebut adalah bagi mereka yang tergolong ke dalam orang-orang kafir dan munafik yang tidak mencermati dengan saksama jikalau mereka pastinya akan diuji entah dalam bentuk sebuah penceklik, penyakit atau bencana alam disetiap tahun yang dapat terjadi sekali atau dua

kali, akan tetapi mereka tetap juga belum bertobat dalam hal kekafiran dan kemunafikan, dan juga tidak mengambil makna dan pelajaran dari adanya ujian yang telah diberikan. Mereka tidak ada niat dalam mengintrospeksi diri.

Allah SWT memberikan bencana ini bukan hanya semata dengan keinginan-Nya sendiri, terkadang perbuatan manusia sendiri yang menyebabkan datangnya hal tersebut, seperti yang sudah Allah katakan pada surah Asy-Syura ayat 30 yang berbunyi:

وَمَا أَصَابَكُمْ مِّنْ مُّصِيبَةٍ فِيمَا كَسَبَتْ أَيْدِيكُمْ وَيَعْفُوا عَنْ كَثِيرٍ

Artinya : "Dan musibah apa pun yang menimpa kamu adalah disebabkan oleh perbuatan tanganmu sendiri, dan Allah memaafkan banyak (dari kesalahan-kesalahanmu)".

Makna dari ayat tersebut adalah Allah menyatakan bahwa musibah yang kamu peroleh adalah akibat perbuatanmu sendiri. Allah berfirman, "Dan musibah apa pun yang menimpa kamu, kapan dan di manapun, adalah disebabkan oleh perbuatan tanganmu sendiri. Itu semua karena kecerobohan, kesalahan, dan kemaksiatan yang kamu lakukan sendiri, dan walaupun begitu, Allah tetap memaafkan banyak dari kesalahan-kesalahanmu itu."

2. Pandemi sebagai ujian Allah SWT

Pandemi yang dihadapi sekarang ini merupakan salah satu ujian bagi umat manusia. Selama masa tersebut, banyak orang yang tertular virus ini, banyak yang orang yang meninggal dunia, orang yang mempunyai bisnis mengalami kebangkrutan, dan banyak hal lainnya. Dalam menghadapi ujian dari Allah

SWT berupa pandemi tersebut, pasti terdapat beberapa pihak yang merasa mengeluh, bingung dan stress, entah dalam segi kehidupan pribadi atau lingkungan sekitarnya di masa pandemi. Oleh karena itu, pandemi ini bisa dikatakan sebagai bentuk menguji seberapa kuat dan kualitas iman bagi orang yang beriman. Hal ini sudah disebutkan oleh Allah dalam Al-Qur'an surat Al-Baqarah ayat 156, yang berbunyi:

الَّذِينَ إِذَا أَصَابَتْهُمْ مُصِيبَةٌ قَالُوا إِنَّا لِلَّهِ وَإِنَّا إِلَيْهِ رَاجِعُونَ

Artinya: "(yaitu) orang-orang yang apabila ditimpa musibah, mereka berkata "Inna lillahi wa inna ilaihi raji'un" (sesungguhnya kami milik Allah dan kepada-Nyalah kami kembali)". Surat Al-Baqarah ayat 156 tersebut menurut Kementerian Agama RI jika ditafsirkan memiliki arti yaitu Kehidupan manusia memang penuh cobaan. Dan Kami pasti akan menguji kamu untuk mengetahui kualitas keimanan seseorang dengan sedikit ketakutan, kelaparan, kekurangan harta, jiwa, dan buah-buahan. Bersabarlah dalam menghadapi semua itu. Dan sampaikanlah kabar gembira, wahai Nabi Muhammad, kepada orang-orang yang sabar dan tangguh dalam menghadapi cobaan hidup, yakni orang-orang yang apabila ditimpa musibah, apa pun bentuknya, besar maupun kecil, mereka berkata, "Inna lillahi wa inna ilaihi raji'un (sesungguhnya kami milik Allah dan kepada-Nyalah kami kembali). Mereka berkata demikian untuk menunjukkan kepasrahan total kepada Allah, bahwa apa saja yang ada di dunia ini adalah milik Allah; pun menunjukkan keimanan mereka akan adanya hari akhir. Mereka itulah yang memperoleh ampunan dan rahmat dari Tuhannya, dan mereka itulah orang-orang yang mendapat petunjuk sehingga mengetahui kebenaran.

Meskipun berada dalam kondisi seperti ini, manusia tetap diharuskan untuk selalu sabar dan ikhtiar dalam menjalani kehidupannya seperti yang telah disebutkan pada kitab suci Al-Qur'an di surah Al-Jum'ah ayat 10 sebagaimana berikut:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ آمَنُوا اسْتَعِينُوا بِالصَّبْرِ وَالصَّلَاةِ إِنَّ اللَّهَ مَعَ الصَّابِرِينَ

Artinya: “Wahai orang-orang yang beriman! Mohonlah pertolongan (kepada Allah) dengan sabar dan salat. Sungguh, Allah beserta orang-orang yang sabar.”

Jika ditafsirkan, maka ayat 10 dari surah Al-Jum'ah tersebut memiliki makna dan arti yaitu Allah tidak hanya melimpahkan nikmat-Nya, akan tetapi Allah juga memberikan berbagai macam cobaan dan ujian bagi orang yang beriman. Oleh sebab itu, Allah meminta kepada hamba-Nya untuk selalu bersabar dan tetap dalam menegakkan salatnya. Allah memanggil orang-orang yang beriman dalam ayat-Nya untuk selalu memohon adanya pertolongan Allah, entah itu dalam rangka menghadapi cobaan, melaksanakan kewajiban, ataupun menjauhi larangan, yaitu dengan selalu salat dan sabar yang juga diiringi adanya rasa nikmat dan khusyuk. Sungguh, Allah akan selalu bersama dengan orang-orang yang sabar dalam menghadapi cobaan dengan memberikan sebuah bantuan dan kekuatan hati dalam menghadapi semua cobaan yang diberikan.”

Hal mengenai sabar juga disebutkan dalam hadits Nabi Muhammad SAW dimana sabar dalam menghadapi musibah, hadits tersebut berbunyi:

وَقَالَ عَلَيْهِ الصَّلَاةُ وَالسَّلَامُ: مَا تَجَرَّعَ عَبْدٌ جُرْعَةً أَفْضَلَ عِنْدَ اللَّهِ مِنْ جُرْعَةٍ
غَيْظٍ كَظَمَهَا ابْتِغَاءً وَجْهَ اللَّهِ تَعَالَى

Hadits di atas memiliki pengertian yaitu: Rasulullah bersabda, "Tidak ada seorang hamba yang meneguk satu tegukan (menerima musibah) yang lebih utama di sisi Allah dari pada satu tegukan yang berat yang ditahan untuk mencari ridha Allah ta'ala." (HR Ahmad dan At Thabrani).

Dalam penafsirannya, hadits tersebut mengingatkan jika sangat penting untuk diingat jikalau Allah SWT tidak akan pernah memberikan sebuah ujian atau cobaan yang berat di luar batas kemampuan umat-Nya. Oleh karena itu, sebagai manusia seharusnya harus bersyukur dimanna Allah SWT sedang memberikan sebuah ujian. Itu menandakan bahwa Allah SWT masih sayang terhadap umat-Nya.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini dapat digolongkan ke dalam penelitian terapan dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian dalam bentuk terapan adalah penelitian yang memfokuskan dalam hal mendapatkan sebuah informasi dengan tujuan menyelesaikan masalah yang bersifat fungsional. Sementara itu penelitian kuantitatif adalah bentuk penelitian yang mengumpulkan data dimana datanya yaitu berupa angka atau numerik. Sehingga dalam penelitian ini mengaplikasikan metode *Spatial Durbin Model* dalam mengetahui bentuk model dan faktor-faktor yang mempengaruhi penyebaran covid-19 di wilayah Jawa Timur.

3.2. Sumber Data

Sumber pengambilan data yang digunakan pada penelitian ini adalah dalam bentuk data sekunder. Dalam hal ini data sudah dipublikasikan ke dalam situs yaitu pada website Badan Pusat Statistik (BPS) di <https://jatim.bps.go.id/> yang terdiri dari jumlah penduduk miskin, kepadatan penduduk, dan jumlah penduduk tidak bekerja. Sedangkan data untuk jumlah penduduk yang terkonfirmasi covid-19 dan penduduk yang sudah melaksanakan vaksinasi didapatkan dari website <https://infocovid19.jatimprov.go.id/> dan <https://vaksin.kemkes.go.id/>

Tabel 3.1 Sampel Data

Data Variabel yang Mempengaruhi Tingginya Penyebaran Covid-19						
No	Kota/Kabupaten	Y	X1	X2	X3	X4
1	Kabupaten Pacitan	3533	421	84190	11956	46525
2	Kabupaten Ponorogo	4672	727	89940	41580	73982
3	Kabupaten Trenggalek	4489	637	84890	25808	62880
4	Kabupaten Tulungagung	3510	1032	78590	53507	180929
5	Kabupaten Blitar	6240	915	112620	44789	273393
6	Kabupaten Kediri	5238	1179	184490	84217	289434
7	Kabupaten Malang	3784	751	276580	143340	165709
8	Kabupaten Lumajang	3341	624	105250	39285	63479
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
38	Kota Batu	1635	1558	8630	13997	33610

3.3. Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah sebuah kegiatan dalam menguji sebuah hipotesis dimana pengujian dilakukan untuk mencari sebuah keserasian antara fakta empiris dan teori di dunia nyata (Ulfa, 2019). Variabel penelitian yang digunakan pada penelitian ini terdapat variabel terikat (*dependent variable*) disimbolkan dengan Y dan variabel bebas (*independent variable*) disimbolkan dengan X.

1. Variabel Terikat (*Dependent Variable*)

Variabel terikat merupakan sebuah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini yaitu jumlah penduduk yang terkonfirmasi covid-19 di wilayah Jawa Timur dari 1 Januari 2021-31 Juli

2021.

2. Variabel Bebas (*Independent Variable*)

Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi variabel terikatnya. Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini adalah kepadatan penduduk (X_1), jumlah penduduk miskin (X_2), jumlah penduduk yang tidak bekerja (X_3), dan jumlah penduduk yang telah melakukan vaksinasi (X_4). Pada tabel 3.1 ditunjukkan variabel yang akan digunakan.

Tabel 3.2 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. Subjek Penelitian

Subjek penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penduduk di wilayah Jawa Timur yang terdiri atas 38 kota/kabupaten.

3.5. Metode Analisis Data

Pada penelitian ini, metode analisis data yang akan digunakan yaitu pengaplikasian dari regresi spasial dengan metodenya *Spatial Durbin Model* (SDM). Tujuan dari penggunaan metode ini adalah untuk memodelkan bentuk dari penyebaran covid-19 dan mengetahui faktor-faktor yang paling mempengaruhi penyebaran covid-19 di wilayah Jawa Timur.

3.6. Tahapan Penelitian

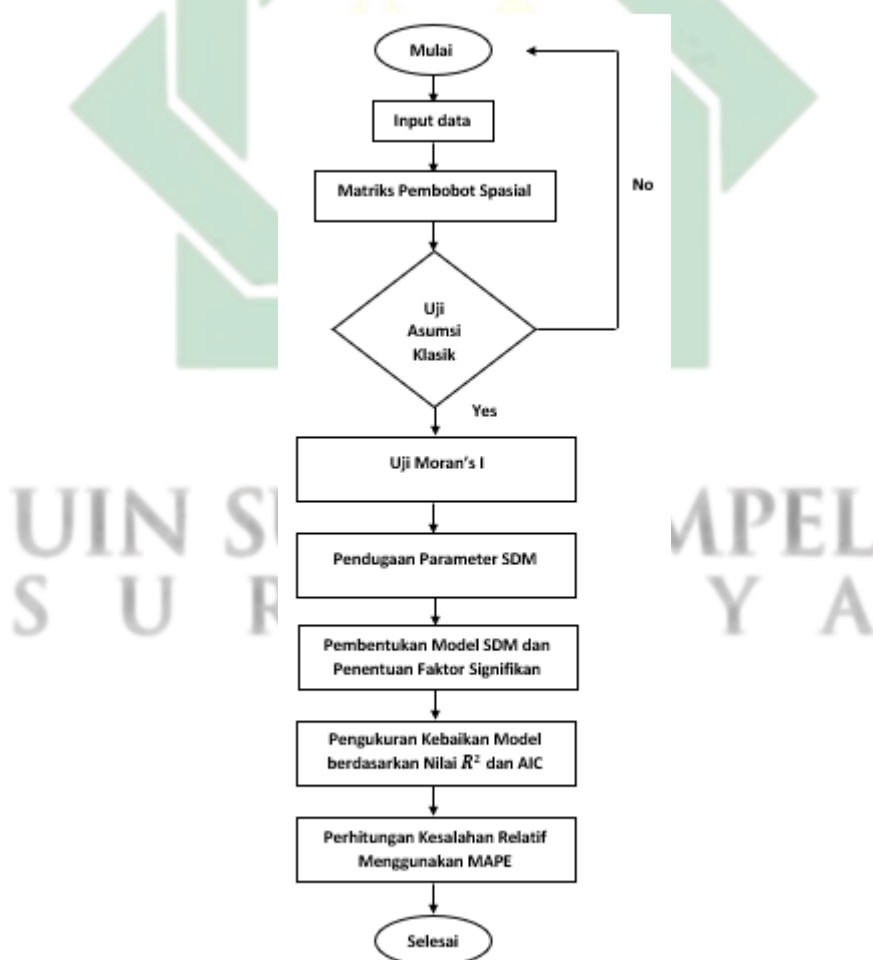
Tahapan penelitian adalah suatu bentuk gambar dari adanya sebuah proses. Dalam tahapan terdapat langkah-langkah atau prosedur penelitian dimana sangat berguna dalam menyelesaikan suatu masalah dari awal hingga akhir. Tahapan penelitian penting untuk dideskripsikan dengan tujuan untuk memudahkan dalam hal memahami tentang jalannya proses yang sedang terjadi pada metode analisis yang digunakan dalam penelitian. Dalam tahapan penelitian biasa juga digambarkan dalam bentuk diagram alir untuk meringkas langkah-langkah, akan tetapi dalam bentuk gambar (Adawiyah, 2020).

Berikut adalah tahap-tahap yang digunakan pada penelitian ini:

1. Melakukan pengumpulan data.
2. Melakukan pendeskripsian pada kasus covid-19 di kota/kabupaten di Jawa Timur bersama dengan faktor atau variabel yang diduga mempengaruhi.
3. Membentuk matriks pembobot spasial *Queen Contigity*.
4. Melakukan uji asumsi klasik untuk melihat data yang digunakan dapat dibentuk model menggunakan analisis regresi linear yang terdiri dari 4 uji hipotesis yaitu uji normalitas dengan menggunakan persamaan (2.10), uji multikolinearitas dengan menggunakan persamaan (2.11), uji autokorelasi dengan menggunakan persamaan (2.12), dan uji heterkedastisitas dengan menggunakan persamaan (2.13).
5. Melakukan uji autokorelasi spasial menggunakan uji *Moran's I* dengan menggunakan persamaan (2.15).
6. Melakukan pendugaan parameter untuk mendapatkan nilai ρ dan β .

7. Membentuk model *Spatial Durbin Model* (SDM) dan menentukan faktor yang signifikan.
8. Melakukan perhitungan AIC menggunakan persamaan (2.37), kebaikan model (R^2) dengan menggunakan persamaan (2.38), dan MAPE dengan menggunakan persamaan (2.39).
9. Menyimpulkan dan penginterpretasian hasil akhir.

Tahap-tahap penelitian dan membentuk model dapat digambarkan ke dalam diagram alir pada gambar 3.1:

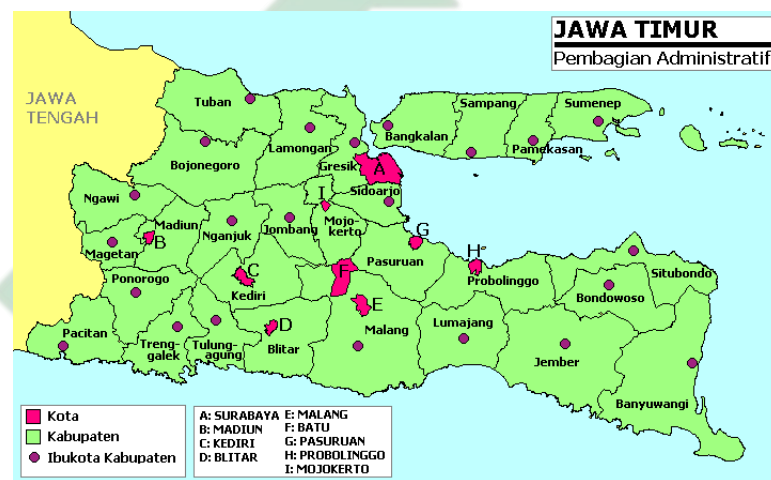


Gambar 3.1 Diagram Alir Tahap Penelitian *Spatial Durbin Model*

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Deskriptif Penelitian



Gambar 4.1 Peta Jawa Timur

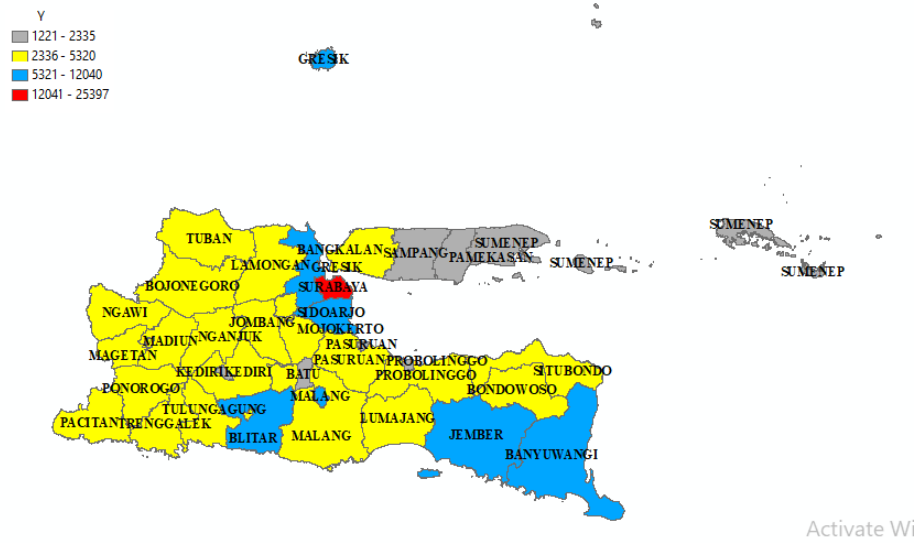
Sumber : Badan Pengurus Keuangan (BPK) RI

Pada pembahasan ini data yang didapatkan dari 38 kota/kabupaten di Jawa Timur dengan variabel yang digunakan kepadatan penduduk, jumlah penduduk miskin, jumlah penduduk tidak bekerja, dan jumlah penduduk yang sudah melakukan vaksinasi. Sebelum dilakukan analisis, terlebih dahulu dilakukan analisis deskriptif dan pemetaan untuk mengetahui lebih detail mengenai penjelasan setiap variabel dan pembagian daerah-daerah mengenai penyebaran covid-19 pada kota/kabupaten di Jawa Timur. Penjelasan analisis deskriptif secara umum akan ditampilkan seperti pada tabel [4.1](#).

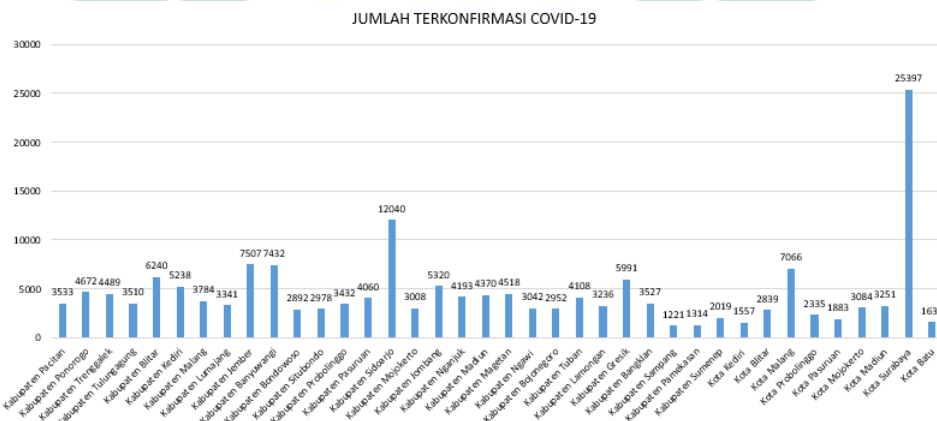
Tabel 4.1 Analisis Statistik Deskriptif

Statistik Deskriptif				
Var	Min	Maks	Mean	Std Deviasi
Y	1221	25397	4553.00	4045.359
X ₁	295	8199	1961.34	2207.214
X ₂	8370	276580	120335.26	74352.88
X ₃	9098	278233	61510.42	57497.077
X ₄	28610	1146980	156678.50	194413.201

Pada tabel 4.1, dapat kita ketahui jika terdapat beberapa nilai diantaranya nilai minimum, maksimum, rata-rata (*mean*), dan standar deviasi. Seperti pada salah satu variabel contohnya yaitu variabel X₁, dimana variabel tersebut yaitu kepadatan penduduk. Pada kolom minimal diketahui yang paling kecil terdapat di Kabupaten Banyuwangi sebesar 295 yang mengartikan bahwa jumlah kepadatan penduduk terkecil di Jawa Timur ada di Kabupaten Banyuwangi dengan kira-kira per km^2 terdapat 295 orang. Pada data maksimum diketahui jika kepadatan penduduk terletak pada Kota Surabaya sebesar 8199. Selanjutnya pada rata-rata atau *mean* diketahui sebesar 1961.34 yang mengartikan bahwa rata-rata populasi di kota/kabupaten di Jawa Timur sebesar angka tersebut. Untuk variabel lain juga sama seperti penjelasan pada variabel X₁ mengenai analisis deskriptif. Untuk lebih jelasnya maka tiap variabel dapat dibuatkan dalam peta tematik yang terdapat beberapa warna untuk pembagian daerah berdasarkan rendah dan tingginya serta gambar berbentuk grafik.



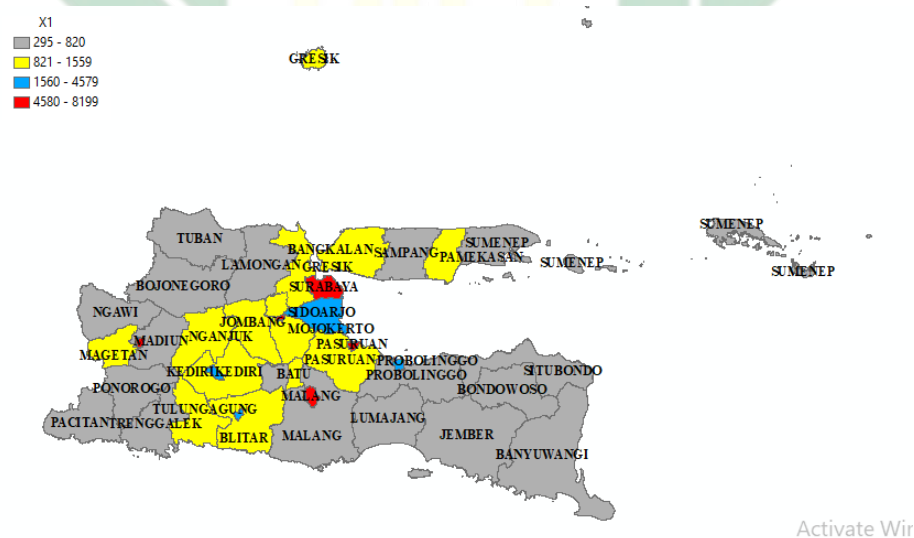
Gambar 4.2 Peta Jawa Timur Berdasarkan Jumlah Terkonfirmasi Covid-19



Gambar 4.3 Grafik Batang Jumlah Terkonfirmasi Covid-19

Berdasarkan pada peta tematik pada gambar 4.2 dan grafik pada gambar 4.3, diketahui bahwa daerah Jawa Timur dibagi menjadi 4 warna yang mengindikasikan rendah dan tingginya jumlah terkonfirmasi covid-19 di tiap daerah tersebut. Warna pertama yaitu abu-abu yang menandakan bahwa daerah tersebut memiliki jumlah terkonfirmasi rendah dengan rentang jumlahnya yaitu 1221-2335, salah satu contoh daerah dari warna tersebut adalah Sampang, Kota

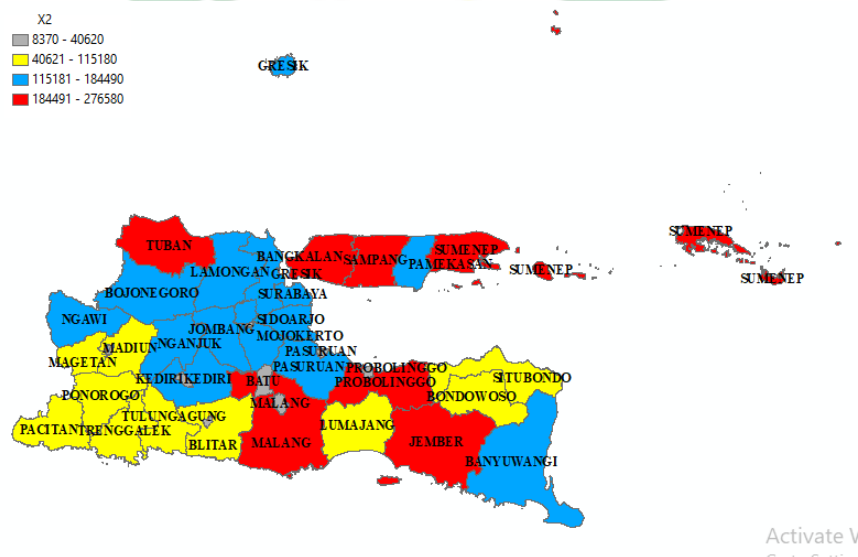
Batu, dan Kota Probolinggo. Warna kuning merupakan tanda bagi daerah yang memiliki jumlah terkonfirmasi covid-19 sedang dengan jumlah rentang 2336-5320, beberapa daerah yang masuk dalam warna tersebut adalah Bondowoso, Tuban, dan Pacitan. Warna biru adalah daerah yang memiliki jumlah terkonfirmasi cukup tinggi dengan jumlah rentangnya 5321-12040, contoh daerah yang masuk ke dalam warna biru adalah Blitar, Jember, dan Sidoarjo. Warna merah yaitu warna bagi daerah yang memiliki jumlah terkonfirmasi covid-19 yang tinggi dengan rentang 12041-25397, daerah yang berada pada warna tersebut yaitu hanya Surabaya. Dapat dilihat pada grafik batang bahwa Surabaya memiliki jarak yang paling jauh jika dibandingkan dengan daerah lainnya, sedangkan pada daerah lain tinggi diagram batang tidak jauh berbeda.



Gambar 4.4 Peta Jawa Timur Berdasarkan Kepadatan Penduduk

Diketahui jika semakin padat penduduk di suatu daerah maka untuk penyebaran covid-19 juga akan semakin tinggi, oleh karena hal tersebut maka kepadatan penduduk merupakan salah satu faktor dari adanya penyebaran ini, dan juga dapat dibuat untuk pemerintah daerah dalam pemerataan kesejahteraan dan

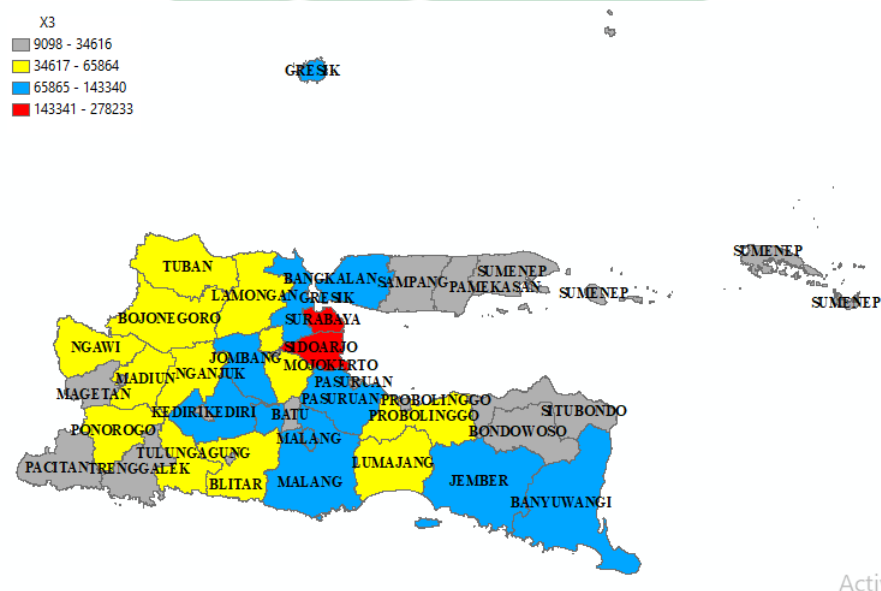
kemakmuran untuk semua daerah. Pada jumlah kepadatan penduduk seperti pada gambar 4.4 diketahui bahwa daerah di Jawa Timur memiliki jumlah kepadatan penduduk yang lumayan rendah dengan dominasi warna abu-abu dan kuning. Daerah dengan kepadatan penduduk rendah seperti Kota Batu, Bojonegoro, Lumajang. Daerah dengan warna kuning kebanyakan terletak pada bagian tengah daerah Jawa Timur seperti Nganjuk, Pasuruan, dan Tulungagung. Warna biru untuk kepadatan penduduk cukup tinggi seperti Kota Kediri dan Sidoarjo. Warna merah kepadatan penduduk tinggi terdapat pada kota-kota seperti Surabaya dan Kota Malang.



Gambar 4.5 Peta Jawa Timur Berdasarkan Penduduk Miskin

Penduduk miskin dapat dikategorikan dalam salah satu faktor penyebaran covid-19 dikarenakan jika suatu penduduk itu tergolong miskin maka kebutuhan sehari akan susah dalam memenuhi kebutuhan hidupnya entah dari segi sandang, pangan, dan papan, karena hal tersebut dapat menyebabkan dalam salah satu hal seperti kesehatan dan terganggu dikarenakan gizi yang buruk. Dilihat ada peta tematik penduduk miskin seperti pada gambar 4.5 diketahui bahwa penduduk

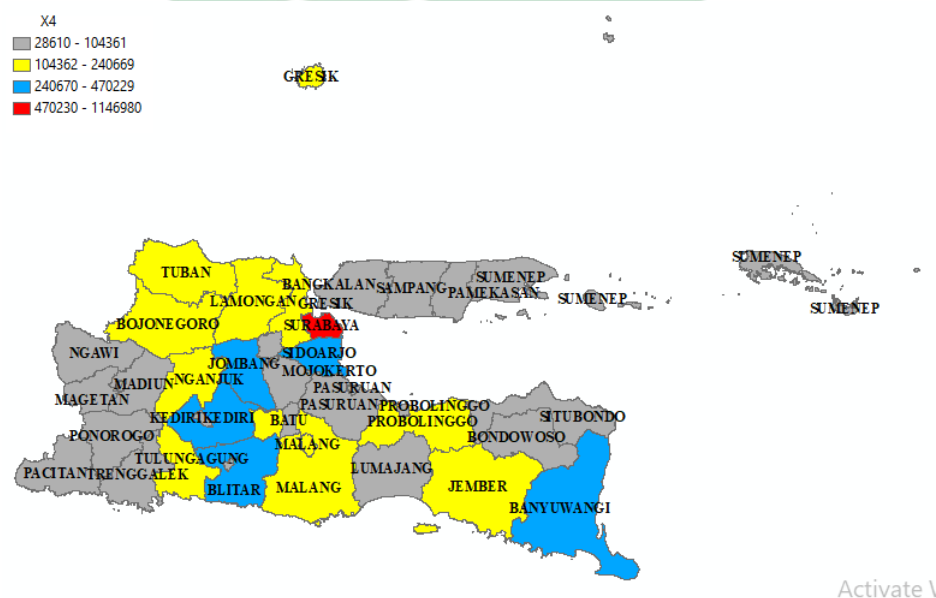
miskin di Jawa Timur dikategorikan kedalam lumayan tinggi. Pada warna abu-abu yang menandakan penduduk miskinnya rendah hanya terdapat 8 daerah, salah satunya yaitu Kota Batu, Kota Madiun, dan Kota Mojokerto. Pada warna kuning dengan penduduk miskin yang sedang kebanyakan terdapat pada daerah sebelah barat dan timur, contohnya adalah Pacitan, Ponorogo, dan Situbondo. Warna biru dan merah hampir mendominasi dimana banyak daerah yang lumayan tinggi pendudu miskinnya, seperti Surabaya, Sumenep, Jember.



Gambar 4.6 Peta Jawa Timur Berdasarkan Penduduk Tidak Bekerja

Penduduk yang tidak bekerja merupakan salah satu faktor yang dapat memengaruhi penyebaran covid-19, hal ini dapat disebabkan jika seseorang tidak bekerja, maka orang tersebut tidak mendapatkan uang dan tidak bisa memenuhi kebutuhan hidupnya sehingga berpengaruh pada hal lainnya seperti kesehatan yang gampang diserang oleh virus. Pada gambar 4.6 dapat dijelaskan bahwa daerah di Jawa Timur dominan terdapat rentang sedang hingga lumayan tinggi yang ditandai dengan warna kuning dan biru. Pada warna abu-abu sendiri dengan kategori

penduduk tidak bekerja rendah terdapat pada beberapa daerah seperti Sampang, Trenggalek, dan Pacitan. Pada daerah dengan penduduk tidak bekerja kategori sedang dengan warna kuning ada pada beberapa daerah seperti Tulungagung, Blitar, dan Lamongan. Selanjutnya, Banyuwangi, Jember, dan Mojokerto merupakan beberapa daerah yang masuk dalam daerah yang dikategorikan penduduk tidak bekerja lumayan tinggi. Pada warna merah dengan hanya terdapat pada 2 daerah saja, beberapanya adalah Surabaya dan Sidoarjo.



Gambar 4.7 Peta Jawa Timur Berdasarkan Jumlah Vaksinasi

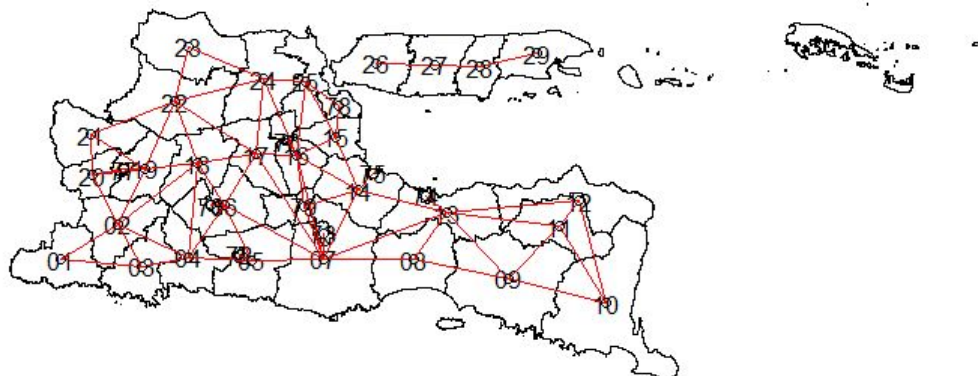
Vaksinasi dapat dimasukkan ke faktor yang berpengaruh ke dalam penyebaran covid-19 dikarenakan dengan adanya vaksinasi maka dapat membuat imun tubuh pada seseorang sehingga virus tidak mudah masuk dan seseorang susah terserang penyakit. Semakin banyak penduduk yang mendapatkan vaksinasi, maka penyebaran covid-19 dapat berkurang, begitu juga sebaliknya jika sedikit orang yang mendapat vaksinasi maka penyebaran masih berlangsung. Dilihat pada gambar 4.7 masih banyak beberapa daerah dengan vaksinasi sedikit pada warna

abu-abu, beberapa daerah tersebut adalah Bangkalan, Pacitan, dan Trenggalek. Daerah dengan warna kuning dan biru memiliki jumlah daerah yang hampir sama dimana jumlah vaksinasi dikatakan sedang dan lumayan tinggi, beberapa daerah yang masuk kategori tersebut adalah Nganjuk, Gresik, dan Banyuwangi. Pada daerah dengan jumlah vaksinasi tinggi hanya ada pada Surabaya yang ditandai dengan warna merah.

4.2. Matriks Pembobot Spasial

Pada subbab 4.1 sudah dijelaskan mengenai deskripsi dari variabel dan data. Langkah berikutnya adalah membangun model regresi spasial durbin, akan tetapi sebelum membangun model maka terlebih dahulu membuat sebuah matriks pembobot spasial sebagai suatu komponen.

Berdasarkan penelitian yang diteliti, maka akan dibuat matriks pembobot spasial dari wilayah Jawa Timur. Bentuk persinggungan batas daerah yang digunakan adalah *Queen Contiguity*, bentuk ini merupakan persinggungan diantara sisi dan sudut. Hal yang dilakukan adalah memperhatikan batasan wilayah, contohnya yaitu daerah Kota Pasuruan yang berbatasan dengan Pasuruan. Dari adanya ketetanggaan maka diberikan bobot bernilai 1, sedangkan jika tidak ada persinggungan maka diberi bobot 0. Untuk daerah lainnya juga dilakukan cara yang sama. Hal tersebut dapat dilihat seperti pada gambar [4.8](#).



Gambar 4.8 Peta Ketetanggan Menggunakan Matriks Pembobot Queen Contiguity

Dari hasil ketetanggan wilayah Jawa Timur pada gambar [4.8](#) maka dapat dirincikan dalam bentuk tabel untuk mengetahui jumlah ketetanggan.

Tabel 4.2 Daerah yang Bertetangga

No	Kota/Kabupaten	Jumlah	Daerah yang Bertetangga
1	Pacitan (K1)	2	K2, K3
2	Ponorogo (K2)	6	K1, K3, K4, K18, K19, K20
3	Treggalek (K3)	3	K1, K2, K4
4	Tulungagung (K4)	5	K2, K3, K5, K6, K18
5	Blitar (K5)	4	K4, K6, K7, K31
6	Kediri (K6)	6	K4, K5, K7, K17, K18, K30
7	Malang (K7)	9	K5, K6, K8, K13, K14, K16, K17, K32, K38
8	Lumajang (K8)	3	K7, K9, K13
9	Jember (K9)	4	K8, K10, K11, K13
10	Banyuwangi (K10)	3	K9, K11, K12

11	Bondowoso (K11)	4	K9, K10, K12, K13
12	Situbondo (K12)	3	K10, K11, K13
13	Probolinggo (K13)	7	K7, K8, K9, K11, K12, K14, K33
14	Pasuruan (K14)	6	K7, K13, K15, K16, K34, K38
15	Sidoarjo (K15)	4	K14, K16, K25, K37
16	Mojokerto (K16)	8	K7, K14, K15, K17, K24, K25, K35, K38
17	Jombang (K17)	6	K6, K7, K16, K18, K22, K24
18	Nganjuk (K18)	6	K2, K4, K6, K17, K19, K22
19	Madiun (K19)	6	K2, K18, K20, K21, K22, K36
20	Magetan (K20)	4	K2, K19, K21, K36
21	Ngawi (K21)	3	K19, K20, K22
22	Bojonegoro (K22)	6	K17, K18, K19, K21, K23, K24
23	Tuban (K23)	2	K22, K24
24	Lamongan (K24)	5	K16, K17, K22, K23, K25
25	Gresik (K25)	4	K15, K16, K24, K37
26	Bangkalan (K26)	1	K27
27	Sampang (K27)	2	K26, K28
28	Pamekasan (K28)	2	K27, K29
29	Sumenep (K29)	1	K28
30	Kota Kediri (K30)	1	K6
31	Kota Blitar (K31)	1	K5
32	Kota Malang (K32)	1	K7
33	Kota Probolinggo (K33)	1	K13
34	Kota Pasuruan (K34)	1	K14
35	Kota Mojokerto (K35)	1	K16

36	Kota Madiun (K36)	2	K19, K20
37	Kota Surabaya (K37)	2	K15, K25
38	Kota Batu (K38)	3	K7, K14, K16

Diketahui pada tabel 4.2 dapat diketahui jumlah dari ketetanggan setiap daerah. Dari semua wilayah setidaknya memiliki satu tetangga daerah seperti pada Bangkalan (K26), Sumenep (K29), Kota Kediri (K30), Kota Blitar (K31), Kota Malang (K32), Kota Probolinggo (K33), Kota Pasuruan (K34), dan Kota Mojokerto (K35). Daerah dengan jumlah ketetanggan yang banyak ada pada Malang dengan 9 ketetanggan, daerah tetangga tersebut diantaranya yaitu Blitar (K5), Kab. Kediri (K6), Lumajang (K8), Probobilinggo (K13), Kab. Pasuruan (K14), Kab. Mojokerto (K16), Jombang (K17), Kota Malang (K32), dan Kota Batu (K38).

Tabel 4.3 Bobot Antar Wilayah

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	...	K38
K1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	...	0
K2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	...	0
K3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	...	0
K4	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	...	0
K5	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	...	0
K6	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	...	0
K7	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	...	1
K8	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	...	0
K9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	...	0
K10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	...	0

K11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	...	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
K38	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	...	0

Setelah didapatkan hasil perincian, maka selanjutnya yaitu dibuat dalam bentuk matriks pembobot spasial belum terstandarisasi dengan baris dan kolom sejumlah 38.

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

Dalam hasil ini, daerah yang bertetangga dianggap atau diasumsikan mempunyai besar pengaruh yang sama. Oleh karena hal tersebut, dilakukan cara standarisasi secara proporsional atau memberikan proporsi yang sama bagi daerah yang bertetangga terhadap satu daerah tertentu. Cara dalam melakukan standarisasi yaitu dengan membagi setiap elemen matriks dengan banyaknya hasil ketetangaan perbaris.

$$W = \begin{bmatrix} 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0.167 & 0 & 0.167 & 0.167 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0.333 & 0.333 & 0 & 0.333 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0.2 & 0.2 & 0 & 0.2 & 0.2 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.25 & 0 & 0.25 & 0.25 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.167 & 0.167 & 0 & 0.167 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.111 & 0.111 & 0 & 0.111 & \dots & 0.111 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.333 & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.333 & 0 & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

Untuk lebih lengkapnya, pada lampiran 2 terlampir hasil dari matriks pembobot spasial sebelum terstandarisasi dan sesudah terstandarisasi yang lebih detail.

4.3. Uji Asumsi Klasik

Dalam uji asumsi klasik diketahui terbagi menjadi 4 asumsi, dimana asumsi tersebut diantaranya residual berdistribusi normal, tidak adanya multikolinieritas, tidak adanya autokerlasi, dan tidak adanya heterokedastisitas. Data penelitian pada semua asumsi di uji asumsi klasik harus terpenuhi supaya dapat dimodelkan secara linear.

4.3.1. Uji Normalitas

Pengujian normalitas data ditentukan dengan menggunakan uji Lilliefors dengan persamaan statistik pada persamaan (2.9) dan (2.10). Uji normalitas ini

berguna dalam menentukan data yang telah dikumpulkan sudah berdistribusi normal atau tidak. Langkah yang dilakukan yaitu proses perhitungan dengan menggunakan aplikasi R studio didapatkan nilai $D_{max} = 0.10779$ dan $p\text{-value} = 0.3217$. Selanjutnya pada tabel Lilliefors yang ada pada lampiran 3 dengan jumlah sampel sebanyak 38, didapatkan nilai $D_{tabel} = 0.1437$ untuk taraf signifikansi yang digunakan yaitu $\alpha = 5\%$ atau 0.05. Dilihat dari hasil perhitungan diketahui jika nilai $D_{max} \leq D_{tabel}$ atau dari nilai $p\text{-value} > \alpha$ yang mengartikan bahwa keputusan pada H_0 diterima. Sehingga kesimpulan dari uji ini yaitu data sudah berdistribusi normal.

4.3.2. Uji Multikolinearitas

Uji multikolinearitas dilakukan dengan menghitung nilai dari VIF . Uji ini sendiri bertujuan dalam memastikan dalam sebuah model regresi terdapat adanya interkorelasi atau kolinearitas antar variabel bebasnya. Sebelum dilakukan uji, terlebih dahulu diasumsikan model 1 dengan bentuknya yaitu $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4$. Pada perhitungan menggunakan R studio pada uji multikolinearitas, didapatkan nilai VIF seperti pada tabel 4.4 yaitu:

Tabel 4.4 Nilai VIF Model Satu

Variabel	X1	X2	X3	X4
VIF	2.074624	2.583561	4.175249	3.261342

Berdasarkan pada 4.4 dapat diketahui bahwa semua variabel yang diuji memiliki nilai $VIF < 10$ yang mengartikan bahwa tidak terdapat adanya gejala multikolinearitas atau hubungan linear dari setiap variabel bebas terhadap variabel terikat.

4.3.3. Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi dilakukan dengan menggunakan uji *Durbin-Watson (DW)*. Uji ini bertujuan dalam mengetahui ada atau tidaknya suatu penyimpangan asumsi klasik autokorelasi yaitu korelasi yang ada diantara residual pada satu pengamatan dengan pengamatan lain. Dari hasil perhitungan yang diperoleh menggunakan aplikasi R studio, didapatkan nilai *DW* atau $d = 1.9416$. Seperti pada tabel 2.1 diketahui terdapat d_L dan d_U , pada tabel *Durbin-Watson* dengan taraf signifikansi 5% dengan jumlah $k = 4$ dan $n = 38$ seperti yang tertera pada lampiran 4 didapatkan nilai $d_L = 1.2614$ dan $d_U = 1.7223$. Dari hasil tersebut jika dilihat pada tabel 2.1 sesuai dengan $d_U \leq d \leq 4 - d_U$ dimana $1.7223 \leq 1.9416 \leq 2.2777$. Oleh sebab itu, keputusan yang dapat ditarik adalah tidak terdapat adanya autokorelasi.

4.3.4. Uji Heterokedastisitas

Uji heterokedastisitas dilakukan dengan menggunakan uji *Breusch-Pagan*. Uji ini memiliki tujuan yaitu menilai ketidaksamaan varian dari residual dalam suatu pengamatan. Hasil uji didapatkan dengan menggunakan program R dan diperoleh nilai $BP = 8.8612$ dengan $p\text{-value} = 0.06466$. Taraf signifikansi yang digunakan yaitu $\alpha = 5\%$ atau 0.05. Hasil tersebut lalu dibandingkan dengan nilai kritis pada tabel bantu *Chi-Square* (χ^2). Didapatkan nilai kritis pada tabel bantu χ^2 yang terlampir pada lampiran 5 yaitu 9.488 dengan derajat bebas $df = 4$. Berdasarkan hasil yang sudah diperoleh diketahui bahwa $BP < \chi^2$ dan $p\text{-value} > \alpha$. Dari hasil tersebut, maka keputusan yang diambil adalah terima H_0 . Kesimpulan yang didapat yaitu data tidak terdapat adanya heterokedastisitas.

4.4. Uji Indeks Moran

Sebelum masuk dalam pemodelan regresi maka dilakukan sebuah uji autokorelasi terlebih dahulu dengan menggunakan uji indeks moran, dengan tujuan menguji adanya ketergantungan dalam data. Data yang baik adalah tidak terdapat adanya ketergantungan satu sama lain. Setiap variabel dalam penelitian akan diuji.

Berdasarkan data penelitian, ambil contoh data pada variabel Y akan dihitung indeks moran untuk mengetahui autokorelasi. Dari data diperoleh:

$$\bar{Y} = \frac{3553+4627+4489+3510+\dots+1635}{38} = 4553$$

	Y	\bar{Y}	$Y_i - \bar{Y}_i$	$(Y_i - \bar{Y}_i)^2$
1	3553	4553	-1020	1040400
2	4627	4553	119	14161
3	4489	4553	-64	4096
4	3510	4553	-1043	1087849
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
38	1635	4553	-2918	8514724

$$W = \begin{bmatrix} 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & \dots & 0 \\ 0.167 & 0 & 0.167 & 0.167 & \dots & 0 \\ 0.333 & 0.333 & 0 & 0.333 & \dots & 0 \\ 0 & 0.2 & 0.2 & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

Dalam perhitungan indeks moran terdapat beberapa langkah yang digunakakan diantaranya yaitu:

1. Menentukan hipotesis

H_0 : tidak terdapat adanya autokorelasi spasial yang signifikan

H_1 : terdapat adanya autokorelasi spasial yang signifikan

2. Kriteria uji

Tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$. Tolak H_0 jika $Z_{hitung} > Z_{\frac{\alpha}{2}}$ dimana $Z_{\frac{0.05}{2}} = Z_{0.025} = 1.960$

3. Statistik uji Perhitungan statistik uji dilakukan dengan menggunakan z hitung pada persamaan (2.13) sebagai berikut:

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

Dimana

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

Nilai indeks moran dihitung dengan rumus, yaitu:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \hat{x})(x_j - \hat{x})}{S_0 (\sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x})^2)}$$

$n = 38$

Untuk perhitungan bagian atas atau pembilang yaitu:

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^{38} \sum_{j=1}^{38} W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \hat{x}) \\ &= (W_{11}(x_1 - \bar{x})(x_1 - \bar{x})) + (W_{12}(x_1 - \bar{x})(x_2 - \bar{x})) + (W_{13}(x_1 - \bar{x})(x_3 - \bar{x})) \\ &+ \dots + (W_{3838}(x_{38} - \bar{x})(x_{38} - \bar{x})) \\ &= (0(3553 - 4553)(3553 - 4553) + 0.5(3553 - 4553)(4627 \\ &- 4553)) + (0.5(3553 - 4553)(4489 - 4553) + \dots + (0(3553 \\ &- 4553)(1635 - 4553) \end{aligned}$$

$$= 169604038$$

Selanjutnya untuk perhitungan bagian bawah atau penyebut yaitu:

$$\begin{aligned} S_0 &= \sum_{i=1}^{38} \sum_{j=1}^{38} W_{ij} \\ &= W_{11} + W_{12} + W_{13} + W_{14} + W_{15} + \dots + W_{3838} \\ &= 0 + 0.5 + 0.5 + 0 + 0 + \dots + 0 \\ &= 38 \\ \sum_{i=1}^{38} (x_i - \bar{x})^2 &= (x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + (x_3 - \bar{x})^2 + \dots + (x_{38} - \bar{x})^2 \\ &= (3553 - 4553)^2 + (4627 - 4553)^2 + (4489 - 4553)^2 + \dots + \\ &\quad (1635 - 4553)^2 \\ &= 605502282 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas, maka didapatkan nilai moran yaitu:

$$\begin{aligned} I &= \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \hat{x})(x_j - \hat{x})}{S_0 (\sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x})^2)} \\ I &= \frac{(38)(169604038)}{(38)(605502282)} \\ &= 0.278 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil diperoleh nilai indeks moran dengan nilai 0.278. Langkah berikutnya yaitu menghitung nilai ekspektasi indeks moran (I_0) dengan rumus pada persamaan (2.12) yaitu:

$$E(I) = I_0 = -\frac{1}{n-1} = -\frac{1}{38-1} = -0.027$$

Untuk perhitungan indeks moran variabel lainnya terdapat seperti yang ada pada lampiran 7 dengan menggunakan bantuan aplikasi R studio. Setelah melakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai moran dan ekspektasi moran, maka langkah berikutnya adalah menghitung nilai Z_{hitung} . Perhitungannya sebagai berikut:

$$n = 38$$

$$S_0 = 38$$

$$\begin{aligned}
S_1 &= \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (W_{ij} + W_{ji})^2 \\
&= \frac{1}{2} (W_{11} + W_{11})^2 + (W_{12} + W_{21})^2 + (W_{13} + W_{31})^2 + (W_{14} + W_{41})^2 + \dots + \\
&\quad (W_{3838} + W_{3838})^2 \\
&= \frac{1}{2} ((0 + 0)^2 + (0.5 + 0.167)^2 + (0.5 + 0.333)^2 + (0 + 0)^2 + \dots + (0 + 0)^2) \\
&= 27.00053
\end{aligned}$$

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

jika $i = 1$

$$\begin{aligned}
& \left(\sum_{j=1}^n W_{ij} + \sum_{j=1}^n W_{ji} \right)^2 \\
&= ((W_{11} + W_{12} + W_{13} + \dots + W_{138}) + (W_{11} + W_{21} + W_{31} + \dots + W_{381}))^2 \\
&= ((0 + 0.5 + 0.5 + \dots + 0) + (0 + 0.167 + 0.33 + \dots + 0))^2 \\
&= 2.25
\end{aligned}$$

jika $i = 2$

$$\begin{aligned}
& \left(\sum_{j=1}^n W_{ij} + \sum_{j=1}^n W_{ji} \right)^2 \\
&= ((W_{21} + W_{22} + W_{23} + \dots + W_{238}) + (W_{12} + W_{22} + W_{32} + \dots + W_{382}))^2 \\
&= ((0.167 + 0 + 0.167 + \dots + 0) + (0.5 + 0 + 0.333 + \dots + 0))^2 \\
&= 6.96
\end{aligned}$$

⋮

jika $i = 38$

$$\begin{aligned}
& \left(\sum_{j=1}^n W_{ij} + \sum_{j=1}^n W_{ji} \right)^2 \\
&= ((W_{381} + W_{382} + W_{383} + \dots + W_{3838}) + (W_{138} + W_{238} + W_{338} + \dots + W_{3838}))^2 \\
&= ((0 + 0 + 0 + \dots + 0) + (0 + 0 + 0 + \dots + 0))^2 \\
&= 1.94
\end{aligned}$$

Maka dari itu

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

$$= 2.25 + 6.96 + \dots + 1.94$$

$$169.545$$

$$E(I)^2 = (-0.027)^2 = 0.00729$$

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

$$= \frac{38((3553-4553)^4 + (4672-4553)^4 + (4489-4553)^4 + \dots + (1635-4553)^4)}{((3553-4553)^2 + (4672-4553)^2 + (4489-4553)^2 + \dots + (1635-4553)^2)^2}$$

$$= \frac{38(1.92667E+17)}{3.66633E+17}$$

$$= 19.96910912$$

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

$$= \frac{(38)(27.00053(38^2-3(38)+3)-(38)(169.545))+3(38^2))}{(38-1)(38-2)(38-3)(169.545)^2} -$$

$$\frac{(19.96910912)(27.00053(38^2-38)-(2(38)(169.545))+6(38^2))}{(38-1)(38-2)(38-3)(38)^2} - 0.000729$$

$$= \frac{1287478}{67319280} - \frac{673784.2}{67319280} - 0.000729$$

$$= 0.008385705$$

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

$$Z_{hitung} = \frac{0.278-(-0.027)}{\sqrt{0.00838}}$$

$$Z_{hitung} = 3.332$$

Dari hasil yang diperoleh setelah melakukan perhitungan, didapatkan nilai Z_{hitung} pada variabel Y yaitu sebesar 3.332. Hasil ini selanjutnya dibandingkan dengan tabel Z . Diketahui jika $Z_{hitung} > Z_{0.025}$ dimana dari hal tersebut dapat diambil keputusan yaitu tolak H_0 . Kesimpulan dari hasil yang dapat diambil yaitu terdapat autokorelasi signifikan pada variabel Y . Pada variabel bebas atau X juga dilakukan langkah perhitungan yang sama untuk mendapatkan nilai Z_{hitung} . Secara singkat hasil dari perhitungan semua variabel disajikan seperti dalam tabel [4.6](#):

Tabel 4.6 Indeks Moran

	Y	X1	X2	X3	X4
I	0.278	0.053	0.023	0.368	0.171
E(I)	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027	-0.027
Var(I)	0.008	0.016	0.017	0.014	0.008

Z(I)	3.332	0.630	0.383	3.287	2.109
Keputusan	Tolak H_0	Terima H_0	Terima H_0	Tolak H_0	Tolak H_0

Dari tabel 4.6 di atas terlihat jika 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 ekspektasinya $I > I_0$ atau nilai autokorelasinya positif. Setelah itu pada hasil pada uji signifikansi diketahui bahwa variabel Y , X_3 , dan X_4 lolos dan memenuhi uji dimana nilai Z_{hitung} lebih besar daripada nilai di tabel Z atau $Z_{hitung} > Z_{0.025}$ yang mengartikan bahwa autokorelasi spasialnya signifikan. Sementara kebalikannya variabel X_1 , dan X_2 memiliki nilai Z_{hitung} lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai tabel Z pada taraf signifikansi 5% dengan nilai 1.96 yang menandakan jika autokorelasinya tidak signifikan.

4.5. Estimasi Parameter

4.5.1. Estimasi Parameter ρ

Estimasi parameter menggunakan metode Maksimum Likelihood, diperoleh penduga parameter untuk $\hat{\rho}$ dengan bantuan program R yaitu:

$$\hat{\rho} = 0.45339$$

Setelah mendapatkan nilai $\hat{\rho}$, maka selanjutnya mencari penduga parameter dari $\hat{\beta}$.

4.5.2. Estimasi Parameter β

Pada estimasi parameter β diperoleh penduga parameter untuk β yaitu seperti pada persamaan (2.34), yaitu:

$$\hat{\beta} = (Z^T Z)^{-1} Z^T (I - \rho W) Y$$

Dengan Z merupakan matriks berukuran 38×5 , dimana pada kolom 1 berisi vektor satu atau vektor yang semua bernilai 1 berukuran 38×1 , untuk kolom 2 berisi vektor dari nilai penduduk tidak bekerja (X_3) berukuran 38×1 untuk 38 daerah yang sedang diteliti, pada kolom 3 berisi vektor dari nilai banyak vaksinasi (X_4) berukuran 38×1 , untuk kolom ke 4 adalah vektor nilai dari hasil perkalian matriks pembobot spasial (W) dengan vektor (X_3), dan pada 5 yaitu vektor nilai dari hasil perkalian matriks pembobot spasial (W) dengan vektor (X_4), sedangkan I merupakan sebuah matriks identitas dengan ukuran 38×38 dan Y adalah vektor dari jumlah terkonfirmasi covid-19 dengan ukuran 38×1 . Dengan bantuan menggunakan program R , didapatkan vektor nilai $\hat{\beta}$ dengan ukuran 5×1 yaitu:

$$\hat{\beta} = \begin{bmatrix} 422.754892 \\ 0.0226374 \\ 0.0131 \\ -0.001119 \\ -0.007912 \end{bmatrix},$$

Perhitungan estimasi parameter Spasial Durbin tersebut menggunakan bantuan aplikasi R studio, hasil tersebut terlampir seperti pada lampiran 8.

4.6. Model *Spatial Durbin Model (SDM)*

Tabel 4.7 Estimasi Parameter SDM

Variabel	Koefisien	<i>p-value</i>	Keterangan
β_{13}	0.0226374	0.0001967	Signifikan
β_{14}	0.0131	5.418e-14	Signifikan
β_{23}	-0.001119	0.8967467	Tidak Signifikan
β_{24}	-0.0079125	0.0509975	Tidak Signifikan

Setelah didapatkan nilai $\hat{\rho}$ dan $\hat{\beta}$ yang dirincikan seperti pada tabel 4.7, maka selanjutnya dilakukan pendugaan model regresi spasial Durbin untuk setiap wilayah. Persamaan dugaan model spasial Durbin tersebut ditulis dengan memasukkan hasil estimasi parameter ke persamaan (2.18) sehingga menjadi

$$\hat{y}_i = 0.45339 \sum_{j=1}^n W_{ij} y_j + 422.7548924 + 0.0226374 x_{3i} + 0.0131 x_{4i} - 0.001119 \sum_{j=1}^n W_{ij} x_{3j} - 0.0079125 \sum_{j=1}^n W_{ij} x_{4j} \quad (4.1)$$

Ambil contoh pada Kabupaten Pacitan (K1) yang akan diaplikasikan ke dalam model pada persamaan (4.1). Berdasarkan pada tabel 4.2, Kabupaten Pacitan (K1) memiliki 2 tetangga yaitu Kabupaten Ponorogo (K2) dan Kabupaten Trenggalek (K3), sehingga persamaan model menjadi

$$\begin{aligned}
\hat{y}_{K1} &= 0.45339((0.5)(y_{K2} + y_{K3})) + 422.7548924 + 0.0226374x_{3(K1)} \\
&\quad + 0.0131x_{4(K1)} - 0.001119(0.5)(x_{3(K2)} + x_{3(K3)}) - 0.0079125(0.5) \\
&\quad (x_{4(K2)} + x_{4(K3)}) \\
\hat{y}_{K1} &= 422.7548924 + 0.226695(y_{K2} + y_{K3}) + 0.0226374x_{3(K1)} + 0.0131x_{5(K1)} \\
&\quad - 0.0005595(x_{3(K2)} + x_{3(K3)}) - 0.00395625(x_{5(K2)} + x_{5(K3)}) \quad (4.2)
\end{aligned}$$

Dari persamaan (4.2) di atas dapat diinterpretasikan jika jumlah terkonfirmasi covid-19 di Kabupaten Pacitan dipengaruhi oleh jumlah terkonfirmasi daerah tetangga yaitu Kabupaten Ponorogo dan Kabupaten Trenggalek dengan nilai pengaruh +0.226 yang mengartikan jika terdapat penambahan kasus sejumlah 10 orang di dua kabupaten tersebut, maka juga akan menambahkan jumlah kasus terkonfirmasi covid-19 di Kabupaten Pacitan sebesar 2.26 atau 3 orang.

Pada tabel 4.7 diperlihatkan nilai *p-value* pada setiap β , dimana maksud dari nilai tersebut untuk mengetahui signifikan atau tidak signifikan dari suatu variabel. Diketahui jika β_{13} dan β_{14} memiliki nilai *p-value* yang lebih kecil daripada α , sedangkan untuk nilai *p-value* β_{23} dan β_{24} lebih dari α . Hal ini berarti parameter dari β_{13} dan β_{14} adalah signifikan, sedangkan parameter dari β_{23} dan β_{14} yaitu tidak signifikan. Parameter β_{13} menyatakan besarnya koefisien dari variabel X_3 tanpa pembobot dan β_{14} menyatakan besarnya koefisien dari variabel X_4 tanpa pembobot. Hal tersebut bisa diinterpretasikan dengan keterangan yaitu jika jumlah penduduk tidak bekerja (X_3) di suatu daerah bertambah 1 orang maka untuk jumlah terkonfirmasi covid-19 daerah tersebut akan naik sebesar 0.02263%. Begitu pula yang terjadi pada variabel vaksin (X_4), jika terdapat penambahan 1

kasus covid-19 maka kemungkinan jumlah orang yang terkonfirmasi covid-19 kemungkinan akan sembuh sebesar 0.0131% jika variabel lain diasumsikan bernilai konstan.

4.7. Akaike's Information Criterion (AIC)

Dari penjelasan mengenai AIC diketahui bahwa dibandingkan antara dua bentuk model regresi. Model yang baik yaitu model yang memiliki nilai AIC paling kecil. Perhitungan nilai AIC menggunakan rumus pada persamaan (2.37). Dari perhitungan dengan membandingkan metode SAR dan SDM dengan variabel terikat dan bebas yang digunakan sama, didapatkan hasil AIC yang diperoleh menggunakan aplikasi R studio dengan nilai AIC sebesar 662.5. Untuk model regresi spasial SAR didapatkan nilai AIC yaitu 662.52. Kesimpulan yang dapat diambil yaitu model SDM memiliki nilai AIC lebih kecil sehingga model SDM lebih baik.

4.8. Mengukur Kebaikan Model

Perhitungan kebaikan model pada persamaan spasial durbin (4.1) menggunakan pengukuran kebaikan model R^2 atau R_{square} dengan rumus pada persamaan (2.38). Didapatkan nilai R^2 sebesar 0.91111 dengan menggunakan bantuan aplikasi R studio yang dapat dilihat pada lampiran 8. Dari hasil tersebut mengartikan bahwa dengan persentase sebesar 91.11% keragaman data dapat dijelaskan oleh model pada persamaan (4.1). Berdasarkan hasil maka dapat diketahui jika variabel bebas yang digunakan dengan menggunakan metode *Spatial Durbin Model* dapat menjelaskan penyebaran covid-19 di Jawa Timur. Untuk nilai persentase keragaman data lain dengan besaran 8.89% dapat dijelaskan oleh variabel lain yang mempunyai keterkaitan dengan penyebaran covid-19 tetapi

tidak dimasukkan ke dalam model dikarenakan hal keterbatasan data.

4.9. MAPE

Perhitungan untuk mengetahui nilai kesalahan relatif digunakan metode perhitungan MAPE dengan rumus pada persamaan (2.39). Dalam Perhitungan MAPE ini, data yang digunakan adalah A_t yaitu data aktual dimana data tersebut adalah terkonfirmasi covid seperti pada variabel Y di lampiran 1 dan F_t adalah data dugaan atau prediksi Y_i dimana data tersebut didapatkan dari hasil pada persamaan (4.1), setiap hasil terdapat pada lampiran 9. Dalam perhitungan dengan menggunakan bantuan aplikasi *software* statistik R studio yang terlampir di lampiran 8, diperoleh nilai MAPE dengan besaran 0.2474 atau 24.74%. Dari nilai yang didapatkan, jika dilihat pada tabel (2.3) hasil tersebut masuk ke dalam kategori 20-50% yang menjelaskan jika metode ini memiliki kemampuan model yang layak.

4.10. Integrasi Keislaman

Dalam suatu musibah sebagaimana Allah menurunkan sebuah penyakit, maka Allah juga menurunkan obatnya. Hal tersebut dapat digambarkan melalui pandemi yang dihadapi sekarang, yaitu pandemi covid-19. Dari adanya pandemi ini terdapat yang namanya vaksin dengan fungsinya yaitu menambah imun dalam seseorang sehingga dapat mengurangi penyebaran virus. Terdapat suatu hadits Rasulullah yang berhubungan atau relevan dengan pernyataan mengenai tentang penyakit dan obat yaitu:

عَنْ أَبِي الدَّرْدَاءِ قَالَ قَالَ رَسُولُ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ إِنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ الدَّاءَ وَالِدَوَاءَ وَجَعَلَ لِكُلِّ دَاءٍ دَوَاءً فَتَدَاوُوا وَلَا تَدَاوُوا بِحَرَامٍ

Artinya: Dari Abu Darda' [diriwayatkan], ia berkata: Rasulullah saw bersabda: Sesungguhnya Allah telah menurunkan penyakit dan obat, dan menjadikan bagi setiap penyakit akan obatnya." [HR. Abu Dawud]

Makna dari hadits tersebut dapat menggambarkan tentang pentingnya untuk berikhtiar kepada Allah dalam mencari kesembuhan, karena pastinya Allah akan memberikan suatu solusi dalam suatu masalah seperti halnya Allah menurunkan penyakit dan terdapat obatnya. Oleh karena itu, manusia seharusnya selalu berusaha untuk mendapatkan kesembuhan. Makna dari hadits tersebut dapat dihubungkan dengan pandemi covid-19. Allah menurunkan pandemi ini, berarti Allah juga memberikan suatu obatnya yaitu berupa vaksin. Maka dari itu diharapkan orang-orang untuk melakukan vaksinasi dalam mencari kesehatan.

Selain melakukan vaksinasi yaitu untuk menjaga kesehatan dan kebaikan diri sendiri, tidak lupa juga jika kita lebih baik jangan menyebarkan sebuah penyakit kepada orang lain. Hal yang dapat dilakukan yaitu dengan berdiam diri di rumah, dimana lebih dianjurkan untuk mengantisipasi adanya lonjakan. Dalam hadits Al-Bukhari dan Muslim terdapat hadits yang menyebutkan hal tersebut, yaitu:

لَا تُورِدُوا الْمُمْرِضَ عَلَى الْمُسِيحِ

Artinya: "Dan janganlah membawa onta yang sakit kepada onta yang sehat" (HR. Al-Bukhari, no. 5774 dan Muslim, no. 2221).

Tafsir dari hadits tersebut yaitu tentang pencegahan dalam penularan suatu penyakit. Dalam salah satu pepatah mengatakan bahwa mencegah lebih baik

daripada mengobati. Oleh karena itu, jika terdapat orang yang sedang sakit alangkah baiknya orang tersebut berdiam diri sehingga tidak menularkan penyakitnya, seperti yang dimisalkan dalam hadits tersebut. Sebaik-baiknya cara

Dari kedua hadits di atas diketahui bahwa kesehatan merupakan suatu hal yang sangat penting. Allah selalu memberikan nikmat kepadanya hamba-Nya salah satunya dalam bentuk sehat, oleh karena itu nikmat yang diberikan seharusnya dipergunakan dengan baik seperti ibadah dan melakukan hal yang baik. Jika orang tersebut tidak dapat menjaga kesehatannya sendiri, maka dapat dianggap bahwa orang tersebut seperti pada kebinasaan. Terdapat ayat pada Al-Quran yang menjelaskan hal tersebut yaitu pada surah Al-Baqarah ayat 195 yang berbunyi:

وَأَنْفِقُوا فِي سَبِيلِ اللَّهِ وَلَا تُلْقُوا بِأَيْدِيكُمْ إِلَى التَّهْلُكَةِ وَأَحْسِنُوا إِنَّ اللَّهَ يُحِبُّ الْمُحْسِنِينَ

Artinya: "Dan infakkanlah (hartamu) di jalan Allah, dan janganlah kamu jatuhkan (diri sendiri) ke dalam kebinasaan dengan tangan sendiri, dan berbuat baiklah. Sungguh, Allah menyukai orang-orang yang berbuat baik."

Makna dari ayat tersebut yaitu Allah SWT menyatakan bahwa orang-orang yang tidak menjaga kesehatan adalah kelompok orang yang menjatuhkan diri sendiri kepada kemusnahan. Hal tersebut terjadi karena mereka tidak merawat nikmat sehat yang diberikan oleh Allah SWT.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasar hasil dan pembahasan dari implementasi metode *Spatial Durbin Model (SDM)* pada bab IV, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Bentuk model regresi Spatial Durbin Model (SDM) yang terbentuk antara variabel Y dengan X3 dan X4 yaitu sebagai berikut.

$$\hat{y}_i = 0.45339 \sum_{j=1}^n W_{ij} y_j + 422.7548924 + 0.0226374 x_{3i} + 0.01314_i - 0.001119 \sum_{j=1}^n W_{ij} x_{3j} - 0.0079125 \sum_{j=1}^n W_{ij} x_{4j}$$

2. Faktor penduduk tidak bekerja dan banyaknya penduduk yang telah divaksinasi menjadi faktor yang signifikan dalam penyebaran kasus covid-19 di Jawa Timur. Oleh karena hal tersebut, variabel tersebut menjadi indikator dalam penyebaran covid-19.
3. Beberapa variabel bebas yang diduga mempengaruhi dalam penyebaran covid-19 di Jawa Timur seperti kepadatan penduduk dan jumlah penduduk miskin akan berpengaruh signifikan, akan tetapi dari hasil uji autokorelasi spasial menunjukkan bahwa variabel tersebut tidak berpengaruh secara signifikan. Mungkin hal ini disebabkan oleh kurangnya data yang digunakan dalam pembentukan model.

5.2. Saran

Penelitian ini menggunakan analisis regresi spasial dengan metode Spatial Durbin Model dalam mengetahui bentuk model dan faktor yang signifikan terhadap penyebaran covid-19 di Jawa Timur. Penelitian ini sekiranya memiliki banyak kesalahan, oleh karena itu perlu terdapat perbaikan dalam penelitian dengan tujuan hasil yang lebih baik di penelitian selanjutnya. Berikut ini merupakan saran dari penulis teruntuk peneliti yang akan datang:

1. Dalam melakukan penelitian dengan menggunakan metode regresi spasial *Spatial Durbin Model (SDM)* dapat menambahkan variabel bebas atau menggunakan variabel bebas lain yang beragam.
2. Peneliti berikutnya yang mengangkat studi kasus penyebaran covid-19 di suatu daerah dalam mengetahui bentuk model dan faktor signifikan yang mempengaruhi, dapat menggunakan metode analisis regresi lain seperti *Spatial Autoregressive (SAR)*, *Spatial Error Model (SEM)*, *Spatial Autoregressive Moving Average (SARMA)*, atau yang lainnya. Dapat juga dalam bab pembahasan dibandingkan untuk mengetahui model yang layak digunakan.
3. Pengimplementasian metode regresi spasial *Spatial Durbin Model (SDM)* dapat digunakan dalam studi kasus lain, seperti dalam lingkup hal kemiskinan, kedokteran, kriminalitas, atau penyebaran penyakit lain dalam mengetahui faktor yang berpengaruh signifikan dan bentuk model regresinya.

DAFTAR PUSTAKA

- A.A Ngr. Maha Putra (2012). Analisis Sistem Informasi Geografis Kepadatan Penduduk Kota Denpasar Dengan Menggunakan Arc View 3.3. *Jurnal Elektronik Ilmu Komputer - Universitas Udayana*, 1(2).
- Adawiyah, R. (2020). Pengaruh Penggunaan Alat Pembayaran Non Tunai Terhadap Jumlah Uang Beredar Di Indonesia Menggunakan Error Correction Model (ECM). Technical Report 1.
- Ahmad Naufal Dzulfaroh (2021). Daftar Terbaru 10 Daerah dengan Kasus Covid-19 Tertinggi di Indonesia.
- Andani, R. and Hendratno (2015). Pengaruh Penggunaan Media Wayang Tokoh Terhadap Keterampilan Berbicara Siswa Sekolah Dasar. *Jpgsd*, 3(2):1342–1353.
- Arif, A. and Tiro, M. A. (2015). Perbandingan Matriks Pembobot Spasial Optimum dalam Spatial Error Model (SEM). 151:10–17.
- Aulele, S. N., Patty, H. W. M., Kelbulan, N., and Noya van Delsen, M. S. (2019). Pemilihan Model Terbaik Pada Analisis Regresi Linier Multivariat Dengan Kriteria Aic. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 13(1):025–032.
- Bekti, R. D., Setyawan, Y., and Laksminiasih, E. (2021). Spatial Area Model for Covid-19 in Java Based on R-Shiny Web Framework. *Jurnal Matematika, Statistika dan Komputasi*, 17(3):381–393.

- Didu, S. and Fauzi, F. (2016). Pengaruh Jumlah Penduduk, Pendidikan Dan Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Kemiskinan Di Kabupaten Lebak. *Jurnal Ekonomi-Qu*, 6(1):102–117.
- Dinas Kominfo Jatim (2021). Sebanyak 62,15 Persen Penduduk Jatim Telah Divaksin Dosis Pertama.
- 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. *Indonesian Journal of Applied Mathematics*, 1(2):51.
- Fatati, I. F., Wijayanto, H., and Sholeh, A. M. (2017). Analisis Regresi Spasial Dan Pola Penyebaran Pada Kasus Demam Berdarah Dengue (Dbd) Di Provinsi Jawa Tengah. *Media Statistika*, 10(2):95.
- Ferezagia, D. V. (2018). Analisis Tingkat Kemiskinan di Indonesia. *Jurnal Sosial Humaniora Terapan*, 1(1):1–6.
- Fitri, W. (2020). Implikasi Yuridis Penetapan Status Bencana Nasional Pandemi Corona Virus Disease 2019 (COVID-19) Terhadap Pembuatan Hukum Keperdataan. *Supremasi Hukum: Jurnal Kajian Ilmu Hukum*, 9(1):76–93.
- Habinuddin, E. (2021). Regresi Spasial pada Jumlah Kasus Covid-19 di Kota Bandung. *Jurnal Statistika dan Matematika*, 3(2):175–181.
- Hakim, L. (2022). Turun, Jumlah Warga Miskin di Jatim Capai 4,25 Juta Orang.
- Hilda Meilisa (2021). Kasus Aktif COVID-19 di Jatim 298 Pasien, Surabaya Terbanyak.

- Iskak, Rusydi, M. Z., Hutauruk, R., Chakim, S., and Ahmad, W. R. (2021). Meningkatkan Kesadaran Masyarakat Tentang Pentingnya Vaksinasi di Masjid Al-Ikhlas, Jakarta Barat. 1.
- Jacob, D. E. and Sandjaya (2018). Faktor faktor yang mempengaruhi kualitas hidup masyarakat Karubaga district sub district Tolikara propinsi Papua. *Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan (JNIK)*, 1(69):1–16.
- Krisna Triyono, S. D. and K. Herdiyanto, Y. (2018). Konsep Sehat Dan Sakit Pada Individu Dengan Urolithiasis (Kencing Batu) Di Kabupaten Klungkung, Bali. *Jurnal Psikologi Udayana*, 4(02):263.
- Kurnianto, D., Arya, M. A. N., Kharisudin, I., and Fauzi, F. (2021). Analisis Regresi Spasial dengan Pembobot Queen Contiguity pada Tingkat Pengangguran Terbuka di Povinsi Jawa Tengah Tahun 2019. *Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 4:595–601.
- Kurniasih, E. P. (2020). Dampak Pandemi Covid 19 Terhadap Penurunan Kesejahteraan Masyarakat Kota Pontianak. *Prosiding Seminar Akademik Tahunan Ilmu Ekonomi dan Studi Pembangunan 2020*, pages 277–289.
- Kustanto, M. and Sholihah, F. (2021). Jurnal Litbang : Persepsi Generasi Milenial Kabupaten Sidoarjo terhadap Pemberlakuan The Perception of the Millennial Generation in Sidoarjo District toward Large Scale Social Restriction (PSBB) Implementation. 17(1):47–60.
- Lesage, J. P. (2015). “Theory and Practice of Spatial Econometrics”. *Spatial Economic Analysis*, 10(3):400–400.
- Lokang, Y. P. (2019). Penerapan Analisis Regresi Spasial Durbin untuk

- Menganalisis Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Persentase Penduduk Miskin. Technical report.
- Lokang, Y. P. and Dwiatmoko, I. A. (2019). Analisis Regresi Spasial Durbin Untuk Menganalisis Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Persentase Penduduk Miskin. *Jurnal Ilmiah Matrik*, 21(2):118–127.
- Magfiroh, S., Sunarmo, A., and Primasari, D. (2018). Professional Audit And Work Ethics On Whistleblowing Actions Profesional Audit Dan Etika Kerja Terhadap Tindakan Whistleblowing. *Jurnal Analisis Bisnis Ekonomi*, 16(2).
- Maknunah, D. (2021). *Model Regresi Spasial pada Penyebaran Covid-19 di Jawa Timur dengan Pemeriksaan Autokorelasi Spasial melalui Uji Indeks Moran*. PhD thesis, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Mariana (2013). Pendekatan Regresi Spasial Dalam Pemodelan Tingkat Pengangguran Terbuka. *Jurnal Matematika Dan Pembelajarannya*, 1(1):42–63.
- Marini, L. and Putri, N. T. (2020). Peluang Terjadinya Pengangguran Di Provinsi Bengkulu : Seberapa Besar? *Convergence: The Journal of Economic Development*, 1(2):70–83.
- Model, S. A. and Syaadah, L. (2016). Spatial Autoregressive Model... (Lailatul Syaadah) 1.
- Nabillah, I. and Ranggadara, I. (2020). Mean Absolute Percentage Error untuk Evaluasi Hasil Prediksi Komoditas Laut. *JOINS (Journal of Information System)*, 5(2):250–255.
- Nasution, N. H., Hidayah, A., Sari, K. M., Cahyati, W., Khoiriyah, M., Hasibuan, R. P., Lubis, A. A., and Siregar, A. Y. (2021). Gambaran Pengetahuan Masyarakat

- Tentang Pencegahan Covid-19 Kecamatan Padangsidimpuan Batunadua, Kota Padangsidimpuan. *Jurnal Biomedika dan Kesehatan*, 4(2):47–49.
- Nasution, Z. (2021). Evaluasi Kebijakan Penanganan Covid-19 di Kota Surabaya: Studi Kasus Kebijakan PSBB. *Ganaya: Jurnal Ilmu Sosial dan Humaniora*, 4(1):98–115.
- No, V. and Mona, N. (2020). Konsep Isolasi Dalam Jaringan Sosial Untuk Meminimalisasi Efek Contagious (Kasus Penyebaran Virus Corona Di Indonesia). *Jurnal Sosial Humaniora Terapan*, 2(2):117–125.
- Nurahdawati, N., Ruliana, R., and Ahmar, A. S. (2020). Model Spasial Autoregresif (SAR) Durbin pada Anak Putus Sekolah (APS) yang Mengikuti Ujian Paket C Jenjang SMA Sederajat di Kota Makassar. *VARIANSI: Journal of Statistics and Its application on Teaching and Research*, 2(2):71.
- P, K. K. S. D., Susilawati, M., and Sumarjaya, I. W. (2017). Metode Spasial Autoregressive Dalam Memodelkan Masyarakat Yang Berperilaku Mck Di Sungai. *E-Jurnal Matematika*, 6(4):233.
- Pemerintah Provinsi Jawa Timur (2021). Data Covid-19 di Jawa Timur.
- Pertiwi, L. D., Salamah, M., and Sutikno, S. (2012). Spasial Durbin Model untuk Mengidentifikasi Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kematian Ibu di Jawa Timur. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 1(1):D165–D170.
- Putri, R. N. (2020). Indonesia dalam Menghadapi Pandemi Covid-19. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 20(2):705.
- Putu, L., Pratiwi, S., Hanief, S., Suniantara, I. K. P., Studi, P., Informasi, S., and

- Bali, S. S. (2018). Pemodelan Menggunakan Metode Spasial Durbin Model untuk Data Angka Putus Sekolah Usia Pendidikan Dasar. 2(1).
- Rahmawati, D. and Bimanto, H. (2021). Perbandingan Spasial Autoregressive Model dan Spatial Error Model dalam Pemodelan Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Statistika dan Aplikasinya*, 5(1):41–50.
- Rahmawati, R., Safitri, D., and Fairuzdhiya, O. U. (2015). Analisis Spasial Pengaruh Tingkat Pengangguran Terhadap Kemiskinan Di Indonesia. *Media Statistika*, 8(1):23–30.
- Ramadani, I. R., Rahmawati, R., and Hoyyi, A. (2013). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Gizi Buruk di Jawa Tengah dengan Metode Spasial Durbin Model. *Concept and Communication*, 2(4):333–342.
- Resmawan, R., Yahya, L., Pakaya, R. S., Panigoro, H. S., and Nuha, A. R. (2022). Analisis Dinamik Model Penyebaran COVID-19 dengan Vaksinasi. *Jambura Journal of Biomathematics (JJBM)*, 3(1):29–38.
- Salmawaty, Sukma, and Abdy, M. (2019). Regresi Spasial Untuk Menentukan Faktor – Faktor Kemiskinan Di Provinsi Sulawesi Selatan Mahasiswa Program Studi S1 Matematika Dosen Jurusan Matematika A . Regresi Linier Berganda B . Regresi Spasial. (1995):8.
- Samadi, H., Asdi, Y., and Effendi (2017). Penerapan Model Regresi Spasial Dalam Menentukan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Indeks Pembangunan. *Jurnal Matematika UNAND*, 6(4):80–89.
- Sanusi, W., Ihsan, H., and Syam, N. H. (2019). Model Regresi Spasial dan Aplikasinya dalam Menganalisis Angka Putus Sekolah Usia Wajib Belajar di

- Provinsi Sulawesi Selatan. *Journal of Mathematics, Computations, and Statistics*, 1(2):183.
- Setiawan, A. R. and Ilmiyah, S. (2020). Lembar Kegiatan Siswa untuk Pembelajaran Jarak Jauh Berdasarkan Literasi Sainifik pada Topik Penyakit Coronavirus 2019 (COVID-19). 2(1):28–36.
- Setiawati (2021). Analisis Pengaruh Kebijakan Deviden terhadap Nilai Perusahaan pada Perusahaan Farmasi di BEI. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(8):1581–1590.
- Silastri, N., Iyan, R., and Sari, L. (2017). Pengaruh Jumlah Penduduk dan Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB) terhadap Kemiskinan di Kabupaten Kuantan Singingi. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Ekonomi Universitas Riau*, 4(1):105–117.
- Subekti, P. and Islamiyah, M. (2017). Penentuan model hubungan kepadatan. *Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 2(1):48–57.
- Supriatna, E. (2020). Wabah Corona Virus Disease (Covid 19) Dalam Pandangan Islam. *SALAM: Jurnal Sosial dan Budaya Syar-i*, 7(6).
- Suyono (2018). Spatial Durbin Model (SDM) untuk Mengidentifikasi Faktor-Faktor yang Berpengaruh pada Produksi Padi di Jawa Tengah. Technical report, Semarang.
- Triliani, S. E. and Bekti, R. D. (2017). Spatial Durbin Model Untuk Mengidentifikasi Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pengangguran Di Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Statistika Industri dan Komputasi*, 2(2):93–103.
- Ulfa, R. (2019). Variabel Dalam Penelitian Pendidikan. *Jurnal Pendidikan dan Keislaman*, 6115:196–215.

Wahidah, I., Athallah, R., Hartono, N. F. S., Rafqie, M. C. A., and Septiadi, M. A. (2020). Pandemi COVID-19: Analisis Perencanaan Pemerintah dan Masyarakat dalam Berbagai Upaya Pencegahan. *Jurnal Manajemen dan Organisasi*, 11(3):179–188.

Weku, W. C. D. (2021). Eksplorasi efektifitas model spasial untuk menjelaskan hubungan antara penduduk dan infrastruktur terhadap kesejahteraan masyarakat Kota Manado. *Aiti*, 17(2):130–142.

Wijayanto, J. (2022). Tingkat Pengangguran Terbuka di Jatim Tembus 1,28 Juta Orang.



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A