

## PEMODELAN TINGKAT PENGANGGURAN TERBUKA DI PULAU JAWA MENGGUNAKAN METODE REGRESI SPASIAL

Stefani Putri Wulandari<sup>1§</sup>, I Komang Gde Sukarsa<sup>2</sup>, Ketut Jayanegara<sup>3</sup>, I Putu Eka Nila Kencana<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Matematika, Fakultas MIPA-Universitas Udayana [Email: [stfn.putrii@gmail.com](mailto:stfn.putrii@gmail.com)]

<sup>2</sup>Program Studi Matematika, Fakultas MIPA-Universitas Udayana [Email: [gedesukarsa@unud.ac.id](mailto:gedesukarsa@unud.ac.id)]

<sup>3</sup>Program Studi Matematika, Fakultas MIPA-Universitas Udayana [Email: [ktjayanegara@unud.ac.id](mailto:ktjayanegara@unud.ac.id)]

<sup>4</sup>Program Studi Matematika, Fakultas MIPA-Universitas Udayana [Email: [i.putu.enk@unud.ac.id](mailto:i.putu.enk@unud.ac.id)]

<sup>§</sup>Corresponding Author

### ABSTRACT

*This study aims to model the open unemployment rate (OUR) in regencies and cities in Java using a spatial regression approach. The analysis uses secondary data from 2024 covering 118 regencies and cities in Java. The response variable is the open unemployment rate, while the predictor variables include the regency/city minimum wage, average years of schooling, labor force participation rate, GRDP growth rate, and population growth rate. The analysis begins with multiple linear regression using the OLS method followed by classical assumption tests. Spatial dependence is examined using Moran's I with several spatial weight matrices, namely queen contiguity, inverse distance, and k-nearest neighbors. The Lagrange Multiplier test is then conducted to determine the appropriate spatial regression model for each spatial weight matrix. The results show that the spatial autoregressive model (SAR) with the queen contiguity spatial weight matrix is the best model. The selected model produces a coefficient of determination of 69,37% and an AIC value of 352,46. The estimation results indicate that labor force participation rate, and population growth rate significantly affect the open unemployment rate in Java in 2024, while the spatial parameter confirms spatial dependence among regions.*

**Keywords:** Spatial Regression, Spatial Weight Matrix, Open Unemployment Rate

### 1. PENDAHULUAN

Analisis regresi merupakan salah satu teknik statistika yang digunakan untuk memodelkan hubungan antara variabel prediktor dan variabel respons serta mengetahui variabel yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respons (Montgomery et al., 2012). Estimasi parameter regresi linear umumnya dilakukan menggunakan metode *ordinary least squares* (OLS). Metode ini mensyaratkan beberapa asumsi, di antaranya residual berdistribusi normal, tidak terjadi multikolinearitas antarvariabel prediktor, varians residual homogen, serta tidak adanya autokorelasi antar pengamatan. Pelanggaran terhadap asumsi tersebut dapat memengaruhi ketepatan hasil estimasi dan inferensi statistik. Secara matematis, estimator OLS mengasumsikan bahwa  $Var(\epsilon) = \sigma^2 I$ , yang berarti galat antarwilayah saling bebas. Pada data yang mengandung dependensi spasial, asumsi tersebut

berubah menjadi  $Var(\epsilon) = \sigma^2 \Omega$  dengan  $\Omega \neq I$ . Akibatnya, estimator OLS tidak lagi memiliki varians minimum, sehingga estimasi dan pengujian statistik menjadi kurang efisien. (Greene, 2012).

Permasalahan autokorelasi spasial sering muncul pada analisis data yang memiliki keterkaitan wilayah, yaitu kondisi ketika suatu pengamatan dipengaruhi oleh pengamatan di wilayah sekitarnya. Keberadaan hubungan spasial ini menyebabkan asumsi independensi antar pengamatan pada regresi klasik tidak terpenuhi. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan analisis yang mampu mengakomodasi keterkaitan spasial antar wilayah (Anselin, 1988). Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah regresi spasial, yaitu pengembangan dari regresi linear yang mempertimbangkan pengaruh lokasi atau ketetanggaan antar unit pengamatan.

Model regresi spasial pada pendekatan area antara lain meliputi *spatial autoregressive model* (SAR), *spatial error model* (SEM), dan *spatial autoregressive moving average model* (SARMA). Model-model tersebut memanfaatkan matriks pembobot spasial yang merepresentasikan hubungan ketetanggaan atau jarak antar wilayah. Pemilihan matriks pembobot spasial yang tepat menjadi salah satu faktor penting dalam memperoleh model yang mampu menggambarkan hubungan spasial secara lebih akurat (LeSage, 1999).

Mengutip Mankiw (2009), terdapat sejumlah indikator keberhasilan pembangunan, salah satunya tingkat pengangguran terbuka (TPT). Badan Pusat Statistik mendefinisikan tingkat pengangguran terbuka (TPT) sebagai persentase jumlah penduduk usia kerja yang tidak bekerja tetapi sedang mencari pekerjaan. Data Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa pada tahun 2024 TPT di Indonesia sebesar 4,91%. Di Pulau Jawa sendiri terdapat beberapa provinsi dengan TPT yang berada di atas rata-rata nasional, seperti Jawa Barat, Banten, dan DKI Jakarta. Selain itu, dari 118 kabupaten/kota di Pulau Jawa terdapat 58 wilayah dengan nilai TPT di atas rata-rata nasional.

Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa tingkat pengangguran pada suatu wilayah tidak sepenuhnya berdiri sendiri, melainkan berpotensi dipengaruhi oleh kondisi wilayah di sekitarnya. Adanya keterkaitan antar wilayah ini dapat terjadi akibat mobilitas tenaga kerja, aktivitas ekonomi regional, maupun fenomena *spillover effect* antar daerah (Capello & Nijkamp, 2009). Oleh karena itu, pendekatan regresi spasial menjadi relevan untuk digunakan dalam memodelkan tingkat pengangguran terbuka di Pulau Jawa.

Analisis regresi spasial menjadi pendekatan yang relevan untuk digunakan dalam memodelkan tingkat pengangguran terbuka yang memiliki potensi keterkaitan antar wilayah. Dengan mempertimbangkan hubungan spasial antar kabupaten/kota di Pulau Jawa, pemodelan regresi spasial dapat memberikan gambaran yang lebih tepat mengenai pola penyebaran pengangguran serta faktor-faktor yang memengaruhinya. Penelitian ini dilakukan untuk membentuk model regresi spasial yang sesuai dalam memodelkan tingkat pengangguran terbuka pada kabupaten/kota di Pulau Jawa serta mengidentifikasi variabel-variabel yang berpengaruh terhadap tingkat pengangguran terbuka pada wilayah tersebut.

## 2. METODE PENELITIAN

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder tahun 2024 dan diperoleh dari Badan Pusat Statistika (BPS) Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat, Banten dan DKI Jakarta. Data yang digunakan meliputi data Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) ( $Y$ ), Upah minimum kabupaten kota (UMK) ( $X_1$ ), rata-rata lama sekolah (RLS) ( $X_2$ ), tingkat partisipasi angkatan kerja (TPAK) ( $X_3$ ), laju pertumbuhan PDRB atas dasar harga konstan 2010 ( $X_4$ ), dan laju pertumbuhan penduduk ( $X_5$ ). Unit amatan pada penelitian ini sebanyak 118 kabupaten kota yang berada di Pulau Jawa.

Tahapan analisis data dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Melakukan analisis deskriptif berupa eksplorasi data dan penyajian visual dengan peta tematik untuk menggambarkan distribusi TPT di setiap kabupaten kota di Pulau Jawa pada tahun 2024.
2. Pemodelan regresi linear berganda dengan bentuk umum model regresi linear berganda dinyatakan sebagai

$$Y = X\beta + \varepsilon \quad (1)$$

dengan  $Y \in \mathbb{R}^{118 \times 1}$  merupakan vektor respon,  $X \in \mathbb{R}^{118 \times (k+1)}$  merupakan matrik desain yang terdiri atas satu kolom intersep dan  $k$  variabel prediktor,  $\beta \in \mathbb{R}^{(k+1) \times 1}$  merupakan vektor parameter regresi, serta  $\varepsilon \in \mathbb{R}^{118 \times 1}$  merupakan vektor galat.

Estimasi parameter model regresi linear berganda dilakukan menggunakan metode *ordinary least squares* (OLS). Agar estimator OLS dapat diperoleh, matriks  $X$  harus memiliki rank penuh, sehingga matriks  $X'X$  bersifat *invertible*. Dengan kondisi tersebut, estimator OLS dinyatakan sebagai

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'Y \quad (2)$$

(Montgomery et al., 2012).

3. Melakukan uji asumsi klasik yang meliputi:
  - a. Uji multikolinearitas menggunakan nilai VIF dengan rumus

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R_j^2} \quad (3)$$

Jika terdapat multikolinearitas maka perlu dilakukan perbaikan data, sedangkan jika tidak terdapat multikolinearitas maka tahapan analisis selanjutnya dapat dilakukan (Montgomery et al., 2012).

- b. Uji normalitas menggunakan uji Anderson-Darling. Jika residual tidak berdistribusi normal maka perlu dilakukan perbaikan data, sedangkan jika residual berdistribusi normal maka tahapan analisis selanjutnya dapat dilakukan (Stephens, 1979).
  - c. Uji heterokedastisitas menggunakan uji Breusch-Pagan. Apabila asumsi terpenuhi maka tahapan analisis selanjutnya dapat dilakukan, sedangkan jika asumsi homoskedastisitas tidak terpenuhi maka dilakukan tahapan interpretasi hasil (Breusch & Pagan, 1979).
4. Menyusun matriks pembobot spasial queen contiguity, inverse distance dan  $k$ -NN.
  5. Melakukan uji Moran's I untuk mendeteksi adanya autokorelasi spasial dalam data. Jika hasil uji tidak signifikan, maka analisis dapat dilakukan dengan regresi linear berganda (OLS), sedangkan jika hasil uji Moran's I signifikan, maka tahapan analisis regresi spasial dapat dilanjutkan (Lee & Wong, 2001).
  6. Melakukan *Lagrange Multiplier* (LM) *test* untuk menentukan model regresi spasial yang sesuai dengan kriteria sebagai berikut:
    - a. Jika hasil LM *test* menunjukkan bahwa hanya *LM-Lag* yang signifikan, maka digunakan SAR.
    - b. Jika hasil LM *Test* menunjukkan bahwa hanya *LM-Error* yang signifikan, maka digunakan SEM
    - c. Jika hasil LM *Test* menunjukkan bahwa *LM-Lag* dan *LM-Error* signifikan, maka perlu dilakukan *Robust Lagrange Multiplier Test* dengan kriteria sebagai berikut:
      - i. Jika hasil RLM *Test* menunjukkan bahwa hanya *RLM-Lag* yang signifikan, maka digunakan SAR.
      - ii. Jika hasil RLM *Test* menunjukkan bahwa hanya *RLM-Error* yang signifikan, maka digunakan SEM.
      - iii. Jika hasil RLM *Test* menunjukkan bahwa *RLM-Lag* dan *RLM-Error* yang signifikan, maka digunakan SARMA.
  7. Menyusun model regresi spasial berdasarkan hasil pengujian LM. Pada model spasial,  $W$  merupakan matriks pembobot spasial yang telah distandarisasi sehingga jumlah elemen pada setiap baris bernilai satu dan merepresentasikan hubungan ketetanggaan

antarwilayah. Model SAR dinyatakan sebagai

$$y = \rho W y + X \beta + \varepsilon \quad (4)$$

Model SEM dinyatakan sebagai

$$y = X \beta + u \quad (5)$$

$$u = \lambda W u + \varepsilon$$

Model SARMA dinyatakan sebagai

$$y = \rho W y + X \beta + u \quad (6)$$

$$u = \lambda W u + \varepsilon$$

(LeSage, 1999). Agar model memiliki penyelesaian, parameter spasial harus berada pada daerah stasioner sehingga matriks  $(I - \rho W)$  dapat diinvers. Kondisi ini dipenuhi apabila  $|\rho| < \frac{1}{w_{max}}$  dengan  $w_{max}$  merupakan nilai eigen terbesar dari matriks pembobot spasial  $W$ . Untuk model SARMA, syarat yang sama juga berlaku pada parameter  $\lambda$ .

Evaluasi model regresi spasial dilakukan dengan tahapan berikut:

- a. Melakukan estimasi parameter untuk regresi spasial terpilih menggunakan pendekatan *maximum likelihood estimation* (MLE)
- b. Membandingkan model berdasarkan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) dengan rumus (Gujarati, 2004)

$$R^2 = 1 - \frac{RSS}{TSS} = \frac{ESS}{TSS} \quad (7)$$

dan berdasarkan nilai AIC dengan rumus (Greene, 2012)

$$AIC = 2k - 2\ln(\hat{L}) \quad (8)$$

untuk menentukan model terbaik.

- c. Uji signifikansi parameter individual pada model spasial dengan *Wald Test* dengan rumus (Anselin, 1988)

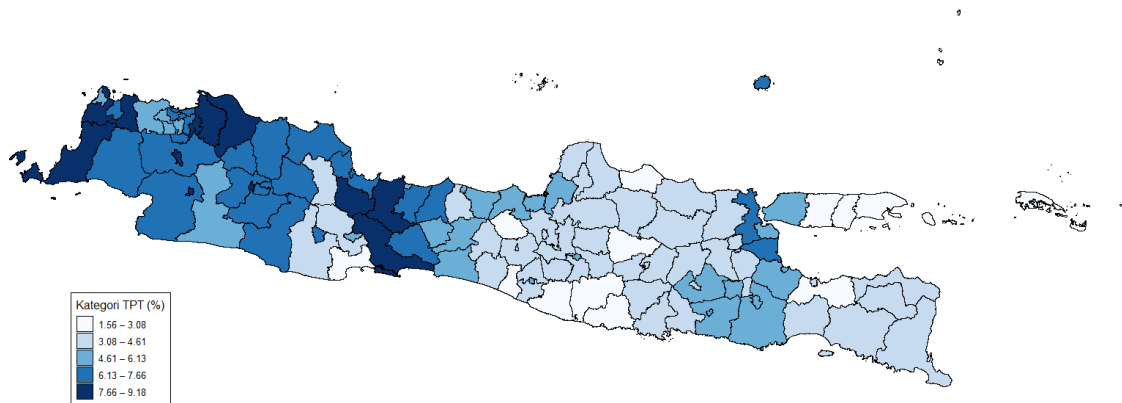
$$Wald = \left( \frac{r}{se(r)} \right)^2 \quad (9)$$

8. Interpretasi hasil.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Deskripsi Data

Pulau Jawa merupakan pusat kegiatan ekonomi dan ketenagakerjaan di Indonesia yang terdiri atas 6 provinsi dan terbagi ke dalam 118 kabupaten kota. Analisis ini mempertimbangkan 5 faktor yang dianggap dapat memengaruhi TPT di Pulau Jawa, meliputi upah minimum kabupaten kota, rata-rata lama sekolah, tingkat partisipasi angkatan kerja, laju pertumbuhan PDRB, dan laju pertumbuhan penduduk.



Gambar 1. Penyebaran TPT di Pulau Jawa Tahun 2024

Pemetaan TPT pada Gambar 1 dilakukan menggunakan metode *equal interval* dengan membagi nilai TPT ke dalam lima kelas dengan rentang yang sama (Campbel & Shin, 2011). Hasil pemetaan menunjukkan bahwa nilai TPT di kabupaten/kota Pulau Jawa berkisar antara 1,56% hingga 9,18%. Wilayah dengan kategori TPT tinggi cenderung terkonsentrasi pada beberapa wilayah di bagian barat Pulau Jawa, sedangkan wilayah dengan nilai TPT rendah lebih banyak ditemukan pada wilayah bagian tengah hingga timur. Pola tersebut menunjukkan indikasi adanya keterkaitan spasial antarwilayah, di mana wilayah dengan nilai TPT tinggi cenderung berdekatan dengan wilayah yang juga memiliki nilai TPT tinggi, begitu pula sebaliknya.

### 3.2 Pemodelan Regresi Linear Berganda

Model regresi linear berganda digunakan sebagai model awal untuk menganalisis pengaruh variabel prediktor terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) di kabupaten/kota di Pulau Jawa. Berdasarkan hasil estimasi parameter diperoleh model sebagai berikut:

$$\hat{y} = 17,09 + 0,47X_1 - 0,14X_2 - 0,19X_3 + 0,09X_4 + 1,51X_5 + \varepsilon$$

dengan  $X_1$  menyatakan UMK,  $X_2$  menyatakan rata-rata lama sekolah,  $X_3$  menyatakan TPAK,  $X_4$  menyatakan laju pertumbuhan PDRB, dan  $X_5$  menyatakan laju pertumbuhan penduduk. Variabel UMK, TPAK dan laju pertumbuhan penduduk berpengaruh signifikan terhadap TPT. Model tersebut memiliki nilai  $R^2$  sebesar 59,11%, yang menunjukkan bahwa sekitar 59,11% variasi TPT dapat dijelaskan oleh variabel prediktor dalam model.

### 3.3 Uji Asumsi Klasik

Pengujian asumsi klasik dilakukan untuk memastikan bahwa model regresi linear berganda yang digunakan memenuhi asumsi yang diperlukan sehingga hasil estimasi parameter yang diperoleh bersifat valid.

#### 1. Uji Multikolinearitas

Uji multikolinearitas dilakukan untuk mengetahui adanya korelasi yang tinggi antar variabel prediktor dalam model. Pengujian dilakukan menggunakan nilai Variance Inflation Factor (VIF), dengan kriteria pengujian nilai  $VIF < 5$  menunjukkan tidak adanya multikolinearitas yang signifikan

Table 1. Hasil Uji Multikolinearitas

|     | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ | $X_5$ |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| VIF | 1,7   | 1,9   | 2,0   | 1,2   | 1,2   |

Hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa seluruh variabel prediktor memiliki nilai  $VIF < 5$ . Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat masalah multikolinearitas antar variabel prediktor dalam model.

#### a. Uji Normalitas

Uji normalitas residual dilakukan menggunakan uji Anderson–Darling. Hasil pengujian menunjukkan nilai statistik uji sebesar 0,203 dengan  $p$ -value sebesar 0,873. Nilai  $p$ -value yang lebih besar dari taraf signifikansi 5% menunjukkan bahwa residual model berdistribusi normal, sehingga asumsi normalitas pada model regresi terpenuhi.

#### b. Uji Heteroskedastisitas

Uji heteroskedastisitas dilakukan menggunakan uji Breusch–Pagan untuk mengetahui apakah terdapat ketidaksamaan varians pada residual model. Hasil pengujian

menunjukkan nilai statistik Breusch–Pagan sebesar 9,82 dengan  $p$ -value sebesar 0,081. Karena nilai  $p$ -value lebih besar dari 0,05, maka tidak terdapat heteroskedastisitas pada model. Dengan demikian, asumsi homoskedastisitas pada model regresi linear berganda telah terpenuhi.

### 3.4 Menyusun Matriks Pembobot Spasial

Hubungan spasial antarwilayah direpresentasikan melalui matriks pembobot spasial yang dibentuk menggunakan tiga pendekatan, yaitu *queen contiguity*, *inverse distance*, dan *k-nearest neighbors* (k-NN). Matriks *queen contiguity* mendefinisikan wilayah bertetangga apabila dua wilayah memiliki sisi atau titik sudut yang bersinggungan. Sementara itu, matriks *inverse distance* membentuk bobot berdasarkan jarak antarwilayah, dan matriks *k-nearest neighbors* membentuk hubungan spasial berdasarkan sejumlah tetangga terdekat.

Pembentukan matriks pembobot spasial bertujuan untuk merepresentasikan keterkaitan antarwilayah dalam analisis spasial sehingga pengaruh wilayah sekitar dapat dipertimbangkan dalam pemodelan.

### 3.5 Uji Autokorelasi Spasial

Uji autokorelasi spasial pada data Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) di Pulau Jawa dilakukan menggunakan Indeks Moran (Moran's I) dengan beberapa jenis matriks pembobot spasial, yaitu *queen contiguity*, *inverse distance*, dan *k-nearest neighbors*.

Table 2. Hasil Uji Indeks Moran

| Jenis Matriks Pembobot  | Moran I Statistic | $ Z_{hit} $ |
|-------------------------|-------------------|-------------|
| <i>Queen Contiguity</i> | 0,288             | 4,390       |
| <i>Inverse Distance</i> | 0,067             | 3,681       |
| 1-NN                    | 0,365             | 3,241       |
| 2-NN                    | 0,335             | 4,162       |
| 3-NN                    | 0,244             | 3,687       |
| 4-NN                    | 0,241             | 4,169       |
| 5-NN                    | 0,230             | 4,480       |
| 6-NN                    | 0,192             | 4,153       |
| 7-NN                    | 0,185             | 4,333       |
| 8-NN                    | 0,172             | 4,364       |
| 9-NN                    | 0,160             | 4,336       |

Hasil pengujian menggunakan matriks pembobot *queen contiguity* menghasilkan nilai Moran's I sebesar 0,288 dengan nilai  $|Z_{hit}|$

sebesar 4,390. Nilai ini lebih besar dari nilai kritis  $Z_{0,025} = 1,96$ , sehingga menunjukkan adanya autokorelasi spasial yang signifikan pada data TPT.

Pengujian menggunakan matriks pembobot *inverse distance* menghasilkan nilai Moran's I sebesar 0,067 dengan  $|Z_{hit}|$  sebesar 3,681, yang juga menunjukkan adanya autokorelasi spasial yang signifikan.

Selanjutnya, pengujian menggunakan matriks pembobot *k-nearest neighbors* dengan variasi  $k = 1$  hingga  $k = 9$  menunjukkan bahwa seluruh nilai  $|Z_{hit}|$  lebih besar dari 1,96 sehingga hipotesis nol ditolak. Tahap analisis selanjutnya dipilih  $k = 3$  karena memberikan hasil autokorelasi spasial yang signifikan serta mampu merepresentasikan keterkaitan spasial antarwilayah dengan jumlah tetangga yang relatif cukup tanpa memperluas pengaruh spasial secara berlebihan.

Secara umum, hasil uji Moran's I menunjukkan adanya autokorelasi spasial positif pada data TPT di Pulau Jawa, yang mengindikasikan bahwa wilayah dengan nilai TPT tinggi cenderung berdekatan dengan wilayah yang juga memiliki nilai TPT tinggi, demikian pula wilayah dengan nilai TPT rendah cenderung berdekatan dengan wilayah dengan nilai TPT rendah.

### 3.6 Uji Lagrange Multiplier

Uji spesifikasi model dilakukan menggunakan uji *Lagrange Multiplier* (LM) untuk menentukan bentuk model regresi spasial yang sesuai pada setiap matriks pembobot. Pengujian dilakukan dengan mempertimbangkan statistik LM *error* dan LM *lag*, serta Robust LM *error* dan Robust LM *lag*. Jika kedua uji LM signifikan, maka pemilihan model didasarkan pada hasil Robust LM yang lebih signifikan.

Hasil uji LM pada matriks pembobot *queen contiguity* menunjukkan bahwa LM *error* dan LM *lag* signifikan pada taraf 5% dengan  $p$ -value masing-masing  $2,826 \times 10^{-5}$  dan  $2,472 \times 10^{-7}$  ( $p$ -value  $< 0,05$ ), yang mengindikasikan adanya ketergantungan spasial pada kedua komponen. Uji lanjutan menggunakan Robust Lagrange Multiplier (RLM) menunjukkan bahwa hanya RLM *lag* yang signifikan dengan  $p$ -value sebesar 0,002497, sedangkan RLM *error* tidak signifikan dengan  $p$ -value sebesar 0,821, sehingga dapat disimpulkan bahwa

ketergantungan spasial lebih dominan pada komponen *lag* dan model SAR merupakan model yang paling sesuai.

Hasil uji Lagrange Multiplier (LM) pada matriks pembobot *inverse distance* menunjukkan bahwa LM *error* dan LM *lag* signifikan pada taraf 5% dengan *p-value* masing-masing 0,004906 dan  $4,737 \times 10^{-5}$  (*p-value* < 0,05), yang mengindikasikan adanya ketergantungan spasial pada kedua komponen. Uji lanjutan menggunakan Robust Lagrange Multiplier (RLM) menunjukkan bahwa hanya RLM *lag* yang signifikan dengan *p-value* sebesar 0,003069, sedangkan RLM *error* tidak signifikan *p-value* sebesar 0,7189, sehingga dapat disimpulkan bahwa ketergantungan spasial lebih dominan pada komponen *lag* dan model SAR merupakan model yang paling sesuai untuk matriks pembobot *inverse distance*.

Hasil uji pada matriks pembobot *3-nearest neighbors* menunjukkan bahwa LM *error* dan LM *lag* signifikan pada taraf 5% dengan *p-value* masing-masing sebesar 0,0004554 dan 0,0001773. Namun, uji lanjutan menggunakan RLM menunjukkan bahwa RLM *error* dan RLM *lag* tidak signifikan (*p-value* > 0,05), masing-masing sebesar 0,4423 dan 0,1247, sehingga tidak terdapat dominasi yang jelas antara komponen *lag* maupun *error*. Oleh karena itu, digunakan model yang mampu mengakomodasi kedua efek secara simultan, dan hasil pengujian menunjukkan bahwa model SARMA signifikan dengan *p-value* sebesar 0,0006597, sehingga model SARMA merupakan model yang sesuai untuk matriks pembobot *3-nearest neighbors*.

### 3.7 Estimasi Parameter Model Regresi Spasial

Estimasi parameter model regresi spasial dilakukan menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) terhadap model yang terpilih berdasarkan hasil uji *Lagrange Multiplier* pada masing-masing matriks pembobot spasial. Model yang diperoleh dari tahap tersebut meliputi model SAR dengan matriks pembobot *queen contiguity*, model SAR dengan matriks pembobot *inverse distance*, serta model SARMA dengan matriks pembobot *3-nearest neighbors*.

Estimasi menunjukkan bahwa model SAR dengan matriks pembobot *queen contiguity* menghasilkan persamaan sebagai berikut

$$Y_i = 0,421 \sum_{j=1}^n w_{ij}y_j + 11,677 + 0,213X_{1i} - 0,063X_{2i} - 0,138X_{3i} + 0,031X_{4i} + 1,015X_{5i} + \varepsilon_i$$

Hasil estimasi menunjukkan bahwa variabel UMK, laju pertumbuhan PDRB dan laju pertumbuhan penduduk memiliki hubungan positif terhadap TPT, sedangkan rata-rata lama sekolah dan tingkat partisipasi angkatan kerja memiliki hubungan negatif terhadap TPT. Secara signifikansi, variabel TPAK dan laju pertumbuhan penduduk berpengaruh signifikan pada taraf 5%, sedangkan UMK, rata-rata lama sekolah dan pertumbuhan PDRB tidak berpengaruh signifikan.

Parameter spasial  $\rho$  sebesar 0,421 juga berpengaruh signifikan pada taraf 5%, yang menunjukkan adanya ketergantungan spasial pada komponen *lag*. Hal ini mengindikasikan bahwa TPT di suatu kabupaten/kota di Pulau Jawa tidak hanya dipengaruhi oleh karakteristik wilayah itu sendiri, tetapi juga dipengaruhi oleh TPT di wilayah-wilayah sekitarnya yang memiliki hubungan spasial.

Estimasi parameter model SAR dengan matriks pembobot *inverse distance* menghasilkan persamaan sebagai berikut

$$Y_i = 0,613 \sum_{j=1}^n w_{ij}y_j + 10,729 + 0,264X_{1i} - 0,062X_{2i} - 0,146X_{3i} + 0,063X_{4i} + 1,273X_{5i} + \varepsilon_i$$

Hasil estimasi menunjukkan bahwa variabel UMK, laju pertumbuhan PDRB dan laju pertumbuhan penduduk memiliki hubungan positif terhadap TPT, sedangkan rata-rata lama sekolah dan tingkat partisipasi angkatan kerja memiliki hubungan negatif terhadap TPT. Secara signifikansi, variabel TPAK dan laju pertumbuhan penduduk berpengaruh signifikan pada taraf 5% dengan nilai parameter spasial  $\rho$  sebesar 0,613 juga berpengaruh signifikan terhadap TPT, sedangkan UMK, rata-rata lama sekolah dan pertumbuhan PDRB tidak berpengaruh signifikan.

Model SARMA dengan matriks pembobot *3-nn* yang terbentuk berdasarkan hasil estimasi sebagai berikut

$$Y_i = 0,239 \sum_{j=1}^n w_{ij}y_j + 14,7137 + 0,371X_{1i} - 0,076X_{2i} - 0,169X_{3i} + 0,058X_{4i} + 1,198X_{5i} + u_i$$

dengan komponen galat spasial:

$$u_i = 0,156 \sum_{j=1}^n w_{ij}y_j + \varepsilon_i$$

Hasil estimasi menunjukkan bahwa variabel UMK, laju pertumbuhan PDRB dan laju pertumbuhan penduduk memiliki hubungan positif terhadap TPT, sedangkan rata-rata lama sekolah dan tingkat partisipasi angkatan kerja memiliki hubungan negatif terhadap TPT. Secara signifikansi, variabel TPAK dan laju pertumbuhan penduduk berpengaruh signifikan pada taraf 5%, sedangkan UMK, rata-rata lama sekolah dan pertumbuhan PDRB tidak berpengaruh signifikan.

Nilai parameter lag spasial  $\rho$  sebesar 0,239 dan parameter error spasial  $\lambda$  sebesar 0,156 tidak signifikan pada taraf signifikansi 5%. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat ketergantungan spasial baik pada variabel dependen maupun pada komponen error. Dengan demikian, TPT di suatu kabupaten/kota di Pulau Jawa lebih dipengaruhi oleh karakteristik internal wilayah yang direpresentasikan oleh variabel-variabel independen dibandingkan oleh pengaruh spasial antarwilayah.

### 3.8 Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik dilakukan dengan membandingkan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) dan Akaike Information Criterion (AIC) dengan perbandingan model yang didapat sebagai berikut:

| Model                              | $R^2$  | AIC     |
|------------------------------------|--------|---------|
| Regresi Linear Berganda            | 59,11% | 374,10  |
| SAR dengan <i>Queen Contiguity</i> | 69,37% | 352,46  |
| SAR dengan <i>Inverse Distance</i> | 65,28% | 363,842 |
| SARMA dengan 3-NN                  | 65,96% | 364,08  |

Nilai  $R^2$  pada model SAR dengan matriks pembobot *queen contiguity* yang paling tinggi menunjukkan bahwa model tersebut mampu menjelaskan variasi TPT dengan lebih baik dibandingkan model lain. Selain itu, nilai AIC yang paling kecil menunjukkan bahwa model tersebut memiliki tingkat kecocokan yang lebih baik terhadap data. Oleh karena itu, model SAR

dengan matriks pembobot *queen contiguity* dipilih sebagai model terbaik dalam penelitian ini.

### 3.9 Uji Signifikansi Parameter

Uji signifikansi parameter pada model SAR dengan matriks pembobot *queen contiguity* menghasilkan variabel TPAK ( $X_3$ ) dan laju pertumbuhan penduduk ( $X_5$ ) berpengaruh signifikan terhadap TPT di Pulau Jawa karena memiliki nilai p-value kurang dari 0,05. Parameter spasial  $\rho$  sebesar 0,421 juga berpengaruh signifikan pada taraf 5%, yang menunjukkan adanya ketergantungan spasial pada komponen lag. Hal ini mengindikasikan bahwa TPT di suatu kabupaten/kota di Pulau Jawa tidak hanya dipengaruhi oleh karakteristik wilayah itu sendiri, tetapi juga dipengaruhi oleh TPT di wilayah-wilayah sekitarnya yang memiliki hubungan spasial.

### 3.10 Interpretasi Hasil

Hasil estimasi SAR dengan matriks pembobot *queen contiguity* sebagai model terpilih menghasilkan persamaan sebagai berikut:

$$Y_i = 0,421 \sum_{j=1}^n w_{ij}y_j + 11,677 - 0,138 TPAK_i + 1,015 LPP_i + \varepsilon_i$$

Interpretasi terhadap masing-masing parameter dalam model dijelaskan sebagai berikut.

1. Nilai parameter spasial  $\rho$  sebesar 0,421 menunjukkan adanya ketergantungan spasial pada komponen lag yang menunjukkan nilai TPT di suatu wilayah dipengaruhi oleh TPT wilayah sekitarnya. Nilai positif mengindikasikan bahwa apabila rata-rata nilai TPT wilayah tetangga meningkat 1%, maka nilai TPT di wilayah tersebut cenderung meningkat sebesar 0,421% dengan asumsi variabel lain konstan.
2. Nilai intersep sebesar 11,677 menunjukkan bahwa apabila variabel TPAK dan laju pertumbuhan penduduk bernilai nol, maka TPT suatu wilayah diperkirakan sebesar 11,677%. Nilai ini merepresentasikan tingkat dasar pengangguran ketika seluruh variabel penjelas tidak memberikan kontribusi dalam model.
3. Koefisien TPAK sebesar  $-0,138$  menunjukkan bahwa setiap peningkatan

TPAK sebesar 1% akan menurunkan TPT sebesar 0,138%, dengan asumsi variabel lain konstan.

4. Koefisien LPP sebesar 1,015 bernilai positif menunjukkan bahwa, peningkatan laju pertumbuhan penduduk sebesar 1% akan meningkatkan TPT sebesar 1,015%, dengan asumsi variabel lain konstan.

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Kesimpulan

Pemodelan Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) di Pulau Jawa dilakukan menggunakan pendekatan regresi spasial dengan beberapa matriks pembobot. Berdasarkan kriteria pemilihan model menggunakan koefisien determinasi ( $R^2$ ) dan Akaike Information Criterion (AIC), model terbaik yang diperoleh adalah SAR dengan matriks pembobot *queen contiguity*. Model tersebut memiliki nilai  $R^2$  sebesar 69,37% dan AIC sebesar 352,46 sehingga lebih baik dibandingkan model lainnya.

Hasil estimasi parameter menunjukkan bahwa variabel TPAK dan laju pertumbuhan penduduk berpengaruh signifikan terhadap TPT, di mana laju pertumbuhan penduduk berpengaruh positif, sedangkan TPAK berpengaruh negatif. Parameter spasial yang signifikan menunjukkan adanya ketergantungan spasial pada komponen *lag* antarwilayah di Pulau Jawa.

### 4.2 Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan jenis matriks pembobot spasial lainnya serta mempertimbangkan penggunaan data panel agar dapat menangkap dinamika TPT antarwaktu sekaligus memperhitungkan efek spasial. Penambahan variabel yang lebih representatif seperti laju urbanisasi dan jumlah industri lapangan kerja juga diharapkan dapat meningkatkan kemampuan model dalam menjelaskan variasi TPT.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Kluwer Academic Publisher. <https://doi.org/10.2307/143780>
- Breusch, T., & Pagan, A. (1979). A Simple Test For Heteroskedasticity And Random Coefficient Variation. *Econometrica*, 74(5), 1287–1294. <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/1911963>
- Campbel, J., & Shin, M. (2011). *Essentials of Geographic Information Systems*. Saylor Foundation.
- Capello, R., & Nijkamp, P. (2009). *Handbook of Regional Growth and Development Theories* (Vol. 16, Number 2). Edward Elgar Publishing Inc.
- Greene, W. H. (2012). *Econometric Analysis* (seventh). Pearson Education Limited.
- Gujarati, D. (2004). *Basic Econometric* (4th ed.). The McGraw-Hill Companies.
- Lee, J., & Wong, D. W. S. (2001). *Statistical Analysis with ArcView Gis*. John Wiley & Sons, Inc.
- LeSage, J. (1999). *The Theory and Practice of Econometrics*. Department of Economics, University of Toledo.
- Mankiw, N. G. (2009). *Macroeconomics* (7th ed.). Worth Publishers.
- Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (2012). *Introduction to Linear Regression Analysis*. (5th ed.). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.2307/2348362>
- Stephens, M. A. (1979). The Anderson-Darling Statistic. *Department of Statistics, Stanford University, California*.