

ABSTRAK

PENDEKATAN REGRESI SPASIAL DALAM PEMODELAN TINGKAT PENGANGGURAN TERBUKA (*Spatial Regression Approach in Modeling of Open Unemployment Rate*)

**Mariana, Dosen Pendidikan Matematika
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, IAIN Ambon.
085244357173, E-mail: anastt_10@yahoo.com**

Solution of unemployment rate becomes one of the focuses of Indonesia development. The highest open unemployment rate is in Java. So it is interesting to study about factors that influence open unemployment rate in Java. The connection between area (spatial effect) are need to be considered. In this case, there is a spatial effect that can be solve with regression of area approach. Spatial regression with area approach are Spatial Autoregressive Model (SAR), Spatial Error Model (SEM), and General Spatial Model (GSM). The model selection criteria are the coefficient of determination (R^2), value of variance estimate and the value of AIC (Akaike's Information Criterion). The results show that GSM and SAR is better regression model than OLS and SEM and the factors that affect open unemployment rate are the percentage of people who did not complete primary school (SD), the gross regional domestic product constant prices for regency/city, percentage of people working in agriculture and minimum salary for regency/city.

Keywords : *Spatial Regression, GSM, SAR, SEM*

PENDAHULUAN

Penanganan masalah pengangguran masih menjadi salah satu titik berat dalam pembangunan di Indonesia. Indikator untuk mengukur tingginya angka pengangguran adalah dengan melihat angka tingkat pengangguran terbuka (TPT). Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) pengangguran terbuka adalah seseorang yang sedang mencari pekerjaan, mempersiapkan usaha, tidak mencari pekerjaan, karena merasa tidak mungkin mendapatkan pekerjaan, atau sudah punya pekerjaan, tapi belum mulai bekerja. Hasil survey BPS tahun 2009 menyatakan bahwa jumlah pengangguran terbuka di Indonesia sebanyak 8.96 juta jiwa atau 7.87 persen dari total jumlah penduduk.

Pengangguran disebabkan oleh tiga faktor yaitu kependudukan, pendidikan dan ekonomi. Aspek kependudukan yang berpengaruh terhadap

pengangguran adalah pertumbuhan penduduk yang cepat. Pada aspek pendidikan, masih rendahnya kualitas pendidikan penduduk usia kerja. Sedangkan dari aspek ekonomi, faktor pertumbuhan ekonomi yang belum berbasis investasi menyebabkan sektor ekonomi belum mampu menyerap tenaga kerja yang memadai.¹

Ketidakseimbangan antara pertumbuhan angkatan kerja dan penciptaan kesempatan kerja berdampak terjadinya perpindahan (migrasi) tenaga kerja baik secara spasial antara desa-kota maupun secara sektoral. Hal ini sejalan dengan pernyataan Todaro yang menjelaskan bahwa terjadinya perpindahan penduduk disebabkan oleh tingginya upah atau pendapatan yang dapat diperoleh di daerah tujuan.²

Adanya efek spasial merupakan hal yang lazim terjadi antara satu wilayah dengan wilayah yang lain, ini berarti bahwa wilayah yang satu mempengaruhi wilayah lainnya. Dalam statistika, model yang dapat menjelaskan hubungan antara suatu wilayah dengan wilayah sekitarnya adalah model spasial. Model spasial yang berkembang diantaranya adalah *Spatial Autoregressive (SAR)*, *Spatial Error Model (SEM)* dan *General Spatial Model (GSM)* yang didasarkan pada efek lag spasial dan galat spasial. Menurut Arbia komponen yang mendasar dari model spasial adalah matriks pembobot spasial, matriks ini mencerminkan adanya hubungan antara satu wilayah dengan wilayah lainnya³.

Penelitian tentang spasial telah dilakukan oleh Arisanti menganalisis mengenai faktor-faktor kemiskinan di Propinsi Jawa Timur dengan menggunakan model regresi spasial.⁴ Rohimah menganalisis faktor-faktor yang berpengaruh

¹Suyanto. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia Periode 1980-2007. (Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung. 2009)

²Todaro MP. *Pembangunan Ekonomi di Dunia Ketiga*. Trans. Haris Munandar. (Erlangga: Jakarta. 2000).

³Arbia G. *Spatial Econometrics: Statistical Foundations and Applications to Regional Convergence*. (Berlin: Springer. 2006).

⁴Arisanti R. Model Regresi Spasial untuk Deteksi Faktor-faktor Kemiskinan di Propinsi Jawa Timur [tesis]. (Bogor: Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. 2010.)

secara spasial dan non spasial terhadap jumlah penderita gizi buruk dengan menggunakan model SAR Poisson di Propinsi Jawa Timur.⁵

Pulau Jawa merupakan penyumbang terbesar tingkat pengangguran di Indonesia. Hal ini terkait dengan jumlah penduduk yang besar. Menurut BPS tahun 2009 tingkat pengangguran terbuka (TPT) di Pulau Jawa yaitu Propinsi Banten, DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, DI Yogyakarta dan Jawa Timur, masing-masing sebesar 14.97%, 12.52%, 10.96%, 7.58%, 6.97%, dan 5.33%. TPT Propinsi Banten, DKI Jakarta dan Jawa Barat jauh lebih tinggi dibandingkan rata-rata TPT nasional.

Tersedianya fasilitas memungkinkan seseorang untuk berpindah dari wilayah yang satu ke wilayah yang lain, terutama wilayah di Pulau Jawa yang memiliki kedekatan wilayah antara kabupaten/kota yang satu dengan yang lain memungkinkan pengangguran di suatu wilayah dipengaruhi oleh pengangguran di wilayah sekitarnya. Dengan demikian perlu dilakukan pemodelan spasial untuk menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat pengangguran terbuka di Pulau Jawa.

Penelitian ini bertujuan menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat pengangguran terbuka di Pulau Jawa dengan menggunakan SAR, SEM dan GSM serta memodelkan tingkat pengangguran terbuka di Pulau Jawa dari model regresi yang terpilih.

LANDASAN TEORI

Model Umum Regresi Spasial

Hukum pertama tentang geografi dikemukakan oleh W. Tobler dalam Anselin, yang berbunyi: *"Everything is related to everything else, but near things are more related than distant things"*.⁶ Segala sesuatu saling berhubungan satu dengan yang lainnya, tetapi sesuatu yang dekat lebih mempunyai pengaruh

⁵Rohimah SR. Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Jumlah Penderita Gizi Buruk dengan Menggunakan model SAR Poisson [tesis]. (Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 2011).

⁶Anselin L. *Spatial Econometrics : Methods and Models*,(Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 1988).

daripada sesuatu yang jauh. Hukum tersebut merupakan dasar pengkajian permasalahan yang dipengaruhi efek spasial.

Model regresi spasial dikembangkan oleh Anselin.⁷ Model *General Spatial Model* (GSM) ditunjukkan dengan

$$\begin{aligned} \mathbf{y} &= \rho \mathbf{W} \mathbf{y} + \mathbf{X} \boldsymbol{\beta} + \mathbf{u} & (1) & & \mathbf{u} &= \lambda \mathbf{W} \mathbf{u} + \boldsymbol{\varepsilon} & (2) \\ \boldsymbol{\varepsilon} &\sim N(\mathbf{0}, \sigma^2 \mathbf{I}) \end{aligned}$$

Dengan \mathbf{y} adalah vektor peubah respon ukuran $n \times 1$, \mathbf{X} adalah matriks peubah penjelas berukuran $n \times (p+1)$, $\boldsymbol{\beta}$ adalah vektor koefisien parameter regresi yang berukuran $(p+1) \times 1$, ρ adalah koefisien parameter lag spasial, λ adalah koefisien autoregresi galat spasial yang bernilai $|\lambda| < 1$, \mathbf{u} adalah vektor galat yang diasumsikan mengandung otokorelasi yang berukuran $n \times 1$, \mathbf{W} adalah matriks pembobot spasial dengan pembakuan baris ($\sum_j w_{ij} = 1, \forall i$) berukuran $n \times n$ yang diketahui.

Asumsi pada regresi spasial sama halnya dengan asumsi pada model regresi klasik. Asumsi tersebut adalah asumsi kehomogenan, kenormalan, dan tidak ada otokorelasi dari galat. Pendugaan parameter pada model GSM diperoleh dengan metode penduga kemungkinan maksimum.

Dari persamaan (1) dapat dinyatakan dalam bentuk

$$\begin{aligned} \mathbf{y} - \rho \mathbf{W} \mathbf{y} &= \mathbf{X} \boldsymbol{\beta} + \mathbf{u} & \text{atau} \\ (\mathbf{I} - \rho \mathbf{W}) \mathbf{y} &= \mathbf{X} \boldsymbol{\beta} + \mathbf{u} & (3) \end{aligned}$$

Dan dari persamaan (2) dapat dinyatakan dalam bentuk

$$\begin{aligned} (\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W}) \mathbf{u} &= \boldsymbol{\varepsilon} & \text{atau} \\ \mathbf{u} &= (\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W})^{-1} \boldsymbol{\varepsilon} & (4) \end{aligned}$$

Persamaan (3) disubstitusi ke persamaan (4) diperoleh

$$\begin{aligned} (\mathbf{I} - \rho \mathbf{W}) \mathbf{y} &= \mathbf{X} \boldsymbol{\beta} + (\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W})^{-1} \boldsymbol{\varepsilon} \\ (\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W})^{-1} \boldsymbol{\varepsilon} &= (\mathbf{I} - \rho \mathbf{W}) \mathbf{y} - \mathbf{X} \boldsymbol{\beta} \end{aligned}$$

Jika semua ruas dikalikan dengan $(\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W})$, maka

$$\boldsymbol{\varepsilon} = (\mathbf{I} - \lambda \mathbf{W}) [(\mathbf{I} - \rho \mathbf{W}) \mathbf{y} - \mathbf{X} \boldsymbol{\beta}]$$

Nilai fungsi kemungkinan peubah $\boldsymbol{\varepsilon}$ adalah

⁷Ibid.

$$L(\sigma^2; \varepsilon) = c(\varepsilon)|V|^{-1/2} \exp\left[-\frac{1}{2} \varepsilon^T V^{-1} \varepsilon\right]$$

fungsi kemungkinan untuk y yaitu:

$$L(\rho, \lambda, \sigma^2, \beta; y) = c(y)(\sigma^{2n})^{-1/2}|I - \lambda W||I - \rho W| \exp\left[-\frac{1}{2\sigma^2}\{(I - \lambda W)[(I - \rho W)y - X\beta]\}^T\{(I - \lambda W)[(I - \rho W)y - X\beta]\}\right]$$

fungsi log kemungkinan (*log-likelihood*) yaitu:

$$\begin{aligned} l(\rho, \lambda, \sigma^2, \beta; y) \\ = c(y) - \frac{n}{2} \ln(\sigma^2) + \ln|I - \lambda W| + \ln|I - \rho W| - \frac{1}{2\sigma^2}\{(I - \lambda W)[(I - \rho W)y - X\beta]\}^T\{(I - \lambda W)[(I - \rho W)y - X\beta]\} \end{aligned}$$

Misalkan kuadrat matriks pembobot $(I - \rho W)^T(I - \rho W)$ dinotasikan sebagai Ω dan penduga β diperoleh dengan memaksimalkan fungsi log kemungkinan pada persamaan Penduga β adalah:

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

Model Lag Spasial

Model otoregresi spasial (*Spatial Autoregressive Model/SAR*) merupakan model regresi linier yang pada peubah responnya terdapat korelasi spasial. Model ini dinamakan campuran otoregresi dengan regresi karena mengkombinasikan regresi biasa dengan model regresi spasial lag pada peubah respon.⁸ Pada persamaan (1) dan (2) jika nilai $\rho \neq 0$ dan $\lambda = 0$, maka persamaan (1) menjadi:

$$y = \rho W y + X\beta + \varepsilon \qquad \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I)$$

Pendugaan parameter pada model SAR menggunakan metode kemungkinan maksimum. Pada persamaan ε_i diasumsikan menyebar normal, bebas stokastik, identik, dengan nilai tengah nol dan ragam σ^2 , ε_i adalah galat pada lokasi i .

fungsi kepekatan peluang bersama dari n peubah respon y

$$\begin{aligned} f(y) &= f(\varepsilon)|J| \\ &= \frac{1}{(2\pi)^{n/2} \sigma^n} \exp\left[-\frac{\varepsilon^T \varepsilon}{2\sigma^2}\right] \left|\frac{\partial \varepsilon}{\partial y}\right| = \\ &= \frac{1}{(2\pi)^{n/2} \sigma^n} \exp\left[-\frac{(y - \rho W y - X\beta)^T (y - \rho W y - X\beta)}{2\sigma^2}\right] |I - \rho W| \end{aligned}$$

Fungsi kemungkinan bagi parameter β, ρ, σ^2

$$L(\beta, \rho, \sigma^2; y) = f(y; \beta, \rho, \sigma^2)$$

⁸ Ibid.

$$= \frac{|I - \rho W|}{(2\pi)^{n/2} \sigma^n} \exp \left[-\frac{(y - \rho W y - X\beta)^T (y - \rho W y - X\beta)}{2\sigma^2} \right]$$

fungsi kemungkinannya

$$\begin{aligned} l &= \ln L(\beta, \rho, \sigma^2; y) \\ &= \ln \left(\frac{|I - \rho W|}{(2\pi)^{n/2} \sigma^n} \exp \left[-\frac{(y - \rho W y - X\beta)^T (y - \rho W y - X\beta)}{2\sigma^2} \right] \right) \\ &= -\frac{n}{2} \ln(2\pi) - \frac{n}{2} \ln \sigma^2 + \ln |I - \rho W| - \frac{(y - \rho W y - X\beta)^T (y - \rho W y - X\beta)}{2\sigma^2} \\ &= C - \frac{n}{2} \ln \sigma^2 + \ln |I - \rho W| - \frac{(y - \rho W y - X\beta)^T (y - \rho W y - X\beta)}{2\sigma^2} \end{aligned}$$

Penduga β adalah

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

Penduga untuk σ^2 adalah

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{(y - \hat{\rho} W y - X\hat{\beta})^T (y - \hat{\rho} W y - X\hat{\beta})}{n} \quad \text{atau} \quad \hat{\sigma}^2 = \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n} = \frac{SS_E}{n}$$

dengan y_i adalah peubah respon pada lokasi i , \hat{y}_i adalah nilai penduga peubah respon pada lokasi i , n adalah banyak pengamatan, dan SS_E adalah jumlah kuadrat galat.

Model Galat Spasial

Pada persamaan (1) dan (2) jika $\rho = 0$ dan $\lambda \neq 0$, maka persamaan menjadi

$$y = X\beta + u, \quad u = \lambda W u + \varepsilon$$

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

Persamaan ini disebut model regresi galat spasial (*Spatial Error Model*). Model galat spasial adalah model regresi linier yang pada bentuk galatnya terdapat korelasi spasial. Hal ini disebabkan oleh adanya peubah penjelas yang tidak dilibatkan dalam model regresi linier sehingga akan dihitung sebagai galat dan peubah tersebut berkorelasi spasial dengan galat pada lokasi lain. Pendugaan parameter model galat spasial menggunakan metode kemungkinan maksimum fungsi kepekatan peluang bersama dari n peubah respon y

$$\begin{aligned} f(y) &= f(\varepsilon) |J| \\ &= \frac{1}{(2\pi)^{n/2} \sigma^n} \exp \left[-\frac{\varepsilon^T \varepsilon}{2\sigma^2} \right] \left| \frac{\partial \varepsilon}{\partial y} \right| \\ &= \frac{1}{(2\pi)^{n/2} \sigma^n} \exp \left[-\frac{((I - \lambda W)(y - X\beta))^T (I - \lambda W)(y - X\beta)}{2\sigma^2} \right] \end{aligned}$$

$$|I - \lambda W|$$

Fungsi kemungkinan bagi parameter β, λ, σ^2

$$L(\beta, \lambda, \sigma^2; y) = f(y; \beta, \lambda, \sigma^2) \\ = \frac{|I - \lambda W|}{(2\pi)^{n/2} \sigma^n} \exp \left[-\frac{(I - \lambda W)(y - X\beta)^T (I - \lambda W)(y - X\beta)}{2\sigma^2} \right]$$

Pendugaan parameter β, λ, σ^2 diperoleh dengan memaksimalkan fungsi kemungkinan yang ekuivalen dengan memaksimalkan logaritma dari fungsi kemungkinan pada persamaan diatas:

$$l = \ln L(\beta, \lambda, \sigma^2; y_1, \dots, y_n) = \\ \ln \left(\frac{|I - \lambda W|}{(2\pi)^{n/2} \sigma^n} \exp \left[-\frac{(y - X\beta)^T (I - \lambda W)^T (I - \lambda W)(y - X\beta)}{2\sigma^2} \right] \right) \\ = -\frac{n}{2} \ln(2\pi) - \frac{n}{2} \ln \sigma^2 + \ln |I - \lambda W| - \frac{(y - X\beta)^T (I - \lambda W)^T (I - \lambda W)(y - X\beta)}{2\sigma^2} \\ = C - \frac{n}{2} \ln \sigma^2 + \ln |I - \lambda W| - \frac{(y - X\beta)^T (I - \lambda W)^T (I - \lambda W)(y - X\beta)}{2\sigma^2}$$

Penduga β adalah

$$\hat{\beta} = [(X - \lambda WX)^T (X - \lambda WX)]^{-1} (X - \lambda WX)^T (y - \lambda Wy)$$

Pendugaan untuk σ^2 adalah

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{[(I - \lambda W)(y - X\hat{\beta})^T (I - \lambda W)(y - X\hat{\beta})]}{n}$$

Untuk menduga parameter λ diperlukan suatu iterasi numerik untuk mendapatkan penduga untuk λ yang memaksimalkan fungsi log kemungkinan tersebut.

Uji Efek spasial

Efek spasial dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu otokorelasi spasial dan keragaman spasial. Otokorelasi spasial terjadi akibat adanya ketergantungan dalam data spasial (korelasi galat spasial). Sedangkan keragaman spasial terjadi akibat adanya perbedaan antara satu wilayah dengan wilayah lainnya (*Random Region Effect*).

Menguji keberadaan *random region effect* dan korelasi galat spasial dalam model regresi data spasial sangat penting karena mengabaikan kedua hal tersebut akan menyebabkan penduga tidak efisien dan kesimpulan yang diperoleh tidak tepat.

1. Uji Ketergantungan Spasial

Ketergantungan spasial dilakukan untuk mengetahui jenis ketergantungan yang dimiliki oleh data yang digunakan. Jenis ketergantungan yang diperoleh akan dijadikan landasan untuk membuat model regresi spasial. Anselin menyatakan bahwa uji untuk mengetahui ketergantungan spasial adalah dengan menggunakan Uji Pengganda Lagrange atau *Lagrange Multiplier* (LM).⁹

Statistik Uji:

$$LM = E^{-1} \{ (R_y)^2 T - 2 R_y R_\epsilon T + (R_\epsilon)^2 (D + T) \}$$

dengan:

$$R_y = \epsilon^T W y / \sigma^2$$

$$R_\epsilon = \epsilon^T W \epsilon / \sigma^2$$

$$M = I - X(X^T X)^{-1} X^T$$

$$T = \text{tr}\{(W^T + W)W\}$$

$$D = \sigma^2 (W^T X \beta)^T M (W^T X \beta)$$

$$E = (D + T) T - (T)^2$$

Statistik LM mengikuti sebaran $\chi^2_{(p)}$.

Keputusan Tolak H_0 jika nilai $LM_{(lag, err)} > \chi^2_{(2)}$ atau nilai- $p < \alpha$ sehingga dilanjutkan pembentukan model GSM.

2. Uji Keragaman Spasial

Keheterogenan ragam spasial juga perlu diuji. Uji yang digunakan dalam mendeteksi heterogenan ragam menggunakan uji Breusch-Pagan (BP). Bentuk umum kehomogenan ragam sebagai berikut:

$$E(\epsilon_i^2 | X) = \alpha_1 X_{1i} + \alpha_2 X_{2i} + \dots + \alpha_p X_{pi}$$

Dengan α_1 adalah suatu nilai yang konstan, X_1 adalah konstanta regresi yang selalu bernilai satu, dan X_2, \dots, X_p adalah peubah penjelas. Jika kehomogenan ragam terpenuhi maka $H_0: \alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_p = 0$ tidak ditolak, sehingga bila H_0 benar $\sigma_i^2 = \alpha_i = \text{konstan}$. Oleh karena itu, hipotesis untuk pengujian heterogenan ragam adalah:

$$H_0: \sigma_i^2 = \alpha_i$$

⁹ Ibid.

$$H_1: \sigma_i^2 \neq \alpha_i$$

Statistik uji *Breusch-Pagan* (BP) adalah:

$$BP = \frac{1}{2} (\sum_{i=1}^n x_i f_i)^T (\sum_{i=1}^n x_i x_i^T)^{-1} (\sum_{i=1}^n x_i f_i) \quad \text{menyebar } \chi_{(p)}^2 \text{ dengan } f_i = \left(\frac{\hat{\varepsilon}_i}{\hat{\sigma}} - 1 \right),$$

$$\hat{\varepsilon}_i = (y_i - \hat{\beta}^T x_i) \text{ dan } \hat{\sigma}^2 = \sum_{i=1}^n \hat{\varepsilon}_i^2 \text{ (Anselin 1988, diacu dalam Arbia 2006). } p$$

adalah banyaknya peubah penjelas

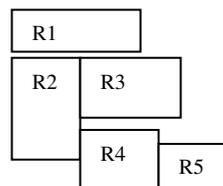
Keputusan Tolak H_0 jika Nilai BP $> \chi_{(p)}^2$

Matriks Pembobot Spasial

Matriks pembobot spasial (W) dapat diperoleh berdasarkan informasi jarak dari ketetanggaan (*neighbourhood*), atau dengan kata lain dari jarak antara satu wilayah dengan wilayah yang lain. Matriks pembobot spasial pada dasarnya merupakan matriks ketergantungan spasial. Matriks ketergantungan spasial adalah matriks yang menggambarkan hubungan antar daerah. Pace dan Barry menyatakan pembobot yang diberikan pada kelompok blok sensus tergantung pada kedekatan antar daerah.¹⁰ Kedekatan suatu daerah berdasarkan ketergantungan spasial biner, sehingga matriks pembobot ini mempunyai aturan sebagai berikut:

$$c_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{untuk daerah yang bersebelahan} \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

Nilai c_{ij} merupakan nilai dalam matriks pembobot baris ke- i dan kolom ke- j . Nilai 1 diberikan jika wilayah ke- i bersebelahan dengan wilayah ke- j , sedangkan nilai 0 diberikan jika wilayah ke- i tidak bersebelahan dengan wilayah ke- j . Diagonal utama dari matriks pembobot bernilai nol karena matriks pembobot menunjukkan hubungan antar semua wilayah. Matriks pembobot selalu berdimensi $n \times n$ dengan n adalah banyaknya wilayah. Sebagai ilustrasi, Gambar 1 merupakan contoh pembentukan matriks pembobot spasial wilayah terdekat.



¹⁰Pace RK, Barry R. *Spare Spatial Autoregressions. Statist. & Probab. Letters* 33: 291-297.

Matriks pembobot untuk Gambar 1 diatas adalah:

$$\begin{array}{c}
 R_1 \quad R_2 \quad R_3 \quad R_4 \quad R_5 \\
 \left(\begin{array}{ccccc}
 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\
 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\
 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\
 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0
 \end{array} \right)
 \end{array}$$

Nilai pada matriks di atas akan digunakan untuk membuat matriks pembobot spasial W . Matriks pembobot spasial W diperoleh dengan membakukan matriks pembobot. Adapun formulanya sebagai berikut:

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

dengan w_{ij} adalah elemen matriks pembobot yang sudah dibakukan pada baris ke- i dan kolom ke- j , sehingga matriks pembobot (W) menjadi:

$$W = \begin{bmatrix}
 0 & 1/2 & 1/2 & 0 & 0 \\
 1/3 & 0 & 1/3 & 1/3 & 0 \\
 1/3 & 1/3 & 0 & 1/3 & 0 \\
 0 & 1/3 & 1/3 & 0 & 1/3 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0
 \end{bmatrix}$$

Pemilihan Model Terbaik

Metode yang digunakan untuk memilih model terbaik dengan menggunakan *Akaike's Information Criterion (AIC)*.¹¹ Untuk menghitung nilai AIC digunakan rumus sebagai berikut:

$$AIC = -2 \log Likelihood + 2p$$

dengan *Likelihood* = nilai maksimum dari fungsi kemungkinan

p = banyaknya parameter dalam model.

Model dikatakan baik jika memiliki nilai AIC yang kecil.

Selain metode tersebut, untuk pemilihan model terbaik dapat digunakan uji kebaikan model, yakni dengan menggunakan koefisien determinasi (R^2). Koefisien determinasi merupakan proporsi keragaman pada peubah respon yang dapat dijelaskan oleh semua peubah penjelas secara bersama-sama.

Menurut Draper & Smith persamaan untuk R^2 adalah sebagai berikut:¹²

¹¹ Chi G. *The Impacts of Highway Expansion on Population Redistribution: An Integrated Spatial Approach*. (Mississippi: Mississippi State University. 2008).

$$R^2 = \frac{\sum(\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum(y_i - \bar{y})^2}$$

dengan y_i adalah nilai pada wilayah ke- i , \hat{y}_i adalah nilai dugaan pada wilayah ke- i , dan \bar{y} adalah nilai rata-rata dari n wilayah. Nilai koefisien determinasi berada pada $0 \leq R^2 \leq 1$. Semakin besar nilai R^2 maka model dikatakan semakin tepat menjelaskan peubah respon. Jika nilai R^2 bernilai nol berarti peubah bebas tidak memberikan kontribusi terhadap naik turunnya peubah respon dan apabila nilai R^2 bernilai 1 maka ragam peubah respon mutlak dipengaruhi oleh peubah-peubah penjelas yang terdapat pada model.

METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) berupa data 6 Propinsi di Pulau Jawa dalam angka dan data Keadaan Angkatan Kerja di Pulau Jawa tahun 2009. Data ini mencakup tingkat pengangguran terbuka dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Wilayah yang diteliti terdiri dari 116 kabupaten/kota di Pulau Jawa. Peta administratif kabupaten/kota dapat dilihat pada Lampiran 1. Nama wilayah kabupaten/kota di Pulau Jawa dapat dilihat pada Lampiran 2.

Peubah respon (Y) pada penelitian ini adalah persentase pengangguran terbuka tiap kabupaten/kota di Pulau Jawa.

Peubah penjelas yaitu faktor-faktor yang menyebabkan pengangguran terbuka di Pulau Jawa. Peubah penjelas sebagai berikut:

X_1 = Persentase Penduduk adalah jumlah penduduk dalam kabupaten/kota dibagi total penduduk Pulau Jawa

X_2 = Persentase Penduduk miskin adalah jumlah penduduk miskin yang berada dalam kabupaten/kota dibagi jumlah penduduk kabupaten/kota tersebut.

X_3 = Persentase penduduk yang berpendidikan rendah atau tidak tamat SD adalah persentase angkatan kerja yang berpendidikan rendah atau tidak tamat SD

¹²Draper N, Smith H. *Analisis Regresi Terapan*. (PT. Gramedia Pustaka Umum: Jakarta .1992).

- X_4 = Persentase penduduk yang tamat SD dan SLTP adalah persentase angkatan kerja yang mempunyai pendidikan tertinggi tamat SD dan SLTP
- X_5 = Persentase penduduk yang tamat SLTA⁺ adalah persentase angkatan kerja yang mempunyai pendidikan tertinggi tamat SLTA⁺
- X_6 = Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) atas dasar harga konstan
- X_7 = Persentase Penduduk yang bekerja di sektor pertanian
- X_8 = Persentase Penduduk yang bekerja di sektor informal
- X_9 = Upah Minimum Kabupaten adalah upah minimum baku yang ditetapkan di setiap kabupaten/kota
- X_{10} = Luas lahan pertanian adalah luas lahan sawah dan non sawah yang ada di setiap kabupaten/kota

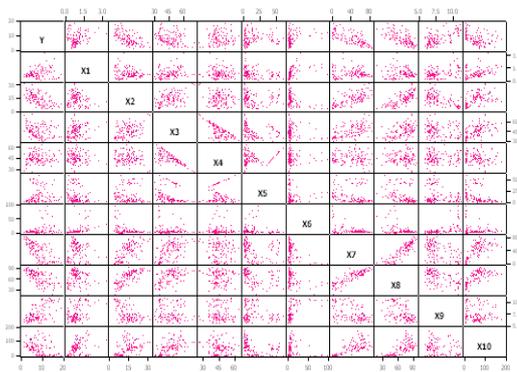
Tahapan penelitian untuk memperoleh persamaan model regresi spasial.

1. Memilih peubah penjelas
 Memilih peubah-peubah yang diikutkan dalam pembentukan model dengan analisis korelasi Pearson. Peubah penjelas yang digunakan sebaiknya tidak mengandung multikolinieritas. Jika ada multikolinieritas maka salah satu peubah penjelas tersebut dihilangkan (Lampiran 3).
2. Menentukan matriks pembobot spasial.
3. Menguji efek spasial yaitu uji ketergantungan spasial dan uji keragaman spasial. Uji ketergantungan spasial dilakukan dengan metode *Lagrange Multiplier* (pengganda Lagrange) dan uji keragaman spasial dilakukan dengan Uji *Breusch-Pagan*.
4. Menduga parameter untuk persamaan model regresi spasial dengan metode penduga kemungkinan maksimum.
5. Mencari model terbaik dengan menggunakan *Akaike's Information Criterion* (*AIC*) dan nilai koefisien determinasi (R^2).
6. Menguji asumsi model regresi yang terpilih.
7. Menarik kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemilihan Peubah Penjelas

Penelitian ini menggunakan sepuluh peubah penjelas yang mempengaruhi tingkat pengangguran terbuka. Peubah-peubah penjelas harus dipastikan berpengaruh terhadap peubah respon. Selain itu, antar peubah penjelas tidak saling berkorelasi atau saling bebas. Salah satu kriteria yang dapat digunakan untuk mengetahui adanya kolinieritas antar peubah adalah dengan menggunakan koefisien korelasi Pearson. Terlihat pada gambar 2.



Plot matriks dari sepuluh peubah penjelas yang terkait dengan tingkat pengangguran terbuka dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2 terlihat adanya hubungan linier antara peubah respon dengan peubah penjelas. Dari sepuluh peubah penjelas yang digunakan terdapat delapan peubah penjelas yang berhubungan linear terhadap peubah respon yaitu peubah penduduk (X_1), penduduk miskin (X_2), penduduk yang berpendidikan tidak tamat SD (X_3), PDRB atas dasar harga konstan (X_6), penduduk yang bekerja di sektor pertanian (X_7), penduduk yang bekerja di sektor informal (X_8), upah minimum kabupaten/kota (X_9), dan luas lahan pertanian (X_{10}). Sedangkan antar peubah penjelas menunjukkan adanya beberapa peubah penjelas yang saling berkorelasi, yaitu terlihat adanya hubungan linier antar beberapa peubah terhadap peubah yang lain. Peubah penduduk miskin (X_2), penduduk yang bekerja di sektor informal (X_8) dan luas lahan pertanian (X_{10}) berkorelasi cukup tinggi dengan peubah penjelas yang lain sehingga ketiga peubah penjelas tersebut tidak digunakan dalam pembentukan model. Hal ini juga dapat dilihat berdasarkan nilai koefisien korelasi Pearson.

Berdasarkan koefisien korelasi Pearson ada lima peubah yang nyata terhadap peubah respon dan antar peubah penjelas kurang berkorelasi yang digunakan dalam pembentukan model regresi yaitu peubah penduduk (X_1), penduduk yang berpendidikan tidak tamat SD (X_3), PDRB atas harga dasar harga konstan (X_6), penduduk yang bekerja di sektor pertanian (X_7), dan upah minimum kabupaten (X_9). Peubah penjelas yang terpilih selanjutnya digunakan untuk memodelkan regresi linier klasik dan spasial.

Model Regresi Linier

Sebelum melakukan pemodelan regresi spasial, pemodelan regresi linier perlu dilakukan untuk mengetahui kontribusi/pengaruh peubah penjelas sehingga besarnya kontribusi/pengaruh dari peubah penjelas model regresi linier dapat dibandingkan dengan kontribusi/pengaruh dari peubah penjelas model regresi spasial. Model regresi linier berganda yang terbentuk dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai dugaan parameter model regresi linier berganda

Peubah Penjelas	$\hat{\beta}$	Galat Baku	Nilai-t
Konstanta	2.556	1.971	1.30
X_1	0.936	0.543	1.73**
X_3	0.044	0.033	1.35
X_6	-0.059	0.019	-3.15*
X_7	-0.107	0.013	-7.93*
X_9	0.999	0.207	4.83*

Keterangan: *) nyata pada $\alpha = 5\%$

***) nyata pada $\alpha = 10\%$

Persamaan regresi linier berganda yang diperoleh sebagai berikut:

$$\hat{y} = 2.556 + 0.936 X_1 + 0.044 X_3 - 0.059X_6 - 0.107X_7 + 0.999 X_9$$

Pemodelan regresi linier berganda menghasilkan nilai F sebesar 35.86. Hal ini menunjukkan bahwa peubah penjelas berpengaruh secara simultan terhadap peubah respon pada taraf nyata 10%. Koefisien determinasi (R^2) yang diperoleh sebesar 62% yang berarti 62% keragaman dari tingkat pengangguran terbuka bisa dijelaskan oleh model regresi linear. Setelah peubah penjelas diuji secara simultan terhadap peubah respon, selanjutnya peubah penjelas diuji secara parsial dengan menggunakan uji-t (Tabel 1).

Berdasarkan Tabel 1, pada $\alpha = 10\%$ terdapat empat peubah penjelas yang nyata yaitu persentase penduduk, PDRB atas harga dasar harga konstan, persentase penduduk yang bekerja di sektor pertanian, dan upah minimum kabupaten. Hal ini menunjukkan bahwa keempat peubah tersebut berpengaruh secara parsial terhadap tingkat pengangguran terbuka di Pulau Jawa.

Identifikasi Efek Spasial

Uji pengganda Lagrange digunakan untuk mendeteksi ketergantungan spasial pada data secara lebih spesifik yaitu ketergantungan spasial dalam lag, galat atau keduanya (lag dan galat), sedangkan uji keragaman spasial pada data dilakukan dengan uji *Breusch-Pagan*. Hasil uji ketergantungan spasial dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji ketergantungan spasial dengan pengganda Lagrange

Model	Nilai LM	Khi Kuadrat	Nilai- <i>p</i>
Spasial lag	31.71 9	3.841	1.781 $\times 10^{-8}$
Spasial galat	20.53 5	3.841	5.854 $\times 10^{-6}$
Spasial lag dan galat	31.73 9	5.991	1.282 $\times 10^{-7}$

Uji pengganda Lagrange lag bertujuan untuk mengidentifikasi adanya keterkaitan antar kabupaten/kota. Berdasarkan pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa nilai pengganda Lagrange lag nyata pada $\alpha = 5\%$. Dengan demikian, ada ketergantungan lag spasial sehingga dilanjutkan pada pembentukan model SAR.

Nilai pengganda Lagrange galat nyata pada $\alpha = 5\%$. Dengan demikian, dapat disimpulkan ada ketergantungan galat spasial sehingga dilanjutkan pada pembentukan model SEM. Nilai pengganda Lagrange model gabungan lag dan galat spasial nyata pada $\alpha = 5\%$. Dapat disimpulkan ada ketergantungan spasial gabungan yaitu ketergantungan lag spasial dan galat spasial, sehingga dilanjutkan dalam pembentukan model GSM.

Model Regresi Lag Spasial

Berdasarkan uji ketergantungan spasial terdapat ketergantungan spasial lag sehingga perlu dilanjutkan model SAR. Hasil pendugaan parameter dari pemodelan SAR dapat dilihat pada Tabel 3. Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 68.8% berarti bahwa model SAR mampu menjelaskan keragaman dari tingkat pengangguran terbuka sebesar 68.8% dan Nilai AIC yang diperoleh sebesar 525.66.

Analisis model SAR pada Pulau Jawa dengan melibatkan seluruh wilayah kabupaten/kota yang ada menunjukkan bahwa persentase pengangguran terbuka dipengaruhi beberapa peubah yang nyata. Melalui pengujian dengan metode kemungkinan maksimum diperoleh nilai koefisien lag spasial ($\hat{\rho}$) sebesar 0.454. Model SAR dapat diinterpretasikan bahwa koefisien otoregresi ρ (ρ) nyata pada $\alpha = 5\%$, artinya terdapat pengaruh lag spasial atau kabupaten/kota yang memiliki tingkat pengangguran terbuka tertinggi diduga dipengaruhi oleh kabupaten/kota lain yang menjadi tetangganya sebesar 0.454 dikalikan rata-rata tingkat pengangguran terbuka di kabupaten/kota sekelilingnya dengan anggapan peubah yang lain bernilai tetap.

Tabel 3. Nilai dugaan parameter model SAR

Penduga	Nilai dugaan	Galat Baku	Nilai- Z
ρ (ρ)	0.454	0.079	5.72*
Konstanta	2.397	1.643	1.46
X_1	0.225	0.457	0.49
X_3	0.027	0.027	1.00
X_6	-0.053	0.016	- 3.36*
X_7	-0.085	0.012	- 7.34*
X_9	0.629	0.188	3.34*

Keterangan: *) nyata pada $\alpha = 5\%$

Persamaan Spasial Otoresgresi (SAR) yang diperoleh sebagai berikut:

$$\hat{y} = 2.397 + 0.454Wy + 0.225X_1 + 0.027X_3 - 0.053X_6 - 0.085X_7 + 0.629X_9$$

Pada Tabel 3 terlihat bahwa dari lima peubah penjelas, hanya tiga peubah penjelas dan peubah respon spasial yang berpengaruh nyata terhadap model regresi spasial yaitu PDRB atas dasar harga konstan (X_6), Persentase penduduk yang bekerja di sektor pertanian (X_7) dan upah minimum kabupaten/kota (X_9), artinya peubah-peubah tersebut memberikan pengaruh yang nyata terhadap tingkat pengangguran terbuka.

Model Regresi Galat Spasial

Berdasarkan uji ketergantungan spasial terdapat ketergantungan galat spasial sehingga perlu dilanjutkan model galat spasial (SEM). Hasil pendugaan parameter dari model galat spasial dengan masing-masing nilai parameter dapat dilihat pada Tabel 4. Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 63.4% yang berarti bahwa model SEM mampu menjelaskan keragaman dari tingkat pengangguran terbuka sebesar 63.4% dan Nilai AIC yang diperoleh sebesar 530.20.

Tabel 4. Nilai dugaan parameter model SEM

Penduga	Nilai dugaan	Galat Baku	Nilai- Z
λ (lambda)	0.551	0.086	6.41*
Konstanta	3.583	2.175	1.65**
X_1	-0.162	0.490	-0.33
X_3	-0.001	0.033	-0.05
X_6	-0.034	0.019	- 1.80**
X_7	-0.076	0.012	- 5.99*
X_9	1.080	0.225	4.81*

Keterangan: *) nyata pada $\alpha = 5\%$

***) nyata pada $\alpha = 10\%$

Persamaan regresi galat spasial (SEM) yang diperoleh sebagai berikut:

$$\hat{y} = 3.583 - 0.162X_1 - 0.001X_3 - 0.034X_6 - 0.076X_7 + 1.080X_9 + 0.551Wu$$

Analisis model SEM pada Pulau Jawa dengan melibatkan seluruh wilayah kabupaten/kota yang ada menunjukkan bahwa persentase pengangguran terbuka dipengaruhi beberapa peubah yang nyata. Melalui pengujian dengan metode kemungkinan maksimum diperoleh nilai koefisien galat spasial sebesar 0.551. Model SEM diinterpretasikan, bahwa koefisien galat spasial (λ) nyata secara

spasial, artinya terdapat pengaruh galat spasial atau korelasi galat antar satu kabupaten/kota dengan kabupaten/kota yang menjadi tetangganya sebesar 0.551 dikalikan rata-rata galat di kabupaten/kota yang mengelilinginya.

Model Regresi Umum Spasial

Berdasarkan uji ketergantungan spasial terdapat ketergantungan spasial gabungan (lag dan galat) sehingga perlu dilanjutkan model GSM. Nilai AIC pada model GSM sebesar 516.37 dan koefisien determinasi (R^2) sebesar 72.5% yang berarti 72.5% keragaman dari peubah respon (tingkat pengangguran terbuka) bisa dijelaskan oleh model GSM. Hasil pendugaan parameter model GSM dapat dilihat pada Tabel 5.

Model GSM pada Pulau Jawa dengan melibatkan seluruh wilayah kabupaten/kota yang ada menunjukkan bahwa persentase pengangguran terbuka dipengaruhi beberapa peubah yang nyata. Melalui pengujian dengan metode kemungkinan maksimum diperoleh nilai koefisien lag spasial sebesar 0.707 dan nilai koefisien galat spasial sebesar 0.661. Model GSM diinterpretasikan, bahwa koefisien otoregresi (respon lag dan galat) yaitu ρ dan λ nyata, artinya terdapat pengaruh spasial gabungan (lag dan galat) dari kabupaten/kota yang berdekatan akan berpengaruh terhadap pengamatan. Pengaruh kedekatan daerah (spasial lag) berkorelasi positif serta galat spasial antar daerah yang berdekatan berkorelasi negatif. Koefisien ρ sebesar 0.707 menunjukkan bahwa jika suatu kabupaten/kota yang dikelilingi sebanyak m buah kabupaten/kota, maka pengaruh dari masing-masing kabupaten/kota yang mengelilinginya sebesar 0.707 dikalikan rata-rata pengangguran terbuka di wilayah sekelilingnya. Koefisien λ sebesar 0.661 mengindikasikan bahwa korelasi galat antar satu kabupaten/kota dengan kabupaten/kota lain yang menjadi tetangganya sebesar 0.661 dikalikan rata-rata galat di kabupaten/kota yang mengelilinginya.

Tabel. 5. Nilai dugaan parameter model GSM

Penduga	Nilai dugaan	Galat Baku	Nilai- Z
ρ (<i>rho</i>)	0.707	0.06	11.78*
λ (<i>lambda</i>)	-0.661	0.12	-5.39*

Konstanta	2.146	1.04	2.07*
X_1	0.221	0.33	0.66
X_3	0.034	0.02	1.93**
X_6	-0.048	0.01	-4.38*
X_7	-0.073	9×10^{-3}	-7.69*
X_9	0.282	0.12	2.38*

Keterangan: *) nyata pada $\alpha = 5\%$

***) nyata pada $\alpha = 10\%$

Persamaan regresi umum spasial (GSM) yang diperoleh sebagai berikut:

$$\hat{y} = 2.146 + 0.707W_y + 0.221X_1 + 0.034X_3 - 0.048X_6 - 0.073X_7 + 0.282X_9 - 0.661W_u$$

Perbandingan Model Regresi

Pemilihan model terbaik dilakukan dengan melihat nilai AIC dan R^2 masing-masing model. Berdasarkan analisis model regresi Linier, model GSM, model SAR dan model SEM diperoleh hasil pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil perbandingan model regresi

Penduga	Regresi Linier	SAR	SEM	GSM
ρ	-	0.454	-	0.707
λ	-	-	0.551	-0.661
Konstanta	2.556	2.397	3.583	2.146
X_1	0.936	0.225	-	0.221
X_3	0.044	0.027	-	0.034
X_6	-0.059	-	-	-
X_7	-0.107	0.053	0.034	0.048
X_9	0.999	-	-	-
R^2	0.620	0.628	1.081	0.725
AIC	553.43	0.688		
$\hat{\sigma}^2$	6.456	525.66	0.634	516.37
		4.486	530.20	3.318
			4.527	

Berdasarkan hasil pendugaan keempat model regresi pada Tabel 6, nilai penduga yang ada menunjukkan nilai dugaan yang positif dan negatif yang dapat

diartikan bahwa peubah penjelas ada yang berasosiasi positif dan berasosiasi negatif terhadap peubah respon. Secara keseluruhan hasil pendugaan dengan model regresi menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda.

Hasil perbandingan nilai dugaan model regresi menunjukkan bahwa koefisien determinasi (R^2) dan nilai *AIC* yang optimum diperoleh dari pendugaan model GSM. Demikian juga berdasarkan nilai dugaan ragam, yang secara keseluruhan memperlihatkan bahwa nilai dugaan ragam dengan model GSM lebih kecil dibanding dengan nilai dugaan ragam model regresi linear klasik, model SAR dan model SEM, sehingga dapat dikatakan pendugaan model GSM lebih baik dalam menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat pengangguran terbuka di Pulau Jawa tahun 2009. Koefisien determinasi (R^2) model GSM sebesar 72.5% menggambarkan proporsi keragaman peubah yang mempengaruhi tingkat pengangguran terbuka dapat dijelaskan dengan peubah respon dan galat spasial serta peubah penjelas: persentase penduduk yang berpendidikan rendah, PDRB atas dasar harga konstan, persentase penduduk yang bekerja di sektor pertanian dan upah minimum kabupaten/kota. Hubungan lag spasial dan galat spasial mempengaruhi tingkat pengangguran terbuka di Pulau Jawa, yang mengindikasikan pengangguran terbuka disuatu wilayah akan mempunyai akibat secara langsung maupun tidak langsung terhadap wilayah-wilayah yang ada disekelilingnya.

Koefisien determinasi (R^2), nilai *AIC* dan nilai dugaan ragam yang optimum juga ditunjukkan dari nilai dugaan model SAR. Dibandingkan dengan model regresi linear dan model SEM nilai penduga model SAR hampir sama baiknya dengan model GSM. Koefisien determinasi (R^2) model SAR sebesar 68.8% menggambarkan proporsi keragaman peubah yang mempengaruhi tingkat pengangguran terbuka dapat dijelaskan dengan peubah respon spasial dan peubah penjelas: PDRB atas dasar harga konstan, persentase penduduk yang bekerja di sektor pertanian dan upah minimum kabupaten/kota. Hubungan lag spasial (0.454) mempengaruhi tingkat pengangguran terbuka di Pulau Jawa, yang mengindikasikan pengangguran terbuka disuatu wilayah akan mempengaruhi pengangguran terbuka pada wilayah disekitarnya.

KESIMPULAN

1. Tingkat pengangguran terbuka untuk wilayah tertentu dipengaruhi oleh tingkat pengangguran terbuka pada wilayah-wilayah di sekitarnya. Sedangkan faktor non spasial yang mempengaruhi tingkat pengangguran terbuka adalah persentase penduduk yang berpendidikan rendah atau tidak tamat SD, PDRB atas dasar harga konstan, persentase penduduk yang bekerja di sektor pertanian dan upah minimum kabupaten/kota.
2. Berdasarkan perbandingan nilai R^2 , nilai AIC dan nilai $\hat{\sigma}^2$ serta pengujian asumsi model regresi, model GSM dan model SAR hampir sama baiknya digunakan dalam menentukan faktor-faktor untuk menganalisis tingkat pengangguran terbuka di Pulau Jawa.

DAFTAR PUSTAKA

- Anselin L. 1988. *Spatial Econometrics : Methods and Models*, Kluwer Academic Publishers. Netherlands.
- Anselin L. 1999. *Spatial Econometrics*. Dallas: University of Texas.
- Anselin L. 2005. *Spatial Regression Analysis in R A Workbook*. Spatial Analysis Laboratory Department of Agricultural and Consumer Economics University of Illinois, Urbana-Champaign, Urbana.
- Anselin L, Berra A. 1998. *Spatial dependence in linear regression models with an introduction to spatial econometrics*. In Ullah A. and Giles D.E. editors, *Handbook of Applied Economic Statistics*. Marcel Dekker. New York.
- Arbia G. 2006. *Spatial Econometrics: Statistical Foundations and Applications to Regional Convergence*. Berlin: Springer.
- Arisanti R. 2010. Model Regresi Spasial untuk Deteksi Faktor-faktor Kemiskinan di Propinsi Jawa Timur [tesis]. Bogor: Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- [BPS] Badan Pusat Statistik Propinsi Jawa Barat. 2011. *Keadaan Angkatan Kerja di Propinsi Jawa Barat*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- [BPS] Badan Pusat Statistik Propinsi Jawa Barat. 2011. *Keadaan Angkatan Kerja di Propinsi Jawa Tengah*. Jakarta: Badan Pusat Statistik
- [BPS] Badan Pusat Statistik Propinsi Banten. 2011. *Keadaan Angkatan Kerja di Propinsi Banten*. Jakarta: Badan Pusat Statistik
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2011. *Jawa Barat dalam Angka*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2011. *Jawa Tengah dalam Angka*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2011. *Banten dalam Angka*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2010. *Laporan Eksekutif Keadaan Angkatan Kerja di Jawa Timur 2009-2010*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Chi G. 2008. *The Impacts of Highway Expansion on Population Redistribution: An Integrated Spatial Approach*. Missisippi: Missisippi State University.
- Depnaker. 2004. *Penanggulangan Pengangguran di Indonesia*. Majalah Nakertrans edisi-03 TH. XXIV-Juni.
- Drapper N, Smith H. 1992. *Analisis Regresi Terapan*. Jakarta:PT. Gramedia Pustaka Umum.
- Fotheringham AS., Brunson C., Charlton M. 2000. *Quantitative Geography: perspectives on spatial data analysis*. England: John Willey & Sons Ltd.
- LeSage JP. 1999. *The Theory and Praticice of Spatial Econometrics*. Toledo: Department of Economics University of Toledo.
- Lesage JP. 2004. *Maximum likelihood estimation of spatial regression models*. Department of Economics University of Toledo March.
- Nainggolan OI. 2009. Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kesempatan Kerja pada Kabupaten/Kota di Propinsi Sumatera Utara [tesis]. Medan: Program Pascasarjana, Universitas Sumatera Utara.
- Pace RK, Barry R. 1997. *Spare Spatial Autoregressions*. *Statist. & Probab. Letters* 33: 291-297.
- Rohimah SR. 2011. Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Jumlah Penderita Gizi Buruk dengan Menggunakan model SAR Poisson [tesis]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Todaro MP. 2000. *Pembangunan Ekonomi di Dunia Ketiga*. Trans. Haris Munandar. Erlangga: Jakarta.
- Suyanto. 2009. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia Periode 1980-2007. Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung.