

Model Spatial Autoregressive pada Tingkat Angka Kematian Korban Covid-19 di Provinsi Riau

Rahmadeni^{1*}, Rahima Dina²

^{1,2} Prodi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN SUSKA Riau, Indonesia

* Penulis Korespondensi. Email: rahmadeni@uin-suska.ac.id

ABSTRAK

Riau menjadi provinsi dengan kasus terbanyak di Pulau Sumatera dan memiliki jumlah kasus Covid 19 tertinggi ketiga di Indonesia. Penyebaran penyakit COVID 19 dianalisis menggunakan metode regresi spasial yang mencakup beberapa ketergantungan spasial dari rentang lag untuk mengetahui ketergantungan spasial lag menggunakan metode autoregresi spasial. Dari metode tersebut dapat diketahui autokorelasi spasial pola penyebaran penyakit COVID 19 di Riau dan mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kematian akibat COVID 19. Dari hasil analisis spasial autoregresif menunjukkan terdapat tiga variabel yang mempunyai pengaruh signifikan terhadap angka kematian. COVID 19 yaitu variabel jumlah kemiskinan, jumlah pengangguran dan kepadatan penduduk. Dengan koefisien determinasi model SAR sebesar 98,91%. Artinya variabel kemiskinan, pengangguran, dan kepadatan penduduk menjadi faktor yang menyebabkan angka kematian COVID 19 sebesar 98,91%. Sisanya (1,09%) dipengaruhi oleh faktor lain diluar model.

Kata Kunci: COVID-19, Jumlah Pengangguran, Riau, Spatial Autoregressive

ABSTRACT

Riau province has the most cases on Sumatra Island and has more COVID 19 cases, the third province in Indonesia. Spread of COVID 19 disease in spatial regression analysis with multiple Lagrange spatial lags to determine the dependence of spatial lags using spatial autoregression. This method can identify spatial autocorrelation in the spread pattern of COVID 19 disease in the county as well as determine the cause of COVID 19 mortality. Results of autoregression analysis According to space, there are three variables that significantly affect the COVID 19 mortality rate: poverty, unemployment and population density. With the SAR model results, koefisisen was determined to be 98.91%. This means that poverty, unemployment and population density are the factors responsible for 98.91% of the COVID 19 mortality rate. The rest (1.09%) is influenced by other factors outside the model

Keyword: COVID-19, Spatial Autoregressive, Unemployed Number, Riau.

Article info:

Submitted: 13 May 2024

Accepted: 31 May 2024

How to cite this article:

Rahmadeni, R., & Dina, R. (2024). Model Spatial Autoregressive pada Tingkat Angka Kematian Korban Covid-19 di Provinsi Riau. Zeta - Math Journal, 9(1), 50-59. <https://doi.org/10.31102/zeta.2024.9.1.50-59>



This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

1. PENDAHULUAN

Kasus COVID-19 pertama di Indonesia dilaporkan pada 2 Maret 2020 sebanyak dua kasus. Kemudian pada 31 Maret 2020, kasus terkonfirmasi sebanyak 1.528 orang dan kematian sebanyak 136 orang. Angka kematian Covid-19 tertinggi di Asia Tenggara adalah 8,9% di Indonesia. Sementara itu, Provinsi Riau memiliki jumlah kasus Covid-19 tertinggi di Pulau Sumatera (Kompas, 2021) dan peringkat 3 nasional dalam penambahan kasus terbanyak (Kompas, 2020). Untuk menekan angka penularan dan angka kematian COVID-19, pemerintah telah bekerja keras. Upaya pemerintah Indonesia menyikapi situasi tersebut antara lain dengan menerapkan PSBB (pembatasan sosial berskala besar) di berbagai daerah, termasuk di Provinsi Riau (Kementerian Kesehatan, 2021).

Penyebabnya adalah pengamatan bahwa suatu wilayah dipengaruhi oleh wilayah yang berdekatan, serupa dengan teori yang dikemukakan oleh W Tobler dalam ilmu geografi bahwa segala sesuatu mempunyai hubungan dengan wilayah lain, namun yang lebih dekat mempunyai pengaruh yang lebih besar daripada wilayah yang jauh. Spasial merupakan sesuatu yang mempunyai hubungan dengan wilayah. Model Spatial Autoregressive (SAR) merupakan model yang menggabungkan konsep regresi linier dengan pergeseran spasial pada variabel respon ketika terdapat korelasi spasial (Samadi, 2017). Model ini juga menggambarkan pengaruh suatu variabel yang merupakan faktor kejadian Covid-19 terhadap kematian akibat Covid-19.

Penyebaran penyakit ini dipengaruhi oleh banyak faktor, termasuk faktor sosial ekonomi (Qiu, 2020). Diantaranya, pengangguran, kemiskinan, dan kurangnya pendidikan formal menjadi faktor penting yang mempengaruhi angka kematian akibat Covid-19 (Goutte, 2020). Daerah padat penduduk meningkatkan kerentanan terhadap penularan. Kepadatan sosial di Indonesia berperan dalam penularan COVID-19, hal ini mengacu pada kepadatan sosial di perkotaan lebih tinggi dibandingkan di pinggiran kota, sehingga rantai penularannya semakin kompleks dan penularan penyakitnya semakin besar (Wahyuni, 2020). Berdasarkan dari penjelasan di atas dan beberapa uraian para peneliti sebelumnya sehingga penulis tertarik untuk mengangkat judul “Model Spatial Autoregressive pada Tingkat Angka Kematian Korban Covid-19 di Provinsi Riau “.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Uji Ketergantungan Spasial

Uji Lagrange Multiplier (LM) dilakukan untuk menguji pengaruh ketergantungan spasial pada lag. Hasil yang diperoleh dari uji LM akan menjadi dasar untuk membentuk model analisis regresi spasial yang akan digunakan. Uji pengali Lagrange Multiplier lag. Hipotesis dirumuskan dengan H_0 yaitu tidak ada ketergantungan spasial

lag ($\rho = 0$) dan H_1 yaitu terdapat ketergantungan spasial lag ($\rho \neq 0$) dengan statistik ujinya yaitu :

$$LM = \frac{\left[\frac{\varepsilon' W Y}{\hat{\sigma}_{LM}^2} \right]}{R \hat{J}_{\rho-\beta}}$$

Daerah kritisnya yaitu H_0 ditolak apabila nilai $LM > X_{\frac{\alpha}{2}, 1}^2$ ataupun $p\text{-value} < \alpha = 0.05$

2.2. Indeks Moran's I

Autokorelasi spasial bertujuan untuk mengidentifikasi pola hubungan atau korelasi antar wilayah yang diamati. Uji yang digunakan adalah uji indeks Moran's I. Metode bertujuan untuk melihat hubungan spasial yang terjadi pada suatu wilayah (Samadi, 2017). Secara umum indeks Moran dengan matriks bobot spasial ternormalisasi W ditulis sebagai :

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

Uji signifikansi $Z(I)$ mengikuti sebaran normal yang artinya H_0 ditolak jika nilai $|Z(I)| > Z_{\alpha/2}$ ataupun $p\text{-value} < \alpha = 0.05$ memiliki arti tidak terdapat autokorelasi antar wilayah dengan nilai $Z(I)$ (Samadi, 2017) sebagai berikut :

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

Dimana $Z(I)$ yaitu nilai statistik uji Indeks moran, dan nilai harapan $E(I) = -\frac{1}{n-1}$ Nilai yang dihasilkan dalam I adalah $-1 < I < 1$. Nilai indeks moran digunakan untuk menentukan karakteristik dari pola spasial secara umum (Hernawati, 2018) yaitu :

- Pola *clustered*, autokorelasi spasial bernilai positif jika nilai $I > E(I)$
- Pola *dispersed*, autokorelasi bernilai negatif, jika nilai $I < E(I)$
- Pola *random* (tidak menunjukkan pola yang sama maupun berbeda) jika nilai I sama dengan nilai $E(I)$.

2.3. Model Umum Spatial Auto Regressive

Autoregresi spasial adalah kombinasi analisis regresi linier multivariat dengan lag spasial yang mengandung korelasi spasial (Samadi, 2017). Ketergantungan nilai pengamatan pada suatu wilayah terhadap wilayah lain di dekatnya menyebabkan munculnya konsep jarak autoregresif. Misalkan i dekat lokasi j , maka nilai observasi di lokasi i merupakan fungsi dari nilai observasi di lokasi j , i tidak sama dengan j (Arif, 2015).

Bentuk umum model *spatial autoregressive* yaitu :

$$y = \rho W y + X \beta + \varepsilon$$

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

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

2.4. Uji Asumsi Regresi Spasial

Uji asumsi model regresi spasial adalah pengujian pada galat berdistribusi normal menggunakan Shapiro-Wilk seperti pada regresi klasik dan pengujian homokedastisitas. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan asumsi homogenitas varians error. Uji yang digunakan adalah *Breusch Pagan* (BP). Hipotesis yang digunakan adalah :

H_0 : ragam residual homogen

H_1 : ragam residual tidak homogen

Statistik uji yang digunakan adalah :

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

Dengan elemen vektor f sebagai berikut :

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

Dengan e_i merupakan galat pengamatan ke- i dengan menggunakan OLS, σ^2 merupakan varians yang diperoleh berdasarkan galat OLS, nilai Z adalah matriks dengan ukuran $n \times (p+1)$ yang berisi vektor dan berdistribusi normal untuk setiap observasi (Merdekawaty, 2016). Kriteria statistik pengujian BP menyebar $\chi^2_{(k-)}$ dengan k adalah banyaknya parameter regresi. Keputusan tolak H_0 dilakukan jika nilai statistik uji $BP > \chi^2_{(k-)}$ atau $p\text{-value} < \alpha : 0.05$

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menganalisis data menggunakan autoregresi spasial. Data yang digunakan diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) dan Dinas Kesehatan Provinsi Riau untuk 12 kabupaten/kota diantaranya

Kabupaten Kuangsing, Kabupaten Indragiri Hulu, Kabupaten Indragiri Hilir, Kabupaten Pelalawan, Kabupaten Siak, Kabupaten Kampar, Kabupaten Rokan Hulu, Kabupaten Bengkalis. Kabupaten Rokan Hilir, Kabupaten Kepulauan Meranti, Kota Pekanbaru dan Kota Dumai

Adapun variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

- y : Angka Kematian COVID-19
- x_1 : Penduduk Miskin
- x_2 : Jumlah Pengangguran
- x_3 : Kepadatan Penduduk
- x_4 : Penduduk berpendidikan rendah
- x_5 : Penduduk berpendidikan menengah
- x_6 : Penduduk berpendidikan tinggi

Berikut langkah-langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

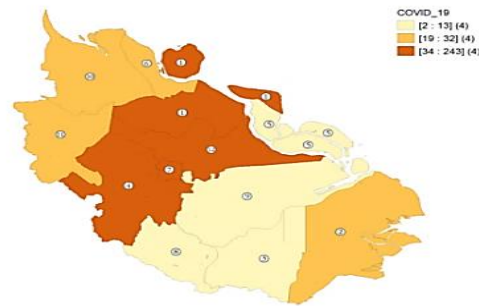
1. Identifikasi data yaitu mendiskripsikan variabel dependen dan independen. Adapun pengambilan variabel independen berdasarkan beberapa referensi diantaranya (Goutte, 2020), (Wahyuni, 2020) dan (Merdekawaty, 2016).
2. Pemilihan matriks pembobot spasial W .
Hubungan spasial antar wilayah pengamatan dapat dilakukan dengan beberapa metode pembobot antara lain:
 1. *Rook Contiguity*
Keterkaitan spasial antar lokasi yang diamati berdasarkan sisi yang saling bersinggungan. Dengan arah diagonal tidak diperhitungkan.
 2. *Bishop Contiguity*
Keterkaitan spasial antar lokasi yang diamati berdasarkan titik yang saling bersinggungan. Hanya memperhitungkan arah diagonal saja.
 3. *Queen Contiguity*
Hubungan spasial antar daerah pengamatan yaitu gabungan dari *rook contiguity* dan *bishop contiguity*. Daerah pengamatannya dapat ditentukan ke arah kanan, bawah, atas, kiri dan diagonal.
3. Mendeteksi pada variabel respon ada tidak nya autokorelasi spasial dengan menggunakan uji indeks moran.
4. Melakukan uji depedensi spasial menggunakan uji *Lagrange Multiple*. Menggunakan software Geoda.
5. Pendugaan parameter pada model regresi spasial (SAR) diperoleh dengan menggunakan kemungkinan maksimum.
6. Uji asumsi model SAR, menggunakan Software Geoda
7. Interpretasi model SAR dan membuat kesimpulan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Provinsi Riau mencakup 12 kabupaten dan 2 kota. Kabupaten tersebut adalah Bengkalis, Indragiri Hulu, Indragiri Hilir, Kampar, Dumai, Pekanbaru, Rokan Hulu, Rokan Hilir, Kuantan Singingi, Kepulauan Meranti dan Siak. Berikut uraian serta diagram distribusi masing-masing variabel:

4.1 Gambaran Umum Provinsi Riau

Penyebaran angka kematian COVID 19 di provinsi Riau tersebar dengan jumlah yang berbeda pada setiap kabupaten. Variabel COVID 19 dipetakan menjadi 3 wilayah berdasarkan jumlah angka kematian Covid 19, pemetaan tersebut dapat dilihat pada berikut ini :



Gambar 1. Peta Penyebaran Angka Kematian COVID 19 di Riau

Berdasarkan Gambar 1, berikut adalah peta tematik Provinsi Riau dengan 12 kabupaten. Warna yang lebih gelap pada peta menunjukkan jumlah angka kematian covid 19 lebih tinggi, sedangkan warna yang lebih terang menunjukkan nilai observasi yang lebih rendah. Berdasarkan peta, wilayah Riau terbagi menjadi 3 bagian. Wilayah-wilayah tersebut disajikan pada tabel berikut:

Tabel 1. Jumlah Angka Kematian COVID 19

Wilayah I [2 : 13]	Wilayah II [19 : 32]	Wilayah III [34 : 243]
Kepualaun Meranti	Rokan Hilir	Siak
Pelelawan	Rokan Hulu	Bengkalis
Kuantan Singingi	Indragiri Hilir	Kampar
Indragiri hulu	Kota Dumai	Kota pekanbaru

Berdasarkan Tabel. 1 diketahui setiap amatan terdapat nilai variabel yang dikategorikan menurut pembagian kuartil. Sehingga didapat tiga kategori yaitu rendah, sedang dan tinggi. Kategori sangat rendah untuk jumlah angka kematian paling sedikit pada skala (2-13) jiwa terjadi pada kabupaten Kepulauan Meranti, Pelelawan, Kuantan Singingi dan Indragiri Hulu. Sedangkan untuk kategori sangat tinggi untuk jumlah angka kematian COVID-19 terbanyak berkisar (34-243) terjadi pada Kabupaten Bengkalis, Siak, Kampar dan Kota Pekanbaru.

4.2 Pembentukan Model *Spatial Autoregressive*

1. Pembentukan Model Regresi Linear Berganda

Model regresi memberikan gambaran mengenai hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen atau pengaruh angka kematian COVID 19 terhadap angka kematian COVID 19. Hasil estimasi serta pengujian pada parameter ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 2. Pemodelan Terbaik Regresi Linear

Variabel	Koefisien	Std. Error	<i>p-value</i>
Constant	-38.4875	34.4797	0.31507
Pengangguran (x_1)	0.00144344	0.000707033	0.09668
Kemiskinan (x_2)	-0.287443	0.250017	0.30227
Kepadatan Penduduk (x_3)	0.0916282	0.0152638	0.00184*
Pendidikan Rendah (x_4)	0.30701	0.480696	0.55114
Pendidikan Menengah (x_5)	0.715949	0.704611	0.35620
Pendidikan Tinggi (x_6)	0.888223	1.87091	0.65497

Dari Tabel 2. diperoleh model regresi linear sebagai berikut:

$$\hat{y} = 15,416 + 0,00184(\text{kepadatan penduduk}).$$

Nilai koefisien regresi variabel kepadatan penduduk (x_3) sebesar 0.1259 ini berarti jika kepadatan penduduk mengalami kenaikan sebesar 1 satuan maka akan meningkatkan persentase angka kematian COVID 19 sebesar 0.1184%. Koefisien bernilai positif artinya terjadi hubungan positif antara kepadatan penduduk (x_3) dengan angka kematian COVID 19.

2. Uji Ketergantungan Spasial

Pengujian efek spasial dilakukan menggunakan statistik uji *Lagrange Multiplier* (LM). Berikut adalah hasil uji LM:

Tabel. 3 Hasil Uji Lagrang Multiplier

Test	Nilai	P-value
Lagrange Multiplier (Lag)	3.7736	0.05207
Lagrange Multiplier (error)	0.4016	0.52626

Berdasarkan Tabel 3. diatas diketahui bahwa nilai p-value LM lag sebesar 0.05207. Dengan menggunakan taraf signifikan sebesar 10 %. Sehingga H_0 diterima artinya terdapat depedensi spasial pada lag. Dan nilai *p-value* LM error sebesar 0.52626 lebih besar dari α dengan signifikansi 10%.. Sehingga keputusan yang diambil adalah H_0 ditolak artinya tidak terdapat depedensi spasial terhadap *error*. Sehingga model yang akan dibentuk menggunakan pemodelan SAR.

3. Indeks Moran's I

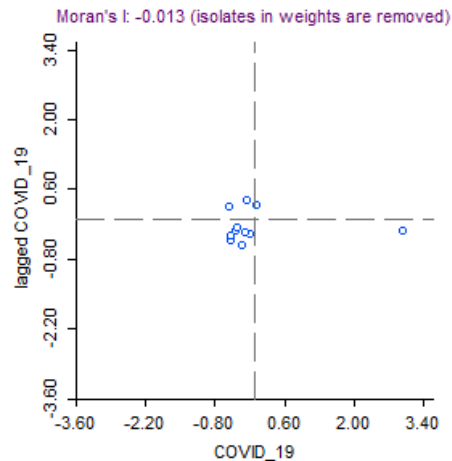
Pengujian efek spasial dengan menggunakan uji indeks moran's *I* untuk melihat ada atau tidaknya autokorelasi spasial

Tabel 4. Hasil Perhitungan Indeks Moran's *I*

Variabel	Nilai <i>I</i>
COVID 19 (<i>y</i>)	-0,013
Pengangguran (x_1)	-0,114
Kemiskinan (x_2)	-0,081
Kepadatan penduduk (x_3)	-0,061
Pendidikan Rendah (x_4)	-0,297
Pendidikan Menengah (x_5)	0,425
Pendidikan Tinggi (x_6)	-0,040

Berdasarkan pengujian terhadap adanya autokorelasi spasial dengan menggunakan indeks moran Tabel 4. menunjukkan variabel (x_1), (x_2), (x_3), (x_4), dan (x_6) memiliki autokorelasi negatif. Hal ini berarti daerah yang saling berdekatan mempunyai nilai yang berbeda sehingga membentuk pola *dispersed*, namun korelasinya dapat dikatakan lemah karena mendekati nol.

Dari Tabel. 4 perhitungan indeks moran's I dapat kita lihat moran's *scatter plot* pada gambar berikut ini :



Gambar 2. Hasil Geoda Moran Scatter Plot Angka Kematian COVID 19

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan penyebaran Angka Kematian COVID 19 terdapat pengelompokan pada kuadran III (*Low-low*), yaitu kabupaten Rohil, Rohul, Kuansing, Inhu, Inhil, Bengkalis dan Dumai. Kabupaten ini menunjukkan nilai observasi rendah dikelilingi oleh daerah yang mempunyai nilai observasi rendah juga. Namun pada kuadran IV (*High-low*) hanya terdapat 1 kota yaitu Pekanbaru.

4. Estimasi Parameter Regresi Spasial

Model *Spatial Autoregressive* akan digunakan dalam memodelkan angka kematian COVID 19 dan faktor yang mempengaruhinya. Maka hal selanjutnya yang akan dilakukan adalah melakukan estimasi parameter setiap variabel.

Hasil estimasi parameter dengan menggunakan *Spatial Autoregressive* adalah sebagai berikut ini :

Tabel 5. Hasil Estimasi parameter *Spatial Autoregressive Model*

Variabel	Koefisien	Standar Error	p-value
Konstan	-3.23567	0.118919	0.89008
ρ	0.26582	23.4127	0.02540
Pengangguran (x_1)	0.00165165	0.000402336	0.00004*
Kemiskinan (x_2)	-0.308477	0.139134	0.02661*
Kepadatan Penduduk (x_3)	0.0896498	0.00852924	0.00000*
Pendidikan Rendah (x_4)	0.254894	0.26779	0.34118
Pendidikan Menengah (x_5)	-0.32359	0.581832	0.57810
Pendidikan Tinggi (x_6)	1.5831	1.09005	0.14641

Berdasarkan Tabel 4.8 di atas, diketahui bahwa variabel-variabel yang berpengaruh signifikan terhadap angka kematian COVID 19 pada $\alpha : 5\%$ adalah variabel bebas yang memiliki $p - value < \alpha$ yaitu pengangguran (x_1), kemiskinan (x_2). Hal ini didukung oleh penelitian Goutte, dkk 2020 yang menyatakan bahwa kemiskinan dan jumlah pengangguran memiliki pengaruh penting terhadap penyebaran angka kematian COVID-19. Variabel kepadatan penduduk (x_3) juga memiliki pengaruh yang signifikan ini didukung oleh penelitian Wahyuni 2021 mengatakan bahwa kepadatan penduduk memiliki korelasi terhadap jumlah kasus mingguan COVID 19. Langkah selanjutnya yaitu menggabungkan kembali variabel-variabel bebas yang berpengaruh signifikan terhadap angka kematian COVID 19 di Riau tahun 2020.

Adapun hasil estimasi parameter untuk *Spatial Autoregressive* model dengan menggunakan variabel bebas yang berpengaruh signifikan adalah sebagai berikut :

Tabel 6. Hasil Estimasi Parameter Spasial Autoregressive Model Terbaik

Variabel	Koefisien	Std. Error	P value
Konstan	1,14525	6,3173	0,85614
ρ	0,206551	0.09275	0,02214
Pengangguran (x_1)	0,001703	0,00039	0,00002*
Kemiskinan (x_2)	-0,31719	0,120384	0,00842*
Kepadatan Penduduk (x_3)	0,0939112	0,0083443	0,00000*

Model SAR yang terbentuk dari Tabel 5 adalah :

$$\hat{y} = 1.1425 + 0.206551 (\text{pembobot disetiap kabupaten}) + 0.001703 (\text{pengangguran}) - 0.31719(\text{kemiskinan}) + 0.0939112 (\text{kepadatan penduduk})$$

Dari model diatas dapat diinterpretasikan bahwa rata-rata pengangguran (x_1) memiliki hubungan positif terhadap angka kematian COVID 19 di provinsi Riau pada tahun 2020. Apabila faktor lain dianggap konstan, maka ketika jumlah pengangguran naik sebesar 1 satuan maka akan mengakibatkan nilai angka kematian COVID 19 bertambah sebesar 0,17 %. Selanjutnya rata-rata kemiskinan (x_2) memberikan pengaruh negatif terhadap angka kematian COVID 19 di provinsi Riau pada tahun 2020. Sehingga jika nilai kemiskinan naik sebesar 1 satuan, maka akan mengakibatkan pengurangan angka kematian COVID 19 sebesar 31,719%. Sedangkan jika rata-rata kepadatan penduduk bertambah sebesar 1 satuan maka akan mengakibatkan penambahan angka kematian COVID 19 sebesar 9,39%.

5. Uji Asumsi Spasial

Setelah didapat pemodelan spaasial autoregressiv, langkah selanjutnya yaitu melakukan uji asumsi pada model regresi spasial adalah uji kenormalan dan uji kehomogenan.

- Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukakn dengan menggunakan uji *saphiro wilk*. Pengujian ini sama seperti pengujian regresi pada umumnya.

Hipotesis :

H_0 : *error* berdistribusi normal

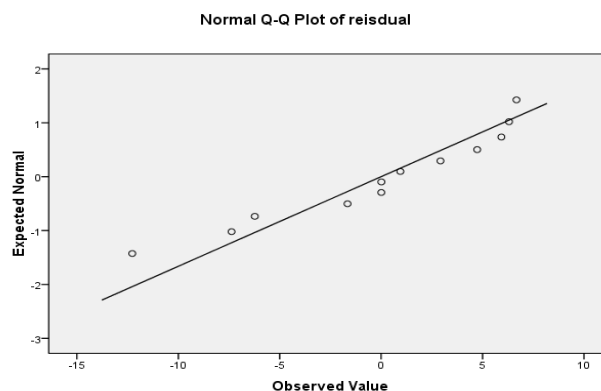
H_1 : *error* tidak berdistribusi normal

Kriteria pengambilan keputusan :

Jika $p - value < \alpha$ maka tolak H_0 yaitu galat dari model SAR tidak berdistribusi normal, namun jika

$p - value > \alpha$ maka terima H_0 yang berarti bahwa galat dari model SAR untuk berdistribusi normal.

Berikut ini adalah hasil uji kenormalan galat dari model regresi linear berganda :



Gambar 3. Plot Normalitas Galat dari Model SAR

Berdasarkan Gambar 3. menunjukkan bahwa galat dari model SAR berdistribusi normal karena sebaran titik berada pada garis regresi. Dugaan diperkuat dengan hasil uji *saphiro wilk* dengan nilai $p - value 0.251 > 0.05$.

- Uji Heteroskedastisitas Spasial

Uji heteroskedastisitas error diuji dengan menggunakan uji *Breusch-Pagan*. Uji ini bertujuan untuk mendeteksi asumsi kehomogenan ragam galat. Hasil uji *Breusch Pagan* pada model *Spatial Autoregressive Model* yaitu $p\text{-value} = 0.8827$ sehingga keputusannya H_0 diterima karena $p\text{-value} > \alpha$ dan berarti residual tidak homogen.

6. Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik berdasarkan nilai *R-Squared* terbesar dan nilai AIC terkecil. Berikut perbandingan antara kedua model :

Tabel 7. Nilai Koefisien Determinan dan AIC

Metode	<i>R-Squared</i>	AIC
Regresi Linear	96.21	97.83
Spatial Autoregressive	98.91	89.02

Berdasarkan Tabel 7. diatas model terbaik yang diperoleh berdasarkan kedua metode dengan melihat nilai *R-Squared* terbesar dan nilai AIC terkecil yaitu metode *Spatial Autoregressive* dimana nilai AIC sebesar 89.02 dan *R-Squared* sebesar 98.91. Hal ini menunjukkan bahwa model SAR mampu menjelaskan variabel pengangguran, kemiskinan dan kepadatan penduduk mempengaruhi angka kematian COVID-19 di Riau sebesar 98.91%. Sedangkan sisanya (1.09%) dipengaruhi oleh faktor lain diluar model.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan bahwa Model SAR yang terbentuk dengan pembobot *Queen Contiguity* untuk memodelkan tingkat angka kematian COVID 19 di provinsi Riau adalah :

$$\hat{y}_i = 1.1425 + 0.206551 \sum_{j=1, i \neq j}^n w_{ij} y_j + 0.001703 (x_{1i}) - 0.31719(x_{2i}) + 0.0939112 (x_{3i})$$

Berdasarkan pemodelan diatas diketahui bahwa hubungan ketertetanggaan antar kabupaten kota di Riau memiliki pengaruh sebesar 0.20655 yang dikalikan dengan pembobot lokasinya.

Faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat angka kematian COVID 19 provinsi Riau menggunakan model SAR yaitu : Jumlah pengangguran (x_1), jumlah kemiskinan (x_2), jumlah kepadatan penduduk (x_3).

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, A., & Tiro, M. (2015). Perbandingan Matriks Pembobot Spasial Optimum dalam Spatial Error Model (SEM). *Acta Univ. Agric. Silvic. Mendelianae Brun*, 16(2), 39–55.
- Dewi, K., Susilawati, M., & Sumarjaya, W. (2017). Metode Spatial Autoregressive Dalam Memodelkan Masyarakat Yang Berperilaku Mck Di Sungai. *E-Jurnal Matematika*, 6(4), November, 233–240. <https://doi.org/10.24843/MTK.2017.v06.i04.p171>
- Djuraidah, A., & Wigena, H. (2012). Regresi Spasial untuk Menentukan Faktor- faktor Kemiskinan di Provinsi Jawa Timur. *Statistika*, 12(1), 1–8.
- Goutte, S., Péran, T., & Porcher, T. (2020). The role of economic structural factors in determining pandemic mortality rates: Evidence from the COVID-19 outbreak in France, *Research in. International. Buiness and Finance*. 54. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2020.101281>
- Harlan, J. (2018). Analisis Regresi Linear. Gunadarma: Jakarta.

- Hernawati, R., & Ardiansyah, M. (2018). Analisis Pola Spasial Penyakit Demam Berdarah Dengue di Kota Bandung Menggunakan Indeks Moran. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 1(3), 221–232. <https://doi.org/10.26760/jrh.v1i3.1774>
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Info Infeksi Emerging Kementerian Kesehatan Ri. [Online]. Available From: <https://infeksiemerging.kemkes.go.id/> [accessed Apr. 26, 2021].
- Kompas. “Riau Peringkat 3 Nasional Penambahan Terbanyak Kasus Covid- 19 Setelah DKI Jakarta pada Bulan Desember 2020,” [Online]. Available From: <https://regional.kompas.com/Read/2020/10/01/06503131%20Riau-Peringkat-3-Nasional-Penambahan-Terbanyak-Kasus-Covid-19-Setelah-Dki?Page=All>. [accessed Apr. 26, 2021]
- Kompas. “Wilayah Risiko Penularan Covid-19 Tinggi Hindari saat Liburan Akhir Tahun” [Online], Available From: <https://www.kompas.com/Sains/Read/2020/12/29/120200223/12-Wilayahrisiko-Penularan-Covid-19-Tinggi-Hindari-Saat-Liburan-Akhir>. [accessed Apr. 26, 2021]
- Merdekawaty, D., & Rahmah (2016). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Upah Minimum Kabupaten/Kota Di Provinsi Jawa Tengah Menggunakan Model Spatial Autoregressive (SAR). *Gaussian*, 5(3), 525–534.
- Qiu, Y., Chen, X., & Shi, W. (2020). Impacts of social and economic factors on the transmission of coronavirus disease 2019 (COVID-19) in China, *Jurnal Population Economics*, 33, 1127–1172. <https://doi.org/10.1007/s00148-020-00778-2>
- Qudratullah, M. (2013). Analisis Regresi Terapan: Teori, Contoh Kasus, dan Aplikasi dengan SPSS. CV Andi Offset, Yogyakarta.
- Samadi, H., Yudiantri, A., & Efendi, E. (2017). Penerapan Model Regresi Spasial dalam Menentukan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia di Kabupaten/Kota Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Matematika UNAND*, VI(4), 80–89.
- Susilo, A. (2020). Coronavirus Disease : Tinjauan Literatur Terkini Coronavirus Disease 2019 : Review of Current Literatures. *Jurnal. Penyakit Dalam Indonesia*, 7(1), 45–67.
- Wahyuni, D. (2020). Pengaruh Kepadatan Penduduk Terhadap Jumlah Kasus Mingguan Covid-19 Di Kabupaten Badung Provinsi Bali. *Jurnal Geografi Edukasi dan Lingkungan*, 5(1), 46–51. <https://doi.org/10.22236/jgel.v5i1.5424>