

PEMODELAN KRIMINAL DI JAWA TIMUR
DENGAN METODE *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION* (GWR)

Imanudin Nurhuda¹, I Gede Nyoman Mindra Jaya²

Universitas Padjadjaran¹, Imanudin.n@gmail.com¹

Universitas Padjadjaran², mindra@unpad.ac.id²

DOI:<https://doi.org/10.15642/mantik.2018.4.1.150-158>

Abstrak

Kriminalitas merupakan segala macam bentuk perbuatan yang merugikan baik secara ekonomis atau psikologis juga melanggar hukum yang berlaku di negara Indonesia serta norma-norma sosial dan agama, sedangkan data kriminalitas adalah jumlah kasus yang dilaporkan pada instansi kepolisian. Semakin tinggi jumlah pelapor maka jumlah kriminalitas di wilayah tersebut semakin tinggi. Semakin besar resiko yang dimiliki masyarakat menggambarkan semakin tidak amannya suatu daerah. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh model terbaik yang mempengaruhi tindak kejahatan atau kriminalitas di Jawa Timur. Jumlah tindak kejahatan dalam penelitian ini dibatasi pada jumlah kasus pencurian baik pencurian biasa, pencurian dengan kekerasan, pencurian dengan pemberatan, dan pencurian kendaraan bermotor. Pada penelitian ini digunakan model *Geographically Weighted Regression* (GWR) karena metode ini cukup efektif dalam mengestimasi data yang memiliki *spatial heterogeneity* (ketidakseragaman dalam lokasi/spasial). Pada dasarnya, parameter model dalam GWR dapat dihitung pada lokasi pengamatan dengan variabel dependen dengan satu atau lebih variabel independen yang telah diukur di tempat-tempat yang lokasinya diketahui, dimana tindak kriminal pada penelitian yang dilakukan yaitu di wilayah Jawa Timur melibatkan efek heterogenitas spasial, dengan fungsi pembobot *fixed kernel*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel-variabel yang mempengaruhi tingkat kriminalitas di Provinsi Jawa Timur adalah kepadatan penduduk, pertumbuhan ekonomi, gini rasio dan kemiskinan.

Kata kunci: *Geographically Weigthed Regression* (GWR), Spasial, Kriminalitas

Abstract

Criminality constitutes all kinds of actions that are economically and psychologically harmful in violation of the law applicable in the state of Indonesia as well as social and religious norms, while the criminal data is the number of cases reported to the police institution. The higher the number of complainants the higher the number of criminals in the region. The greater the risk the community represents the more insecure a region is. This study aims to obtain the best model affecting crime or crime in East Java. The number of crimes in this study is limited to the number of theft cases (whether ordinary theft, theft by force, theft with theft, and the theft of motor vehicles). In this study, we use the Geographically Weighted Regression (GWR) model because this method is quite effective in estimating data that has spatial heterogeneity (uniformity in location / spatial). In essence, the model parameters in GWR can be calculated at the observation location with the dependent variable and one or more independent variables that have been measured at the sites where the location is known, where criminal acts in the research conducted in East Java involves the effects of spatial heterogeneity, with fixed kernel weighting function. The results showed that the variables affecting criminality in East Java Province are population density, economic growth, Gini Ratio, and poverty.

Keywords: Geographically Weigthed Regression (GWR), Spatial, Criminalitas

1. Pendahuluan

Kriminalitas adalah segala sesuatu perbuatan yang melanggar hukum dan melanggar norma-norma sosial, sehingga masyarakat menentangnya. Hasil penelitian

Crime and Punishment, menggunakan data kriminalitas Amerika Serikat (AS), mengungkapkan bahwa individu yang rasional akan melakukan tindakan ilegal berdasarkan analisis biaya manfaat dan

diformulasikan dalam *crime economic* model (CEM) [1] [2]. Sedangkan penelitian [3] mengembangkan model penelitian [2]. Lebih lanjut dengan mempertimbangkan *opportunity cost* dan menguji hubungan antara tingkat kriminalitas dengan variabel sosio ekonomi. [4] juga menjelaskan fenomena kriminalitas dengan mempertimbangkan perilaku individu konsumen, yaitu memaksimalkan utilitas.

Teori lain menunjukkan semakin tinggi angka kriminalitas menunjukkan semakin banyak tindak kejahatan pada masyarakat yang merupakan indikasi bahwa masyarakat merasa semakin tidak aman

Disisi lain statistik dan indikator yang biasa digunakan untuk mengukur rasa aman masyarakat merupakan indikator negatif, misalnya jumlah angka kejahatan (*crime total*), jumlah orang yang berisiko terkena tindak kejahatan (*crime rate*) setiap 100.000 penduduk. Semakin tinggi angka kriminalitas menunjukkan semakin banyak tindak kejahatan pada masyarakat yang merupakan indikasi bahwa masyarakat merasa semakin tidak aman.

Menurut *Hawaii Dept of the Attorney General (United States of America, 1984)*, menyimpulkan pada penelitiannya, ada hubungan positif antara kepadatan penduduk dengan tingkat kejahatan untuk kota New York City.

Makalah ini bertujuan untuk memaparkan analisis spasial *Geographically Weighted Regression (GWR)* pada tingkat kejahatan di provinsi Jawa Timur dengan menggunakan data dari publikasi BPS “Statistik Politik Dan Keamanan Provinsi Jawa Timur 2016”. Matriks pembobot yang digunakan adalah pembobot *fix kernell*.

Penelitian ini sangat penting menggunakan analisis spasial *Geographically Weighted Regression (GWR)* karena dalam data melibatkan unsur spasial (lokasi) sehingga lokasi tersebut harus di pertimbangkan yang di fokuskan melihat spasial kewilayahan kota-kota yang ada dalam Provinsi di Jawa Timur yang terdiri dari 38 Kabupaten / Kota.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Spasial Data Cross Section

Analisis regresi adalah suatu analisis yang dilakukan terhadap dua variabel yaitu variabel independen (prediktor) dan variabel dependen (respon), istilah regresi pertama kali diperkenalkan oleh Francis Galton pada 1886 [5].

Model regresi dirumuskan sebagai berikut:

$$y_i = \beta_0 + \sum_{k=1}^p \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i \quad (1)$$

dimana:

y_i : variabel respon ke- i (dengan $i = 1, 2, \dots, n$, dimana n merupakan banyaknya observasi.

x_{ik} : variabel penjelas ke- k pada amatan ke- i (dengan $k = 1, 2, \dots, p$, dimana p merupakan banyaknya variabel penjelas)

β_k : koefisien regresi sebagai parameter

ε_i : error yang diasumsikan berdistribusi normal dengan rata-rata nol dan varians konstan ($\varepsilon_i \sim (0, \sigma^2)$).

dalam bentuk matrik:

$$y = X\beta + \varepsilon \quad (2)$$

atau

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & \cdots & x_{1p} \\ 1 & x_{21} & \cdots & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & \cdots & x_{np} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_p \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_p \end{pmatrix} \quad (3)$$

Analisis spasial adalah analisis yang digunakan untuk mendapatkan informasi pengamatan yang dipengaruhi efek ruang atau lokasi. Dimana data spasial mengindikasikan terdapat ketergantungan antara pengukuran data dengan lokasi pengamatan atau sering disebut efek spasial [6].

Model umum regresi spasial dengan menggunakan data *cross section* dapat dituliskan sebagai berikut [6]:

$$Y = \rho W_1 y + x\beta + u \quad (4)$$

dimana,

$$u = \lambda W_2 + \varepsilon \quad (5)$$

$$y = (I_N - \rho W_1)^{-1} X\beta + (I_N - \rho W_1)^{-1} (I_N - \rho W)^{-1} \varepsilon \quad (6)$$

$$\varepsilon \sim (0, \sigma^2 I_N)$$

dimana y adalah vektor variabel respon berukuran $n \times 1$, W adalah matriks pembobot berukuran $n \times n$, γ adalah koefisien regresi spasial lag eksogenus, ρ adalah koefisien spasial lag dari variabel respon, X adalah matriks variabel predictor berukuran $n \times (k + 1)$, β adalah vektor parameter koefisien spasial lag, λ adalah koefisien spasial *autoregressive error* yang bernilai $|\lambda| < 1$, u adalah vektor error pada SEM berukuran $n \times 1$, n adalah banyaknya amatan atau lokasi, k adalah banyaknya variabel predictor.

Sedangkan menurut [7] data spasial adalah data yang memiliki referensi ruang kebumihan (*georeference*) berupa informasi lokasi dan dilengkapi dengan data atribut untuk tiap unit spasialnya., efek spasial dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu autokorelasi spasial dan heterogenitas spasial, dengan penjelasan sebagai berikut:

a. Autokorelasi spasial

Autokorelasi spasial adalah Jika sebaran data pada wilayah penelitian tidak memiliki pola-pola hubungan antara amatan yang berdekatan, maka data disebut tidak memiliki autokorelasi spasial [8] [9] [10] [11]. Pendeteksian ketergantungan spasial dapat dilakukan menggunakan indeks moran.

b. Heterogenitas spasial

Dalam pemodelan regresi klasik, heteroskedastisitas mengacu pada kesamaan varian [12] yang dinyatakan sebagai salah satu konsekuensi dari heterogenitas. Sedangkan [13] menyebut heterogenitas spasial sebagai suatu kondisi dimana suatu model regresi global tidak dapat menjelaskan hubungan antara variabel-variabel dikarenakan karak-teristik antar wilayah amatan yang bervariasi secara spasial. Mendeteksi adanya heterogenitas spasial pada data dapat dilakukan dengan Uji Breusch-Pagan [6].

2.2. Geographically Weighted Regression (GWR)

Model *Geographically Weighted Regression* (GWR) adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengestimasi data yang memiliki *spatial heterogeneity* (keragaman spasial) dengan estimasi menggunakan *Weighted Least Square* [14]. Pada model GWR, diasumsikan bahwa masing-masing lokasi pengamatan memiliki koordinat spasial dalam satu wilayah terregional. Koordinat spasial pada lokasi pengamatan ke- i dilambangkan dengan (u_i, v_i) . Persamaan umum GWR [14] adalah sebagai berikut:

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^p \beta_{ik} x_{ik}(u_i, v_i) + \varepsilon_i \quad (7)$$

$$\text{atau } y_i = \beta(u_i, v_i) + \varepsilon \quad (8)$$

dimana:

y_i adalah nilai observasi variabel respon pada lokasi ke- i , x_{ik} adalah nilai observasi variabel prediktor k pada lokasi ke- i , β_{ik} adalah koefisien regresi predictor ke k , (u_i, v_i) menyatakan lokasi sumber ke- i berdasarkan koordinat lintang dan bujur, ε_i adalah residu pada lokasi ke- i dengan asumsi distribusi normal $N(0, \sigma^2 I)$, dan I matrik identitas.

2.3. Matrik Bobot

Matriks pembobot/penimbang spasial (W) dapat diperoleh berdasarkan informasi jarak dari ketetangaan (*neighborhood*) atau jarak antara satu lokasi dengan lokasi yang lain.

Elemen matriks pembobot GWR yaitu w_{ij} ditentukan berdasarkan kedekatan titik regresi i dengan titik pengamatan j . Titik pengamatan yang lebih dekat ke titik regresi diberi bobot lebih besar daripada titik pengamatan yang lebih jauh.

Fungsi pembobot yang digunakan dalam penelitian ini adalah fungsi Fixed Exponential Kernel. Untuk sampel yang sudah cukup teratur sebarannya dalam daerah penelitian, maka fungsi pembobot

yang dengan *bandwidth* tetap (*fixed*) merupakan pilihan yang tepat untuk penaksiran parameter. Secara matematis, fungsi pembobot *Fixed Exponential Kernel* [14]:

$$w_{ij}(u_i, v_i) = \exp\left(-\frac{d_{ij}}{b}\right) \quad (9)$$

dimana $d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2}$ merupakan jarak *euclidean* antara lokasi (u_i, v_i) dengan lokasi (u_j, v_j) , dan b merupakan *bandwidth* yang *fixed* atau *bandwidth* yang sama yang digunakan untuk setiap lokasi. Jika nilai $i = j$, maka pembobot pada lokasi tersebut adalah 1.

Fixed Kernel memiliki *bandwidth* yang sama pada setiap titik lokasi pengamatan. Terdapat berbagai jenis fungsi Kernel Tetap yang digunakan dalam GWR adalah:

1. Kernell Gaussian

$$w_{ij}(u_i, v_i) = \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{ij}}{b}\right)^2\right) \quad (10)$$

2. Kernell Bisquare

$$W_j(u_i, v_i) = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{b}\right)^2\right)^2 & \text{untuk, } d_{ij} \leq b \\ 0 & \text{untuk, } d_{ij} > b \end{cases} \quad (11)$$

3. Kernell Tricube

$$W_j(u_i, v_i) = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{b}\right)^3\right)^3 & \text{untuk, } d_{ij} \leq b \\ 0 & \text{untuk, } d_{ij} > b \end{cases} \quad (12)$$

4. Adaptive *Bisquare*

$$W_j(u_i, v_i) = \begin{cases} \left(1 - \left(\frac{d_{ij}}{b}\right)^2\right)^2 & \text{untuk, } d_{ij} \leq b \\ 0 & \text{untuk, } d_{ij} > b \end{cases} \quad (13)$$

b adalah parameter nonnegatif yang diketahui dan biasanya disebut *bandwidth* (parameter penghalus). Kernel *Gaussian*, *Bisquare*, *Tricube* adalah contoh *fixed kernel*, artinya kernel tersebut memiliki *bandwidth* yang sama pada masing-masing lokasi pengamatan. Sedangkan *Adaptive*

bisquare memiliki *bandwidth* yang berbeda pada masing-masing lokasi pengamatan.

2.4. Pemilihan *Bandwidth Optimum*

Sebuah titik yang berada dalam radius lingkaran tersebut masih dianggap memiliki pengaruh. *bandwidth*, *bandwidth* dapat dianalogikan sebagai radius suatu lingkaran, sehingga merupakan pengontrol keseimbangan antara kesesuaian kurva terhadap data dan kemulusan data.

Pemilihan *bandwidth* yang *optimum* menjadi salah satu hal yang penting karena akan mempengaruhi ketepatan hasil estimasi [14]. Metode yang dapat digunakan untuk pemilihan *bandwidth* salahsatunya adalah *Cross Validation* pada seluruh lokasi, dengan rumus:

$$CV = \sum_{i=1}^n [y_i - \hat{y}_{\neq i}(b)] \quad (14)$$

$\hat{y}_{\neq i}$ adalah nilai dugaan y_i pada pengamatan lokasi ke- i dengan *bandwidth* tertentu dihilangkan dari proses prediksi. *bandwidth optimum (h)* akan diperoleh dengan proses iterasi sampai diperoleh CV yang minimum [14].

2.5. Multikolinieritas

Multikolinieritas disebabkan oleh adanya minimal satu kolom dari matriks X yang merupakan kombinasi linier dari kolom lainnya, atau dengan kata lain ada korelasi di antara variabel-variabel penjelas [5].

Pada model GWR, multikolinieritas dideteksi dengan nilai VIF yang dihitung di tiap lokasi ke- i yang disebut dengan VIF lokal, sehingga diketahui multikolinieritas variabel pada masing-masing wilayah. Nilai VIF local dirumuskan sebagai berikut:

$$VIF_k(i) = \frac{1}{1 - R_k^2(i)} \quad (15)$$

dengan $R_k^2(i)$ adalah koefisien determinasi antara x_k dengan peubah penjelas lainnya untuk tiap lokasi ke- i [5].

2.6. Tahapan Pengolahan dan Analisis

Langkah – langkah analisis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mendeskripsikan tingkat kriminalitas pencurian di Jawa Timur dengan memetakan lokasinya. Informasi yang ingin digali adalah pola sebaran wilayah, nilai variabel dan daerahnya.
2. Mengidentifikasi pola hubungan antara variabel dengan membentuk regresi linear atau OLS.
3. Menetapkan Matriks Pembobot Spasial (W).
4. Memeriksa apakah ada efek spasial dengan uji *Moran's I* dan *Lagrange Multiplier (LM)*
5. Melakukan pengujian Heterogenitas
6. Melakukan pemodelan GWR.
 - a. Melakukan pemilihan *bandwidth* optimum dengan menggunakan kriteria *Cross Validation (CV)* minimum.
 - b. Membentuk matriks pembobot (i) W untuk setiap lokasi pengamatan dengan fungsi *fixed exponential kernel* sesuai persamaan.
 - c. Melakukan estimasi parameter model GWR berdasarkan matriks pembobot yang diperoleh sebelumnya sehingga didapatkan model yang bersifat lokal untuk setiap lokasi.
7. Menarik Kesimpulan

3. Sumber Data

Sumber data dalam penelitian ini adalah data sekunder yang di peroleh dari beberapa publikasi yang dilakukan oleh BPS Jawa Timur. Unit penelitian yang diteliti adalah 38 Kabupaten/Kota yang berada pada wilayah Provinsi Jawa Timur.

Sedangkan variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

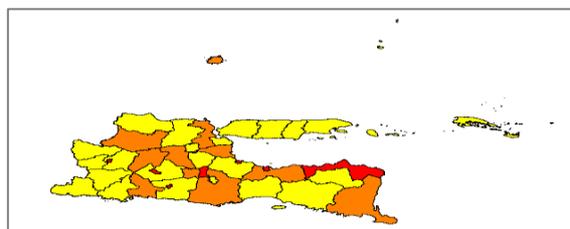
Tabel 1. Variabel Penelitian

Variabel	Uraian
Y	Crime Rate
x ₁	Tingkat Pengangguran Terbuka
x ₂	Pengeluaran perkapita
x ₃	Pertumbuhan ekonomi

Variabel	Uraian
x ₄	Kepadatan Penduduk
x ₅	Angka Harapan Sekolah
x ₆	Gini Rasio
x ₇	Jumlah Penduduk Miskin

4. Hasil dan Pembahasan

Secara deskriptif kondisi Jawa Timur pada tahun 2015, tingkat kriminalitas pencurian di Jawa Timur sangat bervariasi dan beranekaragam di setiap wilayah kabupaten atau kota di Jawa Timur. Sedangkan untuk tingkat kriminalitas Provinsi Jawa Timur adalah sebesar 19,64 artinya secara rata-rata di Provinsi Jawa Timur terdapat 20 orang yang menjadi korban kasus kriminalitas pada setiap 100.000 orang penduduk. Tindak Kriminal tertinggi berada pada Kabupaten Bojonegoro dengan jumlah kasus 123 kasus, pada posisi kedua Kabupaten Blitar dengan angka kasus 28 kasus, dan pada tempat ketiga adalah Kota Blitar dengan Jumlah kasus sebanyak 25 kasus, dalam gambar berikut di perhatikan peta kejahatan di Jawa Timur:



Gambar 1 Peta Kriminal Jawa Timur

Tingkat kriminalitas terendah terdapat di Kabupaten Pacitan 6 pencurian per 100.000 penduduk, dan tingkat kriminalitas pencurian tertinggi terjadi di Kota Bojonegoro dengan 123 pencurian per 100.000 penduduk.

4.1. Model Regresi

Sebelum membentuk model GWR langkah pertama yang harus dilakukan diantaranya adalah membentuk model regresi global tindak kriminal dengan 7 (tujuh) variabel penjelas. Dimana dalam penelitian ini model yang digunakan

model *Ordinary Least Squares (OLS)*. Model dugaan regresi linier berganda (*full model*) yang terbentuk adalah:

$$\hat{Y} = -114.387 - 2.624x_1 - 0.006x_2 + 1.417x_3 + 0.012x_4 + 0.107x_5 - 72.255x_6 - 0.143x_7$$

Dari model terlihat x_1 , x_2 , x_6 dan x_7 bertanda negative yang berarti dengan kenaikan nilai x_1 , x_2 , x_6 dan x_7 tersebut akan menurunkan nilai y nya sedangkan untuk x_3 , x_4 dan x_5 bertanda positif yang berarti dengan kenaikan nilai x_3 , x_4 dan x_5 akan menaikkan nilai y . Berikut adalah tabel hasil estimasi parameter dari model regresinya:

Tabel 2. Hasil Analisis Regresi

Variabel	Nilai $\hat{\beta}$	t	p-value
Intercept	114.387	1.31	0.199
x_1	-2.624	-1.05	0.299
x_2	-0.006	-2.23	0.033
x_3	1.417	1.08	0.285
x_4	0.012	4.58	7.5e-05
x_5	0.107	0.06	0.987
x_6	-72.255	-0.52	0.603
x_7	-0.143	-2.43	0.021

Hasil analisis menunjukan nilai p value sebesar 2.946e-05 artinya model OLS signifikan, model regresi global memiliki R^2 sebesar 0.5535 yang menunjukkan bahwa variasi variabel penjelas yang ada mampu menjelaskan 53,35 persen dari variasi persentase tindak kriminal di Jawa Timur. Dalam model yang berpengaruh secara signifikan diperlihatkan pada variabel pendapatan perkapita (x_2), kepadatan penduduk (x_4) dan jumlah penduduk miskin (x_7).

Multikolinieritas pada model regresi global ditunjukkan dengan nilai VIF sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Uji VIF

Variabel	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
Vif	1.8	3.4	1.1	3.4	3.3	2.1	2.0

dari tabel terlihat bahwa nilai setiap variabel x kurang dari 10, yang artinya dalam data tidak terdapat multikolinieritas.

4.2. Pengujian Dependensi dan Heterogenitas Spasial

Analisis dependensi atau autokorelasi dan heterogenitas dilakukan Sebelum melakukan pengujian GWR, dimana dalam pengujian pada data tindak kriminal di Jawa Timur, di peroleh hasil uji heterogenitas Bruce Pagan sebesar 16.977 dan, p-value sebesar 0.01754 Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada taraf nyata 5%, model regresi global mengandung efek keragaman spasial.

Dalam pembuktian adanya efek spasial pada data Kriminal di Provinsi Jawa Timur dianalisis dengan menggunakan analisis *Moran's I*. Hasil perhitungan nilai *Moran's I* secara umum memperlihatkan adanya keterkaitan spasial kriminal di Jawa Timur suatu wilayah dengan wilayah lainnya. Hasil pengujian menunjukkan nilai *Moran's I* yang signifikan dan bernilai positif seperti yang ditunjukkan dengan *Moran's I* yang bernilai positif sebesar 0.0110 dan signifikan menandakan bahwa tingginya persentase kriminal di Jawa Timur di suatu wilayah memberikan pengaruh terhadap tingginya kriminal di jawa di wilayah sekitarnya, dan begitupun sebaliknya Sehingga analisis dilanjutkan dengan pemodelan *Geographically Weighted Regression (GWR)*.

4.3. Model Geographically Weighted Regression (GWR)

Pemilihan *bandwidth* optimum diperoleh melalui teknik *cross validation (CV)*. Nilai *bandwidth optimum* yang diperoleh adalah 0.4382554. Nilai *bandwidth* sebesar 0.4382554, sehingga hal ini menunjukkan bahwa wilayah auto korelasi yang masih berada di sekitar 0.4382554 derajat dari titik lokasi pengamatan masih memberikan pengaruh terhadap nilai persentase tindak kriminal di lokasi pengamatan tersebut.

Hasil analisis data multikolinieritas lokal yang menunjukan bahwa semua nilai berada dibawah 10, sehingga disimpulkan tidak terjadi multikolinieritas pada beberapa semua variabel prediktor. Untuk mengatasi analisisnya cukup menggunakan (*Geographically Weighted Regression (GWR)*).

Tabel 4. Ringkasan Hasil Estimasi Parameter Model GWR

Variabel	Nilai $\hat{\beta}$		
	Minimum	Mean	Maksimum
Intercept	-1.524	2.544	6.936
X1	-0.259	-0.121	-0.028
X2	-0.000	-0.000	0.000
X3	0.033	0.052	0.109
X4	0.000	0.000	0.000
X5	-0.241	0.009	0.262
X6	-9.074	-3.096	9.719
X7	-0.009	-0.005	-0.002

Tabel 4 diatas menginformasikan peubah X_3 , dan X_4 memiliki koefisien dugaan parameter yang bernilai positif pada seluruh wilayah pengamatan. Jika dilihat secara menyeluruh, dugaan parameter pada model GWR lebih baik. Hasil model dugaan GWR untuk seluruh wilayah pengamatan. Sedangkan variabel penjelas yang memiliki hubungan bervariasi antara negatif dan positif dengan variabel respon di beberapa lokasi pengamatan. Nilai estimasi parameter model GWR untuk masing-masing lokasi pengamatan dengan variabel respon dalam model GWR adalah X_1, X_2, X_3, X_5, X_6 dan X_7 . Hasil model GWR negative semua wilayah pada koefisien parameternya X_6

Nilai *residual sum of square* dari model GWR adalah sebesar 3.1, dimana nilai ini lebih kecil dari *residual sum of square* model regresi global yaitu 13,3. Koefisien determinasi (R^2) dari model GWR adalah sebesar 0,91, lebih tinggi daripada R^2 model regresi global. Hal ini menunjukkan bahwa variasi variabel penjelas pada model GWR mampu menjelaskan 91% persen dari variasi persentase kriminal di Provinsi Jawa Timur.

Tabel 5. Perbandingan AIC

Regresi	AIC
OLS	86.21
GWR	36.50

Jika dilihat dari nilai AIC perbandingan antara ols dan GWR pada

tabel diatas, maka diperoleh AIC regresi ols sebesar 86.21 lebih besar jika dibandingkan dengan regresi GWR yaitu sebesar 36,50. Hal ini menunjukkan bahwa model GWR lebih cocok dibandingkan regresi OLS diterapkan untuk data Kriminal di Provinsi Jawa Timur.

Tabel 6. Variabel Penelitian

Variabel	t Hitung	Signifikansi
Y	-3.918	Tidak signifikan
X1	-0.798	Tidak signifikan
X2	0.964	Tidak signifikan
X3	3.557	Signifikan
X4	8.549	Signifikan
X5	-0.785	Tidak signifikan
X6	0.661	Signifikan
X7	2.457	Signifikan

Tabel 5 terlihat variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian terdapat nilai yang tidak signifikan yaitu di tunjukan pada variabel tingkat pengangguran terbuka(x_1), pendapatan perkapita(x_2), dan angka harapan sekolah(x_5) sedangkan variabel yang signifikan mempengaruhi kriminalitas di Provinsi Jawa Timur, ditunjukkan pada variabel kepadatan penduduk(x_3) pertumbuhan ekonomi(x_4), gini rasio(x_6) dan kemiskinan(x_7).

5. Kesimpulan

- a. Data yang digunakan adalah data kriminal di Provinsi Jawa Timur dalam pemodelan terdapat pengaruh spasial sehingga dilakukan pemodelan GWR dengan perhitungan pembobot menggunakan *Fixed Kernel Gaussian*.
- b. Berdasarkan analisis pemodelan kriminal di Jawa Timur dapat menggunakan pemodelan *Geographically Weighted Regression (GWR)* terlihat dari nilai VIF lokalnya.
- c. Model *Geographically Weighted Regression (GWR)* lebih baik daripada model regresi linier berganda dalam memodelkan kasus kriminal di Provinsi Jawa Timur. Hal tersebut di lihat dari nilai AIC Model GWR lebih kecil dari AIC regresi biasa.

- d. Secara umum terdapat dua faktor yang secara signifikan ($\alpha=5\%$) mempengaruhi jumlah kriminalitas di Jawa Timur yaitu pertumbuhan ekonomi(x_2), kepadatan penduduk(x_4), gini rasio(x_6) dan kemiskinan(x_7)

Referensi

- [1] Kartono, Patologi Sosial, Jakarta: Raja Grafindo Persada, (1999).
- [2] Becker G., Discrimination, economic, International Encyclopedia of Social Sciences, vol. 4, p. 208–210, (1968).
- [3] Ehrlich E., Participation in Illegitimate Activities: A Theoretical and Empirical Investigation, The Journal of Political Economy, vol. 81, no. 3, pp. 521-565, (1973).
- [4] Ehrlich E., Crime, Punishment, and the Market for Offenses, The Journal of Economic Perspectives, vol. 10, no. 1, pp. 43-67, (1996).
- [5] Gujarati D. and Porter D., Basic Econometrics, USA: McGraw-Hill, (2015).
- [6] Anselin L., Spatial Econometrics: Methods and Models, Netherlands: Springer, (1988).
- [7] Fischer M. and Wang J., Spatial Data Analysis Models, Methods and Techniques, Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, (2011).
- [8] Cliff A. and Ord J., Spatial autocorrelation, London: Pion, (1973).
- [9] Miron, Spatial Autocorrelation in Regression Analysis: A Beginner's Guide, in Spatial Statistics and Models. Theory and Decision Library (An International Series in the Philosophy and Methodology of the Social and Behavioral Sciences), Dordrecht, Springer, pp. 201-222 (1984).
- [10] Jaya IGNM, "Estimation and Testing for Moran Spatial and Spatiotemporal Index," Working Paper, pp. 1-10, (2018).
- [11] Jaya IGNM, H. Folmer, B. N. Ruchjana, F. Kristiani and A. Yudhie, Modeling of Infectious Diseases: A Core Research Topic for the Next Hundred Years, in Regional Research Frontiers - Vol. 2 Methodological Advances, Regional Systems Modeling and Open Sciences, USA, Springer International Publishing, pp. 239-254 (2017).
- [12] Dutilleul P. and Legendre P., Spatial Heterogeneity against Heteroscedasticity: An Ecological Paradigm versus a Statistical Concept, Oikos, vol. 66, no. 1, pp. 152-171, (1993).
- [13] Brunson C., Fotheringham S. and Charlton M., Geographically Weighted Regression-Modelling Spatial Non-Stationarity, Journal of the Royal Statistical Society. Series D (The Statistician), vol. 47, no. 3, pp. 431-443, (1998).
- [14] Fotheringham S., Brunson C. and Charlton M., Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships, USA: Wiley, (2002).

