

**IDENTIFIKASI MODEL SPASIAL *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED  
REGRESSION* PADA PENYEBARAN COVID-19 DI JAWA TIMUR**

**SKRIPSI**



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

Disusun Oleh

**RITA DWI ARIANTI**

**H72218030**

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

**2023**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : RITA DWI ARIANTI

NIM : H72218030

Program Studi : Matematika

Angkatan : 2018

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "IDENTIFIKASI MODEL SPASIAL *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION* PADA PENYEBARAN COVID-19 DI 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, 5 Juli 2023

Yang menyatakan,



RITA DWI ARIANTI

NIM. H72218030

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

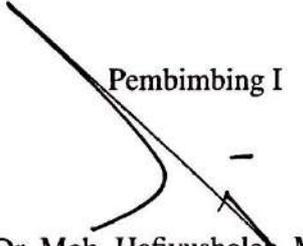
Nama : RITA DWI ARIANTI

NIM : H72218030

Judul Skripsi : IDENTIFIKASI MODEL SPASIAL *GEOGRAPHICALLY  
WEIGHTED REGRESSION* PADA PENYEBARAN  
COVID-19 DI JAWA TIMUR

telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

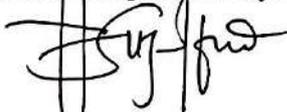
Pembimbing I

  
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, MT  
NIP. 197905272014032002

## PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

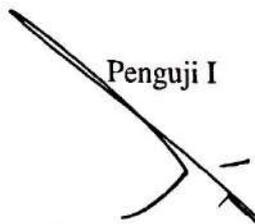
Skripsi oleh

Nama : RITA DWI ARIANTI  
NIM : H72218030  
Judul Skripsi : IDENTIFIKASI MODEL SPASIAL *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION* PADA PENYEBARAN COVID-19 DI JAWA TIMUR

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji  
pada tanggal 5 Juli 2023

Mengesahkan,  
Tim Penguji

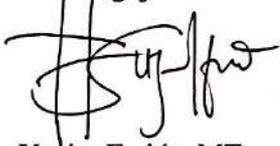
Penguji I

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

Penguji II

  
Lutfi Hakim, M.Ag  
NIP. 197312252006041001

Penguji III

  
Yuniar Farida, MT  
NIP. 197905272014032002

Penguji IV

  
Hani Khaulasari, S.Si, M.Si  
NIP. 199102092020122011

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Sunan Ampel Surabaya



  
Agus 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 : RITA DWI ARIANTI  
NIM : H72218030  
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI / MATEMATIKA  
E-mail address : ritadwarr@gmail.com

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

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

yang berjudul :

IDENTIFIKASI MODEL SPASIAL GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION  
PADA PENYEBARAN COVID-19 DI 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, 16 JULI 2023

Penulis

( RITA DWI ARIANTI )  
nama terang dan tanda tangan

## ABSTRAK

### IDENTIFIKASI MODEL SPASIAL *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION* PADA PENYEBARAN COVID-19 DI JAWA TIMUR

Covid-19 merupakan kasus penyakit yang terjadi pada beberapa negara salah satunya di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi variabel-variabel yang memberikan dampak pada laju penularan kasus Covid-19 di seluruh Wilayah Jawa Timur serta pengaruh variabel regional terhadap penularan Covid-19. Kepadatan penduduk, kemiskinan, pengangguran, dan statistik perencanaan dari BPS Jawa Timur digunakan dalam penelitian ini. Data tersebut kemudian dianalisis menggunakan Regresi Linear Berganda dan *Geographically Weighted Regression* (GWR) dengan perhitungan karakteristik geografis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model GWR berbeda-beda tergantung dari estimasi parameter yang diperoleh setiap kabupaten atau kota. Hal ini membuktikan bahwa pada uji serentak karakteristik wilayah juga berdampak pada tingkat penyebaran penyakit Covid-19 di Provinsi Jawa Timur, namun jika uji parsial untuk masing-masing wilayah dipengaruhi oleh kondisi yang berbeda. misalnya di beberapa kabupaten Pacitan dipengaruhi oleh kepadatan penduduk, penduduk miskin, dan penduduk yang tidak berkerja. Berdasarkan model seleksi hasil ini membuktikan bahwa model GWR lebih unggul dibandingkan Regresi Linear Berganda.

**Kata kunci:** Covid-19, *Geographically Weighted Regression*

## ABSTRACT

### IDENTIFICATIN OF A *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION* FOR THE SPREAD OF COVID-19 IN EAST JAVA

Cases of the spread of Covid-19 are relatively different from one region to another. The purpose of this study was to determine the factors that influence the rate of spread of Covid-19 cases in the East Java Region, and also to see the influence of regional factors on the spread of Covid-19. The data used in this study were obtained from BPS East Java, namely population density, poor people, unemployed people and vaccinations which were then analyzed using multiple linear regression methods and Geographically Weighted Regression to look at the regional factors. The results of this study indicate that the GWR model in each district/city varies based on the estimated parameters obtained, which means that regional factors also affect the level of spread of Covid-19 in East Java. All the independent variables used in the study have an effect on the spread of Covid-19 cases in the East Java Province area by being tested using a simultaneous test, but when tested partially each area is affected by several different factors, for example in Pacitan Regency it is affected by population density, population poor and unemployed people. Based on the selection of the model, the results show that the GWR model is better than linear regression.

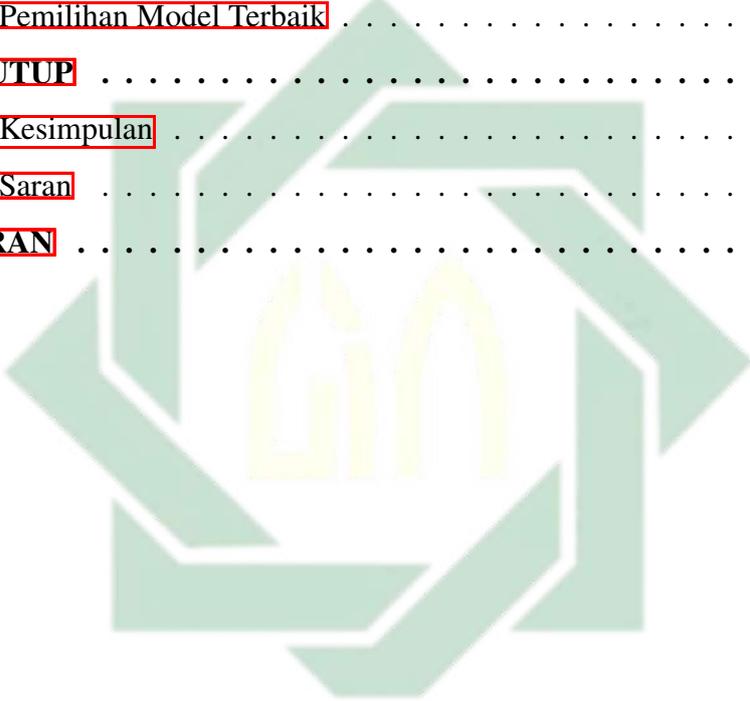
**Keywords:** Covid-19, *Geographically Weighted Regression*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	i
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN</b>	ii
<b>LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING</b>	iii
<b>PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI</b>	iv
<b>LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI</b>	v
<b>MOTTO</b>	vi
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>	vii
<b>ABSTRAK</b>	viii
<b>ABSTRACT</b>	ix
<b>DAFTAR ISI</b>	1
<b>DAFTAR TABEL</b>	4
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	5
<b>I PENDAHULUAN</b>	6
1.1. Latar Belakang Masalah	6
1.2. Rumusan Masalah	11
1.3. Tujuan Penelitian	11
1.4. Manfaat Penelitian	12
1.5. Batasan Masalah	13
1.6. Sistematika Penulisan	13
<b>II TINJAUAN PUSTAKA</b>	15
2.1. <i>Covid-19</i> di Jawa Timur	15
2.2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penyebaran Covid-19	20
2.2.1. Kepadatan Penduduk	20
2.2.2. Penduduk Miskin	21
2.2.3. Penduduk Tidak Bekerja	21
2.2.4. Vaksinasi Covid-19	22
2.3. Analisis Regresi Linier	23

2.3.1. Estimasi Model Regresi Linier	23
2.3.2. Uji Model Regresi Linier	24
2.3.3. Uji Asumsi klasik Residual	26
2.4. Geographically Weighted Regression	28
2.4.1. Estimasi Parameter Model GWR	29
2.4.2. Bandwidth model GWR	32
2.4.3. Matriks Pembobot	32
2.4.4. Uji Hipotesis Model GWR	34
2.5. Pemilihan Model Terbaik	38
2.5.1. Koefisien Determinasi ( $R^2$ )	39
2.5.2. Akaike Information Criterion (AIC)	39
2.6. Integrasi Keislaman	40
<b>III METODE PENELITIAN</b>	<b>44</b>
3.1. Jenis Penelitian	44
3.2. Pengumpulan data	44
3.3. Analisis Data	45
<b>IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>48</b>
4.1. Deskripsi kasus Penyebaran Covid-19 di Wilayah Jawa Timur	48
4.1.1. Peta Sebaran Kasus Covid-19 di Wilayah Jawa Timur	49
4.1.2. Peta Sebaran Kepadatan Penduduk	50
4.1.3. Peta Sebaran Penduduk Miskin di Wilayah Jawa Timur	51
4.1.4. Peta Sebaran Penduduk Tidak Bekerja di Wilayah Jawa Timur	52
4.1.5. Peta Sebaran Jumlah Vaksinasi di Wilayah Jawa Timur	53
4.2. Analisis Regresi Linier	54
4.2.1. Uji Asumsi Multikolinearitas	54
4.2.2. Pembentukan Model Regresi Kasus Covid-19 di Wilayah jawa Timur	55
4.2.3. Pengujian Parameter Model Regresi Linier	58
4.2.4. Pengujian Asumsi Residual Model Regresi Linier	60
4.3. Pemodelan Kasus Covid-19 di Wilayah Provinsi Jawa Timur dengan GWR	62

	3
4.3.1. Jarak Euclidian . . . . .	62
4.3.2. Pemilihan Bandwidth dan Pembobot Optimum . . . . .	63
4.3.3. Estimasi Parameter Model GWR . . . . .	65
4.4. Uji Hipotesis Model GWR . . . . .	68
4.4.1. Pengujian Kesesuaian Model ( <i>Goodness of Fit</i> ) . . . . .	68
4.4.2. Pengujian Signifikansi Parameter Model . . . . .	69
4.5. Pemilihan Model Terbaik . . . . .	73
<b>V PENUTUP</b> . . . . .	<b>74</b>
5.1. Kesimpulan . . . . .	74
5.2. Saran . . . . .	76
<b>LAMPIRAN</b> . . . . .	<b>83</b>



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR TABEL

2.1 Analisis Variansi	25
3.1 Data Penelitian	45
4.1 Deskriptif Variabel	48
4.2 Uji Multikolinearitas	55
4.3 Estimasi Parameter Model Regresi Linier	57
4.4 Uji Anova	58
4.5 Uji Parsial	59
4.6 Uji Normalitas	60
4.7 Uji Homogenitas	61
4.8 Pemilihan Pembobot Optimum	63
4.9 Pemilihan Bandwidth	64
4.10 Estimasi Parameter Model GWR	66
4.11 ANOVA model GWR	69
4.12 Variabel Signifikansi	71
4.13 Pemilihan Model Terbaik	73

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR GAMBAR

2.1	Gambaran Covid-19 menyerang sistem pernafasan	16
2.2	Peta Kasus Covid-19 di Jawa Timur	17
2.3	Grafik perkembangan Covid-19 di Jawa Timur	19
3.1	Flowchart tahapan uji	47
4.1	Deskriptif Kasus Covid-19 di Jawa Timur	50
4.2	Deskriptif Kepadatan Penduduk di wilayah Jawa Timur	51
4.3	Deskriptif Jumlah Penduduk Miskin di Jawa Timur	52
4.4	Deskriptif Penduduk Tidak Bekerja di Jawa Timur	53
4.5	Deskriptif Jumlah Vaksinasi di Jawa Timur	54
4.6	Pengelompokan variabel tiap Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur	72

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Kasus Covid-19 yang terjadi di berbagai negara di tahun 2020 menyebabkan sebagian besar masyarakat mengalami dampak yang signifikan dalam kehidupan sehari-hari, terhitung 31 Desember 2019 hingga 3 Januari 2020 kasus ini semakin meningkat dengan ditandai laporan bahwa terdapat sebanyak 44 kasus Covid-19 dan semakin menambah penyebaran ke khalayak masyarakat negara lain salah satunya yakni negara Indonesia. Indonesia merupakan negara berkembang yang diperkirakan akan menanggung kasus ini dalam periode waktu yang lama (Susilo et al, 2020).

Pada tanggal 19 Mei 2020 kasus terkonfirmasi positif Covid-19 di negara Indonesia tercatat 18.010 orang, jumlah kasus sembuh 4324 orang dan kasus meninggal 1191 orang. Berdasarkan catatan pada website info covid jatim, pada Provinsi Jawa Timur tercatat kasus positif Covid-19 berjumlah 1673 atau 73,35%, jumlah kasus sembuh yakni 374 atau 16,44% dan kasus meninggal sebanyak 224 atau 9,82% dari catatan pusat. Angka tersebut menandakan bahwa Provinsi Jawa Timur tergolong wilayah yang banyak mempunyai kasus positif Covid-19 dan dapat dikatakan sebagai daerah berstatus kasus positif Covid-19 tertinggi (Ulya, 2020).

Langkah utama dalam pencegahan kasus Covid-19 ini adalah pemerintah daerah Jawa Timur membuat kebijakan berupa pembatasan sosial berskala besar di

beberapa kota yakni Sidoarjo, Surabaya, Gresik dan Malang. Penerapan PSBB tersebut sesuai peraturan menteri kesehatan nomor 9 tahun 2020. Salah satu untuk mengoptimalkan usaha pencegahan dan penyebaran Covid-19, pemerintah menerapkan program vaksinasi untuk masyarakat dalam mengurangi tingkat penyebaran kasus Covid-19 ini (Silitonga et al, 2021).

Cara lain yang dapat digunakan untuk mengantisipasi tingginya kasus Covid-19 adalah dengan melakukan prediksi atau analisis terhadap kasus penyebaran Covid-19 di wilayah Jawa Timur. Usaha tersebut penting dilakukan agar pemerintah daerah atau satgas Covid-19 di wilayah Jawa Timur dapat melakukan antisipasi terhadap ketersediaan tenaga kesehatan, sarana dan prasana yang meliputi rumah sakit, alat medis dan lain sebagainya.

Adanya kasus Covid-19 yang menimpa beberapa negara khususnya negara Indonesia dapat diartikan bahwa Allah SWT. sedang memberikan ujian kepada Hamba-Nya. Allah SWT. memberikan musibah Covid-19 untuk hamba-Nya ini tidak lain juga dengan tujuan agar hamba-hambanya selalu dekat dan ingat kepada-Nya. Allah SWT tidak hanya sekedar memberikan ujian kepada hamba-Nya, melainkan juga memberikan pertolongan dalam penyelesaian musibah atau cobaan yang telah diberikan. Pernyataan tersebut sesuai pada ayat Al-Qur'an surat Al-Baqarah ayat 214:

أَمْ حَسِبْتُمْ أَنْ تُدْخَلُوا الْجَنَّةَ وَلَمَّا يَأْتِكُمْ مَثَلُ الَّذِينَ خَلَوْا مِنْ  
 قَبْلِكُمْ مَسَّتْهُمُ الْبَأْسَاءُ وَالضَّرَاءُ وَزُلْزِلُوا حَتَّى يَقُولَ الرَّسُولُ  
 وَالَّذِينَ آمَنُوا مَعَهُ مَتَى نَصُرَ اللَّهُ أَلا إِنَّ نَصْرَ اللَّهِ قَرِيبٌ

Artinya: "Apa kau mengira bahwa kau akan masuk surga, padahal belum

datang kepadamu (ujian) sebagaimana orang-orang dahulu sebelummu? Mereka ditimpa oleh malapetaka dan kesengsaraan, serta digoncangkan (dengan bermacam-macam cobaan), sehingga berkatalah Rasul dan orang-orang yang beriman bersamanya, “mungkinkah datang pertolongan Allah?” maka ingatlah, sesungguhnya pertolongan Allah itu amat dekat” (QS. Al-baqarah ayat 214).

Berdasarkan ayat diatas, Allah mengirimkan ujian ataupun musibah baik berupa kesengsaraan dan penderitaan selayaknya orang-orang terdahulu, tetapi didatangkan juga sebuah pertolongan yang sangat dekat, sehingga ujian tersebut didatangkan agar umatnya senantiasa mengingat dan memohon pertolongan hanya kepada-Nya.

Kondisi daerah di wilayah Jawa Timur yang relatif heterogen baik tingkat kesadaran masyarakat akan kasus Covid-19, kepadatan penduduk, penduduk miskin, dan penduduk yang tidak bekerja maka kuat dugaan bahwa sebaran Covid-19 di masing-masing wilayah itu dipengaruhi oleh faktor kewilayahan. Model atau metode yang bisa digunakan dalam melakukan identifikasi faktor-faktor yang berpengaruh pada penyebaran Covid-19 dengan memperhatikan masing-masing wilayah menggunakan regresi spasial. Regresi Spasial adalah suatu metode dari pengembangan regresi linier global dimana untuk mengetahui pengaruh variabel dependen terhadap variabel independen yang didasarkan pada pengaruh kewilayahan pada data yang dianalisis (Tarigan, 2020).

Metode yang bisa digunakan untuk melakukan prediksi dalam bentuk model spasial diantaranya adalah GWR (*Geographically Weighted Regression*), GWPR (*Geographically Weighted Poisson Regression*), SARMA (*Model Spatial Autoregressive Moving Average*), SEM (*Spatial Error Model*) dan lain sebagainya. GWR (*Geographically Weighted Regression*) merupakan metode yang

berkembang dari model regresi yang mana setiap parameternya ditentukan di setiap lokasi pengamatan, dan menghasilkan nilai parameter regresi yang beda antar setiap lokasi pengamatan (Yasin, 2021).

*Geographically Weighted Regression* (GWR) adalah salah satu metode statistika yang digunakan untuk menganalisis adanya heterogenitas spasial data. GWR digunakan untuk memodelkan data variabel respon yang mempertimbangkan unsur spasial. Berdasarkan model yang didapatkan dari metode GWR ini diharapkan dapat mengetahui tingkat penyebaran virus Covid-19 dan juga faktor yang mempengaruhi penyebaran pada masing-masing lokasi (Wheeler et al, 2010).

Beberapa penelitian dengan metode GWR telah dilakukan diantaranya oleh Mahdy (2021) yang meneliti pemodelan jumlah kasus Covid-19 di Jawa Barat. Penelitian tersebut menggunakan variabel yakni kepadatan penduduk, persentase kemiskinan, tingkat pengangguran terbuka, persentase rumah tangga dengan sanitasi layak, dan persentase rumah tangga dengan sumber air minum layak. Penelitian tersebut mendapatkan hasil yang menunjukkan bahwa persentase kemiskinan mempengaruhi penyebaran Covid-19 sebagian wilayah di Provinsi Jawa Barat.

Penelitian lain dilakukan oleh Dea dkk (2021) yang meneliti faktor yang menyebabkan penyebaran covid-19 pada kelurahan Lanjas Kota Muara Teweh Kabupaten Barito Utara. Penelitian tersebut dilakukan dengan menggunakan metode *Cluster Random Sampling* dengan variabel respon dari masyarakat terkait pemakaian masker, menjaga jarak, mencuci tangan dan mobilitas sosial yang mana mendapatkan hasil bahwa penyebaran covid-19 dipengaruhi oleh faktor masyarakat yang kurang dalam penggunaan masker, dan masih pengetahuan yang

cukup dalam hal-hal mencegah penyebaran Covid-19.

Wahyu Nopilia (2021) juga telah melakukan penelitian terkait beberapa faktor yang dapat mempengaruhi tingginya kasus Covid-19. Teknik analisis data yang digunakan dengan metode deskriptif presentase dan analisis tabel silang. Hasil penelitian tersebut diketahui bahwa faktor yang mempengaruhi tingginya Covid-19 yakni dari faktor internal, seperti pengetahuan, sikap dan perilaku dan dari faktor eksternal meliputi kebijakan pemerintah dan lingkungan tempat tinggal.

Model Angka Prevalensi Kusta dan Faktor yang Mempengaruhinya di Jawa Timur Menggunakan *Geographically Weighted Regression* (GWR) merupakan penelitian lain yang dilakukan oleh Dzikrina dan Purnami (2013). Studi ini membandingkan variasi faktor yang mempengaruhi angka prevalensi kusta di berbagai wilayah geografis. Penelitiannya menghasilkan model angka prevalensi kusta di Provinsi Jawa Timur yang menggambarkan pengaruh faktor geografis.

Haryanto dan Andriani (2021) juga melakukan penelitian mengenai pemodelan jumlah penduduk miskin di Jawa Tengah menggunakan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR). Penelitian ini dilakukan dengan tujuan yakni menentukan faktor yang mempengaruhi jumlah penduduk miskin setiap Kabupaten/Kota di wilayah Jawa Tengah. Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan nilai  $R^2$  dan juga penurunan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Pemodelan metode GWR dapat dikatakan lebih efektif pada gambaran suatu kasus di setiap wilayah. Oleh sebab itu, metode GWR ini sering digunakan dalam penelitian yang mengidentifikasi model spasial ataupun menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi (Haryanto et al, 2021).

Berdasarkan uraian diatas perlu ada penelitian yang mengidentifikasi faktor-

faktor yang berkontribusi terhadap tingkat penyebaran covid-19 di Kabupaten/Kota wilayah Jawa Timur. Khususnya pengaruh wilayah terhadap tingkat penyebaran Covid-19. Penelitian ini penting dilakukan karena bisa jadi pola sebaran di masing-masing Kabupaten/Kota berbeda antara satu dengan yang lain. Oleh karenanya, peneliti akan melakukan penelitian untuk mengidentifikasi beberapa faktor yang berpengaruh terhadap penyebaran covid-19 wilayah Jawa Timur yaitu ditinjau dari faktor-faktor apa saja yang paling dominan berpengaruh dari tiap Kabupaten/Kota di wilayah Jawa Timur dengan metode *Geographically Weighted Regression*.

### 1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana model regresi linier kasus penyebaran Covid-19 di wilayah Jawa Timur dengan menggunakan metode OLS?
2. Bagaimana model regresi kasus penyebaran Covid-19 di wilayah Jawa Timur dengan menggunakan *Geographically Weighted Regression* (GWR)?
3. Faktor apa saja yang mempengaruhi penyebaran Covid-19 di wilayah Jawa Timur?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Menurut paparan dari rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui model penyebaran Covid-19 di Jawa Timur dengan menggunakan metode OLS dan juga *Geographically Weighted regression* (GWR).

2. Untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap penyebaran Covid-19 di Jawa Timur.

#### 1.4. Manfaat Penelitian

Menurut paparan dari tujuan penelitian diatas, maka manfaat dari penelitian ini yakni sebagai berikut:

1. Bagi penulis

Diharapkan penelitian dapat bermanfaat dapat meningkatkan pengetahuan dan wawasan mengenai *Geographically Weighted Regression (GWR)* yang dapat digunakan dalam mengetahui model penyebaran Covid-19.

2. Bagi Masyarakat

Diharapkan penelitian bermanfaat sebagai referensi studi literatur untuk penelitian selanjutnya. Selain itu, penelitian ini juga bermanfaat agar dapat mempermudah dalam mendapatkan informasi mengenai tingkat penyebaran virus Covid-19 dan juga mengenai faktor-faktor yang berpengaruh pada penyebaran Covid-19.

3. Bagi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya

Diharapkan penelitian ini bermanfaat sebagai penambah koleksi pustaka bagi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya, juga mahasiswa Sains dan Teknologi yang berfokus pada mahasiswa Program Studi Matematika.

4. Bagi Pemerintah

Diharapkan penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar dalam pengambilan kebijakan penanganan Covid-19 di wilayah Jawa Timur.

### 1.5. Batasan Masalah

Penelitian dengan ruang lingkup yang luas akan mengakibatkan kurang terfokus pada pokok pembahasan, maka untuk mengurangi kurangnya kefokusannya pada pembahasan perlu adanya pembatasan terhadap masalah. Adapun pembatasan masalah pada penelitian ini diantaranya:

1. Pengamatan dan penelitian ini terbatas pada data kasus Covid-19 di Jawa Timur, yakni pada jumlah kasus positif Covid-19 yang terjadi pada tahun 2021 yang mana pada tahun tersebut memiliki kasus covid-19 tinggi dan mulai dilakukan sistem vaksinasi.
2. Variabel yang diteliti pada penelitian ini adalah aspek kependudukan dan aspek perekonomian yaitu kepadatan penduduk, penduduk tidak bekerja, penduduk miskin, dan juga vaksinasi karena aspek tersebut dapat dikatakan dapat berpengaruh pada penyebaran Covid-19.

### 1.6. Sistematika Penulisan

BAB I Pendahuluan, berisi mengenai latar belakang penelitian mulai dari kasus apa yang sedang terjadi hingga dilanjutkan penjelasan mengenai alasan melakukan penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, penjelasan mengenai apa saja manfaat dari penelitian, hal-hal yang dibatasi dalam penelitian dan sistematika pada penelitian.

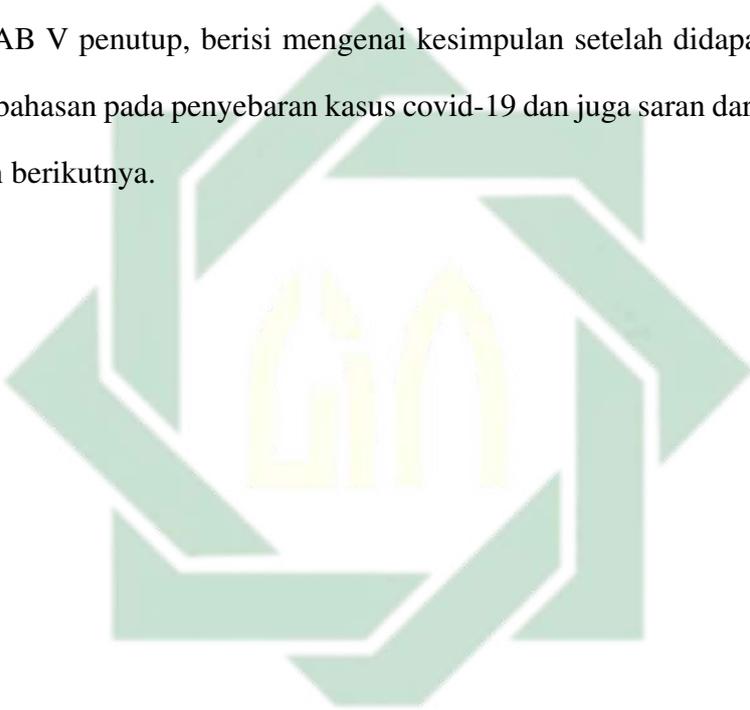
BAB II Tinjauan Pustaka, berisi mengenai kajian-kajian teoritis dari virus Covid-19, dampak yang diakibatkan, hingga penanggulangan yang sudah dijalankan, dan juga *Geographically Weighted Regression* (GWR).

BAB III Metode Penelitian, berisi mengenai penjelasan jenis penelitian,

jenis data, metode pengumpulan data, variabel yang digunakan dan juga metode yang digunakan dalam penelitian.

BAB IV Hasil dan Pembahasan, berisi mengenai penjelasan pada hasil proses analisis data dan juga pembahasannya pada penyebaran kasus covid-19 di wilayah Jawa Timur.

BAB V penutup, berisi mengenai kesimpulan setelah didapatkan hasil dan juga pembahasan pada penyebaran kasus covid-19 dan juga saran dari penulis untuk penelitian berikutnya.



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

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

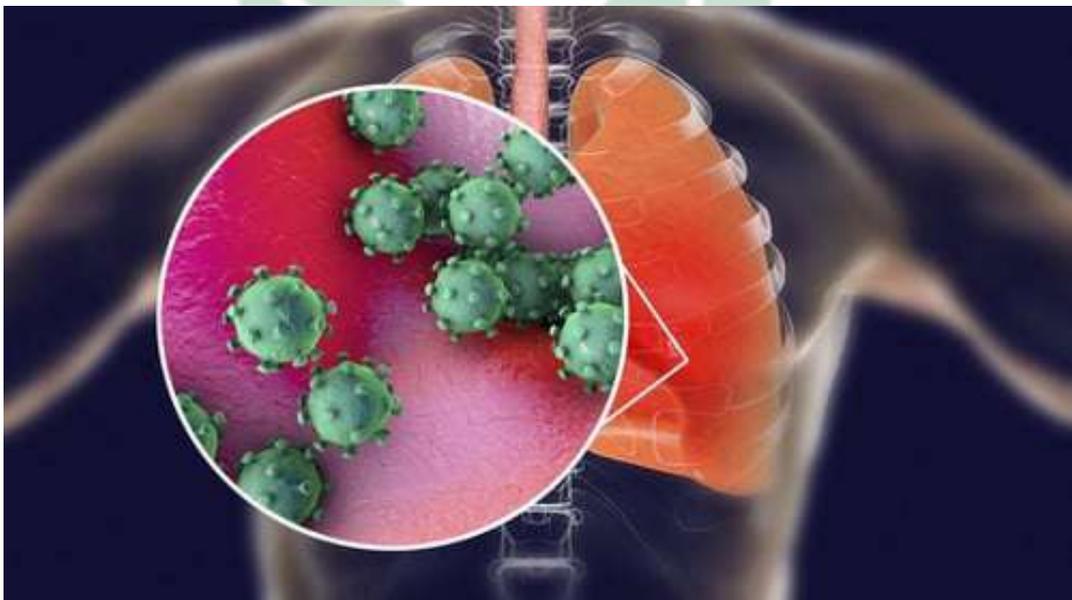
Covid-19 merupakan virus yang ditemukan pada 31 Desember 2019 di Wuhan, China (Herliandry et al, 2020). Ciri khas dari virus ini yaitu kecepatan penyebarannya yang sangat tinggi. *Coronavirus* merupakan salah satu virus yang menyebabkan berbagai macam gejala ringan sampai berat. Dilihat dari segi gejalanya, virus ini lebih terfokus menyerang bagian pernafasan manusia dimana apabila tidak segera ditangani akan mengakibatkan kematian. Wabah ini mengalami akhir kisah yang berbeda di tiap negara. Dimana keadaan tersebut bergantung pada penerapan kebijakan serta ketanggapan masyarakat dalam mengurangi tingkat penyebaran (Herliandry et al, 2020).

Covid-19 merupakan penyakit yang belum pernah terdeteksi pada tahun-tahun sebelumnya. Virus ini dinamakan SARS-CoV-2 yang dapat menular antara hewan dan manusia (*zoonosis*). Virus Covid-19 adalah RNA strain tunggal positif yang menyebabkan infeksi saluran pernafasan manusia. Covid-19 ini memiliki sifat yang sensitif terhadap suhu panas, oleh karenanya secara efektif bisa dinonaktifkan oleh disinfektan yang terkandung klorin didalamnya (Yanuarita et al, 2021).

Tidak hanya itu, sumber dari virus Covid-19 ini diduga berasal dari hewan yakni kelelawar dan juga faktor lain seperti tikus bambu dan musang. Penyebaran virus yang berlatar belakang dari hewan ini terjadi karena adanya kontak dengan orang yang terinfeksi. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Chaolin

Huang beserta rekan-rekannya didapatkan hasil analisis yaitu telah terjadi konsentrasi sitokin yang bernilai tinggi dalam plasma pasien yang kritis. Oleh sebab itu, dapat disimpulkan bahwa Covid-19 menyebabkan sejumlah *pneumonia* yang fatal dengan presentasi klinis sangat menyerupai SARS-CoV yang menjadi salah satu faktor bahwa wabah virus ini tidak membedakan usia, baik anak-anak hingga dewasa (Yang et al, 2021).

Penyakit Corona Virus 19 ini merupakan penyakit yang dapat menularkan ke sesama manusia yang disebabkan oleh sindrom pernafasan akut corona virus 2 (SARS-CoV-2). Gejala umum yang dialami oleh penderita penyakit ini yakni batuk, demam dan sesak nafas. Adapaun gejala lain yang mungkin dialami berupa sakit tenggorokan, nyeri otot, diare, kehilangan bau dan juga sakit perut. Sebagian besar kasus yang terkonfirmasi penyakit ini mengalami gejala ringan.



**Gambar 2.1** Gambaran Covid-19 menyerang sistem pernafasan

Sumber : <https://images.app.goo.gl/yPghL3mETsfwirHB7>

Sementara itu ada juga yang telah berkembang menjadi virus pneumonia hingga mengakibatkan kegagalan multi-organ (Andriana, 2021). Virus Covid-19 ini dapat menyebar dari manusia ke manusia lain melalui percikan batuk atau bersin yang biasa disebut droplet. Orang yang mengalami kontak erat dengan penderita adalah orang yang beresiko tinggi untuk tertular salah satunya yaitu orang yang merawat pasien tersebut.

Seseorang dari Depok, Jawa Barat, memiliki kasus pertama yang terjadi di Indonesia. Dua warga negara Indonesia dilaporkan positif terjangkit virus Covid-19 oleh Presiden Joko Widodo. Mereka dianggap melakukan kontak langsung dengan pengunjung Jepang ke negara itu. Tim Kementerian Kesehatan telah menemukan warga tambahan yang juga berinteraksi dengan sejumlah warga Jepang. Pemerintah Indonesia melaporkan ada 91.751 orang yang dinyatakan positif mengidap virus Covid-19 pada 22 Juli 2020 akibat penyebaran virus yang cepat.



**Gambar 2.2 Peta Kasus Covid-19 di Jawa Timur**

Sumber : <https://images.app.goo.gl/w1MHyZsYxQxrvLAG7>

Tiap hari demi hari virus Covid-19 ini semakin cepat tingkat penyebarannya,

terkhusus pada wilayah Jawa Timur. Berdasarkan informasi-informasi berita yang ada, wilayah Jawa Timur tergolong wilayah dengan tingkat kasus positif tertinggi dimana hingga mencapai zona hitam. Dari data per 7 Mei 2020, jumlah total ODP (orang dalam pengawasan) tertulis sekitar 2.881 orang, jumlah total PDP (pasien dalam pengawasan) tertulis sekitar 1.641 orang, jumlah total yang terkonfirmasi Covid-19 tertulis sekitar 592 orang, jumlah total kasus pasien sembuh berkisar 91 orang dan jumlah orang meninggal karena Covid-19 sekitar 78 orang (Kristanto et al, 2020).

Berdasarkan data update perkembangan Covid-19 di wilayah Jawa Timur semakin hari dapat dikatakan mengalami peningkatan. Tertulis pada tanggal 17 April 2020 terdapat penambahan yakni empat orang sehingga total pasien terkonfirmasi Covid-19 yang mulanya 92 orang kini menjadi 96 orang (Kurniawan, 2020). Menurut data dari Dinas Kominfo Jatim, tercatat ada penambahan 208 pasien positif Covid-19 pada tanggal 17 Juni 2020. Rincian dari 208 orang positif tersebut yakni 81 orang dari Surabaya, 37 orang berasal dari Kabupaten Sidoarjo dan Tulungagung, 25 orang dari Kabupaten Gresik, 10 dari Kabupaten Pasuruan, 7 orang dari Kabupaten Malang, 3 orang dari Kota Batu, 2 orang dari Kota Malang, dan 1 orang dari Kabupaten Mojokerto dan Bondowoso (Kurniawan, 2020).

Penderita Covid-19 di wilayah Jawa Timur selalu mengalami kenaikan yang signifikan setiap harinya. Tercatat pada tanggal 17 Agustus 2020 mengalami penambahan sebanyak 336 orang. Sehingga total kasus Covid-19 mencapai angka 28239 orang. Berdasarkan informasi tambahan yang ada, diketahui bahwa penambahan terbanyak berada pada wilayah Surabaya yang mencapai 112 orang dan posisi kedua terbanyak berada pada Kabupaten Sidoarjo dengan jumlah 88 orang (Agustina, 2020).

Pada tanggal 17 Oktober 2020, jumlah penderita positif Covid-19 di wilayah Jawa Timur naik sebanyak 238 orang, sehingga total kumulatif yakni 48690 orang. Penambahan kasus positif Covid-19 tersebut paling tinggi diduduki oleh Kabupaten Surabaya dengan total kasus sebanyak 28 orang (Agustina, 2020).

Di akhir tahun 2020, tepatnya pada tanggal 17 Desember 2020 penambahan kasus Covid-19 di wilayah Jawa Timur terbanyak berada pada Kabupaten Kediri yakni 86 orang dan posisi kedua berada pada Kabupaten Lamongan sebanyak 65 orang. Pada tanggal 17 Januari 2021 terdapat penambahan 42 kasus baru positif Covid-19 di wilayah Surabaya. Penambahan tersebut menyebabkan kasus Covid-19 di Wilayah Jawa Timur tepatnya Surabaya bernilai total 18974 kasus (Arum, 2021). Perkembangan kasus Covid-19 di wilayah Jawa Timur ini mengalami peningkatan yang signifikan tiap harinya yang mana tidak sebanding dengan angka kesembuhan dan juga angka meninggal seperti tercantum pada grafik berikut :



Gambar 2.3 Grafik perkembangan Covid-19 di Jawa Timur

Sumber :

<https://awsimages.detik.net.id/community/media/visual/2020/04/12/a79520a7-25cb-45ef-a10e-cac0a5da6a2a.jpeg?w=700q=90>

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

Berbagai variabel fundamental yang diketahui berpengaruh pada jumlah pasien Covid-19 turut mempengaruhi penyebaran penyakit tersebut. Unsur-unsur tersebut meliputi kepadatan penduduk, status sosial ekonomi, kurangnya lapangan kerja, dan tingkat imunisasi.

### 2.2.1. Kepadatan Penduduk

Penduduk merupakan makhluk sosial yang terdapat pada suatu wilayah tertentu. Berdasarkan daerah tempat tinggalnya, penduduk dibedakan menjadi dua yakni penduduk desa dan penduduk kota. Secara umum penduduk kota lebih signifikan berjumlah besar dibandingkan dengan penduduk desa. Banyak masyarakat lebih memilih tinggal di perkotaan dengan faktor yakni jumlah penghasilan di kota lebih besar dibandingkan di desa. Secara sosial rumah adalah tempat pertama dalam pembinaan generasi penerus bangsa (Sabiq et al, 2021).

Banyaknya masyarakat yang menempati suatu daerah menyebabkan berkurangnya luas lahan wilayah tersebut. Hal tersebut menjadi salah satu faktor penyebab suatu kota padat akan penduduk. Penduduk perkotaan merupakan mereka yang bertempat tinggal dan bekerja di wilayah perkotaan (Suhaeni, 2021).

Kepadatan dalam suatu ruangan atau wilayah dapat membentuk persepsi seseorang merasa terdesak dan akhirnya menghasilkan perilaku yang agresif, sehingga menyebabkan peristiwa yang seringkali terlihat adalah perilaku agresif seperti kriminal dan lainnya. Selain itu, kepadatan penduduk juga mengakibatkan sempitnya pergerakan masyarakat untuk beraktifitas dan cenderung akan mudah bertemu dengan orang-orang sekitar. Hal ini signifikan pada kasus Covid-19 dengan adanya kontak langsung bersama orang-orang (Mahdy, 2021).

### 2.2.2. Penduduk Miskin

Kemiskinan adalah suatu permasalahan yang ramai diperbincangkan dan dapat dikatakan kasus serius yang terus dihadapi hampir di semua negara. Salah satunya adalah negara Indonesia dengan tingkat kemiskinan penduduk yang terbilang cukup tinggi. Kurang tingginya tingkat pertumbuhan ekonomi secara merata di wilayah Indonesia merupakan salah satu faktor kemiskinan semakin berkembang (Wanto et al, 2021).

Kemiskinan merupakan suatu keadaan terjadinya kekurangan suatu hal umum yang semestinya dimiliki seseorang contohnya sandang, pangan dan papan. Di negara berkembang, masalah kemiskinan ini adalah masalah yang rumit walaupun sudah ada negara yang berhasil meminimalisir tingkat kemiskinan dengan cara melakukan pembangunan di bidang produksi dan pendapatan nasional (Suhaeni, 2021).

Tidak adanya akses dalam pekerjaan dan juga pendidikan serta tidak dapat kehormatan yang layak sebagai warga negara adalah cakupan kemiskinan yang berarti luas. Penduduk miskin tidak mendapatkan fasilitas yang memadai seperti akses mengenai pengobatan di rumah sakit merupakan faktor penyebab memudahkan virus menular ke sesama manusia (Julian, 2020).

### 2.2.3. Penduduk Tidak Bekerja

Pengangguran adalah salah satu masalah yang bisa merusak perekonomian suatu negara, pengangguran erat kaitannya dengan kemiskinan. Kondisi ini akan berpengaruh pada keuangan, baik dalam waktu terdekat maupun di masa depan. Meningkatnya angka pengangguran menyebabkan timbulnya biaya yang cukup tinggi yang ditandai dengan beban sosial yang dirancang oleh negara semakin

meningkat. Akibat hal tersebut, maka dapat menimbulkan kemunduran perekonomian pada suatu negara dan berakibat negatif apabila pengangguran tidak segera diatasi (Kuncoro, 2014).

Pengangguran yang tidak mendapatkan penghasilan tetap secara pelan-pelan akan berubah menjadi kaum sosial yang miskin, yang mana kemiskinan juga termasuk perkara ekonomi yang seharusnya dicarikan solusi yang tepat misalnya membuka lapangan pekerjaan yang memadai bagi para calon pekerja yang masih produktif. Oleh karena itu kasus pengangguran ini merupakan faktor yang dapat berpengaruh pada kasus positif Covid-19 (Basmar et al, 2020).

#### **2.2.4. Vaksinasi Covid-19**

Kasus Covid-19 dianalisa akan terus berkelanjutan dan menimbulkan beban mortalitas yang sangat besar. Disisi lain kasus tersebut mengganggu masyarakat dan ekonomi diseluruh dunia. Penanggulangan yang sudah dijalankan oleh pemerintah adalah pemberian vaksinasi dalam skala besar dan adil. Perlunya kapasitas sistem kesehatan yang memadai, serta strategi untuk meningkatkan kepercayaan dan penerimaan vaksin bagi masyarakat dalam pelaksanaan vaksinasi (Astuti N et al, 2021).

Pelaksanaan vaksinasi Covid-19 yang dilakukan diberbagai negara yang terkena Covid-19 salah satunya di Indonesia ini dilakukan oleh Kementerian Kesehatan dengan pelaksanaan vaksinasi Covid-19 menetapkan beberapa hal yaitu kriteria penerima vaksin, prioritas wilayah penerima vaksin Covid dan jadwal serta tahapan pemberian vaksin. Dengan adanya pelaksanaan vaksinasi ini diharapkan dapat berpengaruh terhadap jumlah kasus terkonfirmasi Covid-19 (Ayunda et al, 2021).

### 2.3. Analisis Regresi Linier

Model aljabar yang disebut regresi linier menjelaskan bagaimana variabel dependen memengaruhi variabel independen. Untuk mengidentifikasi model yang berkaitan dengan interaksi antara variabel independen dan dependen, digunakan regresi linier. Regresi linier sederhana terjadi ketika variabel independen hanya berisi satu variabel, regresi linier berganda terjadi ketika variabel independen mengandung banyak variabel (Dzikrina et al, 2013). Metode yang digunakan dalam estimasi parameter model regresi linier adalah *Ordinary Least Square* (OLS) (Mahdy, 2021). Bentuk model umum regresi linier yakni sebagai berikut:

$$y = \beta_0 + \sum_{k=1}^p \beta_k x_{ik} + \epsilon_i \quad (2.1)$$

Keterangan:

$y$  : variabel dependen

$\beta_0$  : intercep/konstanta

$\beta_k$  : koefisien regresi pada  $x_{ik}$

$x_{ik}$  : matriks dari variabel ke-k

$\epsilon$  : vektor dari variabel acak independen

$i$  : 1,2,3,...,n

$k$  : 1,2,3,...,p

#### 2.3.1. Estimasi Model Regresi Linier

Pendekatan *Ordinary Least Square* (OLS) digunakan untuk mengestimasi parameter dalam model regresi linier dengan meminimalkan jumlah kesalahan kuadrat. Selisih antara data asli dan data prediksi digunakan untuk menghitung

nilai error, yang membuat nilai estimasi lebih mirip dengan data sebenarnya. Bentuk formula penduga parameter dirumuskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\epsilon^T \epsilon &= (\mathbf{Y} - \mathbf{X}\beta)^T (\mathbf{Y} - \mathbf{X}\beta) \\ &= \mathbf{Y}^T \mathbf{Y} - \mathbf{Y}^T \mathbf{X}\beta - \beta^T \mathbf{X}^T \mathbf{Y} + \beta^T \mathbf{X}^T \mathbf{X}\beta\end{aligned}$$

nilai  $\beta^T \mathbf{X}^T \mathbf{Y}$  merupakan matriks 1x1 dimana transposenya  $(\beta^T \mathbf{X}^T \mathbf{Y})^T = \mathbf{Y}^T \mathbf{X}\beta$  memiliki nilai yang sama, sehingga:

$$\begin{aligned}\epsilon^T \epsilon &= \mathbf{Y}^T \mathbf{Y} - \mathbf{Y}^T \mathbf{X}\beta - \mathbf{X}^T \beta^T \mathbf{Y} + \mathbf{X}^T \beta^T \mathbf{X}\beta \\ &= \mathbf{Y}^T \mathbf{Y} - \mathbf{Y} \beta^T \mathbf{X}^T - \mathbf{X}^T \beta^T \mathbf{Y} + \mathbf{X}^T \beta^T \mathbf{X}\beta \quad (2.2) \\ &= \mathbf{Y}^T \mathbf{Y} - 2\mathbf{X}^T \beta^T \mathbf{Y} + \mathbf{X}^T \beta^T \mathbf{X}\beta\end{aligned}$$

Estimasi parameter  $\hat{\beta}$  didapatkan dengan menurunkan persamaan (2.2) terhadap  $\beta^T$  yakni sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\frac{\sigma \epsilon^T \epsilon}{\sigma \beta^T} &= \frac{\sigma (\mathbf{Y}^T \mathbf{Y} - 2\mathbf{X}^T \beta^T \mathbf{Y} + \mathbf{X}^T \beta^T \mathbf{X}\beta)}{\sigma \beta^T} \\ &= 0 - 2\mathbf{X}^T \mathbf{Y} + 2\mathbf{X}^T \mathbf{X}\beta \\ 2\mathbf{X}^T \mathbf{Y} &= 2\mathbf{X}^T \mathbf{X}\beta \\ \mathbf{X}^T \mathbf{Y} &= \mathbf{X}^T \mathbf{X}\beta \\ \hat{\beta} &= (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} (\mathbf{X}^T \mathbf{Y})\end{aligned} \quad (2.3)$$

### 2.3.2. Uji Model Regresi Linier

Untuk mengetahui parameter tersebut sudah memiliki hubungan antara variabel independen dan dependen perlu dilakukan uji model regresi linier. Uji ini

dilakukan dengan dua metode yakni uji serentak dengan menggunakan uji F dan uji parsial dengan menggunakan uji t.

a. Uji serentak

Uji serentak dilakukan dengan menggunakan uji F yang mana untuk menguji seluruh parameter pada model regresi secara bersamaan. Hipotesis yang digunakan dalam pengujian ini adalah:

$H_0 : \theta_1 = \theta_2 = \dots = \theta_p$  variabel independen tidak berpengaruh

$H_1 : \theta_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, p$  minimal terdapat satu variabel independen yang berpengaruh

**Tabel 2.1 Analisis Variansi**

Varians	Df	Jumlah Kuadrat	Rataan Kuadrat	$F_{hitung}$
Regresi	p	$JKR = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2$	$RKR = \frac{JKR}{p}$	$\frac{RKR}{RKG}$
Galat	n-(p-1)	$JKG = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2$	$RKG = \frac{JKG}{n-(p-1)}$	
Total	n-1	$JKT = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2$		

sumber: (Wheeler et al, 2010)

$$F_{hitung} = \frac{RKR}{RKG} = \frac{JKR/p}{JKG/(n-p-1)} \quad (2.4)$$

Keputusan tolak  $H_0$  terjadi apabila  $F_{hitung} > F_{\alpha,p,n-p-1}$ , dengan taraf signifikansi  $\alpha = 5\%$  dan derajat bebas  $(p, (n - p - 1))$ , yang berarti terdapat 1 variabel independen yang berpengaruh pada variabel dependen.

#### b. Uji Parsial

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui parameter mana yang signifikan dalam mempengaruhi variabel respon. Pengujian dilakukan dengan hipotesis:

$H_0 : \theta = 0$  parameter tidak signifikan

$H_1 : \theta_j \neq 0, j = 1, 2, 3 \dots p$  parameter signifikan

Dengan statistik uji:

$$t_{hitung} = \frac{\theta}{s.e_{\hat{\theta}}} \quad (2.5)$$

Dimana  $e_{\theta}$  adalah vektor residual pada regresi OLS. Jika  $|t_{hitung}| \geq t_{(\alpha/2, n-p-1)}$  atau nilai p-value  $< 0.05$ , maka tolak  $H_0$  sehingga pengujian dikatakan parameter terdapat pengaruh signifikan terhadap variabel dependen.

### 2.3.3. Uji Asumsi klasik Residual

Pengujian asumsi klasik dilakukan untuk menganalisa dan mengatasi masalah ketika asumsi tersebut tidak terpenuhi. Model regresi linier ada tiga uji asumsi yang seharusnya terpenuhi yakni uji multikolinieritas, normalitas dan heterogenitas.

#### a. Uji Multikolinearitas

Uji multikolinearitas dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui adanya hubungan linier dari variabel independen dalam model regresi. Model regresi dikatakan baik apabila tidak terjadi korelasi antar variabel. Pengujian multikolinearitas dapat dilakukan dengan menentukan nilai *variance inflation factors* (VIF), untuk nilai

VIF melebihi 10 menunjukkan korelasi tinggi, untuk mendapatkan nilai VIF dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R_j^2} \quad (2.6)$$

Keterangan:

$R_j^2$  : koefisien determinasi independen dengan rumus  $R_j^2 = 1 - \frac{JKG}{JKT}$

j : variabel prediktor ke-j

#### b. Uji Normalitas

Uji residual berdistribusi normal dilakukan guna memenuhi asumsi pada regresi linier. ketika data telah berdistribusi normal maka dapat dikatakan data tersebut merupakan data yang baik dalam suatu model penelitian. Metode yang digunakan dalam uji distribusi normal yaitu dengan menggunakan uji *kolmogorov-smirnov*.

Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$H_0$  : Residual berdistribusi normal

$H_1$  : Residual tidak berdistribusi normal

Uji *Kolmogorov-smirnov* dituliskan dengan rumus sebagai berikut:

$$D = \max |P_{\epsilon_i} - P_{z_i}| \quad (2.7)$$

Keterangan :

$P_{\epsilon_i}$  : fungsi hipotesis distribusi

$P_{z_i}$  : fungsi peluang kumulatif data sampel

Daerah penolakan  $H_0$  berlaku apabila nilai  $D > D_{tabel} = D_{(\alpha, df=n)}$  atau nilai p-value  $< \alpha = 5\%$ .

### c. Uji Heterogenitas

Pada pengujian efek spasial terdapat metode yang dapat digunakan yaitu uji *Breusch-Pagan* untuk mendeteksi heterogenitas spasial (Ramadan et al, 2021). Pada uji *Breusch-pagan* untuk heterogenitas spasial dilakukan dengan hipotesis berikut:

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

$$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma^2 \text{ terdapat 1 (residual tidak identik)}$$

Dengan statistik uji yakni sebagai berikut:

$$BP = \frac{1}{2} f^T \mathbf{A} (\mathbf{A}^T \mathbf{A})^{-1} \mathbf{A}^T f \quad (2.8)$$

Dengan  $f$  adalah vektor yang dirumuskan sebagai berikut:

$$f_i = \frac{\epsilon_1^2}{\sigma^2} - 1 \quad (2.9)$$

dan  $\mathbf{A}$  adalah matiks dengan ukuran  $n \times (k + 1)$  yang berisikan vektor yang sudah dinormalisasikan. Jika  $BP > X_p^2$  maka tolak  $H_0$  atau termasuk heterogenitas spasial.

#### 2.4. *Geographically Weighted Regression*

*Geographically Weighted Regression* (GWR) merupakan regresi linear yang telah dikembangkan yang mana pada metode GWR berlaku secara lokal. Model pada metode GWR ini menghitung parameter di setiap lokasi yang di amati, maka tiap lokasi akan memiliki model regresi yang berbeda-beda (Farida, 2016). Heterogenitas spasial dianalisis menggunakan metode GWR. Ketika variabel independen menghasilkan hasil yang beragam di berbagai titik dalam wilayah studi yang sama, ini dikenal sebagai heterogenitas spasial. Variabel respon  $Y$ , yang

diestimasi dalam model GWR yang menghubungkan variabel independen untuk setiap koefisien regresi, bergantung pada tempat data ditampilkan. Model GWR tersebut berbentuk seperti berikut: (Haryanto et al, 2021)

$$Y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{(k=1)}^p \beta_k(u_i, v_i) x_{ik} + \epsilon_i, i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.10)$$

Dimana:

$Y_i$  = angka observasi variabel respon ke-i

$\beta$  = koefisien regresi

$u_i$  = koordinat *longitude* (Garis Bujur) untuk pengamatan ke-i

$v_i$  = koordinat *latitude* (Garis Lintang) untuk pengamatan ke-i

$\epsilon_i$  = error ke-i

$x_{ik}$  = variabel independen ke-k pada pengamatan ke-i

#### 2.4.1. Estimasi Parameter Model GWR

Parameter penduga pada model GWR diproses menggunakan metode *Weighted Least Square* (WLS) yakni dengan menambahkan nilai pembobot spasial sebagai perwakilan letak data observasi satu dengan yang lainnya. Dalam pendugaan parameter di sebuah titik lokasi, pada metode *Weighted Least Square* (WLS) memberi nilai pembobot yang beda pada semua amatan. Nilai pembobot yang besar tersebut didasarkan pada jarak antar lokasi pengamatan. Semakin dekat jarak lokasi dengan pengamatan yang diduga, maka semakin besar bobot tersebut dalam estimasi  $\beta(u_i, v_i)$  (Lutfiani et al, 2019). Bentuk formula penduga parameter dirumuskan sebagai berikut:

$$\hat{\beta}(u_i, v_i) = [\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X}]^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{Y} \quad (2.11)$$

Dimana  $\mathbf{W}(u_i, v_i)$  merupakan matriks berukuran  $n \times n$  dengan diagonal pembobot spasial pada lokasi ke- $i$ . Model GWR memiliki besar pembobot di setiap lokasi yang ditentukan dengan menggunakan fungsi kernel, dengan 2 fungsi kernel yakni *fixed* dan *adaptive*. Untuk semua situs pembobotan, nilai *bandwidth* yang dimiliki oleh fungsi kernel *fixed* adalah sama. Sementara nilai setiap lokasi pengamatan untuk parameter *bandwidth* dalam fungsi kernel *adaptive* berbeda (Lumaela et al, 2013).

Misalkan pembobot yang diberikan untuk setiap lokasi ke- $i$  adalah  $w_j(u_i, v_i)$  dengan  $j=1,2,3,\dots,n$ , maka parameter lokasi  $(u_i, v_i)$  diestimasi dengan menambahkan unsur pembobot pada persamaan model GWR dan dilanjutkan meminimumkan jumlah kuadrat error berikut: (Manggri, 2018)

$$\sum_{j=1}^n w_j(u_i, v_i) \epsilon_j^2 = \sum_{j=1}^n w_j(u_i, v_i) (y_i \beta_0(u_i, v_i) - \beta_1(u_i, v_i) x_{j1} - \beta_2(u_i, v_i) x_{j2} - \dots - \beta_p(u_i, v_i) x_{jp})^2 \quad (2.12)$$

atau bisa ditulis:

$$\sum_{j=1}^n w_j(u_i, v_j) \epsilon_j^2 = \sum_{j=1}^n w_j(u_i, v_j) [y_i - \beta_0(u_i, v_i) - \sum_{k=1}^p \beta_k(u_i, v_i) x_{jk}]^2 \quad (2.13)$$

Misalkan koordinat  $(u_i, v_j) = p$ , maka persamaan (2.13) dapat juga dituliskan dalam bentuk matriks sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
\epsilon^T \mathbf{W}_p \epsilon &= (\mathbf{Y} - \mathbf{X} \boldsymbol{\beta}_p)^T \mathbf{W}_p (\mathbf{Y} - \mathbf{X} \boldsymbol{\beta}_p) \\
&= (\mathbf{Y}^T - \mathbf{X}^T \boldsymbol{\beta}_p^T) \mathbf{W}_p (\mathbf{Y} - \mathbf{X} \boldsymbol{\beta}_p) \\
&= \mathbf{Y}^T \mathbf{W}_p \mathbf{Y} - \mathbf{W}_p \mathbf{Y}^T \mathbf{X} \boldsymbol{\beta}_p - \mathbf{X}^T \boldsymbol{\beta}_p^T \mathbf{W}_p \mathbf{Y} + \mathbf{X}^T \boldsymbol{\beta}_p^T \mathbf{W}_p \mathbf{X} \boldsymbol{\beta}_p \\
&= \mathbf{Y}^T \mathbf{W}_p \mathbf{Y} - \mathbf{W}_p (\mathbf{Y}^T \mathbf{X} \boldsymbol{\beta}_p)^T - \mathbf{X}^T \boldsymbol{\beta}_p^T \mathbf{W}_p \mathbf{Y} + \mathbf{X}^T \boldsymbol{\beta}_p^T \mathbf{W}_p \mathbf{X} \boldsymbol{\beta}_p \\
&= \mathbf{Y}^T \mathbf{W}_p \mathbf{Y} - \mathbf{X}^T \boldsymbol{\beta}_p^T \mathbf{W}_p \mathbf{Y} - \mathbf{X}^T \boldsymbol{\beta}_p^T \mathbf{W}_p \mathbf{Y} + \mathbf{X}^T \boldsymbol{\beta}_p^T \mathbf{W}_p \mathbf{X} \boldsymbol{\beta}_p \\
&= \mathbf{Y}^T \mathbf{W}_p \mathbf{Y} - 2\mathbf{X}^T \boldsymbol{\beta}_p^T \mathbf{W}_p \mathbf{Y} + \mathbf{X}^T \boldsymbol{\beta}_p^T \mathbf{W}_p \mathbf{X} \boldsymbol{\beta}_p
\end{aligned} \tag{2.14}$$

Dengan  $\mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1p} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{p1} & x_{p1} & \dots & x_{np} \end{bmatrix}$ ,  $\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}$ ,  $\boldsymbol{\beta}_p(\mathbf{u}_i, \mathbf{v}_i) = \begin{bmatrix} \beta_0(u_i, v_i) \\ \beta_1(u_i, v_i) \\ \vdots \\ \beta_p(u_i, v_i) \end{bmatrix}$

Untuk menghasilkan penaksiran parameter  $\boldsymbol{\beta}(u_i, v_i)$ , maka perlu dilakukan penurunan persamaan (2.14) terhadap  $\boldsymbol{\beta}^T(u_i, v_i)$

$$\begin{aligned}
\frac{\sigma \epsilon^T \mathbf{W}_p \epsilon}{\sigma \boldsymbol{\beta}^T} &= \frac{\sigma (\mathbf{Y}^T \mathbf{W}_p \mathbf{Y} - 2\mathbf{X}^T \boldsymbol{\beta}_p^T \mathbf{W}_p \mathbf{Y} + \mathbf{X}^T \boldsymbol{\beta}_p^T \mathbf{W}_p \mathbf{X} \boldsymbol{\beta}_p)}{\sigma \boldsymbol{\beta}^T} \\
&= 0 - 2\mathbf{X}^T \mathbf{W}_p \mathbf{Y} + \mathbf{X}^T \mathbf{W}_p \mathbf{X} \boldsymbol{\beta} + \mathbf{W}_p (\mathbf{X}^T \boldsymbol{\beta}_p^T \mathbf{X})^T \\
&= -2\mathbf{X}^T \mathbf{W}_p \mathbf{Y} + \mathbf{X}^T \mathbf{W}_p \mathbf{X} \boldsymbol{\beta}_p + \mathbf{X}^T \mathbf{W}_p \mathbf{X} \boldsymbol{\beta}_p \\
&= -2\mathbf{X}^T \mathbf{W}_p \mathbf{Y} + 2\mathbf{X}^T \mathbf{W}_p \mathbf{X} \boldsymbol{\beta}_p
\end{aligned}$$

$$2\mathbf{X}^T \mathbf{W}_p \mathbf{Y} = 2\mathbf{X}^T \mathbf{W}_p \mathbf{X} \boldsymbol{\beta}_p$$

$$\mathbf{X}^T \mathbf{W}_p \mathbf{Y} = \mathbf{X}^T \mathbf{W}_p \mathbf{X} \boldsymbol{\beta}_p$$

Jika kedua ruas dikalikan dengan  $(\mathbf{X}^T \mathbf{W}_p \mathbf{X})^{-1}$  diperoleh

$$\boldsymbol{\beta}_p = (\mathbf{X}^T \mathbf{W}_p \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}_p \mathbf{Y} \tag{2.15}$$

Berdasarkan hasil diatas didapatkan hasil bahwa estimasi parameter model GWR seperti pada persamaan (2.11) yaitu  $\hat{\beta}(u_i, v_i) = [\mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X}]^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{Y}$

#### 2.4.2. Bandwidth model GWR

*Bandwidth* dapat dikatakan sebagai radius suatu lingkaran yang dapat menunjukkan suatu titik yang berada dalam radius lingkaran dianggap berpengaruh. Nilai optimal *bandwidth* ditunjukkan dengan berapa banyak pengamatan yang mempengaruhi secara signifikan dalam pembuatan model GWR (Patridge et al, 2021).

Pada penelitian ini pemilihan bandwidth optimum menggunakan metode *Cross Validation* (CV) atau validasi silang. *Cross Validation* adalah salah satu cara yang bisa digunakan sebagai kriteria agar mendapatkan nilai lebar jendela optimum. Menemukan nilai koefisien validasi silang terkecil menggunakan rumus di bawah ini yang menghasilkan lebar jendela yang optimal:

$$CV = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{\neq i}(h))^2 \quad (2.16)$$

Dimana  $\hat{y}_{\neq i}(h)$  adalah nilai taksiran  $y_i$  dengan pengamatan di tiap lokasi  $(u_i, v_i)$  dihilangkan dalam proses penaksiran dan  $n$  adalah jumlah sampel.

#### 2.4.3. Matriks Pembobot

Matriks pembobot pada model GWR diperlukan untuk menunjukkan hubungan kedekatan tiap masing-masing lokasi. Matriks pembobot pada metode ini merupakan matriks bobot yang berdekatan dengan titik pengamatan yang satu dengan yang lainnya. Pengamatan terdekat ke titik lokasi biasanya diasumsikan memiliki pengaruh paling besar terhadap estimasi parameter di titik lokasi

pengamatan ke- $i$  sehingga matriks pembobot  $W(u_i, v_i)$  akan semakin besar ketika jarak lokasi semakin dekat. Bentuk matriks pembobot adalah sebagai berikut:

$$W(u_i, v_i) = \begin{bmatrix} w_{1i} & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & w_{2i} & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & w_{ni} \end{bmatrix}$$

Atau bisa ditulis sebagai berikut:

$$W(u_i, v_i) = \text{diag}[w_1(u_i, v_i), w_2(u_i, v_i), \dots, w_n(u_i, v_i)]$$

Nilai elemen matriks bobot padamasing-masing lokasi pengamatan beragam dan bergantung pada fungsi kernel. Dua jenis fungsi kernel yang menyusun matriks pembobot adalah *Fixed* dan *Adaptive*, yang masing-masing memiliki jenis fungsi kernel yang berbeda, seperti *Gaussian* dan *BiSquare*. Berbeda dengan fungsi kernel *adaptive*, yang akan memiliki nilai *bandwidth* baru di setiap lokasi pengamatan, fungsi kernel *fixed* akan menerima satu nilai *bandwidth*. Rumus untuk setiap fungsi kernel adalah sebagai berikut.: (Mahdy, 2021)

### 1. Fungsi kernel Fixed Gaussian

$$w_j = \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{ij}}{h}\right)^2\right] \quad (2.17)$$

## 2. Fungsi kernel Fixed Bisquare

$$w_j = \begin{cases} (1 - (\frac{d_{ij}}{h})^2)^2 & ; d_{ij} < h, \\ 0 & ; d_{ij} > h, \end{cases} \quad (2.18)$$

## 3. Fungsi kernel Adaptive Gaussian

$$w_j = \exp[-\frac{1}{2}(\frac{d_{ij}}{h_i})^2] \quad (2.19)$$

## 4. Fungsi kernel Adaptive Bisquare

$$w_j = \begin{cases} (1 - (\frac{d_{ij}}{h_i})^2)^2 & ; d_{ij} < h_i, \\ 0 & ; d_{ij} > h_i, \end{cases} \quad (2.20)$$

Keterangan:

$d_{ij}$  : jarak *euclidian* tiap lokasi ke-i dan lokasi ke-j

$h$  : *Bandwidth* optimum yang bernilai sama pada semua lokasi.

### 2.4.4. Uji Hipotesis Model GWR

Ada dua uji hipotesis untuk model Geographically Weighted Regression (GWR) yaitu uji kesesuaian model (*goodness of fit*) dan uji parsial untuk signifikansi model GWR.

#### 1. Uji Kesesuaian Model

Untuk menguji signifikansi dari faktor yang merupakan inti dari model GWR perlu dilakukan pengujian kesesuaian pada model. Pengujian tersebut dilakukan dengan hipotesis yakni :

$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = \beta_j$ ,  $j=1,2,3,\dots,n$  yang menandakan tidak terdapat faktor geografis pada model

$H_1$  : paling sedikit ada satu  $\beta_j(u_i, v_i)$  yang berhubungan dengan lokasi  $(u_i, v_i)$  yang menandakan terdapat pengaruh faktor geografis pada model.

Dalam menentukan statistik uji untuk uji keberartian model GWR didasarkan pada jumlah kuadrat residual atau *residual sum of square* yang diperoleh dari model OLS dan GWR.

Misalkan  $\hat{Y} = (\hat{Y}_1, \hat{Y}_2, \dots, \hat{Y}_n)'$  merupakan vektor dari taksiran Y dan  $\hat{\epsilon} = (\hat{\epsilon}_1, \hat{\epsilon}_2, \dots, \hat{\epsilon}_n)'$  merupakan vektor dari nilai residual. Sehingga didapatkan nilai taksiran untuk variabel respon Y sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\hat{Y} &= S_Z Y \\ S_Z &= X(X'X)^{-1}X'\end{aligned}\tag{2.21}$$

Nilai taksiran residual dari model OLS atau GWR ditulis dalam bentuk sebagai berikut:

$$\hat{\epsilon} = Y - \hat{Y} = Y - S_Z Y = (I - S_Z)Y\tag{2.22}$$

I adalah matriks identitas dan  $S_z$  adalah matriks topi dengan z memiliki nilai 0 atau 1 yang masing-masing menunjukkan model OLS atau GWR. Jumlah kuadrat residual dari kedua model tersebut dapat ditulis sebagai berikut :

$$\hat{\epsilon}'\hat{\epsilon} = Y'(I - S_z)'(I - S_z)Y\tag{2.23}$$

Ketika  $z = 0$  maka didapatkan  $S_0$  yaitu matriks topi untuk model OLS yang ditulis dalam bentuk sebagai berikut:

$$S_0 = X(X'X)^{-1}X' \quad (2.24)$$

Sehingga, jumlah kuadrat residual atau *residual sum of square* untuk model OLS adalah:

$$JK(s)_{OLS} = Y'(I - S_0)'(I - S_0)Y \quad (2.25)$$

Ketika  $z = 1$  maka didapatkan  $S_1$  yaitu matriks topi untuk model GWR dituliskan sebagai berikut:

$$S_1 = \begin{bmatrix} x_1^t [X'W(u_1, v_1)X]^{-1} X'W(u_1, v_1) \\ x_2^t [X'W(u_2, v_2)X]^{-1} X'W(u_2, v_2) \\ \vdots \\ x_n^t [X'W(u_n, v_n)X]^{-1} X'W(u_n, v_n) \end{bmatrix}$$

Sehingga, jumlah kuadrat residual untuk model GWR adalah:

$$JK(S)_{GWR} = Y'(I - S_1)'(I - S_1)Y \quad (2.26)$$

Selisih dari dua residual model yakni model OLS dan GWR disebut sebagai *GWR improvement* yang dinyatakan dalam bentuk sebagai berikut:

$$GWR_{IMP} = JK(S)_{OLS} - JK(S)_{GWR} \quad (2.27)$$

Dalam uji keberartian model GWR digunakan uji statistik berikut:

$$F = \frac{JK(S)_{OLS}/df_1}{JK(S)_{GWR}/df_2} \quad (2.28)$$

dimana:

$JK_{OLS} : y'(I - S_0)y$  dan I adalah matriks identitas nxn

$JK_{GWR} : y'(I - S_1)'(I - S_1)y$

$df_1 : n - p - 1$

$df_2 : n - 2tr(S_1) + tr(S_1'S_1)$

Kriteria dari uji yang digunakan adalah, apabila  $F \geq F_{,(dk1,dk2)}$ , maka  $H_0$  ditolak. sehingga ada perbedaan signifikan antara model OLS dan GWR dalam pemodelan data dengan nilai  $F_{,(dk1,dk2)}$  diperoleh dari Tabel Distribusi F yakni dengan taraf signifikan  $\alpha$  (Lutfiani,2019).

## 2. Uji Parameter Model

Proses dalam pengujian ini berguna untuk menguji parameter secara parsial dan juga untuk mengetahui parameter apakah yang signifikan mempengaruhi variabel respon. Hipotesis pengujian ini berbentuk sebagai berikut:

$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) = 0$  (tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara variabel tak bebas)

$H_1 : \beta_k(u_i, v_i) \neq 0, k = 1, 2, 3, \dots, n$  (minimal terdapat satu pengaruh yang signifikan antara bebas dan variabel tak bebas)

Uji statistik yang digunakan adalah :

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_k(u_i, v_i)}{SE[\hat{\beta}_k(u_i, v_i)]} \quad (2.29)$$

Dengan  $SE[\hat{\beta}_k(u_i, v_i)]$  adalah standar eror yang diperoleh dari varians  $\hat{\beta}_k(u_i, v_i)$ .

Bentuk varians dari penaksir parameter GWR adalah sebagai berikut:

$$Var[\hat{\beta}_k(u_i, v_i)] = CC'\sigma^2 \quad (2.30)$$

Dengan  $\sigma^2$  merupakan jumlah kuadrat residual normal dari regresi lokal yang didefinisikan sebagai berikut:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{(n - 2y_1 + y_2)} \quad (2.31)$$

$$C = (X'W(u_i, v_j)X^{-1}X'W(u_i, v_j))$$

Dimana  $v_1 = tr(S_1)$  dan  $v_2 = tr(S_1'S_1)$

Sehingga,  $SE[\hat{\beta}_k(u_i, v_i)] = \sqrt{Var[\hat{\beta}_k(u_i, v_i)]} = \sqrt{CC'\sigma^2}$

Kriteria dalam pengujian yang digunakan adalah, apabila  $t_{hitung} \geq t_{1-\frac{1}{2},(n-p-1)}$  maka  $H_0$  ditolak sehingga  $\hat{\beta}_k(u_i, v_i) \neq 0$  yang diperoleh untuk model GWR tersebut berarti dengan nilai  $t_{1-\frac{1}{2},(n-p-1)}$  didapatkan dari tabel distribusi dengan taraf signifikansi  $\alpha = 5\%$  dan  $dk = (n - p - 1)$  (Lutfiani et al, 2019).

## 2.5. Pemilihan Model Terbaik

Dalam pemilihan model terbaik dapat dilakukan dengan menggunakan 2 metode yakni melihat nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) dan juga AIC (*Akaike Information Criterion*) (Mahdy, 2021). Pada AIC nilai yang semakin besar menandakan bahwa model regresi tersebut semakin baik, sedangkan pada Koefisien determinasi bersifat sebaliknya.

### 2.5.1. Koefisien Determinasi ( $R^2$ )

Koefisien determinasi merupakan ukuran yang menyatakan tingkat baiknya model dalam memaparkan keragaman variabel dependen. Koefisien determinasi bernilai antara 0 sampai 1, nilai yang mendekati 0 menunjukkan variabel independen terbatas dalam menjelaskan variabel dependen, dan apabila nilai mendekati 1 menunjukkan kemampuan variabel dependen sangat kuat. Koefisien determinasi dipaparkan dalam rumus berikut:

$$R^2(u_i, v_j) = \frac{JKT_{GWR} - JKG_{GWR}}{JKT_{GWR}} \quad (2.32)$$

Keterangan:

$$JKT_{GWR} : \sum_j w_{ij} (y_j - \bar{y})^2$$

$$JKG_{GWR} : \sum_j w_{ij} (y_j - \hat{y})^2$$

dimana  $w_{ij}$  merupakan pembobot dari titik data  $j$  pada titik regresi  $i$  (Wheeler et al, 2010).

### 2.5.2. Akaike Information Criterion (AIC)

Selain dengan melihat nilai determinasi koefisien pemilihan model regresi terbaik juga dapat dilakukan dengan menggunakan AIC, yang mana nilai AIC dihitung berdasarkan banyaknya variabel yang digunakan dalam membentuk model dan estimasi likelihood maksimum dari model. Nilai AIC minimum pada model dapat dikatakan sebagai model yang terbaik. Berikut rumus menghitung AIC:

$$AIC = 2n \log_e(\hat{\sigma} + n \log_e(2\pi)) + \frac{n + \text{tr}(S)}{n - 2 - \text{tr}(S)} \quad (2.33)$$

Keterangan:

$\hat{\sigma}$  : nilai estimasi standart deviasi residual

$\text{tr}(S)$  : *trace of hat matrix*

n : jumlah pengamatan

## 2.6. Integrasi Keislaman

Kasus Virus Covid-19 ini merupakan wabah yang telah ramai diperbincangkan pada akhir tahun 2019. Adanya sebuah penyakit tidak semata-mata datang begitu saja, melainkan Allah Swt. sedang memberikan ujian berupa penyakit untuk hambanya. Penyakit Covid-19 ini memakan banyak manusia yang menderita virus tersebut dan semua itu sudah menjadi kehendak Allah Swt sebagai suatu pertanda kekuasaan.

Terjadinya Wabah penyakit juga merupakan hikmah dari Allah Swt, yang diturunkan kepada para hambanya untuk tetap menjaga hubungannya kepada sang pencipta. Setiap wabah penyakit yang diturunkan kepada hambanya hendaklah semata-mata untuk mengingatkan hambanya untuk selalu bertawakkal pada Allah Swt. Penyakit yang diberikan oleh Allah Swt. kepada hambanya tidak hanya sebuah penyakit semata, melainkan juga menguji kesabaran dan ketabahan setiap hamba-Nya, dan setiap penyakit yang ada, diberikan juga obat sebagai penawar penyakit tersebut. Seperti yang telah dijelaskan pada Hadits yakni sebagai berikut:

لِكُلِّ دَاءٍ دَوَاءٌ، فَإِذَا أُصِيبَ دَوَاءُ الدَّاءِ بَرَأَ بِإِذْنِ اللَّهِ

Artinya : “Setiap penyakit pasti memiliki obat. Bila sebuah obat sesuai dengan penyakitnya maka dia akan sembuh dengan seizin Allah *Subhanahu wa ta’ala*” (H.R Muslim).

Hadits diatas menerangkan bahwa setiap ada penyakit maka pasti ada pula obatnya. Ketika Allah SWT menghendaki untuk para hambanya yang bertawakkal demi kesembuhan dari sebuah penyakit tersebut maka Allah SWT akan memberikan obat yang obat cocok untuk penyakit itu dan atas izin Allah penyakit itu akan hilang. Terlepas dari itu, ada pula penyakit dimana proses kesembuhannya dapat dikatakan dalam kategori waktu yang lama, apabila faktor penyebab dari penyakit tidak diketahui ataupun belum ditemukannya obat yang cocok untuk penyakit tersebut.

Selain hadits diatas terdapat pula penjelasan lain tentang adanya suatu penyakit yakni pada Ayat Al-Qur'an Surat AL-Hadid ayat 22 yang berbunyi:

مَا أَصَابَ مِنْ مُصِيبَةٍ فِي الْأَرْضِ وَلَا فِي أَنْفُسِكُمْ إِلَّا فِي كِتَابٍ مِّن قَبْلِ أَنْ نَبْرَأَهَا إِنَّ ذَلِكَ عَلَى اللَّهِ يَسِيرٌ

Artinya : “setiap bencana(musibah) yang menimpa di bumi dan juga yang menimpa dirimu sendiri, semuanya telah tertulis pada kitab (lauh mahfudzh) sebelum kami mewujudkannya. Sungguh, yang demikian itu mudah bagi Allah” – Q.S Al-Hadid ayat 22

Dari ayat diatas telah dijelaskan bahwa setiap musibah apapun yang terjadi di bumi kita ini baik musibah yang diakibatkan bencana atau dari ulah manusia maupun sebuah penyakit yang ada pada diri manusia, itu semua telah tertulis dalam Lauh Mahfudz dimana telah ditetapkan dari sebelum kita diwujudkan.

Paparan penjelasan diatas merupakan ketetapan Allah yang telah dituliskan pada ayat Al-Quran maupun Hadits para nabi. Pernyataan-pernyataan yang tertulis pada ayat maupun hadits tersebut tidak lain adalah bukti kekuasaan Allah Swt yang

tiada siapapun bisa meniru-Nya.

Berdasarkan kondisi yang terjadi yakni kasus covid-19 di wilayah Jawa timur ini mengingatkan bahwa manusia adalah benar-benar lemah dimana sudah tertera pada ayat Al-Qur'an surat An-Nisa Ayat 28 yang berbunyi:

يُرِيدُ اللَّهُ أَنْ يُخَفِّفَ عَنْكُمْ وَخُلِقَ الْإِنْسَانُ ضَعِيفًا

Artinya : “Allah hendak memberikan keringanan kepadamu, karena manusia diciptakan (bersifat) lemah” (Q.S An-Nisa:28)

Berdasarkan ayat diatas menjelaskan bahwa manusia diciptakan dengan sifat lemah, termasuk kelemahan fisik, kehendak, tekad, iman dan juga kesabarannya. Allah Swt memberikan kemudahan dan keringanan karena kelemahan tersebut kepada hamba-Nya dari berbagai hal yang tidak mampu dilaksanakan karena lemahnya keimanan, kesabaran dan kekuatan manusia.

Salah satu bukti bahwa manusia merupakan makhluk lemah adalah kasus covid-19 yang terjadi ini. Manusia tidak mampu membunuh makhluk ciptaan Allah Swt. yang menjadi penyebab manusia menjadi sakit bahkan hingga meninggal. Manusia sependai atau bahkan sejenius apapun, tetaplah dia manusia yang tidak mampu menjamin kesehatan hidupnya.

Meskipun merasakan rasa sakit akibat terkena virus Covid-19, sebagai manusia sudah semestinya meminta pertolongan kepada Allah Swt. yang membuat penyakit dan juga penawarnya. Manusia hanya bisa berikhtiar yang mana adalah bagian dari tawakkal. Serahkan semua kepada-Nya dengan tetap melakukan usaha sebaik mungkin dan optimis dengan aoa yang telah Allah Swt berikan. Seperti yang tertera pada hadist yang berbunyi :

إِذَا سَأَلْتَ فَاسْأَلِ اللَّهَ، وَإِذَا اسْتَعَنْتَ فَاسْتَعِنْ بِاللَّهِ، وَاعْلَمْ أَنَّ الْأُمَّةَ لَوِ  
اجْتَمَعَتْ عَلَىٰ أَنْ يَنْفَعُوكَ بِشَيْءٍ لَمْ يَنْفَعُوكَ إِلَّا بِشَيْءٍ قَدْ كَتَبَهُ اللَّهُ لَكَ،  
وَلَوْ اجْتَمَعُوا عَلَىٰ أَنْ يَضُرُّوكَ بِشَيْءٍ لَمْ يَضُرُّوكَ إِلَّا بِشَيْءٍ قَدْ كَتَبَهُ اللَّهُ  
عَلَيْكَ، رُفِعَتِ الْأَقْلَامُ، وَجَفَّتِ الصُّحُفُ

Artinya : “Apabila engkau meminta sesuatu, mintalah kepada Allah. Apabila engkau memohon pertolongan, maka mohonlah kepada Allah. Ketahuilah, kalau seandainya umat manusia bersatu untuk memberikan kemanfaatan kepadamu dengan sesuatu, niscaya mereka yang telah Allah tentukan untukmu. Dan kalau seandainya mereka bersatu untuk menimpakan bahaya kepadamu dengan sesuatu, niscaya mereka tidak akan membahayakanmu kecuali dengan sesuatu yang telah Allah tetapkan akan menimpamu. Pena-pena telah diangkat dan lembaran-lembaran telah kering”. (HR. at-tirmidzi)

Dari paparan hadist diatas diketahui bahwa manusia sudah diatur kehidupannya dan telah di tuliskan di laful mahfudz, maka dari itu ketika dihadapkan dengan ujian hendaknya meminta tolong hanya kepada Allah Swt. Ikhtiar dan tawakkal dalam mengejar kesembuhan dari penyakit, dalam segala ujian yang yang menimpa manusia. Allah Swt akan mengabulkan setiap doa ketika hambaNya mau meminta kepadaNya.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Jenis Penelitian

Penelitian mengenai pemodelan penyebaran Covid-19 di Provinsi Jawa Timur menggunakan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR) ini adalah penelitian deskriptif karena menggunakan data dalam bentuk angka atau numerik yang di deskripsikan dengan memberikan uraian terhadap sebuah keadaan secara obyektif tanpa adanya perlakuan khusus pada obyek yang diteliti.

#### 3.2. Pengumpulan data

Data yang digunakan pada penelitian ini yakni data jumlah kasus positif Covid-19 di Jawa Timur yang diambil dari website <https://infocovid19.jatimprov.go.id/>, dan juga variabel independen yakni data kepadatan penduduk, jumlah penduduk miskin, jumlah penduduk tidak bekerja diambil dari website <https://jatim.bps.go.id/> dan juga jumlah vaksinasi diambil dari website <https://www.kemkes.go.id/> pada satu periode yakni di tahun 2021.

Data pada penelitian tergolong menjadi dua variabel yakni variabel respon Y yakni jumlah kasus positif Covid-19 dan 4 variabel independent yaitu kepadatan penduduk ( $X_1$ ), jumlah penduduk miskin ( $X_2$ ), jumlah penduduk tidak bekerja ( $X_3$ ) dan vaksinasi ( $X_4$ ).

Tabel 3.1 Data Penelitian

Variabel	Keterangan
Y	Jumlah Terkonfirmasi Covid-19
X1	Kepadatan Penduduk
X2	Jumlah Penduduk Miskin
X3	Jumlah penduduk Tidak Bekerja
X4	Jumlah Penduduk Sudah Vaksin

### 3.3. Analisis Data

Langkah dalam proses analisis data penelitian adalah sebagai berikut:

#### 1. Deskripsi data

Melakukan analisis deskripsi data untuk mengetahui gambaran kasus covid-19 di wilayah Jawa Timur.

#### 2. Pengujian Multikolinearitas

Model GWR digunakan pada data yang tidak mengandung multikolinearitas atau tidak memiliki hubungan antar variabel penjelas. uji multikolinearitas dilakukan dengan uji *Valiance Inflation factor* (VIF) dimana jika  $VIF > 10$  maka disimpulkan telah terjadi multikolinearitas pada data penelitian.

#### 3. Estimasi Parameter Model Regresi Linier

Tujuan estimasi parameter ini untuk didapatkan model regresi linier berganda yang akan dianalisis. Metode yang digunakan dalam estimasi parameter model adalah metode *Ordinary Least Square* (OLS).

#### 4. Uji Residual Model

Uji residual model dilakukan untuk mengetahui apakah residual berdistribusi normal atau tidak dalam variabel yang berpengaruh. Apakah residual multikolinearitas atau tidak. Apakah residual heterogenitas atau tidak.

#### 5. Membuat Model *Geographically Weighted Regression*

Langkah pertama yang dilakukan adalah menghitung jarak *euclidean* pada semua lokasi pengamatan. kemudian dilanjutkan dengan mencari nilai *bandwidth* dan matriks pembobot pada setiap lokasi pengamatan.

#### 6. Mengestimasi Parameter Model GWR

Untuk mengestimasi parameter model *Geographically Weighted Regression* (GWR) dilakukan dengan metode *Weighted Least Square* (WLS).

#### 7. Uji Parsial Pada Model *Geographically Weighted Regression* (GWR)

uji-t digunakan untuk menguji parameter pada lokasi pengamatan ke i.

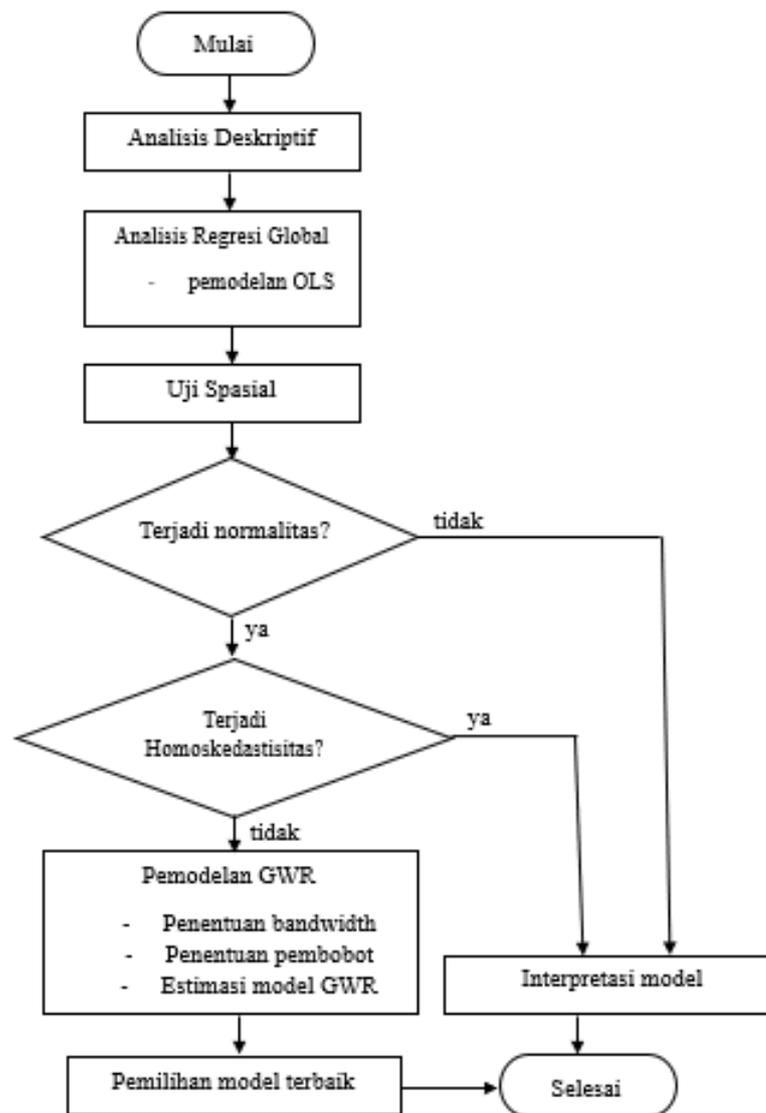
#### 8. Uji Kesesuaian Model GWR

Pada pengujian ini, dilakukan dengan menguji anova model GWR

#### 9. Pemilihan Model Terbaik

Hal ini terlihat pada pengujian ini dari nilai koefisien determinasi  $R^2$  dan AIC.

Nilai  $R^2$  yang mendekati 1 dan AIC minimal menunjukkan bahwa model optimal telah dipilih.



Gambar 3.1 Flowchart tahapan uji

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan ini menjelaskan tentang susunan model tingkat penyebaran Covid-19 pada wilayah Provinsi Jawa Timur dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Berikut terlebih dahulu menjelaskan mengenai deskriptif data baik dari tingkat penyebaran kasus Covid-19 dan juga faktor-faktor yang signifikan mempengaruhi pada penyebaran kasus covid-19.

#### 4.1. Deskripsi kasus Penyebaran Covid-19 di Wilayah Jawa Timur

Sebelum dilakukan pemodelan dengan metode OLS dan GWR, terlebih dahulu melakukan analisa deskriptif untuk mengetahui karakteristik di setiap variabel-variabel yang akan digunakan. Berikut adalah analisa deskriptif dari masing-masing variabel yang digunakan dengan setiap variabel.

**Tabel 4.1 Deskriptif Variabel**

<b>Variabel</b>	<b>Mean</b>	<b>Min</b>	<b>Maks</b>
Y: Jumlah Kasus Covid-19	4553	1221	25397
X1: kepadatan penduduk	1961	295	8199
X2: penduduk miskin	120335	8370	276580
X3: penduduk tidak bekerja	61510	9098	278233
X4: jumlah vaksinasi	156679	28610	1146980

Tabel 4.1 diatas mendeskripsikan bahwa rata-rata sebaran kasus Covid-19

(Y) di Provinsi Jawa Timur memiliki angka rata-rata sebanyak 4.553 kasus, dengan minimum kasus sebanyak 1.221 kasus dan maksimum sebanyak 25.397 kasus. Penyebaran kasus Covid-19 di Provinsi Jawa Timur dapat diidentifikasi dengan beberapa faktor yang disebut variabel dependen. Variabel dependennya adalah Kepadatan Penduduk (X1) memiliki nilai rata-rata sebanyak 1.961 orang dengan minimum sebanyak 295 orang dan maksimum 8.199 orang. Variabel dependen kedua adalah Jumlah penduduk miskin (X2) memiliki nilai rata-rata sebanyak 120.335 orang dengan minimum 8.370 orang dan maksimum 276.580 orang. Variabel dependen ketiga adalah penduduk tidak bekerja (X3) memiliki nilai rata-rata sebanyak 61.510 orang dengan minimum 9.098 orang dan maksimum 278.233 orang. Variabel dependen keempat adalah Jumlah Vaksinasi (X4) memiliki nilai rata-rata sebanyak 156.679 orang dengan minimum 28.610 orang dan maksimum 1.146.980 orang.

Statistika deskriptif dari masing-masing variabel dipaparkan dengan membuat visualisasi data menggunakan peta. Dalam pembuatan peta perlu dilakukan terlebih dahulu pengelompokan data menjadi 3 kelompok, yakni kelompok data dengan jumlah banyak, sedang dan sedikit.

#### **4.1.1. Peta Sebaran Kasus Covid-19 di Wilayah Jawa Timur**

Daerah yang memiliki jumlah kasus positif Covid-19 di wilayah Jawa Timur ditandai dengan berbeda warna. Pada gambar 4.1 terbagi untuk kasus terkonfirmasi Covid-19 pada wilayah Jawa Timur dikategorikan menjadi 3 kelompok yakni rendah dibawah 5.238 kasus, sedang berada pada antara 5.238-25.397 kasus dan tinggi berada pada angka lebih dari 25.397 kasus. wilayah dengan kategori kasus banyak diberi tanda dengan warna coklat, wilayah dengan kategori kasus Covid-19 sedang ditandai dengan warna orange, dan wilayah dengan kategori sedikit kasus

diberi tanda dengan warna cream. Pada gambar 4.1 diketahui bahwa kasus terkonfirmasi Covid-19 tertinggi terjadi pada kota surabaya dengan kasus sebesar 25.397 Orang dan kasus terendah 1.221 orang.



**Gambar 4.1 Deskriptif Kasus Covid-19 di Jawa Timur**

Gambar 4.1 diatas menjelaskan bahwa Kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur dengan Kasus Covid tinggi berada pada Kota Surabaya, kemudian dengan jumlah kasus Covid-19 sedang berada pada 6 Kabupaten yakni, Gresik, Jombang, Kediri, Blitar, Jember dan Banyuwangi. Kasus Covid-19 yang rendah berada pada 23 Kabupaten/Kota yakni, Tuban, Bojonegoro, Ngawi, Madiun, Magetan, Ponorogo, Pacitan, Trenggalek, Tulungagung, Nganjuk, lamongan, Mojokerto, Batu, Malang, Pasuruan, Lumajang, Probolinggo, Bondowoso, Situbondo, Bangkalan, Pamekasan, Sampang, Pamekasan, Sumenep.

#### **4.1.2. Peta Sebaran Kepadatan Penduduk**

Kepadatan penduduk pada tiap Kabupaten/Kota di wilayah Jawa Timur cenderung memiliki perbedaan. Supaya memudahkan dalam identifikasi jumlah Kepadatan Penduduk di wilayah Jawa Timur alangkah lebih baik jika dipaparkan pada peta dengan dibagi menjadi 3 kelompok. berikut gambaran peta dari data

kepadatan penduduk di wilayah Jawa Timur:



**Gambar 4.2 Deskriptif Kepadatan Penduduk di wilayah Jawa Timur**

Berdasarkan gambar 4.2 diatas, dapat diketahui bahwa kepadatan penduduk di wilayah Jawa Timur memiliki jumlah kepadatan penduduk tinggi adalah Pada kota Surabaya. Wilayah dengan kepadatan penduduk yang sedang berada pada Kota Madiun, Kota Kediri, Kota Pasuruan, Kota Probolinggo, Kota Blitar dan sisanya termasuk Kabupaten/Kota dengan kepadatan penduduk rendah.

#### **4.1.3. Peta Sebaran Penduduk Miskin di Wilayah Jawa Timur**

Rata-rata penduduk miskin paling rendah di angka 9.370 orang, dan tertinggi pada angka 276.580 orang. tingginya angka jumlah penduduk miskin ini menunjukkan bahwa masih banyak masyarakat Indonesia khususnya wilayah Jawa Timur yang kurang mampu dalam mencukupi kebutuhan sehari-hari. Gambar 4.2 memaparkan penyebaran jumlah penduduk miskin di wilayah Jawa Timur yang dikelompokkan menjadi 3 kategori yakni, rendah, sedang dan tinggi.



**Gambar 4.3 Deskriptif Jumlah Penduduk Miskin di Jawa Timur**

Dari Gambar diatas dapat disimpulkan bahwa wilayah Jawa Timur masih terindikasi dengan jumlah penduduk miskin yang sedang dan bisa dikatakan 10% merupakan wilayah dengan jumlah penduduk miskin tinggi. Wilayah dengan jumlah penduduk miskin tinggi berada pada Kabupaten/Kota Tuban, Kediri, Bangkalan, Sampang, Sumenep, Malang, Probolinggo, Jember. Wilayah dengan jumlah penduduk miskin sedang berada pada Kabupaten/Kota yakni Ngawi, Bojonegoro, Madiun, Lamongan, Nganjuk, Jombang, Mojokerto, Gresik, Surabaya, Sidoarjo, Pasuruan, Blitar, Tulungagung, Trenggalek, Pacitan, Ponorogo, Lumajang, Bondowoso, Situbondo, Banyuwangi, Pamekasan. Wilayah dengan jumlah penduduk miskin rendah terdapat pada Kabupaten/Kota Magetan, Kota Kediri, Kota Batu, Kota Pasuruan, Kota probolinggo.

#### **4.1.4. Peta Sebaran Penduduk Tidak Bekerja di Wilayah Jawa Timur**

Penduduk tidak bekerja merupakan penduduk yang memang tidak memiliki pekerjaan dan bisa dikatakan juga tidak ada income atau penghasilan untuk memenuhi perekonomian sehari-hari. Pada wilayah Jawa Timur dominan masyarakat memiliki pekerjaan di tiap wilayah. Pada gambar 4.4 dibawah

diketahui bahwa pada wilayah Kota Surabaya dan Kabupaten Sidoarjo merupakan wilayah yang tergolong dengan kategori jumlah penduduk tidak bekerja tertinggi. Wilayah dengan jumlah penduduk yang tidak bekerja sedang terdapat pada Kabupaten/Kota Gresik, Bangkalan, Jombang, Kediri, Pasuruan, Malang, Jember, Banyuwangi, Bangkalan. Wilayah dengan jumlah penduduk tidak bekerja yang rendah berada pada Kabupaten/Kota Tuban, Bojonegoro, Ngawi, Madiun, Magetan, Ponorogo, Pacitan, Trenggalek, Tulungagung, Blitar, Batu, Lamongan, Nganjuk, Mojokerto, Probolinggo, Lumajang, Bondowoso, Situbondo, Sampang, Pamekasan, Sumenep.



**Gambar 4.4 Deskriptif Penduduk Tidak Bekerja di Jawa Timur**

#### **4.1.5. Peta Sebaran Jumlah Vaksinasi di Wilayah Jawa Timur**

Vaksinasi ini dilakukan oleh pemerintah guna menanggulangi terkonfirmasi Kasus Covid-19 di Indonesia, khususnya wilayah Jawa Timur. Pada gambar 4.5 ini telah dideskripsikan bahwa Vaksinasi di wilayah Jawa Timur telah dilakukan oleh masyarakat dengan pembagian 3 kategori yaitu rendah, sedang dan tinggi. Dari gambar tersebut disimpulkan bahwa wilayah dengan masyarakat yang sudah melakukan vaksin terbanyak adalah di Surabaya. Wilayah dengan masyarakat yang

sudah melakukan vaksinasi dengan kategori sedang berada pada Kabupaten/Kota Gresik, Jombang, Kediri, Blitar, Sidoarjo, Banyuwangi. Wilayah dengan kategori sedikit jumlah penduduk yang sudah melakukan vaksinasi berada pada Kabupaten/Kota Tuban, Bojonegoro, Ngawi, Magetan, Madiun, Nganjuk, Ponorogo, Pacitan, Trenggalek, Tulungagung, Madiun, Nganjuk, Lamongan, Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumenep, Mojokerto, Pasuruan, Batu, Malang, Lumajang, Jember, Bondowoso, Situbondo, Probolinggo.



**Gambar 4.5 Deskriptif Jumlah Vaksinasi di Jawa Timur**

## 4.2. Analisis Regresi Linier

Model yang baik pada model regresi linier adalah ketika model tersebut telah memenuhi asumsi bahwa tidak terdapat korelasi antar variabel independen. Maka dari itu perlu adanya dilakukan pengujian asumsi regresi yakni Multikolinearitas, Normalitas dan juga Heterogenitas.

### 4.2.1. Uji Asumsi Multikolinearitas

Model regresi yang baik adalah model yang tidak terdapat korelasi antar variabel independen. Uji multikolinieritas memiliki tujuan untuk menguji adanya kolerasi antar variabel perdiktor pada model regresi. Pengujian asumsi

multikolinearitas adalah langkah utama yang dilakukan sebelum melakukan Regresi Linear Global dan *Geographically Weighted Regression*. Pengujian ada tidaknya multikolinearitas dilakukan dengan melihat dari nilai VIF (*Variance Inflation Factor*) pada masing-masing variabel. Nilai VIF yang melebihi 10 menunjukkan korelasi tinggi yang dapat dikatakan akan bermasalah berdasarkan persamaan (2.6). Berikut hasil pengujian multikolinearitas pada masing-masing variabel :

**Tabel 4.2 Uji Multikolinearitas**

Variabel	VIF	Kesimpulan
X1	2,07	Tidak Multikolinearitas
X2	2,58	Tidak Multikolinearitas
X3	4,18	Tidak Multikolinearitas
X4	3,26	Tidak Multikolinearitas

Berdasarkan tabel diatas, terdapat nilai  $VIF < 10$  untuk seluruh variabel penjelas, sehingga hal ini menunjukkan bahwa tidak terjadi multikolinearitas pada data atau dalam arti lain tidak terdapat hubungan antarvariabel independen pada faktor tiap variabel.

#### **4.2.2. Pembentukan Model Regresi Kasus Covid-19 di Wilayah Jawa Timur**

Pembentukan model regresi didapatkan dengan langkah awal yakni mencari nilai parameter regresi. Angka estimasi masing-masing parameter model didapatkan dengan metode yakni *Ordinary Least Square* (OLS) pada persamaan (2.3). Metode ini melibatkan variabel dependen dan variabel independen tanpa adanya pembobot tertentu. berikut perhitungannya:

$$X^T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ 421 & 727 & \dots & 1558 \\ 841190 & 89940 & \dots & 8630 \\ 11956 & 41580 & \dots & 13997 \\ 46525 & 73982 & \dots & 33610 \end{bmatrix}$$

matriks  $X^T$  berukuran 5x38

$$X^T X = \begin{bmatrix} 38 & 74531 & \dots & 5953783 \\ 74531 & 326437133 & \dots & 17328233413 \\ 4572740 & 5765328280 & \dots & 8.13281e^{11} \\ 2337396 & 5374930318 & \dots & 6.95699e^{11} \\ 5953783 & 17328233413 & \dots & 2.3313e^{12} \end{bmatrix}$$

matriks  $X^T X$  berukuran 5x38

$$(X^T X)^{-1} = \begin{bmatrix} 0.235823318 & -3.88013e^{-5} & \dots & -6.57034e^{-9} \\ -3.88013e^{-5} & 1.15093e^{-8} & \dots & -2.85269e^{-11} \\ -1.42555e^{-6} & 2.4830e^{-10} & \dots & 8.72397e^{-13} \\ 6.36783e^{-7} & -1.4928e^{-10} & \dots & -6.63051e^{-12} \\ -6.57034e^{-9} & -2.85269e^{-11} & \dots & 2.33208e^{-12} \end{bmatrix}$$

matriks  $(X^T X)^{-1}$  berukuran 5x38

$$X^T Y = \begin{bmatrix} 0173014 \\ 466840551 \\ 22499220210 \\ 17987259929 \\ 53929710599 \end{bmatrix}$$

matriks  $X^T Y$  berukuran 5x1

$$(X^T X)^{-1} X^T Y = \begin{bmatrix} 1712.535422 \\ 0.022811694 \\ -0.00947081 \\ -0.034234238 \\ 0.01167763 \end{bmatrix}$$

matriks  $(X^T X)^{-1} X^T Y$  berukuran 5x1

Berikut tabel diberikan estimasi parameter model dan koefisien determinasi dengan bantuan R studio yang merujuk pada lampiran 4.

**Tabel 4.3 Estimasi Parameter Model Regresi Linier**

Parameter	Taksiran	Standart Error
$\beta_0$	1.713e <sup>+03</sup>	6.202
$\beta_1$	2.281e <sup>-02</sup>	1.730
$\beta_2$	-9.471e <sup>-03</sup>	4.539
$\beta_3$	3.423e <sup>-02</sup>	7.462
$\beta_4$	1.168e <sup>-02</sup>	1.950
$R^2$	0,9111	

Dari tabel diatas didapatkan model penyebaran Covid-19 di wilayah jawa timur yang berbentuk sebagai berikut:

$$\hat{y} = 1.713e^{+03} + 2.281e^{-02} X_1 - 9.471e^{-03} X_2 + 3.423e^{-02} X_3 + 1.168e^{-02} X_4$$

Koefisien determinasi ( $R_2$ ) yang dihasilkan model regresi linear sesuai persamaan (2.33) diatas sebesar 0,9111 atau 91% berdasarkan perhitungan dengan

menggunakan R studio. Nilai tersebut menunjukkan bahwa pada model regresi yang terbentuk menjelaskan keragaman angka kasus Covid-19 sebesar 91% dan sisanya dipengaruhi dengan variabel lain. Nilai koefisien determinasi tinggi menunjukkan kemampuan variabel independen dalam menjelaskan variabel dependen. Berikutnya akan dilanjutkan dengan melakukan uji parameter model regresi linier guna untuk mengetahui kelayakan parameter dalam menerangkan model.

#### 4.2.3. Pengujian Parameter Model Regresi Linier

Uji parameter model regresi linier dilakukan dengan dua metode, yakni dengan uji F dan dengan uji t. uji F dilakukan dengan menggunakan metode *analysis of variance* (ANOVA) uji ini merujuk pada seluruh variabel independen memiliki pengaruh secara serentak terhadap variabel independen atau tidak sesuai persamaan (2.4). Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$H_0 : \theta_1 = \theta_2 = \dots = \theta_i, i = 1, 2, 3, 4$ , tidak ada variabel penjelas yang berpengaruh terhadap kejadian penyebaran kasus Covid-19 di provinsi jawa timur

$H_1 : \theta_i \neq 0, i = 1, 2, 3, 4$ , minimal terdapat satu variabel penjelas yang berpengaruh terhadap kejadian penyebaran kasus Covid-19 di provinsi jawa timur.

Berikut adalah hasil uji ANOVA:

**Tabel 4.4 Uji Anova**

<b>Keragaman Residual</b>	<b>Df</b>	<b>Sum Square</b>	<b>Mean Square</b>	<b>F</b>
Regresi	4	551674696	137918674	84,55
Residual	33	53827585	1631139	
Total	37	605502281	139549	

Berdasarkan tabel diatas diketahui nilai  $F_{hitung}$  secara serentak adalah  $F_{hitung} = 84,55 > F_{tabel} = F_{\alpha,p,n-(p-1)} = F_{0.05;4,33} = 2,66$  maka dapat diambil kesimpulan tolak  $H_0$  yang berarti minimal ada satu variabel penjelas pada penelitian ini yang dapat mempengaruhi kejadian penyebaran kasus Covid-19 di provinsi jawa timur.

Setelah dilakukan uji parameter dengan menggunakan uji ANOVA, kemudian dilakukan uji signifikansi parameter secara parsial dengan menggunakan persamaan (2.5). Pengujian ini dilakukan untuk menguji pengaruh setiap variabel independen dengan cara satu per satu terhadap variabel dependen menggunakan hipotesis sebagai berikut:

$H_0$  : variabel penjelas ke-i berpengaruh terhadap kejadian penyebaran covid-19 di provinsi jawa timur

$H_1$  : variabel penjelas ke-i tidak berpengaruh terhadap kejadian penyebaran covid-19 di provinsi jawa timur, berikut hasil uji parsial berdasarkan bantuan R studio:

**Tabel 4.5 Uji Parsial**

Variabel	t-value	p-value	keterangan
X1	0,166	0,86879	-
X2	-2,087	0,04473	***
X3	4,588	6,18e-05	***
X4	5,987	1,00e-6	***

Pada tabel diatas didapatkan nilai signifikansi tiap masing-masing variabel independen yang mana variabel dengan tanda \*\*\* adalah variabel yang signifikan. Daerah penolakan  $H_0$  terjadi apabila nilai  $|t_{hitung}| \geq t_{tabel}$  dimana nilai

$t_{tabel} = 1.690$  sehingga dari hasil uji parsial diatas terdapat variabel yang berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen. Variabel independen yang berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen tersebut adalah penduduk miskin ( $X_2$ ), penduduk tidak bekerja ( $X_3$ ), dan vaksinasi ( $X_4$ ).

#### 4.2.4. Pengujian Asumsi Residual Model Regresi Linier

Setelah dilakukan uji parameter langkah berikutnya adalah melakukan uji residual model regresi. Pada model regresi linier memiliki tiga asumsi yang seharusnya terpenuhi, yaitu normalitas, homogenitas, dan multikolinearitas. Uji multikolinearitas telah dilakukan di langkah awal sebelum estimasi parameter model regresi linier, dan didapatkan hasil bahwa tidak ada korelasi antar variabel independen. Untuk pengujian asumsi residual yang lain sebagai berikut:

##### a. Pengujian Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui residual dalam model regresi tersebut berdistribusi normal atau tidak. Metode yang digunakan dalam uji normalitas yakni uji kolmogorov-smirnov dengan menggunakan persamaan (2.7). Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$H_0$  : residual berdistribusi normal

$H_1$  : residual tidak berdistribusi normal

Tabel 4.6 Uji Normalitas

Kolmogorov-Smirnov	p-value	Kesimpulan
0,10779	0,3217	gagal tolak $H_0$

Daerah penolakan  $H_0$  berlaku jika nilai p-value < angka signifikansi 5% (0,05). Berdasarkan tabel dibawah didapatkan nilai p-value sebesar 0,3217, maka

disimpulkan bahwa gagal tolak  $H_0$ . Maka residual pada model regresi berdistribusi normal.

#### b. Pengujian Homogenitas

Pengujian homogenitas dilakukan untuk mengidentifikasi ketidaksamaan varians dari residual antar variabel. Metode yang digunakan dalam pengujian homogenitas adalah uji Breusch-Pagan dengan menggunakan rumus pada persamaan (2.8).

Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$H_0$  : residual identik atau homoskedastisitas

$H_1$  : residual tidak identik atau heteroskedastisitas

**Tabel 4.7 Uji Homogenitas**

<b>Breusch-Pagan hitung</b>	<b>p-value</b>	<b>Kesimpulan</b>
8,8612	0,06466	terima $H_0$

Daerah penolakan  $H_0$  berlaku untuk nilai p-value  $> 0,05$ . Pada tabel didapatkan hasil nilai p-value yakni 0,06466, sehingga dapat disimpulkan bahwa terima  $H_0$ , karena lebih dari 0,05 dapat dikatakan bahwa residual homoskedastisitas yang berarti tidak terjadi perbedaan varians pada model tersebut.

Hasil uji asumsi klasik diatas menjelaskan bahwa terdapat satu uji asumsi yang tidak terpenuhi, dimana pada uji heterogenitas yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan varians atau keragaman karakter pada data pengamatan satu dengan yang lain. Hal tersebut juga menunjukkan bahwa estimasi yang terbentuk bersifat tidak bias yang mengakibatkan model yang dibentuk menjadi tidak efisien dan kesimpulan yang diambil menjadi tidak menentu.

Berdasarkan hasil analisis regresi linier diketahui bahwa dari 4 faktor yakni Kepadatan penduduk ( $X_1$ ), penduduk miskin ( $X_2$ ), penduduk tidak bekerja ( $X_3$ ) dan Vaksinasi ( $X_4$ ) tersebut semuanya mempengaruhi tingkat penyebaran kasus Covid-19 ketika di secara serentak, sedangkan ketika di uji secara parsial variabel independen yang signifikan adalah Penduduk miskin ( $X_2$ ), penduduk tidak bekerja ( $X_3$ ) dan vaksinasi ( $X_4$ ). Selanjutnya dilakukan analisis dengan metode GWR untuk mengetahui faktor tersebut masih berpengaruh atau tidak ketika terdapat faktor wilayah atau jarak di tiap daerah di Provinsi Jawa Timur.

### 4.3. Pemodelan Kasus Covid-19 di Wilayah Provinsi Jawa Timur dengan GWR

Langkah awal yang dilakukan untuk metode GWR yakni perlu adanya pemilihan bandwidth optimum dan pembobot optimum. Sebelum mencari nilai tersebut dilakukan perhitungan jarak antar lokasi pengamatan terlebih dahulu.

#### 4.3.1. Jarak Euclidian

Perhitungan jarak euclidian didapatkan dengan menggunakan rumus  $d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2}$ . Contoh jarak euclidean kabupaten Pacitan ( $u_1, v_1$ ) dengan kabupaten Ponorogo ( $u_2, v_2$ )

$$\begin{aligned} d_{12} &= \sqrt{(u_1 - u_2)^2 + (v_1 - v_2)^2} \\ &= \sqrt{(111,087 - 111,466)^2 + (-8,204 - (-7,867))^2} \\ &= \sqrt{(-0,337)^2 + (-0,379)^2} \\ &= 0,507 \end{aligned}$$

Tabel perhitungan jarak euclidean masing-masing Kabupaten/Kota secara lengkap tercantum pada lampiran 8.

### 4.3.2. Pemilihan Bandwidth dan Pembobot Optimum

Nilai bandwidth optimum menunjukkan tingkat signifikansi pengamatan yang dilakukan untuk membentuk model GWR. Metode untuk memilih bandwidth optimum yaitu metode *Cross Validation* (CV) menggunakan rumus pada persamaan (2.16). Pada tabel dibawah terdapat beberapa fungsi kernel yang digunakan untuk menentukan besarnya pembobot pada setiap lokasi yang berbeda, kemudian pembobot yang paling optimum yang dipilih. Pemilihan pembobot terbaik yaitu dilihat dari nilai AIC dan CV minimum. Tabel pemilihan pembobot optimum adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.8 Pemilihan Pembobot Optimum**

<b>Fungsi Kernel</b>	<b>AIC</b>	<b>CV</b>
Fixed Gaussian	650,9964	142319731
Fixed Bisquare	650,9211	144025116
<b>Adaptive Gaussian</b>	573,4242	68494590
Adaptive Bisquare	614,1466	100764524

Pada tabel diatas didapatkan nilai CV dan AIC yang paling minimum adalah dengan pembobot *Adaptive Gaussian* yaitu dengan nilai AIC sebesar 573,4242 dengan CV sebesar 68494590. Karena didapatkan nilai AIC dan CV minimum yakni dengan fungsi kernel *Adaptive Gaussian*, maka untuk bandwidth akan berbeda setiap Kabupaten/Kota. Berikut diberikan nilai bandwidth pada masing-masing Kabupaten/Kota:

Tabel 4.9 Pemilihan Bandwidth

No	Kabupaten/Kota	Bandwidth	No	Kabupaten/Kota	Bandwidth
1	Kab Pacitan	0.6091424	20	Kab Magetan	0.550113
2	Kab Ponorogo	0.243154	21	Kab Ngawi	0.513468
3	Kab Trenggalek	0.3098614	22	Kab Bojonegoro	0.692337
4	Kab Tulungagung	0.2523087	23	Kab Tuban	0.711801
5	Kab Blitar	0.264361	24	Kab Lamongan	0.763729
6	Kab Kediri	0.244996	25	Kab Gresik	0.000606
7	Kab Malang	0.2457895	26	Kab Bangkalan	0.046495
8	Kab Lumajang	0.3843884	27	Kab Sampang	0.748135
9	Kab Jember	0.4753265	28	Kab Pamekasan	0.439823
10	Kab Banyuwangi	0.6596843	29	Kota Sumenep	0.453751
11	Kab Bondowoso	0.2791246	30	Kota Kediri	0.420124
12	Kab Situbondo	0.5347953	31	Kota Blitar	0.408285
13	Kab Probolinggo	0.3258115	32	Kota Malang	0.006031
14	Kab Pasuruan	0.8237157	33	Kota Probolinggo	0.11157
15	Kab Sidoarjo	0.266136	34	Kota Pasuruan	0.182425
16	Kab Mojokerto	0.2092511	35	Kota Mojokerto	0.08821
17	Kab Jombang	0.2198944	36	Kota Madiun	0.438268
18	Kab Jombang	0.2450208	37	Kota Surabaya	0.001467
19	Kab Madiun	0.1684875	38	Kota batu	0.2457485

Setelah diperoleh nilai bandwidth, langkah berikutnya adalah memperoleh matriks pembobot pada masing-masing Kabupaten/Kota dengan fungsi kernel *Adaptive Gaussian* berdasarkan persamaan (2.19). Tabel perhitungan matriks

pembobot masing-masing kabupaten/kota tercantum pada lampiran 9. Berikut ditampilkan matriks pembobot yang dibentuk fungsi kernel *Adaptive Gaussian* pada Kabupaten Pacitan  $W_{(u_1, v_1)}$ :

$$W(u_1, v_1) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0.113588 & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1.5e^{-08} \end{bmatrix}$$

Langkah selanjutnya adalah estimasi parameter model GWR berdasarkan pembobot optimum yang telah didapat dengan menggunakan matriks pembobot di setiap lokasi pengamatan.

#### 4.3.3. Estimasi Parameter Model GWR

Estimasi parameter model GWR dilakukan dengan diberikan pembobot yang berbeda pada setiap lokasi pengamatan. Berikut tabel diberikan estimasi parameter model GWR dan koefisien determinasi dengan bantuan R studio yang merujuk pada lampiran 10. Pada tabel dibawah diberikan nilai minimum dan maksimum estimasi parameter model GWR.

Tabel 4.10 Estimasi Parameter Model GWR

Variabel	Min	Max
Intercept	-1.9952	6.4251
X1	-5.0138	5.4745
X2	-3.0469	2.3654
X3	-5.2872	5.5136
X4	-1.3699	1.8674
$R^2$	0.9935576	

Berdasarkan tabel diatas, intersep dan seluruh variabel kepadatan penduduk ( $X_1$ ), penduduk miskin ( $X_2$ ), penduduk tidak bekerja ( $X_3$ ), vaksinasi ( $X_4$ ) memiliki estimasi parameter yang bernilai negatif dan positif. Nilai tersebut berarti bahwa terdapat beberapa kabupaten/kota yang memiliki korelasi positif dan beberapa memiliki korelasi negatif. Selain itu, didapatkan juga nilai koefisien determinasi sebesar 0,9935576 atau 99,35%, nilai tersebut menunjukkan bahwa model tersebut dapat dijelaskan kasus Covid-19 sebesar 99,35% dan sisanya dijelaskan oleh variabel yang lain. Angka estimasi masing-masing parameter model GWR didapatkan dengan menggunakan metode *Weighted Least Square* (WLS) pada persamaan (2.11) atau (2.15). Metode ini melibatkan variabel dependen dan variabel independen dengan adanya pembobot tertentu. berikut perhitungannya:

$$X^T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ 421 & 727 & \dots & 1558 \\ 84190 & 89940 & \dots & 8630 \\ 11956 & 41580 & \dots & 13997 \\ 46525 & 73982 & \dots & 33610 \end{bmatrix}$$

matriks  $X^T$  berukuran 5x38

$$X^T W = \begin{bmatrix} 1 & 0.113588 & \dots & 1.5e^{-08} \\ 421 & 82.5783 & \dots & 2.34E^{-05} \\ 84190 & 10216.08 & \dots & 0.00013 \\ 11956 & 4722.979 & \dots & 0.00021 \\ 46525 & 8403.45 & \dots & 0.000505 \end{bmatrix}$$

matriks  $X^T W$  berukuran 5x38

$$X^T W X = \begin{bmatrix} 1.423486 & 724.5805 & \dots & 81997.91 \\ 724.5805 & 409039.9 & \dots & 45069200 \\ 140735.5 & 76242758 & \dots & 8.71e^{+09} \\ 30307.83 & 18324785 & \dots & 2.3e^{+09} \\ 81997.91 & 45069200 & \dots & 5.71e^{+09} \end{bmatrix}$$

matriks  $X^T W X$  berukuran 5x38

$$(X^T W X)^{-1} = \begin{bmatrix} 29.62584 & -0.02841 & \dots & -0.00033 \\ -0.02841 & 5.82e^{-05} & \dots & 1.97e^{-07} \\ -0.00012 & 3.21e^{-08} & \dots & 1.2e^{-09} \\ 0.000799 & -7.4e^{-07} & \dots & -1.2e^{-08} \\ -0.00033 & 1.97e^{-07} & \dots & 6.22e^{-09} \end{bmatrix}$$

matriks  $(X^T W X)^{-1}$  berukuran 5x38

$$X^T W Y = \begin{bmatrix} -0.33901 \\ -171.507 \\ -38707.9 \\ -6970.01 \\ -18233.6 \end{bmatrix}$$

matriks  $X^T W Y$  berukuran  $5 \times 1$

$$(X^T W X)^{-1} X^T W Y = \begin{bmatrix} 4052.4162 \\ -0.32108 \\ -0.014029 \\ 0.031965 \\ 0.000480 \end{bmatrix}$$

matriks  $(X^T W X)^{-1} X^T W Y$  berukuran  $5 \times 1$

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan estimasi parameter model GWR penyebaran kasus Covid-19 pada Kabupaten Pacitan adalah:

$$\hat{y} = 4052.4162 - 0.32108X_1 - 0.014029X_2 + 0.031965X_3 + 0.000480X_4$$

#### 4.4. Uji Hipotesis Model GWR

Uji hipotesis GWR ini dilakukan dengan pengujian kesesuaian model GWR dan pengujian parsial parameter  $\beta$ .

##### 4.4.1. Pengujian Kesesuaian Model (*Goodness of Fit*)

Uji ini digunakan untuk mengidentifikasi model GWR lebih baik dalam penjelasan data dibandingkan dengan model OLS. Uji ini dilakukan menggunakan statistik uji F atau uji ANOVA pada model GWR sesuai persamaan (2.28) yang merujuk pada lampiran 11. Adapun untuk hipotesis pengujiannya adalah:

$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = \beta_j, j = 1, 2, \dots, p, i = 1, 2, \dots, n$  tidak terdapat ada perbedaan signifikan dari model regresi global dengan model GWR

$H_1 : \beta_j(u_i, v_j) \neq \beta_j$  minimal ada satu perbedaan signifikan dari model regresi global dengan model GWR.

Hasil uji kesesuaian modelnya adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.11 ANOVA model GWR**

<b>Model</b>	<b>Df</b>	<b>Jumlah Kuadrat Galat</b>	$F_{hitung}$	<b>p-value</b>
Model GWR	6,8004	3900887	13,799	0,0008485
Model Regresi	33	53827585		

Pada tabel diatas didapatkan nilai dengan bantuan R studio yang merujuk pada lampiran 12 yang mana didapatkan nilai  $F_{hitung}$  sebesar 13,799 dan nilai p-value sebesar 0,0008485. Dengan derajat kebebasan regresi sebesar 33, dan derajat kebebasan GWR sebesar 6,8004. Dalam taraf signifikansi 5% didapatkan nilai  $F(0.05;6,8004;33)$  sebesar 2,39. Karena nilai  $F_{hitung}(13,799) > F_{tabel}(2,39)$  dan p-value  $< 0,05$  maka disimpulkan bahwa tolak  $H_0$ . Artinya ada perbedaan yang signifikan dari model regresi linier dengan model regresi GWR. Maka, pada model GWR ini dapat juga menjelaskan bahwa ada pengaruh pada penyebaran kasus covid-19 meskipun telah terdapat faktor wilayah atau jarak di tiap daerah.

#### **4.4.2. Pengujian Signifikansi Parameter Model**

Uji ini dilakukan untuk mengetahui parameter yang memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel independen dengan menggunakan persamaan (2.29).

Adapun hipotesis yang digunakan dalam pengujian adalah sebagai berikut:

$H_0 : \beta_j(u_i, v_j) = 0$  tidak terdapat variabel independen yang berpengaruh terhadap variabel dependen

$H_1 : \beta_j(u_i, v_j) \neq 0$  minimal terdapat satu variabel independen yang berpengaruh terhadap variabel dependen

Uji signifikansi parameter model GWR dilakukan pada setiap Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur. Tolak  $H_0$  terjadi jika pada taraf signifikan  $|t_{hitung}| \geq t_{\alpha/2, df}$ . Hal itu berarti bahwa minimal ada satu variabel independen yang berpengaruh terhadap variabel dependen. Pada tabel 4.11 terdapat derajat kebebasan sebesar 6,8004 dan taraf signifikansi 5% didapatkan  $t_{(0,025;6,8004)}$  sebesar 2,365. Nilai  $t_{hitung}$  pada masing-masing kabupaten/kota terdapat pada lampiran 16. Pada tabel dibawah diberikan variabel yang signifikan pada masing-masing Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur. Tabel ini menunjukkan variabel signifikansi tiap Kabupaten/Kota yang berbeda-beda.

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

Tabel 4.12 Variabel Signifikansi

Kabupaten/Kota	Variabel	Kabupaten/Kota	Variabel
Kab Pacitan	X1,X2,X3	Kab Magetan	-
Kab Ponorogo	-	Kab Ngawi	-
Kab Trenggalek	-	Kab Bojonegoro	X2,X3,X4
Kab Tulungagung	X4	Kab Tuban	X3,X4
Kab Blitar	X4	Kab Lamongan	X2
Kab Kediri	-	Kab Gresik	X3,X4
Kab Malang	X3,X4	Kab Bangkalan	X3,X4
Kab Lumajang	X3,X4	Kab Sampang	X2
Kab Jember	X3,X4	Kab Pamekasan	X3,X4
Kab Banyuwangi	X3,X4	Kota Sumenep	X3,X4
Kab Bondowoso	X3	Kota Kediri	X4
Kab Situbondo	X3,X4	Kota Blitar	X4
Kab Probolinggo	X2,X3,X4	Kota Malang	X2,X3,X4
Kab Pasuruan	X1,X2	Kota Probolinggo	X2,X3,X4
Kab Sidoarjo	X1,X3,X4	Kota Pasuruan	X2,X3,X4
Kab Mojokerto	X1,X3,X4	Kota Mojokerto	X1,X3,X4
Kab Jombang	X1,X3	Kota Madiun	-
Kab Nganjuk	-	Kota Surabaya	X3,X4
Kab Madiun	-	Kota batu	X2,X3,X4

Pada tabel diatas diketahui bahwa di Kabupaten Sidoarjo dan Mojokerto variabel yang berpengaruh pada penyebaran kasus covid-19 adalah kepadatan penduduk,

jumlah penduduk tidak bekerja dan vaksinasi. Pada Kabupaten Jombang variabel yang berpengaruh adalah kepadatan penduduk dan jumlah penduduk tidak bekerja. Variabel jumlah penduduk tidak bekerja mempengaruhi penyebaran kasus covid-19 pada Kabupaten Pacitan, Banyuwangi, dan Bondowoso. Pada variabel vaksinasi mempengaruhi penyebaran kasus Covid-19 di Kabupaten Tulungagung, Blitar dan Malang. Pada Kabupaten Lumajang, Situbondo, Probolinggo, Bojonegoro, Tuban, Gresik, Bangkalan, Pamekasan, Sumenep, Kota Malang, Probolinggo, Pasuruan, Mojokerto, Surabaya, Batu variabel yang berpengaruh adalah penduduk tidak bekerja dan vaksinasi. Pengelompokan variabel dan Kabupaten/Kota dituliskan pada tabel berikut:



**Gambar 4.6 Pengelompokan variabel tiap Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur**

Model GWR yang terbentuk pada masing-masing Kabupaten/Kota di wilayah Provinsi Jawa Timur berbeda-beda. Model tersebut dibentuk berdasarkan pada masing-masing Kabupaten/Kota. Contoh dalam interpretasi model GWR pada Kabupaten Pacitan yang terbentuk dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\hat{Y} = 4052,4162 - 0.32108X_1 - 0.0104029X_2 + 0,031965X_3$$

Model diatas menunjukkan bahwa pada Kabupaten Pacitan dipengaruhi oleh variabel Kepadatan Penduduk ( $X_1$ ), Penduduk miskin ( $X_2$ ) dan Penduduk Tidak Bekerja ( $X_3$ ) juga memiliki hubungan negatif dan positif dengan kasus Covid-19.

#### 4.5. Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik dilakukan dengan melihat seberapa besar tingkat variabel dapat menjelaskan model. Pemilihan model terbaik ditentukan dari nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) dan AIC berdasarkan persamaan (2.32) dan (2.33). Nilai dari dua model tersebut adalah:

**Tabel 4.13 Pemilihan Model Terbaik**

Model	$R^2$	AIC
OLS	0,9111	658,0603
GWR	0,9935576	573,4242

Nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) pada OLS sebesar 0.9111 atau 91% maka dapat disimpulkan bahwa model regresi dengan menggunakan metode OLS dapat menjelaskan kasus penyebaran covid-19 sebesar 91% dan 9% nya dijelaskan oleh variabel lain yang tidak tercantum pada penelitian. Begitu pula pada metode GWR, nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) secara global sebesar 0.9935576 atau 99% maka dapat disimpulkan bahwa model regresi dengan menggunakan GWR dapat menjelaskan kasus peyebaran covid-19 sebesar 99% dan 1% nya dijelaskan oleh variabel lain yang tidak tercantum pada penelitian.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang sudah dilakukan didapatkan kesimpulan yakni:

1. Model regresi linier kasus penyebaran Covid-19 di wilayah Jawa Timur dengan menggunakan metode OLS, didapatkan model seperti berikut:

$$\hat{Y} = 1.713e^{+03} + 2.281e^{-02} X_1 - 9.471e^{-03} X_2 + 3.423e^{-02} X_3 + 1.168e^{-02} X_4$$

Model diatas dapat menjelaskan bahwa apabila terjadi peningkatan kepadatan penduduk sebesar 1 jiwa akan meningkatkan angka kasus Covid-19 di wilayah Jawa Timur sebanyak 2,281 setara dengan 2 kejadian jika variabel lain stabil. Setiap peningkatan angka penduduk miskin sebesar 1 jiwa akan berkurang angka kasus Covid-19 di wilayah Jawa Timur sebesar 9,471 setara dengan 9 kejadian saat variabel lain konstan. Ketika tingkat penduduk tidak bekerja naik 1 jiwa maka akan bertambah sebesar 3,423 setara dengan 3 kejadian ketika yang lain konstan. Setiap naik angka vaksinasi sebesar 1 jiwa akan bertambah kasus Covid-19 di wilayah Jawa Timur sebesar 1,168 setara dengan 1 kejadian ketika variabel yang lain konstan.

2. Model penyebaran Covid-19 di wilayah Jawa Timur dengan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR) diperoleh 38 model untuk 38

Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur. Contoh dalam interpretasi model GWR pada Kabupaten Pacitan yang terbentuk dapat dituliskan sebagai berikut:

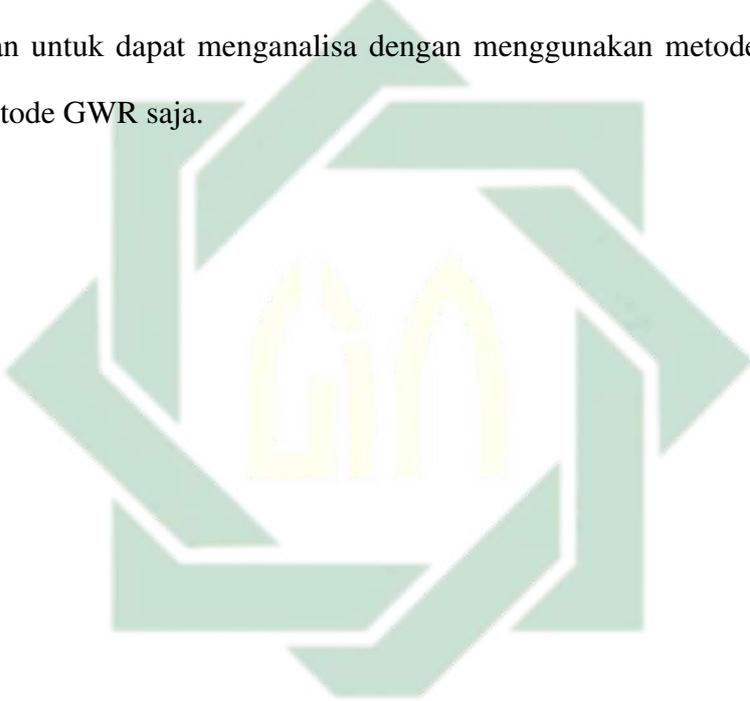
$$\hat{Y} = 4052,4162 + -0.32108X_1 - 0.0104029X_2 + 0,031965X_3$$

Model diatas menunjukkan bahwa pada Kabupaten Pacitan dipengaruhi oleh variabel Kepadatan Penduduk ( $X_1$ ), Penduduk miskin ( $X_2$ ) dan Penduduk Tidak Bekerja ( $X_3$ ) dan memiliki hubungan negatif dan positif dengan kasus Covid-19.

3. Pada pemodelan regresi linier seluruh variabel mempengaruhi ketika dilakukan uji serentak, setelah dilakukan pengujian secara parsial variabel penduduk miskin  $X_2$ , penduduk tidak bekerja  $X_3$  dan variabel vaksinasi  $X_4$  yang berpengaruh signifikan terhadap kasus Covid-19. Pada pemodelan GWR, berdasarkan variabel signifikansi, terbentuk sepuluh kelompok variabel yang mempengaruhi, kelompok pertama terdiri dari variabel kepadatan penduduk  $X_1$ , penduduk miskin  $X_2$  dan penduduk tidak bekerja  $X_3$ , kelompok kedua terdiri dari variabel kepadatan penduduk  $X_1$ , penduduk tidak bekerja  $X_3$  dan vaksinasi  $X_4$ , kelompok ketiga terdiri dari penduduk miskin  $X_2$ , penduduk tidak bekerja  $X_3$  dan vaksinasi  $X_4$ , kelompok keempat terdiri dari variabel penduduk tidak bekerja  $X_3$  dan vaksinasi  $X_4$ , kelompok kelima terdiri dari variabel kepadatan penduduk  $X_1$  dan penduduk tidak bekerja  $X_3$ , kelompok ke enam terdiri dari kepadatan penduduk  $X_1$  dan penduduk miskin  $X_2$ , kelompok ketujuh terdiri dari penduduk miskin  $X_2$ , kelompok kedelapan terdiri dari penduduk tidak bekerja  $X_3$ , kelompok kesembilan terdiri dari variabel vaksinasi  $X_4$  dan kelompok terakhir tidak ada variabel yang mempengaruhi.

## 5.2. Saran

Pada penelitian mengenai identifikasi penyebaran kasus Covid-19 ini dilakukan menggunakan empat variabel independen saja, diharapkan penelitian selanjutnya untuk menambah variabel independen yang lain yang diestimasi dapat mempengaruhi penyebaran kasus Covid-19. Pada penelitian selanjutnya juga diharapkan untuk dapat menganalisa dengan menggunakan metode lainnya tidak hanya metode GWR saja.



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Wahyu Nopilia. (2021). Analisis Faktor Penyebab Tingginya Kasus COvid-19 di Kota Bandar Lampung Tahun 2021. SKRIPSI. <http://digilib.unila.ac.id/60502/3/3>.
- Agustina, Melani. (2020). Update Corona COVID-19 Jawa Timur pada 17 Agustus 2020. Liputan6.com. <https://surabaya.liputan6.com/read/4333295/update-corona-covid-19-jawa-timur-pada-17-agustus-2020>
- Agustina, Melani. (2020). Update Corona COVID-19 Jawa Timur pada 17 Oktober 2020. Liputan6.com. <https://surabaya.liputan6.com/read/4385210/update-corona-covid-19-jawa-timur-pada-17-oktober-2020>
- Arfianta,P. (2021). Pemodelan Tingkat Terbuka di Provinsi Jawa Timur Menggunakan *Geographically Weighted Regression*. <https://repository.its.ac.id/91587/>
- Arum, Puspita. (2021). Update Virus Corona di Surabaya 17 Januari: Total 18974 Kasus COVID-19, Banyak Kafe Bandel Saat PPKM <https://surabaya.tribunnews.com/2021/01/17/update-virus-corona-di-surabaya-17-januari-total-18974-kasus-covid-19-banyak-kafe-bandel-saat-ppkm>.
- Astuti,N et al. (2021). Persepsi Masyarakat Terhadap Penerimaan Vaksinasi COvid-19. Literature Review journal Stikeskendal. <http://journal.stikeskendal.ac.id/index.php/Keperawatan/article/view/1363>
- Ayunda,R dan V.K.N. (2021). Perlindungan Hukum Bagi Masyarakat Terhadap

- Efek Samping Pasca Pelaksanaan Vaksinasi COvid-19 Di Indonesia. Journal UM Tapsel. <http://jurnal.um-tapsel.ac.id/index.php/nusantara/article/view/3022>
- Basmar, E dan R.S.J.M. (2021). Respon Fluktasi Upah Terhadap Perubahan Tingkat Pengangguran di Indonesia. Journal Stieamkop. Vol. 6 No. 1. hal 2597-4084. <https://www.journal.stieamkop.ac.id/index.php/mirai/article/view/673>
- Dzikrina, A. (2013). Pemodelan Angka Pravelansi Kusta dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi di Jawa Timur dengan Pendekatan Geographically Weighted Regression (GWR). EJournal ITS. <https://ejurnal.its.ac.id/index.php/sainsseni/article/view/4856>
- Dzikrina, A.M dan Purnami, S.W. (2013). Pemodelan Angka Prevalensi Kusta dan faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Di Jawa Timur Dengan Pendekatan Geographically Weighted Regression(GWR). Journal Sains Dan Seni ITS. Vol 2 No 2. Halaman D275-D281. <http://ejurnal.its.ac.id/index.php/sainsseni/article/view/4856>
- Farida, I.(2016).Model *Geographically Weighted Regression* (GWR) Dengan Pembobot Kernel Bisquare Studi kasus: Indeks Pembangunan Manusia (IPM). <http://repository.upi.edu/id/eprint/32752>
- Hajar, A, Nabawi,I. (2021). Pengolahan Data Spasial-*Geolocation* Untuk Menghitung Jarak 2 Titik. Citec Amikom. <https://citec.amikom.ac.id/main/index.php/citec/article/view/265>
- Haryanto,S dan Andriani, G.A. (2021). Pemodelan Jumlah Penduduk Miskin Di Jawa Tengah Menggunakan *Geographically Weighted Regression* (Gwr). Jurnal Litbang Sukowati: Media Penelitian Dan Pengembangan. Vol 4. No 2. Halaman 10 <https://doi.org/10.32630/sukowati.v4i2.122>

- Herliandry, L. D., Nurhasanah, N., Suban, M. E., Kuswanto, H. (2020). Pembelajaran Pada Masa Pandemi Covid-19. *JTP - Jurnal Teknologi Pendidikan*. Vol 22 No 1, Halaman 65–70. <https://doi.org/10.21009/jtp.v22i1.15286>
- Kristanto, T., Faridatul Azizah, A., Shofi Akbar, F., Sayid Albana, A., Pudji Istyanto, N. (2020). Sosialisasi Pencegahan Penanganan Wabah COVID-19 Terhadap Komunitas Tunarungu Di Kota Surabaya. *Jurnal Abdidas*, Vol 1 No 2, Halaman 43–47. <https://doi.org/10.31004/abdidas.v1i2.12>
- Kuncoro, S. (2014). Analisis Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Tingkat Pengangguran dan Pendidikan Terhadap Tingkat Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur Tahun 2009-2011. <http://eprints.ums.ac.id/id/eprint/31685>
- Kurniawan, D. (2020). Update Corona COVID-19 di Jatim pada 17 April 2020: Total Pasien Sembuh 96 Orang. *Liputan6.Com*. <https://surabaya.liputan6.com/read/4230766/update-corona-covid-19-di-jatim-pada-17-april-2020-total-pasien-sem-buh-96-orang>
- Kurniawan, D. (2020). Update Corona COVID-19 pada 17 Juni 2020 di Jatim: Pasien Positif Bertambah 208 Orang. *Liputan6.Com*. <https://surabaya.liputan6.com/read/4282044/update-corona-covid-19-pada-17-juni-2020-di-jatim-pasien-positif-bertambah-208-orang>
- Lumaela, A. K., Otok, B. W., Sutikno. (2013). Pemodelan Chemical Oxygen Demand (Cod) Sungai di Surabaya Dengan Metode Mixed Geographically Weighted Regression. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 2(1), D100–D105. [http://ejournal.its.ac.id/index.php/sains\\_seni/article/view/3204](http://ejournal.its.ac.id/index.php/sains_seni/article/view/3204)
- Lutfiani, N. (2019). Pemodelan *Geographically Weighted Regression* (GWR) dengan

Fungsi Pembobot Kernel Gaussian dan Bi-Square. In Unnes Journal of Mathematics (Vol. 8, Issue 1). <https://doi.org/10.15294/ujm.v8i1.17103>

Lutfiani, N., Mariani, S. (2019). Pemodelan Geographically Weighted Regression (GWR) dengan Fungsi Pembobot Kernel Gaussian dan Bi-Square. Unnes Journal of Mathematics, Vol 8 No 1, Halaman 82–91. <https://doi.org/10.15294/ujm.v8i1.17103>

Mahdy, I. F. (2021). Pemodelan Jumlah Kasus Covid-19 Di Jawa Barat Menggunakan *Geographically Weighted Regression*. Seminar Nasional Official Statistics, No 1, halaman 138–145. <https://doi.org/10.34123/semnasoffstat.v2020i1.642>

Noviani, D., Wasono, R., Universitas, I. N.-J. S. (2021). *Geographically Weighted Poisson Regression (GWPR)* Untuk Pemodelan Jumlah Penderita Kusta Di Jawa Tengah. Jurnal.Unimus.Ac.Id. Retrieved December <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/statistik/article/view/1357>

Partridge, M., Rickman, D., Ali, K., economics, M. O.-L., undefined. (n.d.). *The geographic diversity of US nonmetropolitan growth dynamics: A geographically weighted regression approach*. Le.Uwpress.Org. Retrieved November. <http://le.uwpress.org/content/84/2/241.short>

Ramadan, A., Dan, R. B.-J. S. I., U. (n.d.). Manusia Di Kabupaten Dan Kota Provinsi Jawa Tengah Tahun 2014 Menggunakan Metode Geographically Weighted Regression. Ejournal.Akprind.Ac.Id. Retrieved November 11, 2021 <https://ejournal.akprind.ac.id/index.php/STATISTIKA/article/view/1100>

Rathus, S., Greene, B. (2019). Psikologi Abnormal Jilid 2. <http://www.litbang.kemkes.go.id:8080/handle/123456789/61304>

- Sabiq, R., Konflik, N. N.-J. K. R., U. (n.d.). Pengaruh Kepadatan Penduduk Terhadap Tindakan Kriminal. *Jurnal.Unpad.Ac.Id*, 3. Retrieved December 6, 2021. <http://jurnal.unpad.ac.id/jkrk/article/view/35149>
- Saputri, M., Psikologi, E. I.-J., undefined. (n.d.). Hubungan antara dukungan sosial dengan depresi pada lanjut usia yang tinggal di panti wreda wening wardoyo Jawa Tengah. *Ejournal.Undip.Ac.Id*. Retrieved December 7, 2021, <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/psikologi/article/view/2910>
- Siahaan, M. (2020). Dampak pandemi Covid-19 terhadap dunia pendidikan. *Repository.Ubharajaya.Ac.Id*, 1, 1410–9794. <http://repository.ubharajaya.ac.id/id/eprint/4842>
- Silitonga, E., Saragih, F. L., Oktavia, Y. T. (2021). Sosialisasi Penerapan 3M Dalam Upaya Pencegahan Penularan COVID-19 Pada Masyarakat Kota Medan. *Jurnal Adimas Mutiara*, Vol 2 No 1, Halaman 120–127.
- Suhaeni, H. (n.d.). Kepadatan Penduduk dan Hunian Berpengaruh terhadap Kemampuan Adaptasi Penduduk Di Lingkungan Perumahan Padat. *Jurnalpermukiman.Pu.Go.Id*. Retrieved December 6, 2021. <http://jurnalpermukiman.pu.go.id/index.php/JP/article/view/127>
- Susilo, A., Rumende, C., ... C. P.-... P. D., 2020, undefined. (n.d.). Coronavirus disease 2019: Tinjauan literatur terkini. *Jurnalpenyakitdalam.Ui.Ac.Id*. Retrieved November 9, 2021. <http://www.jurnalpenyakitdalam.ui.ac.id/index.php/jpdi/article/view/415>
- Tarigan, Wenny Sriminda. (2020). Analisis Regresi Spasial Pada Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Sumatera Utara Tahun 2020. *Seminar Nasional Official Statistic 2021*.

- Ulya, H. N.(2020).Alternatif Strategi Penanganan Dampak Ekonomi Covid-19 Pemerintah Daerah Jawa Timur Pada Kawasan Agropolitan. *El-Barka: Journal of Islamic Economics and Business*, 3(1). <https://doi.org/10.21154/ELBARKA.V3I1.2018>
- Wanto, A., Computer, J. H.-C. (2021). Estimasi Penduduk Miskin di Indonesia Sebagai Upaya Pengentasan Kemiskinan dalam Menghadapi Revolusi Industri 4.0. *Jurnal.Unimed.Ac.Id*. Retrieved December 7, 2021. <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/cess/article/view/13601>
- Wheeler, D. C., Páez, A. (2010). Geographically Weighted Regression. *Handbook of Applied Spatial Analysis*, 461–486. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-03647-7\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-642-03647-7_22)
- Yamin, S., Infotek, H. K.-J. S. (2021). SPSS Complete: Teknik Analisis Statistik Terlengkap dengan Software SPSS. *Academia.Edu*. Retrieved December 6, 2021. [https://www.academia.edu/download/31192515/document\\_attachment\\_5001311154390.pdf](https://www.academia.edu/download/31192515/document_attachment_5001311154390.pdf)
- Yang, P., Liu, P., Li, D., infection, D. Z.-T. J. Corona Virus Disease 2019, a growing threat to children? *Ncbi.Nlm.Nih.Gov*. Retrieved November 9. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7125808/>
- Yanuarita, H. A., Haryati, S. (2021). Pengaruh Covid-19 Terhadap Kondisi Sosial Budaya Di Kota Malang Dan Konsep Strategis Dalam Penanganannya. *Jurnal Ilmiah Widya Sosiopolitika*, Vol 2 No 2, Halaman 58. <https://doi.org/10.24843/jiwsp.2020.v02.i02.p01>
- Yasin, H. (n.d.). (2021). Pemilihan variabel pada model geographically weighted regression. *Ejournal.Undip.Ac.Id*. Retrieved December 6, 2021, [https://ejournal.undip.ac.id/index.php/media\\_statistika/article/view/2465](https://ejournal.undip.ac.id/index.php/media_statistika/article/view/2465)