

Pemodelan Spasial Tingkat Pengangguran Terbuka di Jawa Timur dengan *Geographically Weighted Regression*

RENDRA ERDKHADIFA

Program Studi Perbankan Syariah Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam IAIN Tulungagung, Indonesia
e-mail: rendra.erdkhadifa@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini menerapkan metode regresi spasial dengan pembobot letak geografis yang merupakan pengembangan dari metode regresi linier berganda dan diterapkan dalam mengukur faktor-faktor yang diduga berpengaruh terhadap tingkat pengangguran terbuka di Jawa Timur. Regresi linier berganda yang digunakan untuk memodelkan hubungan antara variabel prediktor dan variabel respon dimana koefisien parameter regresi yang dihasilkan bersifat global, yang artinya bahwa semua objek penelitian akan tergeneralisasi hasil yang sama. Adanya kondisi heterogenitas objek pengamatan yang diamati dengan mempertimbangkan letak geografis, maka pendekatan metode yang tepat adalah metode *geographically weighted regression*. Nilai koefisien parameter *geographically weighted regression* bersifat lokal dimana setiap objek penelitian akan memiliki nilai koefisien parameter regresi yang berbeda-beda. Hasil analisis *geographically weighted regression* menunjukkan bahwa fungsi kernel yang paling tepat untuk analisis adalah *adaptive bisquare* dengan nilai koefisien determinasi sebesar 98,3629%. Ukuran kebaikan model *geographically weighted regression* lebih baik dibandingkan ukuran kebaikan model regresi berganda yakni 66,5%. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode *geographically weighted regression*, variabel prediktor yang berpengaruh secara signifikan hampir di semua objek penelitian adalah jumlah penduduk miskin (dalam ratus ribu jiwa). Pengelompokan kabupaten/kota di Jawa Timur juga terbentuk 9 *cluster* berdasarkan variabel prediktor yang berpengaruh secara signifikan guna memberikan gambaran program pemerintah yang lebih tepat sasaran dalam menekan tingkat pengangguran terbuka di Jawa Timur.

Kata Kunci: *Geographically Weighted Regression*, Spasial, Tingkat Pengangguran Terbuka.

ABSTRACT

This study applies a spatial regression method with weighted geographical location which is the development of the multiple linear regression method and is applied in measuring the factors that are thought to have an effect on the open unemployment rate in East Java. Multiple linear regression is used to model the relationship between predictor variables and response variables where the resulting regression parameter coefficients are global, which means that all research objects will generalize the same results. Due to the heterogeneity of the observed object by considering the geographical location, the appropriate method approach is the geographically weighted regression method. The value of the geographically weighted regression parameter coefficient is local where each object of research will have a different regression parameter coefficient value. The results of geographically weighted regression analysis show that the most appropriate kernel function for analysis is adaptive bisquare with a coefficient of determination of 98.3629%. The measure of goodness of the geographically weighted regression model is better than the measure of goodness of the multiple regression model, which is 66.5%. The results of the analysis also show that by using the geographically weighted regression method, the predictor variable that has a significant effect on almost all research objects is the number of poor people (in hundreds of thousands of people). The grouping of districts/cities in East Java also formed 9 clusters based on predictor variables that had

a significant effect in order to provide a more targeted picture of government programs in suppressing the open unemployment rate in East Java.

Keywords: Geographical Weighted Regression, Spatial, Open Unemployment Rate.

1. PENDAHULUAN

Analisis regresi merupakan salah satu metode dalam ilmu statistika yang digunakan dalam membentuk model dan menganalisis hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen. Metode analisis regresi menggambarkan pula nilai kontribusi dari tiap variabel independen terhadap variabel dependen. Hal yang paling utama dalam analisis regresi adalah signifikansi dari variabel independen terhadap variabel dependen dengan asumsi klasik residual yang harus dipenuhi yakni identik, independen, dan berdistribusi normal. Model analisis regresi memiliki sifat yang global yang artinya bahwa seluruh objek penelitian akan memiliki nilai koefisien yang sama dan variabel independen yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel dependen sama. Hal ini akan menjadikan suatu kesimpulan bahwa objek akan tergeneralisasi memiliki karakteristik sama. Padahal, dalam kondisi riil tidak didapati bahwa antar objek selalu memiliki karakteristik yang sama, kecuali objek yang digunakan dalam suatu proses yang sama. Sehingga ketika menggunakan analisis regresi maka akan diperoleh hasil penggambaran model dan kesimpulan yang kurang tepat, terlebih ketika mengarah sisi pengembangan kesimpulan dari hasil analisis seperti penentuan arah kebijakan maka bisa diperoleh keputusan yang kurang sesuai. Oleh karena itu, maka dikembangkan suatu metode yang merupakan pengembangan dari metode analisis regresi yakni regresi spasial.

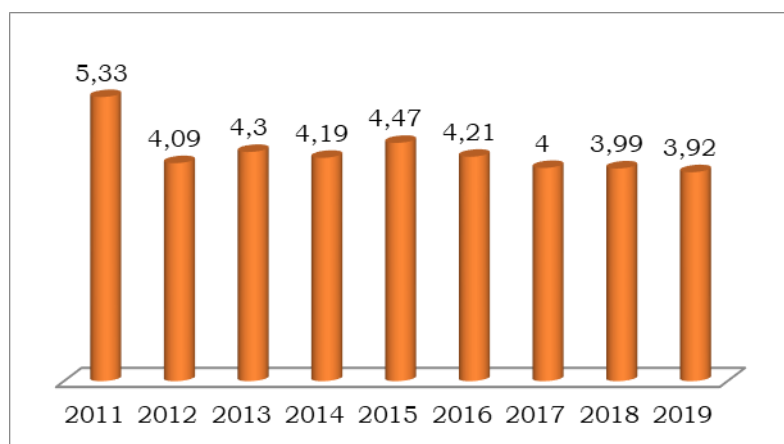
Regresi spasial merupakan salah satu metode regresi non-parametrik yang menjadi pengembangan analisis regresi dimana model yang dibentuk bersifat parsial, artinya bahwa setiap objek penelitian akan memiliki model yang berbeda-beda. Menurut (Arifin, 2015; Safitri, Darsyah, & Utami, 2014) dalam (Novitasari & Khikmah, 2019) memaparkan bahwa regresi spasial adalah pengembangan dari model regresi berganda dimana lokasi atau ruang memiliki pengaruh untuk mendapatkan informasi pengamatan. Hasil analisis regresi spasial, akan diperoleh bahwa terdapat perbedaan nilai antar objek penelitian baik terukur dari besarnya nilai koefisien parameter dan hasil uji signifikansinya. Sehingga tidak langsung tergeneralisasi bahwa objek penelitian memiliki karakteristik yang sama. Dalam metode regresi parsial, penentuan fungsi kernel adalah bagian yang paling penting. Fungsi kernel atau dengan kata lain sebagai fungsi pembobot merupakan bagian penting dalam menentukan model. Dengan menerapkan beberapa fungsi kernel maka akan dipilih dengan membandingkan nilai kebaikan model

Pengembangan analisis regresi spasial yang menekankan kepada letak objek yang diamati didasarkan pada letak lintang dan letak bujur adalah metode *geographically weighted regression* (GWR). Menurut Fotheringham *et al* (2002) menyatakan bahwa GWR merupakan suatu metode statistika yang mengembangkan metode analisis regresi berganda dengan mempertimbangkan heterogenitas spasial. Adapun heterogenitas spasial yang dimaksud adalah variabel prediktor yang digunakan untuk analisis memberikan hasil atau respon yang berbeda pada setiap titik objek penelitian. Sejalan dengan Lu *et al* (2015) yang menjelaskan bahwa metode GWR mengestimasi parameter regresi yang bersifat lokal dalam menetapkan kemungkinan dari keragaman hubungan secara spasial. Metode GWR dapat dikatakan sebagai model regresi non-parametrik karena selain tidak memiliki asumsi klasik residual, GWR juga memiliki parameter yang bersifat parsial tiap objek bukan secara global. Dalam metode GWR, pengukuran pembobot pada metode GWR terletak pada letak lintang dan letak bujur. Sehingga, model GWR variabel x prediktor atau independen mempengaruhi oleh variabel y respon atau dependen dimana nilai koefisien regresinya dipengaruhi letak geografis bujur dan lintang. Hal utama yang perlu ditekankan pada penyusunan model GWR adalah menentukan model yang tepat untuk menggambarkan hubungan spasial antara variabel prediktor dan variabel respon (Dong *et al*, 2018). Dengan menggunakan letak koordinat, maka nantinya dapat terukur nilai *bandwidth* dan nilai pembobot atau nilai fungsi kernel.

Menurut Lu *et al* (2015) penggunaan jarak yang berbeda antar objek dalam mengonstruksi matriks pembobot spasial. Berdasarkan pernyataan tersebut, maka dapat dinyatakan bahwa untuk membentuk model spasial di suatu daerah, maka yang memberikan pengaruh yang besar adalah daerah yang berada disekitarnya, artinya semakin dekat letak suatu daerah dengan lokasi pengamatan ke- i maka semakin memberikan pengaruh dalam melakukan estimasi parameter, begitupun sebaliknya. Secara gambarannya, nilai *bandwidth* digunakan

untuk mengetahui radius dari suatu titik pengamatan dalam mengukur nilai pembobot atau nilai fungsi kernel. Adapun fungsi kernel dalam metode GWR adalah *fixed Gaussian*, *adaptive Gaussian*, *adaptive bisquare*, dan *fixed bisquare*. Sehingga nantinya, ketika dilakukan analisis maka tetap menggunakan ke-empat fungsi kernel tersebut dan untuk pengambilan model terbaik yakni dengan menggunakan nilai kebaikan model. Sementara nilai kebaikan model yakni *akaike information criterion (AIC)*, *akaike information criterion corrected (AICc)*, dan *bayesian information criterion (BIC)*. Secara konsep bahwa semakin kecil nilai AIC, AICc, maupun BIC maka menunjukkan model sangat baik. Berdasarkan hasil analisis GWR akan dipilih dengan menggunakan ketiga kriteria tersebut.

Penggunaan metode GWR dalam penelitian diterapkan pada pembentukan model spasial dan pengukuran faktor-faktor yang diduga memiliki pengaruh terhadap tingkat pengangguran terbuka di provinsi Jawa Timur dimana untuk objek yang diamati adalah data kabupaten dan kota di Jawa Timur tahun 2019. Provinsi Jawa Timur sendiri merupakan provinsi yang berada di Pulau Jawa paling timur dengan luas wilayah sebesar 46.428,7 km². Secara administratif, Jawa Timur terbagi ke dalam 38 kabupaten/kota. Provinsi Jawa Timur merupakan salah satu dari tiga provinsi dengan angka perekonomian paling tinggi. Pada tahun 2017 angka pertumbuhan ekonomi Jawa Timur mencapai 5,70%. Secara umum angka pertumbuhan ekonomi di Jawa Timur dipicu oleh banyaknya industri yang berada di Jawa Timur. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistika, Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) sektoral Jawa Timur utamanya ditopang oleh industri manufaktur dengan persentase sumbangsih sekitar lebih dari 50%. Dengan besarnya industri yang berada di Jawa Timur artinya kondisi perekonomian Jawa Timur tidak lantas bebas dari permasalahan berkaitan dengan pengangguran. Permasalahan pengangguran secara garis besar dipicu oleh jumlah angkatan kerja yang besar namun tidak sesuai dengan lapangan pekerjaan yang memadai. Selain hal itu, semakin ditinggalkannya sektor pertanian di area Jawa Timur dan banyaknya angkatan kerja yang memilih bekerja di sektor manufaktur. Berikut ini angka tingkat pengangguran terbuka di Jawa Timur yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Tingkat Pengangguran Terbuka Jawa Timur (Dalam Persen)

Berdasarkan Gambar 1 yang menunjukkan tingkat pengangguran terbuka Jawa Timur mulai dari tahun 2011 sampai tahun 2019. Data tahun 2011 menunjukkan nilai tingkat pengangguran terbuka tertinggi yakni sebesar 5,22%. Sementara data terakhir yakni tahun 2019 menunjukkan nilai tingkat pengangguran terbuka rendah dibandingkan data tahun sebelumnya yakni 3,92% atau jumlah pengangguraan yang tercatat di tahun 2019 menyentuh di angka 840.000. Dalam 10 terakhir menunjukkan bahwa angka tingkat pengangguran terbuka menunjukkan kondisi yang cenderung fluktuatif, tidak konsisten. Bahkan dalam 5 tahun terakhir menunjukkan angka yang menurun walaupun masih terbilang relatif tinggi. Hasil penelitian Rianda (2020) dengan nilai pengangguran yang relatif tinggi maka hal ini akan memberikan dampak kepada ketidakstabilan pertumbuhan ekonomi baik jangka pendek maupun jangka panjang, kondisi social dan politik yang tidak stabil. Sehingga hal ini memberikan gambaran bahwa ketika tingkat pengangguran terbuka cenderung tinggi maka akan memberikan dampak yang cukup signifikan di bidang lainnya.

Penelitian mengenai tingkat pengangguran terbuka (TPT) dilakukan oleh Sari & Budiantara (2012) dengan menggunakan metode regresi spline multivariabel memperoleh hasil tingkat

investasi, persentase penduduk usia kerja berumur 15 tahun ke atas berdasarkan pendidikan tertinggi yang ditamatkan adalah SMA/SMK dan angka partisipasi kasar. Penelitian lain mengenai tingkat pengangguran terbuka dilakukan oleh Prasanti, Wuryandari, & Rusgiyono (2015) memperoleh hasil bahwa tingkat pengangguran terbuka dipengaruhi oleh rasio ketergantungan, angka partisipasi kasar SMA, produk domestik regional bruto (PDRB), dan persentase penduduk berumur 15 tahun ke atas yang bekerja tamatan SMA/SMK. Sementara Rizqi (2019) melakukan penelitian tentang TPT dengan mengukur pengaruh indikator pendidikan sebagai variabel prediktor dengan menggunakan metode spatial autoregressive model.

Berdasarkan pemaparan terkait pengembangan regresi dengan mempertimbangkan letak geografis yakni *geographically weighted regression* dan pentingnya mengamati tingkat pengangguran terbuka karena memberikan dampak ke sektor lain jika tidak teratasi, maka dalam penelitian ini akan dilakukan analisis pembentukan model spasial. Pembentukan model spasial didasarkan pada fungsi kernel dengan kriteria kebaikan model guna mengukur dan mengetahui faktor-faktor yang diduga berpengaruh terhadap tingkat pengangguran terbuka.

2. METODE PENELITIAN

Sumber Data

Dalam penelitian ini data yang digunakan untuk analisis adalah data sekunder dari laporan BPS Jatim Dalam Angka 2020. Objek Penelitian yang digunakan dalam analisis setiap kabupaten/kota di provinsi Jawa Timur. Program statistika yang digunakan untuk analisis adalah minitab 6 dan gwr4. Adapun tahap analisis dalam penelitian ini meliputi (1) uji multikolinieritas (2) analisis regresi berganda (3) pemilihan fungsi kernel dengan kebaikan model (4) pembentukan model spasial (5) pengelompokkan wilayah dengan prediktor yang sama. Berikut ini merupakan variabel yang digunakan dalam penelitian:

- X₁ = Angka Harapan Hidup
- X₂ = Jumlah Penduduk Miskin (dalam ratus ribu jiwa)
- X₃ = Produk Domestik Regional Bruto (dalam triliun)
- X₄ = Rasio Ketergantungan
- X₅ = Laju Pertumbuhan Penduduk
- X₆ = Persentase Penduduk Usia Kerja 15 Tahun Ke Atas
- X₇ = Laju Pertumbuhan Ekonomi Daerah
- X₈ = Angka Partisipasi Kasar SMA/SMK
- Y = Tingkat Pengangguran Terbuka

Geographically Weighted Regression

Metode *geographically weighted regression* adalah metode yang menjadi proses pengembangan dari metode analisis regresi berganda. Dalam metode ini ditekankan pada letak geografis dimana sebagai titik ukuran penentuan pembobot. Adapun model dari metode GWR dalam Lu dkk (2011) sebagai berikut:

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^p \beta_k(u_i, v_i)x_{ik} + \epsilon_i \quad (1)$$

dimana nilai y_i merupakan variabel respon pada objek ke-i dimana pada variabel x_{ik} yang merupakan variabel prediktor pada objek titik ke-i. Sementara nilai β_k merupakan koefisien parameter dari setiap variabel prediktor yang dipengaruhi oleh letak geografis pada setiap objek baik letak bujur maupun letak lintang. *Weighted Least Square (WLS)* merupakan metode yang digunakan untuk melakukan estimasi pada model *geographically weighted regression*. Jika persamaan (1) diubah ke dalam bentuk matriks dan vector menjadi berikut (Caraka dan Yasin, 2017):

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \quad (2)$$

$$X = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & x_{13} & \dots & x_{1p} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & x_{23} & \dots & x_{2p} \\ 1 & x_{31} & x_{32} & x_{33} & \dots & x_{3p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{p1} & x_{p2} & x_{p3} & \dots & x_{np} \end{pmatrix} \quad y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix} \quad \beta(u_i, v_i) = \begin{pmatrix} \beta_0(u_i, v_i) \\ \beta_1(u_i, v_i) \\ \beta_2(u_i, v_i) \\ \vdots \\ \beta_p(u_i, v_i) \end{pmatrix}$$

Dengan mengembangkan dari persamaan (1), berikut ini bentuk persamaan untuk melakukan estimasi terhadap nilai koefisien parameter (Caraka dan Yasin, 2017):

$$\begin{aligned} e^T W(u_i, v_i) e &= (y - X\beta(u_i, v_i))^T W(u_i, v_i) (y - X\beta(u_i, v_i)) \\ &= y^T W(u_i, v_i) y - y^T W(u_i, v_i) X\beta(u_i, v_i) - \beta^T(u_i, v_i) X^T W(u_i, v_i) y + \\ &\quad + \beta^T(u_i, v_i) X^T W(u_i, v_i) X\beta(u_i, v_i) \\ &= y^T W(u_i, v_i) y - 2\beta^T(u_i, v_i) X^T W(u_i, v_i) y + \beta^T(u_i, v_i) X^T W(u_i, v_i) X\beta(u_i, v_i) \end{aligned} \tag{3}$$

Berdasarkan persamaan (3) yang kemudian dilakukan diferensial terhadap $\beta^T(u_i, v_i)$ dan disamakan dengan nilai nol maka akan diperoleh persamaan penaksir parameter:

$$\begin{aligned} \frac{\partial (e^T W(u_i, v_i) e)}{\partial \beta^T(u_i, v_i)} &= 0 \\ \frac{\partial (y^T W(u_i, v_i) y - 2\beta^T(u_i, v_i) X^T W(u_i, v_i) y + \beta^T(u_i, v_i) X^T W(u_i, v_i) X\beta(u_i, v_i))}{\partial \beta^T(u_i, v_i)} &= 0 \\ -2X^T W(u_i, v_i) y + 2X^T W(u_i, v_i) X\beta(u_i, v_i) &= 0 \\ X^T W(u_i, v_i) X\beta(u_i, v_i) &= X^T W(u_i, v_i) y \\ \hat{\beta}(u_i, v_i) &= (X^T W(u_i, v_i) X)^{-1} X^T W(u_i, v_i) y \end{aligned} \tag{4}$$

Bentuk persamaan dari WLS merupakan pengembangan dari bentuk persamaan ordinasi least square (OLS) namun dalam WLS menggunakan matrik pembobot yang didasarkan pada letak geografis. Di samping itu, pada persamaan tersebut juga memperhatikan multikolinieritas guna menghindari nilai determinan matriks $(X^T W(u_i, v_i) X)^{-1}$ bernilai nol. Berikut ini merupakan matriks hasil penaksiran parameter:

$$\beta = \begin{pmatrix} \beta_0(u_1, v_1) & \beta_1(u_1, v_1) & \dots & \beta_p(u_1, v_1) \\ \beta_0(u_2, v_2) & \beta_1(u_2, v_2) & \dots & \beta_p(u_2, v_2) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \beta_0(u_n, v_n) & \beta_1(u_n, v_n) & \dots & \beta_p(u_n, v_n) \end{pmatrix}$$

Skema pembobotan matriks $W(u_i, v_i)$ didasarkan pada letak geografis dari setiap objek yang diamati dan titik-titik atau daerah yang berada disekitar titik ke-i dan dihitung dengan menggunakan fungsi kernel. Adapun fungsi kernel yang digunakan untuk melakukan pendugaan parameter dalam model spasial. Berikut ini merupakan fungsi kernel atau fungsi pembobot yang dapat digunakan dalam analisis

Fungsi kernel adaptive gauss:

$$w_j(u_i, v_i) = \exp\left(-\left(\frac{d_{ij}}{b}\right)^2\right) \tag{5}$$

Fungsi kernel gauss:

$$w_j(u_i, v_i) = \phi\left(\frac{d_{ij}}{\sigma_h}\right) \tag{6}$$

Dimana nilai σ merupakan nilai standar deviasi dari vector d_{ij} dan ϕ merupakan fungsi kepadatan dari distribusi normal standar

Fungsi kernel adaptive bisquare:

$$w_{ij}(u_i, v_i) = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{b_i}\right)^2\right)^2 & \text{untuk nilai } d_{ij} \leq b \\ 0 & \text{untuk nilai } d_{ij} > b \end{cases} \quad (7)$$

Fungsi kernel bisquare:

$$w_{ij}(u_i, v_i) = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{b}\right)^2\right)^2 & \text{untuk nilai } d_{ij} \leq b \\ 0 & \text{untuk nilai } d_{ij} > b \end{cases} \quad (8)$$

Sementara nilai d_{ij} merupakan jarak Euclidean pada titik (u_i, v_i) dengan persamaan jarak

$d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2}$ dan b adalah nilai bandwidth optimum pada tiap lokasi. Untuk nilai bandwidth optimum digunakan metode cv yaitu *cross validation* dengan persamaan sebagai berikut:

$$CV(b) = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{\neq i}(b))^2 \quad (9)$$

dimana nilai $\hat{y}_{\neq i}(b)$ merupakan nilai dugaan y yang berada pada titik (u_i, v_i) dan jumlah sampel ditunjukkan pada nilai n .

Pengujian Model GWR

Pada pengujian model GWR, langkah awal yang digunakan adalah menguji kesesuaian model atau yang disebut dengan uji goodness of fit. Uji tersebut digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan secara signifikan antara model regresi linier berganda dengan model spasial GWR. Berikut ini merupakan pengujian hipotesisnya (Caraka dan Yasin, 2017):

$H_0 : \beta_k = \beta_k(u_i, v_i)$ dimana $k = 1, 2, \dots, p$

$H_1 : \beta_k \neq \beta_k(u_i, v_i)$

$$\text{Statistik uji : } F_{hitung} = \frac{SSe(H_0)/df_1}{SSe(H_1)/df_2} \quad (10)$$

Keterangan: $SSe(H_0) = y^T(I - H)y$

$H = X(X^T X)^{-1} X^T$ dimana $df_1 = n - p - 1$

$SSe(H_1) = y^T(I - G)^T(I - G)y$ dimana $df_2 = (n - 2tr(G) + tr(G^T G))$

G merupakan matrik dugaan pada model GWR pada tiap lokasi (u_i, v_i)

Kesimpulan: Pengambilan keputusan menolak H_0 ketika $F_{hitung} > F_{\alpha; df_1; df_2}$ yang berarti bahwa terdapat perbedaan antara model regresi berganda dengan model spasial GWR. Namun jika keputusan terima H_0 maka dapat dikatakan tidak ada perbedaan antara model regresi berganda dengan model spasial GWR ketika hasil pengujian diperoleh $F_{hitung} \leq F_{\alpha; df_1; df_2}$. Dengan kata lain bahwa tidak adanya hasil yang signifikan antara model regresi berganda dengan regresi spasial GWR.

Langkah pengujian berikutnya yakni pengujian hipotesis koefisien parameter setiap objek pengamatan secara parsial. Langkah uji parsial digunakan untuk mengetahui variabel apa saja yang memberikan pengaruh secara signifikan pada variabel respon atau variabel independen di setiap subjek pengamatan. Berikut ini merupakan pengujian hipotesisnya:

$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) = 0$ dimana $k = 1, 2, \dots, p$

$H_1 : \beta_k(u_i, v_i) \neq 0$

$$\text{Statistik uji : } T\text{-hitung} = \frac{\hat{\beta}_k(u_i, v_i)}{\hat{\sigma} \sqrt{c_{kk}}} \tag{11}$$

Keterangan : c_{kk} merupakan elemen dari matriks diagonal CC^T

$$C = (X^T W(u_i, v_i) X)^{-1} X^T W(u_i, v_i)$$

Kesimpulan: Pengambilan keputusan menolak H_0 ketika $t_{hitung} > t_{\alpha/2, df2}$ yang berarti bahwa variabel lokal ke-k yang digunakan dalam analisis secara parsial berpengaruh secara signifikan terhadap variabel independen. Jika diperoleh hasil bahwa nilai $t_{hitung} \leq t_{\alpha/2, df2}$ maka dapat dikatakan variabel lokal ke-k yang digunakan dalam analisis secara parsial tidak memberikan pengaruh secara signifikan terhadap variabel dependen.

Kebaikan Model GWR

Penentuan kebaikan model digunakan untuk mendapatkan model yang paling sesuai dalam menggambarkan kondisi variabel yang dianalisis. Adapun kriteria model yang digunakan meliputi *Akaike Information Criterion* (AIC), *Akaike Information Criterion Corrected* (AICc), dan *Bayesian Information Criterion* (BIC). Semakin kecil nilai kriteria kebaikan model tersebut maka menunjukkan model semakin baik. Sehingga pada penerapan analisis GWR dipilih model dengan nilai AIC, AICc, dan BIC yang paling kecil. Berikut ini merupakan persamaan untuk mencari nilai kebaikan model:

$$AIC = \frac{SSE}{n} \exp\left(\frac{2k}{n}\right) \tag{12}$$

$$AICc = AIC + \frac{2k(k+1)}{n-k-1} \tag{13}$$

$$BIC = n \ln\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2\right) + k \ln(n) \tag{14}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Multikolinieritas

Langkah awal yang dilakukan dalam proses analisis metode regresi dan metode GWR adalah uji multikolinieritas guna mengetahui apakah terdapat hubungan antar variabel prediktor yang digunakan dalam analisis. Berikut ini hasil uji multikolinieritas pada variabel data prediktor:

Tabel 1 Uji Multikolinieritas

Variabel	Nilai VIF
X ₁	1.576
X ₂	2.160
X ₃	2.400
X ₄	2.190
X ₅	1.161
X ₆	1.268
X ₇	1.632
X ₈	2.367

Hasil uji multikolinieritas menunjukkan bahwa nilai VIF pada setiap variabel terletak pada rentang 1 dan 3, dimana semua nilai VIF bernilai kurang dari 10 yang menjadi batas nilai pengujian. Sehingga dapat dikatakan bahwa tidak terjadi multikolinieritas pada variabel yang digunakan untuk analisis. Tidak terjadinya korelasi antar variabel prediktor tidak memberikan pengaruh pada nilai determinan matriks $X^T X$. Oleh karena itu, pada langkah analisis selanjutnya menggunakan semua variabel prediktor.

Regresi Berganda

Hasil pengujian multikolinieritas yang pada Tabel 1, menunjukkan kondisi bahwa tidak terjadi korelasi antar variabel prediktor. Sehingga semua variabel prediktor digunakan untuk analisis regresi. Berikut ini merupakan output analisis regresi untuk membentuk model dan signifikansi parameter:

Tabel 2 Hasil Analisis Regresi Berganda

Variabel	Koefisien Parameter Regresi	Koefisien Determinasi	f-hitung	p-value f-hitung	t-hitung	p-value t-hitung
Konstanta	27,46	66,5%	7,20	0,000	1,64	0,111
X1	0,0634				0,63	0,535
X2	0,1374				0,39	0,703
X3	0,002534				0,99	0,33
X4	-0,03139				-0,46	0,647
X5	0,7359				1,39	0,175
X6	-0,293				-2,07	0,047
X7	0,015				0,1	0,924
X8	0,00459				0,26	0,797

Berdasarkan output analisis regresi yang ditunjukkan pada Tabel 2 maka model yang terbentuk adalah hasil berikut sebagai berikut:

$$Y = 27,5 + 0,063X_1 + 0,137X_2 + 0,00253X_3 - 0,0314X_4 + 0,736X_5 - 0,293X_6 + 0,015X_7 + 0,0046X_8 + \varepsilon$$

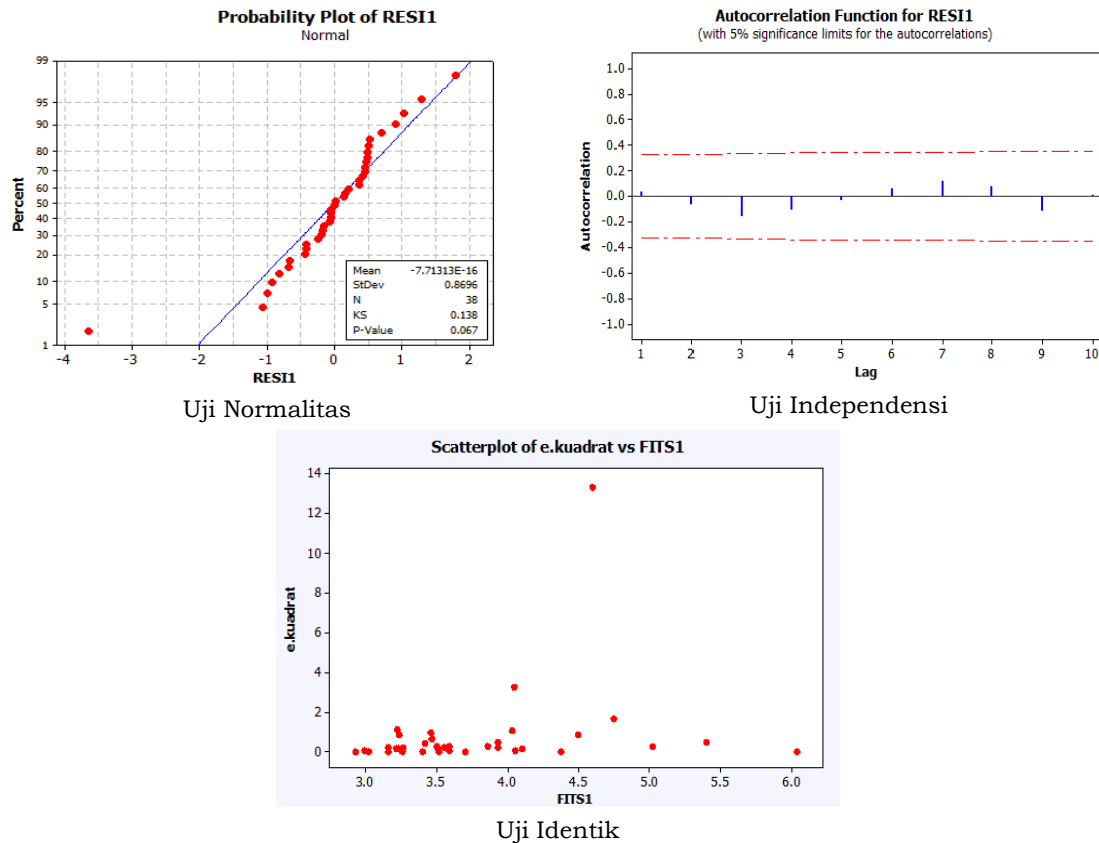
Model regresi berganda tingkat pengangguran terbuka, menunjukkan bahwa variabel angka harapan hidup, jumlah penduduk miskin, PDRB, laju pertumbuhan penduduk, laju pertumbuhan ekonomi daerah, dan angka partisipasi kasar SMA/SMK memberikan kontribusi positif dimana meningkatkan besar nilai tingkat pengangguran terbuka di Jawa Timur, Sementara variabel rasio ketergantungan dan persentase penduduk usia kerja 15 tahun ke atas memberikan kontribusi negatif dimana menurunkan besar nilai tingkat pengangguran terbuka di Jawa Timur. Besarnya nilai kontribusi variabel independen terhadap variabel dependen dapat dilihat dari nilai koefisien parameter regresi. Variabel independen yang memiliki kontribusi terbesar yakni laju pertumbuhan penduduk yakni sebesar 0,7358. Mengacu pada Tabel 2 pula bahwa ditunjukkan nilai koefisien determinasi sebesar 66,5% yang berarti bahwa model mampu menjelaskan kondisi sebenarnya sebesar 66,5% sementara 33,5% dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak dilibatkan dalam analisis.

Pada pengujian serentak analisis regresi yang ditunjukkan pada nilai f-hitung sebesar 7,20 dengan nilai p-value sebesar 0,000. Nilai p-value f-hitung bernilai kurang dari nilai taraf signifikansi 5%, sehingga dapat dikatakan bahwa dari proses analisis regresi berganda terdapat salah satu variabel independen yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel dependen. Oleh karena itu untuk perlu dilihat di Tabel 2 pada kolom t-hitung dan p-value guna mengetahui variabel independen mana yang memberikan pengaruh terhadap variabel dependen

Hasil pengujian parsial pada kolom p-value t-hitung pada Tabel 2 untuk mengetahui uji signifikansi secara parsial. Berdasarkan nilai p-value setiap variabel independen menunjukkan bahwa hanya terdapat 1 variabel independen yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel dependen yaitu X_6 persentase penduduk usia kerja 15 tahun ke atas. Kesimpulan diperoleh dari nilai p-value pada variabel X_6 bernilai kurang dari taraf signifikansi. Sementara variabel prediktor yang lainnya, memiliki nilai p-value lebih dari taraf signifikansi, sehingga

dapat dikatakan bahwa variabel independen selain variabel X_6 memberikan pengaruh terhadap variabel dependen namun tidak signifikan.

Pada tahap selanjutnya adalah pengujian asumsi klasik residual. Asumsi klasik residual meliputi uji identik, independen, dan normalitas. Berikut ini hasil pengujian asumsi klasik residual secara visual yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Uji Asumsi Klasik Residual

Mengacu pada Gambar 2 yang merupakan pengujian asumsi klasik residual, diperoleh hasil bahwa ketiga asumsi klasik residual yakni identik, independen dan normalitas terpenuhi. Pada uji normalitas, diperoleh nilai p-value sebesar 0,067 yang berarti variabel residual berdistribusi normal. Sementara pengujian independensi dengan menggunakan plot *autocorrelation function* menggambarkan bahwa lag terletak antara batas atas dan batas bawah yang menunjukkan bahwa tidak terjadi autokorelasi antar residual atau asumsi klasik residual independen terpenuhi. Hasil yang sama ditunjukkan pada uji identik, bahwa pola hubungan antara nilai kuadrat residual dengan nilai fit variabel respon menunjukkan kondisi yang cenderung linier. Sehingga dapat disimpulkan bahwa uji asumsi klasik identik terpenuhi.

Geographically Weighted Regression

Dalam analisis *geographically weighted regression* hal utama yang perlu dilakukan adalah mengidentifikasi model yang paling sesuai didasarkan pula pada fungsi kernel atau fungsi pembobot dengan ukuran kebaikan model yang paling tepat. Adapun kebaikan model yang menjadi perbandingan adalah BIC, AIC, dan AICc yang dilihat dari nilai yang paling kecil sementara untuk ukuran kebaikan model R-square dilihat dari nilai yang paling besar. Sedangkan untuk fungsi kernel yang dibandingkan adalah *fixed gaussian*, *fixed bisquare*, *adaptive gaussian*, dan *adaptive bisquare*. Berikut hasil perbandingan fungsi kernel berdasarkan nilai kebaikan model:

Tabel 3 Perbandingan Fungsi Kernel Berdasarkan Ukuran Kebaikan Model

Fungsi Kernel	Ukuran Kebaikan Model			
	AIC	AICc	BIC	R-square
Fixed Gaussian	11.1913	48.7448	41.0992	97.5045%
Fixed Bisquare	21.9412	51.2085	49.338	96.4103%
Adaptive Gaussian	-	-	-	-
Adaptive Bisquare	-3.4577	38.4223	27.5722	98.3629%

Berdasarkan hasil perbandingan fungsi kernel dengan mengacu nilai kebaikan model yang digambarkan pada Tabel 3 dapat dijelaskan bahwa diantara fungsi kernel lainnya, fungsi kernel adaptive bisquare memiliki nilai AIC, AICc, dan BIC yang paling kecil. Nilai AIC pada adaptive bisquare sebesar -3,4557, dan nilai AICc sebesar 38,4223 serta nilai BIC sebesar 27,5722. Sehingga dapat disimpulkan bahwa fungsi kernel yang paling tepat untuk memodelkan data tingkat pengangguran terbuka beserta yang diduga berpengaruh. Nilai kebaikan lainnya yakni R-square yang menunjukkan ukuran yang tinggi yakni sebesar 98,3629% yang artinya bahwa model mampu menjelaskan kondisi sebenarnya sebesar 98,3629%. Sementara, nilai 1,6371% dipengaruhi oleh variabel independen lainnya yang tidak dilibatkan dalam analisis. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa dengan mempertimbangkan dan membandingkan semua kebaikan model maka fungsi kernel yang digunakan adalah adaptive bisquare.

Tahap analisisnya berikutnya adalah melakukan pengujian apakah terdapat kesamaan antara model regresi berganda dengan model regresi spasial yakni menggunakan metode geographically weighted regression. Berikut ini uji kesesuaian model GWR yang ditunjukkan oleh Tabel 4.

Tabel 4 Pengujian Kesesuaian Model GWR

Source	SS	DF	MS	F
Global Residuals	27.98	9		
GWR Improvement	27.231	12.199	2.232	
GWR Residuals	0.749	16.801	0.045	50.04739

Hasil pengujian kesesuaian model GWR yang ditunjukkan pada Tabel 4, menghasilkan nilai F-hitung sebesar 50,04739. Kemudian nilai F-hitung dibandingkan dengan nilai F tabel dengan nilai derajat bebas 12,199 dan 16,801. Dengan nilai taraf signifikansi 5% maka diperoleh nilai F-tabel sebesar 2,425. Sehingga dapat dikatakan bahwa nilai F-hitung lebih besar dibandingkan nilai F-tabel dan terdapat perbedaan antara model regresi berganda dengan model GWR. Dengan hasil demikian, maka mengindikasikan menunjukkan hasil yang didapatkan antara metode regresi berganda dengan metode GWR.

Analisis pengujian kesesuaian model yang menunjukkan hasil bahwa terdapat perbedaan antara hasil regresi dengan hasil GWR. Output analisis yang diperoleh pada metode GWR, setiap kabupaten/kota memiliki variabel signifikan yang berbeda serta besarnya koefisien parameter regresi yang berbeda pula. Sehingga bentuk model yang dihasilkanpun juga tidak sama. Berikut ini adalah model GWR setiap kabupaten/kota di Jawa Timur tentang tingkat pengangguran terbuka berdasarkan variabel independen yang signifikan:

Tabel 5 Model GWR Dengan Variabel Independen yang Signifikan

Wilayah	Model GWR
Kabupaten	
Pacitan	$\hat{y} = -0,218 + 0,2012X_2 - 0,3093X_4 + 0,5206X_5 + 0,2411X_6 - 0,6957X_7 - 0,0199X_8$
Ponorogo	$\hat{y} = 17,8251 + 0,251X_2 - 0,2304X_4 + 0,4053X_5 - 0,7293X_7$
Trenggalek	$\hat{y} = 4,441 + 0,2256X_2 - 0,3193X_4 + 0,4589X_5 + 0,1929X_6 - 0,7495X_7 - 0,0206X_8$
Tulungagung	$\hat{y} = 6,9127 + 0,2235X_2 - 0,3197X_4 + 0,4259X_5 + 0,1595X_6 - 0,7745X_7 - 0,0204X_8$
Blitar	$\hat{y} = 45,0893 + 0,1286X_1 - 0,0026X_2 - 0,2164X_4 - 0,3865X_6 - 0,4516X_7 - 0,0159X_8$
Kediri	$\hat{y} = 99,9364 - 1,0029X_6$
Malang	$\hat{y} = 99,8136 - 0,9979X_6$
Lumajang	$\hat{y} = 99,4631 - 0,9944X_6$
Jember	$\hat{y} = 99,4377 - 0,9942X_6$
Banyuwangi	$\hat{y} = 99,2764 - 0,9927X_6$
Bondowoso	$\hat{y} = 99,2120 - 0,9916X_6$
Situbondo	$\hat{y} = 99,1847 - 0,9913X_6$
Probolinggo	$\hat{y} = 99,2892 - 0,9919X_6$
Pasuruan	$\hat{y} = 99,3236 - 0,9917X_6$
Sidoarjo	$\hat{y} = 99,6199 - 0,9943X_6$
Mojokerto	$\hat{y} = 99,9309 - 0,9997X_6$
Jombang	$\hat{y} = 100,0116 - 1,0038X_6$
Nganjuk	$\hat{y} = 20,5471 + 0,2282X_2 + 0,0016X_3 - 0,1828X_4 + 0,4397X_5 - 0,6799X_7$
Madiun	$\hat{y} = 5,5907 + 0,1943X_2 + 0,0021X_3 - 0,191X_4 + 0,5613X_5 + 0,1103X_6 - 0,7462X_7$
Magetan	$\hat{y} = 3,0502 + 0,1865X_2 + 0,0021X_3 - 0,2007X_4 + 0,5744X_5 + 0,1445X_6 - 0,755X_7$
Ngawi	$\hat{y} = 7,2601 + 0,1897X_2 + 0,0024X_3 - 0,1715X_4 + 0,5692X_5 + 0,0776X_6 - 0,7317X_7$
Bojonegoro	$\hat{y} = 38,11 + 0,179X_2 + 0,0018X_3 - 0,106X_4 + 0,393X_5 - 0,291X_6 - 0,5146X_7 + 0,01X_8$
Tuban	$\hat{y} = 99,7087 - 0,9974X_6$
Lamongan	$\hat{y} = 99,8655 - 0,9982X_6$
Gresik	$\hat{y} = 99,8712 - 0,9984X_6$
Bangkalan	$\hat{y} = 99,512 - 0,9922X_6$
Sampang	$\hat{y} = 99,1826 - 0,9906X_6$
Pamekasan	$\hat{y} = 99,1654 - 0,9906X_6$
Sumenep	$\hat{y} = 99,1319 - 0,9904X_6$
Kota	
Kediri	$\hat{y} = 99,9178 - 1,0027X_6$
Blitar	$\hat{y} = 70,1715 + 0,0749X_1 - 0,1155X_4 - 0,6722X_6 - 0,2406X_7$
Malang	$\hat{y} = 99,7992 - 0,9976X_6$
Probolinggo	$\hat{y} = 99,2359 - 0,9914X_6$
Pasuruan	$\hat{y} = 99,554 - 0,9934X_6$
Mojokerto	$\hat{y} = 99,9405 - X_6$
Madiun	$\hat{y} = 6,5306 + 0,2015X_2 + 0,002X_3 - 0,1967X_4 + 0,5461X_5 + 0,1051X_6 - 0,7465X_7$
Surabaya	$\hat{y} = 99,5369 - 0,9929X_6$
Batu	$\hat{y} = 99,9321 - 0,9998X_6$

Tabel 5 menunjukkan mengenai model GWR pada setiap kabupaten/kota di Jawa Timur. Jika diamati, model pada setiap kabupaten/kota memiliki nilai koefisien parameter regresi dan

signifikansi yang berbeda. Hal ini menunjukkan kondisi heterogenitas wilayah sehingga tidak bisa digeneralisasi kabupaten/kota memiliki karakteristik yang sama. Berdasarkan hasil pembentukan model bahwa untuk variabel X_1 , dengan taraf signifikansi 5% hanya berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat pengangguran terbuka (TPT) di Kabupaten dan Kota Blitar. Untuk variabel X_2 secara umum berpengaruh secara signifikan di Kabupaten/Kota yang terletak di wilayah mataraman. Variabel X_6 yakni persentase penduduk usia kerja 15 tahun ke atas berpengaruh secara signifikan di seluruh objek penelitian kecuali di Kabupaten ponorogo. Sedangkan variabel-variabel independen lainnya diperoleh hasil bahwa variabel-variabel tersebut tidak berpengaruh di seluruh kabupaten/kota melainkan hanya beberapa kabupaten/kota saja. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5 yang menjelaskan bahwa variabel X_8 yakni angka partisipasi kasar SMA/SMK hanya berpengaruh secara signifikan pada beberapa kabupaten yakni pacitan, trenggalek, tulungagung, blitar, dan bojonegoro. Hal yang sama juga pada variabel X_3 yakni Produk Domestik Regional Bruto (dalam triliun) yang hanya berpengaruh di beberapa kabupaten yakni blitar, nganjuk, madiun, magetan, ngawi, bojonegoro, dan kota madiun. Tabel 5 juga memberikan informasi bahwa terdapat beberapa wilayah yang memiliki variabel independen yang sama. Berdasarkan hal tersebut, maka kabupaten dan kota dapat dikelompokkan berdasarkan signifikansi variabel yang sama. Berikut ini hasil pengelompokkan kabupaten/kota yang ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6 Clustering Kabupaten/Kota Berdasarkan Variabel Independen yang Signifikan

Cluster	Kabupaten/Kota	Variabel yang Signifikan
1	Pacitan, Trenggalek, Tulungagung	$X_2, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8$
2	Ponorogo	X_2, X_4, X_5, X_7
3	Blitar	$X_1, X_3, X_4, X_6, X_7, X_8$
4	Kediri, Malang, Lumajang, Jember, Banyuwangi, Bondowoso, Situbondo, Probolinggo, Pasuruan, Sidoarjo, Mojokerto, Jombang, Tuban, Lamongan, Gresik, Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Kota Kediri, Kota Malang, Kota Prbolingo, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Surabaya, Kota Batu	X_6
5	Nganjuk	X_2, X_3, X_4, X_5, X_7
6	Madiun, Magetan, Ngawi, Kota Madiun	$X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7$
7	Bojonegoro	$X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8$
8	Kota Blitar	X_1, X_4, X_6, X_7

Tabel 6 menginformasikan bahwa beberapa kabupaten/kota di Jawa Timur memiliki hasil signifikansi variabel independen yang sama terhadap tingkat pengangguran terbuka. Walaupun demikian, juga terdapat beberapa kabupaten/kota yang tidak memiliki kesamaan karakteristik dengan kabupaten/kota lainnya seperti ponotogo, blitar, nganjuk, bojonegoro, dan kota blitar. Untuk kabupetan pacitan, trenggalek, dan tulungagung memiliki variabel independen signifikan yang sama yakni jumlah penduduk miskin, rasio ketergantungan, laju pertumbuhan penduduk, persentase penduduk usia kerja 15 tahun ke atas, dan laju pertumbuhan daerah. Pada daerah madiun, magetan, ngawi, kota madiun sama seperti *cluster* pertama namun terdapat variabel independen tambahan yang signifikan yaitu PDRB. Sementara untuk kabupaten/kota lainnya di Jawa Timur hanya variabel persentase penduduk usia kerja 15 tahun ke atas yang berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat pengangguran terbuka.

4. SIMPULAN DAN SARAN

Analisis regresi sebagai dasar dari metode GWR menunjukkan hasil bahwa signifikansi variabel yang berpengaruh secara global adalah Persentase Penduduk Usia Kerja 15 Tahun Ke Atas dengan nilai kebaikan model R^2 sebesar 66,5%. Untuk metode GWR, fungsi pembobot yang digunakan untuk mengestimasi koefisien parameter yaitu adaptive bisquare dengan nilai

kebaikan AIC, AICc, dan BIC paling kecil dibandingkan kebaikan fungsi pembobot lainnya. Nilai kebaikan model R^2 bernilai relatif tinggi sebesar 98.3629%. Jika dibandingkan dengan dengan model regresi berganda, model GWR dinilai lebih baik berdasarkan kriteria R^2 . Hal ini sejalan dengan uji kesesuaian model GWR yang diperoleh hasil bahwa terdapat perbedaan dengan model regresi. Hasil yang diperoleh dengan metode GWR, bahwa variabel-variabel independen yang berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat pengangguran terbuka antar kabupaten/kota cenderung relatif berbeda walaupun terdapat beberapa variabel yang. Dengan demikian maka kabupaten/kota dapat dikelompokkan dalam 8 cluster berdasarkan variabel independen signifikan yang sama. Adapun pengembangan dari hasil penelitian yakni dapat menggali variabel lain yang dapat berpengaruh di semua kabupaten/kota. Sehingga dapat menggunakan metode yang lebih sesuai yakni menggabungkan antara variabel global (parametric) dan variabel parsial (non-parametrik) yang disebut dengan metode semiparametrik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin. A. T. (2016). *Pemodelan Laju Pertumbuhan Ekonomi Di Propinsi Jawa Timur Berdasarkan Pendekatan Regresi Spasial Lag*. Surabaya. Skripsi tidak dipublikasikan. Program Sarjana. Program Studi Statistika. Universitas Airlangga.
- Caraka. R.E. & Yasin. H. (2017). *Geographically Weighted Regression (GWR); Sebuah Pendekatan Regresi Geografis*. Yogyakarta: Mobius.
- Dong. G. Nakaya. T. & Brunndon. C. (2018). Geographically weighted regression models for ordinal categorical response variables: An application to geo-referenced life satisfaction data. *Computers. Environment and Urban Systems*.
- Fotheringham. A.S. Brunndon. C. & Charlton. M. (2002). *Geographically Weighted Regression : the Analysis of Spatially Varying Relationships*. Chichester: Wiley.
- Lu. B. Harris. P. Charlton. M. & Brunndon. C. (2015). Calibrating a Geographically Weighted Regression Model with Parameter-Specific Distance Metrics. *Procedia Environmental Sciences*. **26**. 109-114.
- Novitasari. D. & Khikmah. L. (2019). Penerapan Model Regresi Spasial pada Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Jawa Tengah. *Statistika*. **19**(2). 123-134.
- Prasanti. A.T. Wuryandari. T. & Rusgiyono. A. (2015). Aplikasi Regresi Data Panel Untuk Pemodelan Tingkat Pengangguran Terbuka Kabupaten/Kota Di Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Gaussian*. **4**(2). 687-696.
- Rizqi. U.A.A. (2019). Aplikasi Regresi Spasial Untuk Menganalisis Pengaruh Indikator Pendidikan Terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka Di Jawa Tengah Tahun 2018. *JIEP*. **19**(2). 139-148
- Safitri. D.W. Darsyah. M.Y. & Utami. T.W. (2014). Pemodelan *Spatial Error Model* (SEM) Untuk Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Di Provinsi Jawa Tengah. *Statistika*. **2**(2). 9-14.
- Sari. R.S. & Budiantara. I.N. (2012). Pemodelan Pengangguran Terbuka di Jawa Timur dengan Menggunakan Spline Multivariabel. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*. **1**(1). 236-241.