Analisis Faktor Tingkat Kriminalitas Sumatera Utara Menggunakan *Geographically Weighted Regression* (GWR) Dengan Fungsi Pembobot *Kernel Fixed*

Indra Sembaya Timanta Barus
Matematika, Universitas Negeri Medan, Kota Medan, 20221, Indonesia
Corresponding Author: indrasembaya@mhs.unimed.ac.id

Abstrak

Tingkat kriminalitas di Provinsi Sumatera Utara merupakan masalah serius dengan jumlah kasus tertinggi kedua di Indonesia. Pendekatan regresi global seringkali kurang akurat dalam memodelkan fenomena ini karena mengabaikan adanya heterogenitas spasial antar wilayah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi tingkat kriminalitas di 33 Kabupaten/Kota Sumatera Utara menggunakan metode Geographically Weighted Regression (GWR) dengan pendekatan fungsi pembobot Kernel Fixed. Data penelitian bersumber dari Badan Pusat Statistik tahun 2023, dengan variabel independen meliputi jumlah penduduk miskin, kepadatan penduduk, dan tingkat pengangguran. Kinerja model dievaluasi dengan membandingkan fungsi Fixed Gaussian dan Fixed Bi-Square. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model GWR dengan fungsi pembobot Fixed Bi-Square memberikan performa terbaik dalam menjelaskan variasi data. Analisis ini berhasil mengelompokkan wilayah menjadi enam klaster berdasarkan signifikansi variabel secara lokal. Ditemukan bahwa pengaruh kemiskinan, kepadatan penduduk, dan pengangguran terhadap kriminalitas bervariasi secara spasial, di mana beberapa wilayah dipengaruhi oleh ketiga variabel sekaligus, sementara wilayah lain hanya dipengaruhi oleh satu atau dua variabel. Temuan ini merekomendasikan perlunya kebijakan penanggulangan kriminalitas yang disesuaikan dengan karakteristik spesifik masing-masing wilayah demi efektivitas yang lebih tinggi..
Kata kunci: Kriminalitas; Geographically Weighted Regression (GWR); Fixed Bi-Square; Matematika; Seminar

Abstract

Crime rates in North Sumatra Province present a significant challenge, recording the second-highest number of cases in Indonesia. Conventional global regression approaches often fail to accurately model this phenomenon as they overlook spatial heterogeneity across regions. This study aims to analyze factors influencing crime rates across 33 regencies/cities in North Sumatra using the Geographically Weighted Regression (GWR) method with Fixed Kernel weighting functions. The research utilizes secondary data from the Central Statistics Agency (BPS) for the year 2023, with independent variables including the number of poor populations, population density, and unemployment rate. Model performance was evaluated by comparing Fixed Gaussian and Fixed Bi-Square functions. The results indicate that the GWR model with the Fixed Bi-Square weighting function yields the best performance in explaining data variation. The analysis successfully categorized the regions into six clusters based on local variable significance. It was found that the influence of poverty, population density, and unemployment on crime varies spatially; some areas are affected by all three variables, while others are driven by only one or two. These findings suggest the need for crime prevention policies tailored to the specific characteristics of each region to ensure greater effectiveness.
Keywords: Crime Rate; Geographically Weighted Regression (GWR); Fixed Bi-Square National Seminar of the Mathematics Department, Guidelines for Writing Articles

Citation: Barus, I. S. T. (2025 Analisis Faktor Tingkat Kriminalitas Sumatera Utara Menggunakan Geographically Weighted Regression (GWR) Dengan Fungsi Pembobot Kernel Fixed. *Prodising Seminar Nasional Jurusan Matematika 2025*. 830 – 837.

PENDAHULUAN

Kriminalitas merupakan segala bentuk tindakan yang merugikan masyarakat, baik secara ekonomi maupun psikologis, serta melanggar hukum, norma sosial, dan norma agama yang berlaku di Negara Kesatuan Republik Indonesia. Tindakan kriminal, yang termasuk dalam perilaku menyimpang, bertentangan dengan norma-norma sosial yang menjadi dasar kehidupan bermasyarakat dan keteraturan sosial. Perilaku semacam ini berpotensi menimbulkan ketegangan, baik pada tingkat individual maupun sosial, sehingga dapat menjadi ancaman nyata maupun potensial terhadap keberlangsungan keteraturan dalam masyarakat (Butarbutar *et al.*, 2021). Semakin maraknya tindakan kriminal membuat tingkat keamanan menjadi perhatian publik terutama untuk pihak Kepolisian Negara Republik Indonesia. Berdasarkan kasus kejahatan yang terjadi di tingkat Provinsi selama tahun 2022 disajikan pada gambar dibawah ini. Polda Sumatera Utara mencatat jumlah kejahatan terbanyak kedua (43.555 kasus) Setelah Jawa Timur. Sementara itu, salah satu wilayah dengan jumlah kejahatan paling sedikit yaitu Provinsi Kalimantan Utara dengan jumlah kasus kejahatan sebanyak 1.280 kasus.

Dalam hal ini, Kepolisian Daerah (Polda) Sumatera Utara selaku aparat penegak hukum yang bertugas menjaga keamanan dan ketertiban masyarakat, tidak terlepas dari berbagai pengaduan masyarakat terkait tindak kriminal yang

© Jurusan Matematika - Universitas Negeri Medan

terjadi di lingkungan tempat tinggal mereka. Pada dasarnya, kriminalitas muncul dalam masyarakat sebagai akibat dari permasalahan sosial, khususnya yang berkaitan dengan kondisi ekonomi, seperti rendahnya tingkat pendapatan serta ketidakseimbangan antara pendapatan dan kebutuhan hidup. Keadaan tersebut mendorong sebagian individu melakukan tindakan kriminal karena keuntungan yang diperoleh dari aktivitas ilegal dianggap lebih besar dibandingkan dengan hasil dari pekerjaan yang sah (Rahmalia et al., 2019).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Nurhuda dan Jaya (2018) mengenai faktor-faktor yang memengaruhi kriminalitas di Provinsi Jawa Timur menunjukkan bahwa kepadatan penduduk dan tingkat kemiskinan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tingkat kriminalitas. Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh Yusuf et al. (2020) mengenai faktor-faktor yang memengaruhi kriminalitas di Provinsi Aceh menemukan bahwa tingkat pengangguran dan pendidikan berpengaruh signifikan terhadap kriminalitas. Dalam menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi kriminalitas, pendekatan yang umum digunakan adalah model regresi linier sederhana atau berganda. Model ini mengasumsikan bahwa hubungan antar variabel dan nilai parameternya bersifat konstan di seluruh lokasi pengamatan, sehingga menghasilkan penduga parameter yang bersifat global (Rath et al., 2020). Namun demikian, keragaman karakteristik antar wilayah mengharuskan adanya pendekatan yang mempertimbangkan faktor spasial. Analisis spasial menjadi penting karena dalam konteks geografis, segala sesuatu saling berkaitan, dan kedekatan spasial memiliki pengaruh yang lebih kuat dibandingkan dengan entitas yang berjauhan (Liu et al., 2019).Beberapa metode yang digunakan dalam pemodelan dan analisis yang memperhatikan faktor spasial, yaitu metode *Geographically Weighted Regression* (GWR), *Spatial Autoregressive Model* (SARMA) dan Regresi Kriging. SARMA mengandalkan struktur spasial global untuk memperhitungkan dependensi spasial, yang sering kali mengabaikan variasi lokal yang penting (Li *et al*., 2020).

Di sisi lain, metode GWR mampu melakukan analisis dengan memanfaatkan pendekatan lokal, yang dapat menangkap variasi hubungan di setiap lokasi secara lebih detail. GWR lebih cocok untuk analisis faktor kriminalitas di Sumatera Utara karena mampu menangkap variasi spasial dalam hubungan faktor sosial-ekonomi dengan kriminalitas, mengidentifikasi pola geografis spesifik, serta menghasilkan estimasi yang lebih akurat untuk kebijakan berbasis lokasi (Fotheringham *et al*., 2019). Salah satu metode yang digunakan dalam pembobotan pada model Geographically Weighted Regression (GWR) adalah melalui penerapan fungsi kernel. Fungsi kernel berperan dalam proses pemulusan data dengan memberikan bobot berdasarkan kedekatan spasial, di mana bobot tersebut ditentukan oleh nilai *bandwidth* yang optimal dan disesuaikan dengan karakteristik data yang dianalisis. Beberapa jenis fungsi kernel yang umum digunakan dalam GWR antara lain adalah fungsi kernel *Gaussian*, fungsi kernel *Bi-square*, dan fungsi kernel *Tricube* (Putra *et al*., 2022). Fungsi Pembobot *Gaussian* cocok untuk data yang tidak memiliki variasi spasial yang sangat tajam, sehingga memberikan bobot yang semakin kecil secara bertahap seiring bertambahnya jarak dari titik pusat. *Bisquare* kernel digunakan ketika kita ingin membatasi pengaruh titik-titik yang jauh dan lebih menekankan pengaruh titik-titik yang dekat. Ini sering kali digunakan ketika terdapat variasi spasial yang tajam atau jika kita ingin mengurangi pengaruh titik-titik yang jauh dalam perhitungan. *Tricube* digunakan dalam GWR ketika kita ingin membatasi pengaruh titik-titik data yang jauh dari titik pusat, seperti halnya *Bisquare*, tetapi tetap menginginkan transisi pembobotan yang lebih halus dalam area yang berdekatan. Ini sangat cocok jika distribusi data bersifat lokal tetapi kita tidak ingin pemotongan bobot yang terlalu tajam.

Dalam hal ini *Bi-square kernel* dan *Gaussian kernel* dinilai lebih cocok digunakan untuk memberikan pembobotan pada analisis faktor tingkat kriminalitas Sumatera Utara karena *Bi-square kernel* memberikan fokus yang kuat pada pengaruh lokal dan memotong bobot untuk titik yang terlalu jauh dan *Gaussian kernel* memberikan penurunan bobot yang halus, sehingga transisi antar wilayah lebih mulus. Hal ini cocok pada distribusi kriminalitas di Sumatera Utara yang mencakup area Kabupaten dan kota. Pembobotan dalam fungsi kernel dibedakan menjadi dua jenis pendekatan, yaitu fungsi kernel tetap (*fixed*) dan fungsi kernel adaptif *(adaptive*). Pada fungsi kernel *fixed*, nilai *bandwidth* yang digunakan bersifat konstan dan diterapkan secara seragam untuk seluruh lokasi pengamatan. Sebaliknya, pada fungsi kernel *adaptive*, nilai *bandwidth* bervariasi untuk setiap lokasi pengamatan, disesuaikan dengan kepadatan data di sekitarnya. Pendekatan adaptif memungkinkan *fleksibilitas* yang lebih tinggi, terutama pada wilayah dengan distribusi spasial data yang tidak merata, sehingga mampu memberikan hasil estimasi yang lebih akurat di berbagai kondisi spasial. (Rath *et al*., 2020).

Fungsi *kernel Fixed* dinilai lebih baik dalam membentuk suatu model GWR, sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Rifki Adi Pamungkas, Hasbi Yasin, dan Rita Rahmawati dalam melakukan perbandingan model GWR dengan perhitungan *fixed* dan *adptive bandwidth* pada persentase penduduk miskin di Jawa Tengah. Diperoleh model

GWR terbaik menggunakan *bandwidth* fungsi pembobot *kernel Fixed* dengan nilai R^2 sebesar 93.49% dan AIC terkecil 253.8286 (Pamungkas*et al*., 2016). Penelitian yang dilakukan oleh Yuninda Diah Pratiwi, Cholastika Mariani, dan Putriaji Hendikawati membandingkan model *Geographically Weighted Regression* (GWR) dengan menggunakan dua jenis fungsi pembobot, yaitu *kernel Fixed Gaussian* dan *kernel Adaptive Bi-square*, dalam upaya menentukan faktor-faktor yang memengaruhi Angka Harapan Hidup (AHH) di Provinsi Jawa Tengah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model GWR terbaik diperoleh dengan menggunakan fungsi pembobot kernel *Fixed Gaussian*, yang menghasilkan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 95,87% dan nilai *Akaike Information Criterion* (AIC) sebesar 55,911. Selain itu, penelitian tersebut juga berhasil mengelompokkan wilayah ke dalam delapan kelompok, berdasarkan perbedaan variabel yang berpengaruh signifikan di masing-masing wilayah (Pratiwi *et al*., 2019).

Penelitian lain yang dilakukan oleh Ikhsanudin dan Pasaribu (2023) memodelkan persentase penduduk miskin di Pulau Jawa menggunakan metode GWR. Hasil analisis menunjukkan bahwa model GWR dengan fungsi kernel *Fixed Bi-Square* memberikan performa yang lebih baik dibandingkan model regresi global, dengan nilai R^2 sebesar 70,73%, sementara regresi global hanya menghasilkan R^2 sebesar 56%. Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya yang mengaplikasikan metode GWR dalam pemodelan dan analisis faktor spasial, diperoleh hasil bahwa GWR mampu memberikan model terbaik serta menjelaskan pengaruh spasial secara lebih detail. Hal ini tercermin dari nilai koefisien determinasi (R^2) yang tinggi dan nilai AIC yang lebih rendah, yang menunjukkan ketepatan model serta kontribusi signifikan dari faktor spasial dalam membentuk variasi antar wilayah, maka pada penelitian ini menggunakan metode *Geographically Weighted Regression* dengan *bandwidth* fungsi *kernel Fixed* dalam mengetahui hasil pemetaan wilayah berdasarkan faktor yang berpengaruh terhadap kriminalitas di Sumatera Utara. Penelitian ini diharapkan dapat membantu memberikan solusi kepada pihak pemerintah dan kepolisian dalam proses pengambilan kebijakan untuk meminimalisir terjadinya tindak kriminalitas, serta meningkatkan rasa aman dan nyaman di masyarakat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Digital Library UNIMED serta mengumpulkan data Provinsi Sumatera Utara, yang terdiri dari 33 Kabupaten/Kota dengan karakteristik sosial, ekonomi, dan geografis yang beragam. Penelitian ini akan mengkaji tingkat kriminalitas yang terjadi di masing-masing Kabupaten/Kota selama periode 2023. Waktu penelitian ini berlangsung pada tanggal 02 Mei 2025- 02 Juli 2025. Jenis penelitian termasuk ke dalam jenis penelitian kuantitatif, karena data yang digunakan dan diolah dalam penelitian berupa data numerik. Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder mengenai tindak kriminalitas serta variabel-variabel yang diduga memengaruhi kriminalitas di Provinsi Sumatera Utara pada periode tahun 2023, yang dapat diakses melalui website resmi Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Gambar 1 menunjukkan tahapan penelitian yang dimulai dengan studi kepustakaan untuk memperoleh referensi yang relevan, mempelajari buku, artikel, dan jurnal terkait metode yang akan digunakan. Pengumpulan data dilakukan dengan mengambil data dari website BPS Sumatera Utara, yang kemudian digunakan untuk mendeskripsikan variabel dependen (Y) dan independen (X) dalam model regresi. Selanjutnya, dilakukan analisis pengaruh spasial dengan menguji asumsi-asumsi seperti normalitas, multikolinearitas, heterogenitas spasial, dan

dependensi spasial. Peneliti kemudian melanjutkan dengan pemodelan Geographically Weighted Regression (GWR) untuk menganalisis kemiskinan. Proses ini dimulai dengan menentukan titik koordinat (latitude dan longitude) di setiap Kabupaten/Kota, dilanjutkan dengan perhitungan bandwidth optimum berdasarkan nilai Cross Validation. Jarak Euclidean antar titik pengamatan dihitung, dan fungsi pembobot dengan Kernel Fixed ditentukan. Estimasi parameter dilakukan menggunakan metode Weighted Least Squares (WLS), diikuti dengan pengujian parameter model secara parsial untuk memperoleh model GWR yang valid. Akhirnya, model GWR dibandingkan menggunakan pembobot yang berbeda untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kriminalitas, dengan nilai R2 terbesar dan Akaike Information Criterion (AIC) sebagai acuan. Peta tematik penyebaran kriminalitas di Sumatera Utara dibuat sebagai hasil visual penelitian, dan kesimpulan ditarik berdasarkan temuan-temuan yang diperoleh dari seluruh analisis yang telah dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Model GWR yang diperoleh berdasarkan perbandingan antara kedua fungsi pembobot yang berbeda akan disajikan berdasarkan model GWR terbaik pada kasus kriminalitas Sumatera Utara yaitu model GWR dengan fungsi pembobot Kernel *Fixed Bi-Square*. Tabel 1 menunjukkan model GWR terbentuk dengan fungsi pembobot kernel *Fixed Bi-Square* berdasarkan variabel yang berpengaruh signifikan terhadap lokasi pengamatan.

Tabel 1. Variabel berpengaruh signifikan pada Kabupaten/Kota

Kabupaten/Kota	Variabel Signifikan
Nias	X_1, X_2
Mandailing Natal	*Intercept*, X_1
Tapanuli Selatan	*Intercept*, X_1, X_2, X_3
Tapanuli Tengah	*Intercept*, X_1, X_2, X_3
Tapanuli Utara	*Intercept*, X_1, X_2, X_3
Toba Samosir	*Intercept*, X_1, X_2, X_3
Labuhan Batu	X_1, X_2, X_3
Asahan	X_1, X_2, X_3
Simalungun	*Intercept*, X_1, X_2, X_3
Dairi	*Intercept*, X_1, X_2, X_3
Karo	*Intercept*, X_1, X_2, X_3
Deli Serdang	X_1, X_2, X_3
Langkat	X_1, X_2, X_3
Nias Selatan	X_1
Humbang Hasundutan	*Intercept*, X_1, X_2, X_3
Pakpak Bharat	*Intercept*, X_1, X_2, X_3
Samosir	*Intercept*, X_1, X_2, X_3
Serdang Bedagai	X_1, X_2, X_3
Batu Bara	X_1, X_2, X_3
Padang Lawas Utara	*Intercept*, X_1, X_2
Padang Lawas	*Intercept*, X_1, X_2
Labuhan Batu Selatan	*Intercept*, X_1, X_2
Labuhan Batu Utara	*Intercept*, X_1, X_2, X_3
Nias Utara	X_1, X_2, X_3
Nias Barat	X_1
Kota Sibolga	*Intercept*, X_1, X_2, X_3
Kota Tanjung Balai	X_1, X_2, X_3
Kota Pematang Siantar	*Intercept*, X_1, X_2, X_3
Kota Tebing Tinggi	X_1, X_2, X_3
Kota Medan	X_1, X_2, X_3
Kota Binjai	X_1, X_2, X_3
Kota Padangsidimpuan	X_1, X_2
Kota Gunung Sitoli	X_1, X_2, X_3

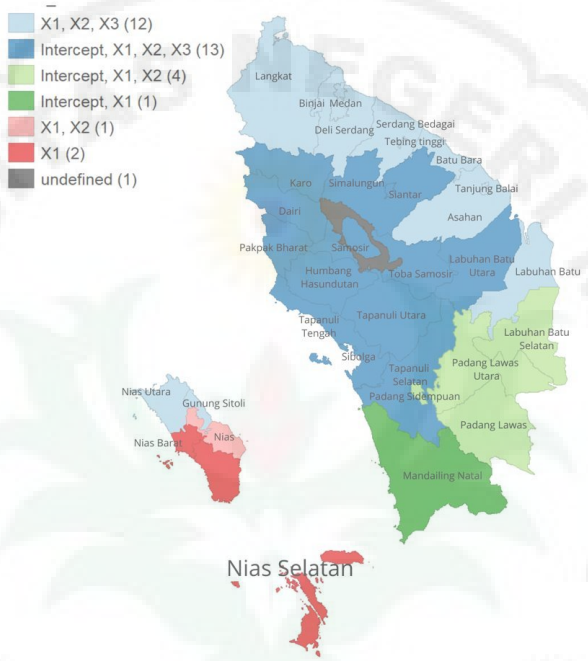
Berdasarkan tabel diatas maka dapat dikelompokkan variabel signifikan di Kabupaten/Kota pada Tabel 2

Tabel 2. Pengelompokkan Variabel signifikan

Variabel Signifikan	Kabupaten/Kota
X_1	Nias Selatan, Nias Barat
X_1, X_2	Nias
X_1, X_2, X_3	Labuhan Batu, Asahan, Deli Serdang, Serdang Bedagai, Batu Bara, Kota Tanjung Balai, Kota Medan, Kota Tebing Tinggi, Kota Binjai, Langkat Kota Gunung Sitoli dan Nias Utara

Intercept, X_1	Mandailing Natal
Intercept, X_1, X_2	Padang Lawas Utara, Padang Lawas, Labuhan Batu Selatan dan Padang Sidempuan
Intercept, X_1, X_2, X_3	Tapanuli Selatan, Tapanuli Tengah, Tapanuli Utara, Labuhan Batu Utara, Toba Samosir, Simalungun, Dairi, Karo, Humbang Hasundutan, Pakpak Bharat, Samosir, Kota Sibolga dan Kota Pematang Siantar

Berdasarkan tabel pengelompokan variabel yang signifikan maka dapat menganalisis bagaimana variabel yang signifikan mempengaruhi lokasi pengamatan berbantuan *software* Geoda. Untuk melihat bagaimana penyebaran variabel signifikan pada lokasi pengamatan maka dapat dilihat pada peta penyebaran variabel signfikan yang mempengaruhi tingkat kriminalitas pada lokasi pengamatan berikut.



Gambar 2. Peta Wilayah Berdasarkan Variabel Signifikan

Gambar 2 menunjukkan bahwa diperoleh 6 kelompok wilayah berdasarkan variabel yang berpengaruh signifikan pada fungsi pembobot kernel *Fixed Bi-Square*. Pada kelompok 1 digambarkan dengan warna biru muda, yang terdiri dari 12 wilayah. Dengan variabel yang berpengaruh signifikan adalah Jumlah Penduduk Miskin (X_1), Kepadatan Penduduk (X_2), dan Tingkat Pengangguran (X_3). Kelompok ini menunjukkan bahwa semakin meningkatnya jumlah penduduk miskin, kepadatan penduduk dan Tingkat pengangguran akan meningkatkan angka kriminalitas pada wilayah ini, begitu juga sebaliknya. Pada kelompok 2 digambarkan dengan warna biru tua, yang terdiri dari 13 wilayah. Dengan variabel yang berpengaruh signifikan adalah *Intercept*, Jumlah Penduduk Miskin (X_1), Kepadatan Penduduk (X_2), dan Tingkat Pengangguran (X_3). Kelompok ini menunjukkan bahwa apabila variable independent bernilai 0 maka Tingkat kriminal akan bernilai *Intercept*. Dan juga semakin meningkatnya jumlah penduduk miskin, kepadatan penduduk dan Tingkat pengangguran akan meningkatkan angka kriminalitas pada wilayah ini, begitu juga sebaliknya.

Pada kelompok 3 digambarkan dengan warna hijau muda, yang terdiri dari 4 wilayah. Dengan variabel yang berpengaruh signifikan adalah *Intercept*, Jumlah Penduduk Miskin (X_1) dan Kepadatan Penduduk (X_2). Kelompok ini menunjukkan bahwa apabila variable independent bernilai 0 maka Tingkat kriminal akan bernilai *Intercept*. Dan juga semakin meningkatnya jumlah penduduk miskin dan kepadatan penduduk akan meningkatkan angka kriminalitas pada wilayah ini, begitu juga sebaliknya Pada kelompok 4 digambarkan dengan warna hijau tua, yang terdiri dari hanya 1 wilayah. Dengan variabel yang berpengaruh signifikan adalah *Intercept* dan Jumlah Penduduk Miskin (X_1). Kelompok ini menunjukkan bahwa apabila variable independent bernilai 0 maka Tingkat kriminal akan bernilai *Intercept*. Dan juga semakin meningkatnya jumlah penduduk miskin akan meningkatkan angka kriminalitas pada wilayah ini, begitu juga sebaliknya.

Pada kelompok 5 digambarkan dengan warna merah muda, yang terdiri dari hanya 1 wilayah. Dengan variabel yang berpengaruh signifikan adalah *Intercept* dan Jumlah Penduduk Miskin (X_1) dan Kepadatan Penduduk (X_2). Kelompok ini menunjukkan bahwa apabila semakin meningkatnya jumlah penduduk miskin dan kepadatan penduduk akan meningkatkan angka kriminalitas pada wilayah ini. Pada kelompok 6 digambarkan dengan warna merah tua, yang terdiri dari 2 wilayah. Dengan variabel yang berpengaruh signifikan adalah Jumlah Penduduk Miskin (X_1). Kelompok ini

menunjukkan bahwa apabila semakin meningkatnya penduduk miskin akan meningkatkan angka kriminalitas pada wilayah ini, begitu juga sebaliknya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pemodelan kriminalitas di Provinsi Sumatera Utara menggunakan model *Geographically Weighted Regression* (GWR), dapat disimpulkan bahwa:Hasil pemetaan berdasarkan fungsi pembobot *kernel Fixed Bi-Square* menghasilkan enam kelompok wilayah dengan variabel yang berpengaruh signifikan terhadap kriminalitas di Provinsi Sumatera Utara. Kelompok pertama terdiri dari:12 wilayah dengan variable signifikan X_1, X_2dan X_3, kelompok kedua terdiri dari 13 wilayah dengan variable signifikan *Intercept*, X_1, X_2dan X_3, kelompok 3 terdiri dari 4 wilayah dengan variable signifikan *Intercept*, X_1,dan X_2, kelompok 4 terdiri dari 1 wilayah dengan variable signifikan *Intercept* dan X_1, kelompok 5 terdiri dari 1 wilayah dengan variable signifikan X_1 dan X_2, dan pada kelompok 6 terdapat 2 wilayah yang signifikan dengan variable X_1 signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

Amaliah, R. (2021). *Analisis model Geographically Weighted Regression dalam pemetaan fenomena spasial* . Jurnal Geospasial, 12(2), 123-135.

Ardianti, R., et al. (2021). Comparing Significance Tests in GWR for Crime Modelling. Journal of Quantitative Criminology, 29(3), 87–110.

Aswi, A., et al. (2021). Assessing Spatial Correlation in Crime Data Using Moran's I. International Journal of Criminology, 19(4), 121–137.

Audey, R. P. and Ariusni (2019). Pengaruh Kualitas Sumber Daya Manusia terhadap Tingkat Kriminalitas di Indonesia.Jurnal Kajian Ekonomi dan Pembangunan,1(2):653–666.

Butarbutar, J. F., Nugroho, N. B., & Maya, W. R. (2021). Implementasi Data Mining Untuk Mengelompokkan Daerah Rawan Tindakan Kriminal Di Sumatera Utara Menggunakan Metode K-Means. Jurnal Cyber Tech, 4(3).

Chen, X., et al. (2018). Using *Weighted Least Square* s for Crime Prediction in Urban Areas. Journal of Computational Statistics, 15(2), 56–73.

Fajri, M., & Rizki, D. (2019). Dampak Kepadatan Penduduk terhadap Tingkat Kriminalitas di Kota-Kota Besar di Indonesia. Jurnal Demografi Indonesia, 12(2), 56–73.

Farrar, J. (2018). Kemajuan dalam Regresi Tertimbang Geografis: Metode dan Aplikasi . Jurnal Analisis Spasial, 10(3), 45-60.

Fotheringham, AS (2019). Regresi Tertimbang Secara Geografis: Kerangka Teoritis dan Aplikasi . Springer.

Ikhsanudin, & Pasaribu, D. (2023). Pemodelan Persentase Penduduk Miskin di Pulau Jawa Menggunakan Metode Geographically Weighted Regression (GWR).Jurnal Matematika, Statistika dan Komputasi 20.1 (2023): 229-244.

Ingilevich, V., & Ivanov, S. (2018). Crime Analysis and Prediction: A Review of Machine Learning Approaches. Journal of Crime Research, 15(3), 112–129.

Irawan, H., et al. (2020). Weighted Regression in Spatial Crime Analysis: An Application of GWR. Journal of Regional Studies, 13(1), 45–67.

Kartono, K. (1999). Kriminalitas dan Kejahatan Masyarakat. Jakarta: Rajawali Press.

Kpolovie, P. J., et al. (2017). Human Development Index and Crime Rates: A Comparative Study. International Journal of Social Research, 22(1), 45–67.

Lee, M., & Cho, W. (2018). The Impact of Crime Rate on Urban Development: A Spatial Analysis. Journal of Urban Studies, 45(3), 456–472.

Li, X., *et al*. (2020). Studi perbandingan GWR dan model autoregresi spasial dalam analisis perkotaan . Jurnal Internasional Ilmu Informasi Geografis, 34(5), 789-804.

Lispani, N. M. L., Sumarjaya, I. W., & Sukarsa, I. K. G. (2018). Pemodelan Jumlah Tindak Kriminalitas di Provinsi Jawa Timur dengan Analisis Spatial Autoregressive and Moving Average. E-Jurnal Matematika, 7(4), 346–356.

Liu, H., Lee, M., and Khattak, A. J. (2019). Updating Annual Average Daily Traffic Estimates at Highway-Rail Grade Crossings with Geographically Weighted Poisson Regression. Journal of Transportation Research Record, 2673(10):105–117

Lutfiani, A., *et al*. (2019). Evaluating Model Fit in Crime Regression Analysis Using R-squared and AIC. Journal of Criminology and Statistics, 25(4), 156–178.

Mahaboob, B., et al. (2020). Multivariate Linear Regression Analysis for Social Crime Prediction. Journal of Data Science, 18(2), 134–152.

Mahara, F., & Fauzan, R. (2021). Statistical Modelling of Criminal Activities Using Regression Techniques. Journal of Applied Mathematics and Statistics, 19(3), 98–114.

Maldonado-Guzmán, G. (2020). Geographically Weighted Regression: A New Approach in Crime Prediction Models. Journal of Spatial Crime Analysis, 30(1), 88–101.

Mardiansyah, R., & Sukartini, M. (2020). Kemiskinan dan Kriminalitas di Indonesia: Sebuah Analisis Ekonometrika. Jurnal Ekonomi dan Pembangunan, 8(1), 23–38.

Marhamah, T., & Mindrajaya, A. (2020). Understanding the Spatial Dimension of Crime Using GWR. Journal of Geographic Research, 12(3), 78–92.

Marizal, M., & Mulyani, S. (2024). Analisis Jumlah Kriminal Di Indonesia dengan Geographically Weighted Regression. In *Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikasi dan Industri* (pp. 10-19).

Nandita, P., & Kusumawati, L. (2018). Autocorrelation in Crime Data: A Study of Urban Areas. Journal of Spatial Analysis, 14(1), 88–101.

Nurhuda, I., & Jaya, I. G. N. M. (2018). Pemodelan Kriminal di Jawa Timur dengan Metode Geographically Weighted Regression (GWR). Jurnal Matematika MANTIK, 4(2), 150–158.

Pamungkas, R. A., Yasin, H., & Rahmawati, R. (2016). Perbandingan Model GWR dengan *Fixed* dan Adaptive *Bandwidth* untuk Persentase Penduduk Miskin di Jawa Tengah. Jurnal Gaussian, 5(3), 535–544.

Pham, T. (2019). Pemodelan Spasial dengan Regresi Tertimbang Geografis: Studi Kasus dalam Analisis Lingkungan . Jurnal Penelitian Lingkungan, 11(4), 230-250.

Pratiwi, Y. D., Mariani, S., and Hendikawati, P. (2019). Pemodelan Regresi Spasial menggunakan Geographically Weighted Regression. UNNES Journal of Mathematics, 8(2):32–41.

Putra, R., Wahyuning Tyas, S., & Fadhlurrahman, M. G. (2022). Geographically Weighted Regression with The Best Kernel Function on Open Unemployment Rate Data in East Java Province. Enthusiastic: International Journal of Applied Statistics and Data Science, 2(1), 26–36.

Rahmalia, S., Ariusni, & Triani, M. (2019). Pengaruh Tingkat Pendidikan, Pengangguran, dan Kemiskinan terhadap Kriminalitas di Indonesia. Jurnal Kajian Ekonomi dan Pembangunan, 1(1), 21–36.

Rath *et al*. (2020). Meningkatkan akurasi prediktif dalam model Regresi Tertimbang Geografis . Jurnal Ekonometrika Spasial, 15(2), 150-167.

Repi, H., *et al.* (2016). Durbin-Watson Test for Autocorrelation in Crime Modeling. Journal of Statistical Methods, 17(4), 243–258.

Sartika, A. (2020). Goodness of Fit in Geographically Weighted Regression Models for Crime Analysis. Journal of Statistical Research, 20(1), 98–122.

Sinaga, J. P., *et al*. (2021). Analysis of Geographically Weighted Regression (GWR) on Retail Prices of Medium Rice and Red Chili in Java. Jurnal Manajemen dan Agribisnis, 18(2), 144–155.

Siregar, M. (2017). Indeks Pembangunan Manusia dan Pengaruhnya terhadap Stabilitas Sosial. Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Berkelanjutan, 10(4), 215–230.

Smith, J., *et al*. (2021). Regresi Tertimbang Secara Geografis untuk Analisis Data Sosial Ekonomi: Sebuah Tinjauan . Jurnal Sains Regional, 22(3), 300-318.

Song, J., *et al*. (2017). Optimizing *Bandwidth* Selection in Geographically Weighted Regression for Crime Studies. Journal of Geospatial Analysis, 14(2), 150–168.

Sriningsih, T. (2018). Pemanfaatan metode GWR dalam menggambarkan kemiskinan di Indonesia . Jurnal Ilmu Statistik, 9(1), 55-70.

Supriyatin, L. (2020). Aplikasi Regresi Tertimbang Geografis dalam bidang kesehatan masyarakat . Jurnal Epidemiologi, 13(2), 87-99.

Syafwan, M., *et al*. (2021). Tingkat Pengangguran dan Kriminalitas: Studi Empiris di Indonesia. Journal of Economic Behavior, 5(1), 102–118.

Wang, J., & Chen, S. (2017). Determining Optimal *Bandwidth* for GWR Using Cross Validation Methods. Journal of Spatial Statistics, 19(2), 154–170.

Wu, L., *et al*. (2020). Comparing *Fixed* and Adaptive Kernel Functions in GWR Models for Crime Mapping. Journal of Spatial Crime Studies, 17(3), 134–156.

Yusuf, D. W. S., *et al*. (2020). Pemodelan Geographically Weighted Regression (GWR) Pada Persentase Kriminalitas di Provinsi Jawa Timur Tahun 2017. Journal of Statistics, 4(1), 156–163.

Zurisdah, Z. (2016). Penggunaan Metode Durbin-Watson dalam Analisis Autokorelasi pada Data Kriminalitas. Jurnal Ilmiah Statistika, 8(2), 175–189.