

Algoritma Ordinary Kriging Untuk Pemetaan Kriminalitas Berbasis Data Geospasial di Kabupaten Purbalingga

Ordinary Kriging Algorithm for Geospatial Data-Based Crime Mapping in Purbalingga

Yunif Putra Pradeka^{1*}, Dimara Kusuma Hakim²

^{1,2}Fakultas Teknik dan Sains, Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Jl. K. H Ahmad Dahlan Purwokerto, Indonesia

email: *1yunifputrapradeka@gmail.com, *2dimarakusumahakim@gmail.com,

ABSTRAK

Kabupaten Purbalingga menghadapi tantangan dalam mengoptimalkan alokasi sumber daya preventif keamanan. Kegiatan patroli yang berjalan selama ini cenderung bersifat reaktif dan belum sepenuhnya memanfaatkan analisis spasial berbasis data untuk menentukan area prioritas. Kondisi tersebut berdampak pada efektivitas penempatan sumber daya yang kurang optimal. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan metode geostatistik *Ordinary Kriging* untuk membangun model pemetaan prediktif sebaran kriminalitas di Kabupaten Purbalingga, mengidentifikasi wilayah rawan (*hotspot*), serta mengevaluasi tingkat akurasi model yang dihasilkan. Penelitian ini menggunakan metode *Ordinary Kriging* dengan model *semivariogram* teoritis *Spherical*. Data terdiri dari 35 kasus kriminalitas pada 29 titik koordinat unik yang bersumber dari Polres Purbalingga Tahun 2024. Evaluasi kinerja model dilakukan secara kuantitatif menggunakan metrik *Mean Squared Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma *Ordinary Kriging* dapat diimplementasikan secara efektif dan menghasilkan performa prediksi yang baik. Model yang dibangun memperoleh nilai MSE sebesar 0,0395 dan MAPE sebesar 9,20%, yang menggambarkan tingkat *error* prediksi yang rendah dan reliabel. Model mampu memetakan pola spasial serta mengidentifikasi *hotspot* kriminalitas dengan rentang nilai prediksi kerawanan antara 1,04 hingga 2,46. Luaran penelitian direalisasikan dalam bentuk *dashboard web* interaktif berbasis Streamlit yang dapat dimanfaatkan oleh Polres Purbalingga sebagai instrumen pendukung keputusan untuk optimalisasi alokasi sumber daya dan penyusunan rute patroli preventif yang lebih efisien, terukur, dan proaktif.

Kata Kunci: *Ordinary Kriging, Pemetaan Kriminalitas, Hotspot, Sistem Informasi Geografis.*

(Dikirim: 13 Januari 2026, Direvisi: 27 Januari 2026, Diterima: 28 Januari 2026)

ABSTRACT

Purbalingga Regency faces challenges in optimizing the allocation of preventive security resources. Existing patrol activities tend to be reactive and have not fully utilized data-driven spatial analysis to determine priority areas. This condition leads to suboptimal resource allocation and reduced effectiveness. This study aims to implement the geostatistical Ordinary Kriging method to develop a predictive crime distribution mapping model in Purbalingga Regency, identify crime-prone areas (hotspots), and evaluate the accuracy of the resulting model. The study employs the Ordinary Kriging method with a Spherical theoretical semivariogram model. The data consist of 35 crime cases at 29 unique coordinate points obtained from the Purbalingga Police Department in 2024. Model performance

is quantitatively evaluated using Mean Squared Error (MSE) and Mean Absolute Percentage Error (MAPE) metrics. The results indicate that the Ordinary Kriging algorithm can be effectively implemented and produces good predictive performance. The developed model achieved an MSE value of 0.0395 and a MAPE value of 9.20%, reflecting low and reliable prediction errors. The model successfully maps spatial crime patterns and identifies crime hotspots with predicted vulnerability values ranging from 1.04 to 2.46. The research output is realized in the form of an interactive web-based dashboard developed using Streamlit, which the Purbalingga Police Department can utilize as a decision-support tool to optimize resource allocation and design more efficient, measurable, and proactive preventive patrol routes.

Keywords: Ordinary Kriging; crime mapping; hotspots; Geographic Information System.

1. Pendahuluan

Keamanan publik merupakan salah satu faktor fundamental dalam mendukung keberlangsungan aktivitas sosial dan ekonomi masyarakat. Kondisi lingkungan yang aman memungkinkan masyarakat menjalankan aktivitas secara produktif, sementara meningkatnya kriminalitas dapat menimbulkan rasa tidak aman serta menghambat stabilitas sosial dan pembangunan daerah. Oleh karena itu, upaya pencegahan kejahatan menjadi kebutuhan penting yang tidak hanya bersifat reaktif, tetapi juga proaktif dan berbasis pada informasi yang akurat [1].

Kabupaten Purbalingga sebagai wilayah yang terus berkembang di Provinsi Jawa Tengah menghadapi tantangan dalam menjaga stabilitas keamanan. Data kriminalitas menunjukkan adanya berbagai jenis tindak kejahatan yang tersebar di sejumlah wilayah, mulai dari kejahatan dengan kekerasan hingga gangguan ketertiban umum. Beberapa kasus kriminal menonjol, seperti pembunuhan berencana dan penganiayaan berat, serta meningkatnya fenomena tawuran remaja dan peredaran obat terlarang, mengindikasikan bahwa risiko kriminalitas masih menjadi persoalan yang perlu mendapat perhatian serius [2].

Permasalahan utama dalam penanganan kriminalitas di Kabupaten Purbalingga tidak semata-mata terletak pada jumlah kejadian, melainkan pada keterbatasan dalam efisiensi alokasi sumber daya preventif aparat keamanan. Keterbatasan jumlah personel yang tidak sebanding dengan dinamika kasus kriminal menyebabkan upaya pengamanan sering kali bersifat reaktif dan belum sepenuhnya didukung oleh analisis spasial yang sistematis [3] [4]. Akibatnya, penentuan lokasi prioritas patroli masih dilakukan tanpa dasar prediktif yang kuat mengenai wilayah dengan tingkat risiko kejahatan tertinggi.

Pendekatan analisis kriminalitas konvensional yang hanya mengandalkan tabulasi data statistik belum mampu menjawab kebutuhan tersebut, khususnya dalam mengidentifikasi pola spasial dan lokasi rawan kejahatan secara akurat [5]. Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) menawarkan solusi melalui analisis spasial yang mampu memetakan distribusi kejahatan dan mengidentifikasi area *hotspot*. Namun, data kriminalitas umumnya berbentuk data titik yang belum mampu merepresentasikan tingkat kerawanan wilayah secara menyeluruh. Oleh karena itu, diperlukan metode analisis yang dapat mengubah data titik menjadi informasi spasial yang lebih komprehensif.

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan metode geostatistik *Ordinary Kriging* dalam membangun model pemetaan prediktif kriminalitas di Kabupaten Purbalingga. Metode ini dipilih karena kemampuannya menghasilkan estimasi yang lebih realistis dengan mempertimbangkan struktur autokorelasi spasial data. Melalui pemodelan ini, diharapkan dapat diidentifikasi wilayah-wilayah rawan kriminalitas secara lebih akurat, sehingga mendukung optimalisasi penentuan area prioritas patroli.

Kontribusi penelitian ini terletak pada penyediaan peta prediktif kriminalitas berbasis data geospasial yang dapat dimanfaatkan sebagai instrumen pendukung pengambilan keputusan. Hasil

penelitian diharapkan dapat membantu aparat keamanan dalam merancang strategi pencegahan yang lebih terarah, efisien, dan proaktif, serta memberikan kontribusi akademik dalam pengembangan pemanfaatan analisis spasial untuk pemetaan kriminalitas di tingkat daerah.

2. Kajian Pustaka

2.1 Pemetaan Kriminalitas Dan Sistem Informasi Geografis

Pemetaan kriminalitas (*crime mapping*) merupakan pendekatan analisis spasial yang memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk memvisualisasikan dan menganalisis distribusi kejadian kejahatan dalam suatu wilayah. Pendekatan ini berfokus pada identifikasi pola spasial dan area dengan konsentrasi kejadian tinggi atau *hotspot*, yang dapat dimanfaatkan sebagai dasar perencanaan strategi pencegahan kejahatan berbasis lokasi [6]. Dalam perspektif kriminologi lingkungan, kejahatan dipahami sebagai fenomena yang tidak terjadi secara acak, melainkan mengikuti pola aktivitas manusia dan kondisi ruang tertentu. Teori aktivitas rutin menyatakan bahwa kejahatan muncul ketika terdapat pelaku yang termotivasi, target yang sesuai, dan ketiadaan pengawasan pada ruang dan waktu yang sama [7]. Oleh karena itu, pemetaan kriminalitas berbasis SIG berperan penting sebagai instrumen pendukung pengambilan keputusan bagi aparat penegak hukum.

2.2 Data Geospasial Dan Interpolasi Spasial

Data geospasial merupakan data yang memiliki referensi lokasi geografis dan direpresentasikan dalam bentuk data vektor maupun raster. Data vektor digunakan untuk merepresentasikan objek dengan batas tegas seperti titik kejadian kriminalitas dan batas administrasi wilayah, sedangkan data raster digunakan untuk menggambarkan fenomena yang bersifat kontinu dalam bentuk permukaan nilai [8]. Dalam konteks pemetaan kriminalitas, data titik kejadian memiliki keterbatasan karena hanya merepresentasikan lokasi kejadian yang dilaporkan. Oleh karena itu, diperlukan interpolasi spasial untuk memperkirakan nilai pada lokasi yang tidak teramati dan membentuk gambaran tingkat kerawanan secara menyeluruh di seluruh wilayah studi [9]. Interpolasi spasial memungkinkan analisis risiko kejahatan dilakukan secara lebih komprehensif dan tidak terbatas pada lokasi kejadian semata.

2.3 Ordinary Kriging Dan Semivariogram

Ordinary Kriging merupakan metode interpolasi geostatistik yang menghasilkan estimasi tidak bias dengan variansi kesalahan minimum melalui pemanfaatan struktur autokorelasi spasial data. Struktur korelasi spasial tersebut dimodelkan menggunakan semivariogram, yang mengukur tingkat kesamaan nilai data berdasarkan jarak antar titik observasi [10]. Dibandingkan metode interpolasi deterministik seperti *Poligon Thiessen* atau *Inverse Distance Weighting*, *Ordinary Kriging* mampu menghasilkan permukaan prediksi yang lebih halus dan realistis, serta menyediakan informasi tingkat ketidakpastian melalui standar *error* prediksi [11] [12]. Keunggulan ini menjadikan *Ordinary Kriging* relevan untuk memodelkan fenomena sosial seperti kriminalitas yang memiliki karakteristik spasial yang kompleks dan bersifat gradual.

2.4 Penelitian Terdahulu Terkait

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pendekatan spasial dan geostatistik efektif dalam pemetaan dan analisis kriminalitas. Gazali (2024) membandingkan metode *Co-Kriging* dan *Inverse Distance Weighting* dalam pemetaan kriminalitas di Kalimantan Selatan dan menemukan bahwa IDW lebih stabil akibat kendala pembentukan *cross-variogram* pada *Co-Kriging*. Sementara itu, [13] menerapkan *Ordinary Kriging* untuk menduga kriminalitas di Pangkalpinang dan Kabupaten Bangka, serta berhasil mengidentifikasi wilayah *hotspot*, meskipun evaluasi kinerja model belum dilakukan secara kuantitatif menggunakan metrik kesalahan.

Penelitian lain mengembangkan pendekatan spasial yang lebih kompleks, seperti *Geographically Weighted Regression* untuk menganalisis faktor penyebab kriminalitas [14], serta integrasi analisis spasial-temporal dan machine learning untuk prediksi kejahatan dinamis [15]. Studi oleh [7] dan [16] menunjukkan bahwa varian metode *Ordinary Kriging* mampu meningkatkan akurasi prediksi dengan memasukkan variabel tambahan. Namun, kompleksitas metode tersebut cenderung menyulitkan penerapan praktis sebagai alat bantu keputusan operasional. Berdasarkan kajian tersebut, penelitian ini memposisikan *Ordinary Kriging* sebagai pendekatan yang seimbang antara keandalan prediksi, kesederhanaan implementasi, dan relevansi aplikatif dalam pemetaan kriminalitas berbasis data geospasial.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode analisis geostatistik untuk memodelkan sebaran spasial kriminalitas di Kabupaten Purbalingga. Metode yang digunakan adalah *Ordinary Kriging*, yang dipilih karena kemampuannya menghasilkan estimasi yang tidak bias dengan variansi kesalahan minimum serta mempertimbangkan struktur autokorelasi spasial antar data [17].

3.1 Data Dan Wilayah Penelitian

Data yang digunakan merupakan data sekunder yang bersumber dari Kepolisian Resor Purbalingga berupa titik koordinat kejadian kriminalitas yang mencakup informasi *longitude*, *latitude*, dan jumlah kejadian selama periode 1 Januari hingga 31 Desember 2024. Data terdiri dari 35 kejadian kriminalitas yang tersebar pada 29 titik koordinat unik. Selain itu, penelitian ini menggunakan data batas administrasi wilayah kecamatan dan desa di Kabupaten Purbalingga dalam format *shapefile* yang diperoleh dari GADM (*Database of Global Administrative Areas*) sebagai batasan wilayah analisis.

3.2 Ordinary Kriging

Ordinary Kriging memprediksi nilai suatu variabel pada lokasi yang tidak teramati sebagai kombinasi linier berbobot dari nilai observasi di sekitarnya. Secara matematis, prediksi pada lokasi S_0 dirumuskan sebagai berikut:

$$\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(s_i) \quad (1)$$

dengan syarat:

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \quad (2)$$

di mana $\hat{Z}(s_0)$ merupakan nilai prediksi pada lokasi yang tidak teramati, $Z(s_i)$ adalah nilai observasi pada lokasi ke- i , λ_i adalah bobot yang ditentukan berdasarkan struktur korelasi spasial, dan n adalah jumlah titik observasi.

3.3 Semivariogram

Penentuan bobot dalam *Ordinary Kriging* didasarkan pada semivariogram yang menggambarkan autokorelasi spasial data. Semivariogram eksperimental dihitung menggunakan persamaan:

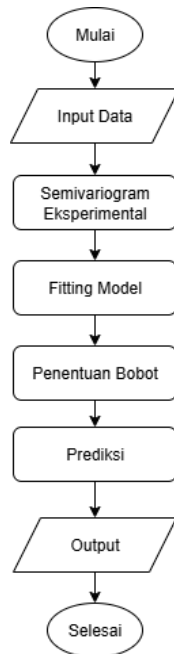
$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(s_i) - Z(s_i + h)]^2 \quad (3)$$

di mana h adalah jarak antar pasangan titik dan $N(h)$ merupakan jumlah pasangan titik pada jarak tersebut. Nilai semivariogram eksperimental kemudian dicocokkan dengan model semivariogram teoritis. Penelitian ini menggunakan model *Spherical*, yang secara umum dinyatakan sebagai:

$$\gamma(h) = \begin{cases} 0, & h = 0 \\ C_0 + C \left[\frac{3}{2} \left(\frac{h}{a} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right], & 0 < h \leq a \\ C_0 + C, & h > a \end{cases} \quad (4)$$

dengan C_0 sebagai *nugget*, C sebagai *sill*, dan a sebagai *range*.

3.4 Diagram alur *ordinary kriging*



Gambar 1. Diagram Alur *Ordinary Kriging*

Diagram alur pada Gambar 1 menunjukkan tahapan penerapan metode *Ordinary Kriging* dalam penelitian ini. Proses diawali dengan input data geospasial kriminalitas Kabupaten Purbalingga periode 1 Januari–31 Desember 2024 yang bersumber dari Kepolisian Resor Purbalingga, berupa titik koordinat kejadian dan jumlah kejadian pada setiap lokasi. Selanjutnya dilakukan perhitungan semivariogram eksperimental untuk menganalisis autokorelasi spasial data berdasarkan hubungan antara jarak dan nilai *semivarians*. Semivariogram tersebut kemudian dicocokkan dengan model teoritis *Spherical* guna memperoleh parameter geostatistik utama, yaitu *nugget*, *sill*, dan *range*. Berdasarkan model semivariogram yang terbentuk, bobot interpolasi *Ordinary Kriging* dihitung dengan mempertimbangkan jarak dan struktur korelasi spasial antar titik. Tahap prediksi dilakukan untuk mengestimasi nilai kriminalitas pada lokasi yang tidak teramati, dan hasil akhirnya berupa peta *raster* yang menggambarkan sebaran tingkat kerawanan kriminalitas di wilayah studi.

3.5 Evaluasi kinerja model

Kinerja model prediksi dievaluasi menggunakan dua metrik kuantitatif, yaitu *Mean Squared Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). MSE digunakan untuk mengukur rata-rata selisih kuadrat antara nilai prediksi dan nilai aktual, yang dirumuskan sebagai:

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad (5)$$

Sedangkan MAPE digunakan untuk mengukur kesalahan prediksi dalam bentuk persentase sebagai berikut:

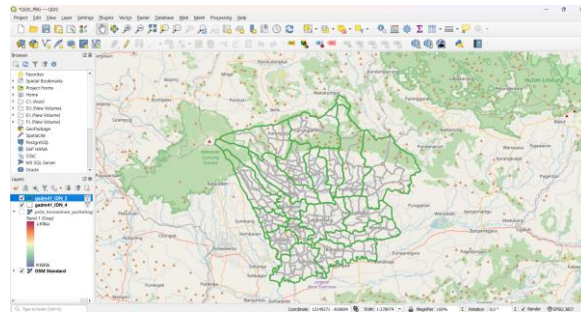
$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i - \hat{Y}_i}{Y_i} \right| \times 100\% \quad (6)$$

Nilai MSE dan MAPE yang lebih kecil menunjukkan tingkat akurasi model yang lebih baik.

3.6 Visualisasi hasil

Hasil Hasil interpolasi *Ordinary Kriging* divisualisasikan dalam bentuk peta *raster* yang merepresentasikan tingkat kerawanan kriminalitas di wilayah studi. Visualisasi utama disajikan melalui *dashboard web* interaktif berbasis Streamlit guna mempermudah interpretasi dan eksplorasi hasil pemodelan oleh pengguna.

Selain itu, QGIS digunakan sebagai alat bantu untuk validasi spasial serta penyusunan peta kartografis formal. Melalui QGIS, hasil interpolasi dapat ditampilkan bersama peta dasar dan batas administrasi wilayah sehingga memudahkan interpretasi spasial secara kontekstual. Visualisasi peta menggunakan QGIS ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Visualisasi Peta Menggunakan QGIS

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Lingkungan Implementasi

Proses implementasi dan pengujian model pemetaan kriminalitas dilakukan pada lingkungan komputasi berbasis sistem operasi Windows 11 dengan bahasa pemrograman Python. Implementasi algoritma *Ordinary Kriging* memanfaatkan pustaka *PyKrige* sebagai inti pemodelan geostatistik, sedangkan pengolahan data spasial dan visualisasi dilakukan dengan dukungan *GeoPandas*, *Rasterio*, dan QGIS. Daftar *library* dan *framework* yang digunakan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. *Library* dan *Framework*

No	Library	Jumlah
1	<i>Pandas</i>	Pengolahan dan manipulasi data tabular kriminalitas
2	<i>GeoPandas</i>	Pemrosesan data geospasial dan batas administrasi
3	<i>PyKrige</i>	Interpolasi <i>Ordinary Kriging</i> dan pemodelan variogram
4	<i>NumPy</i>	Operasi numerik dan evaluasi model
5	<i>Rasterio</i>	Pengolahan dan visualisasi <i>raster</i> (GeoTIFF)
6	<i>Streamlit</i>	Pengembangan <i>dashboard web</i> interaktif
7	<i>Folium</i>	Visualisasi peta interaktif
8	<i>Streamlit-folium</i>	Integrasi peta <i>Folium</i> ke <i>Streamlit</i>
9	<i>Branca</i>	Pembuatan legenda dan <i>colormap</i>
10	<i>Matplotlib</i>	Visualisasi data pendukung

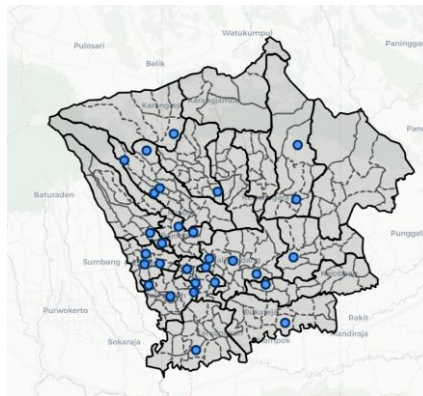
4.2 Hasil interpolasi model

Tahap awal pemodelan diawali dengan pemuatan data kriminalitas yang terdiri dari 35 kasus pada 29 titik koordinat unik. Data tersebut menjadi masukan utama dalam proses interpolasi dan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Kriminalitas

No	Longitude	Latitude	Jumlah Kejadian
1	109.333730	-7.381885	1
2	109.360804	-7.387364	3
3	109.368803	-7.401475	1
4	109.318939	-7.382655	1
5	109.405989	-7.379737	1
6	109.320613	-7.271718	1
7	109.469842	-7.266689	2
8	109.324172	-7.352547	1
9	109.352424	-7.346254	1
10	109.465415	-7.376373	1
11	109.344100	-7.413959	1
12	109.468788	-7.319807	3
13	109.391054	-7.312307	1
14	109.379435	-7.385898	1
15	109.347272	-7.255470	1
16	109.335765	-7.362363	1
17	109.367825	-7.410034	1
18	109.382505	-7.377151	2
19	109.322656	-7.403215	1
20	109.328696	-7.313173	1
21	109.388399	-7.400542	1
22	109.457338	-7.440414	1
23	109.298660	-7.281219	1
24	109.369567	-7.466782	1
25	109.429088	-7.392669	1
26	109.320050	-7.372928	1
27	109.438514	-7.402690	1
28	109.367050	-7.351474	1
29	109.333889	-7.308383	1

Untuk memberikan gambaran spasial awal, persebaran titik kejadian kriminalitas divisualisasikan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3, yang memperlihatkan bahwa kejadian tersebar tidak merata di wilayah Kabupaten Purbalingga.



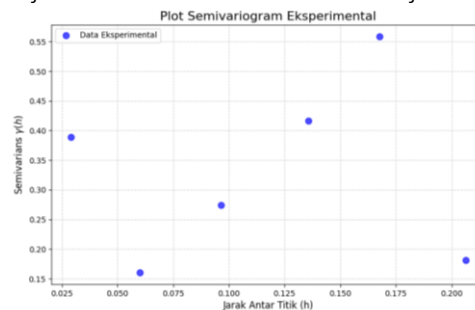
Gambar 3. Pemetaan Data Kriminalitas Awal

Analisis geostatistik dimulai dengan perhitungan semivariogram eksperimental untuk mengidentifikasi pola autokorelasi spasial antar titik kejadian. Hasil perhitungan numerik semivariogram berdasarkan interval jarak disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Numerik Semivariogram

Interval Jarak	Semivarians ($\hat{\gamma}(h)$)
0.029149	0.388889
0.059910	0.160550
0.096506	0.274510
0.135654	0.416667
0.167648	0.558824
0.206355	0.181818

Visualisasi hubungan antara jarak dan nilai semivarians ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Visualisasi Hubungan Antara Jarak Dan Nilai Semivarians

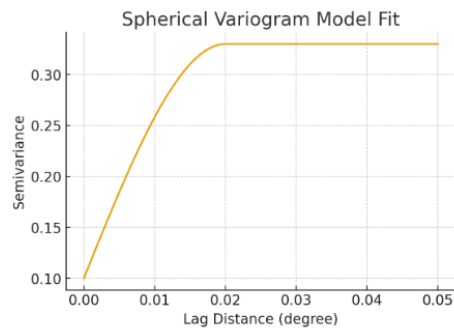
Pola pada grafik menunjukkan adanya hubungan spasial yang cukup jelas pada jarak tertentu, sehingga memungkinkan dilakukan pemodelan semivariogram teoritis.

Tahap selanjutnya adalah fitting semivariogram eksperimental dengan model teoritis *Spherical*. Proses ini bertujuan memperoleh parameter geostatistik yang mendefinisikan struktur spasial data. nilai parameter *nugget*, *sill*, dan *range* dirangkum pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Parameter *Nugget*, *Sill*, Dan *Range*

Parameter	Simbol	Nilai Asli	Nilai Setelah Pembulatan
<i>Sill</i>	C	0.234474	0.23
<i>Range</i>	a	0.018354	0.02
<i>Nugget</i>	C_0	0.095378	0.10
<i>Sill Total</i>	$C_0 + C$	0.329852	0.33

Visualisasi hasil *fitting* ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Visualisasi hasil *fitting*

Nilai *range* sebesar 0,02 derajat menunjukkan bahwa autokorelasi spasial data kriminalitas masih signifikan hingga jarak tersebut, sementara nilai *nugget* yang relatif kecil mengindikasikan bahwa komponen kesalahan acak tidak mendominasi data.

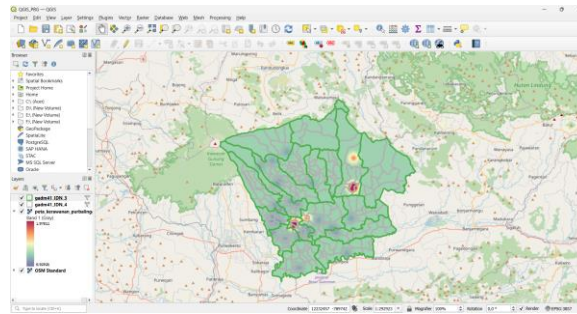
Berdasarkan parameter model *Spherical* yang telah diperoleh, algoritma *Ordinary Kriging* kemudian dieksekusi untuk melakukan prediksi nilai kriminalitas pada lokasi yang tidak teramati. Proses prediksi dilakukan pada *grid* wilayah Kabupaten Purbalingga dan menghasilkan permukaan kontinu dalam bentuk *raster*. Eksekusi prediksi ditunjukkan pada Gambar 6.

```

1 min_lon, min_lat, max_lon, max_lat = gdf_kec_pbg.total_bound
2 grid_lon = np.arange(min_lon, max_lon, GRID_RESOLUTION)
3 grid_lat = np.arange(min_lat, max_lat, GRID_RESOLUTION)
4                                     N
5 zdata, ss = OK_final.execute("grid", grid_lon, grid_lat)
    
```

Gambar 6. Kode Prediksi *Ordinary Kriging*

Hasil visualisasi *raster* kerawanan kriminalitas disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil visualisasi *raster*

Analisis lebih lanjut terhadap hasil interpolasi dilakukan dengan mengekstraksi nilai prediksi *raster* ke dalam bentuk tabel. Cuplikan data prediksi disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Hasil Prediksi Model

Longitude	Latitude	Nilai Prediksi Kerawanan
109.441171	-7.161680	1.214002
109.442171	-7.161680	1.214002
109.443171	-7.161680	1.214002
109.444171	-7.161680	1.214002
109.439171	-7.162680	1.214002

Dari data pada Tabel, statistik deskriptif dari seluruh titik prediksi ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Statistik Deskriptif

Nilai Prediksi Kerawanan	
<i>Count</i>	67137.000000
<i>Mean</i>	1.214077
<i>Std</i>	0.077141
<i>Min</i>	1.040548
<i>25%</i>	1.213998
<i>50%</i>	1.214002
<i>75%</i>	1.214002
<i>Max</i>	2.462898

Hasil statistik menunjukkan bahwa nilai prediksi kerawanan berada pada rentang 1,04 hingga 2,46 dengan nilai rata-rata sekitar 1,21. Rentang ini menunjukkan adanya variasi tingkat kerawanan antarwilayah, meskipun sebagian besar wilayah memiliki nilai yang relatif mendekati rata-rata.

4.3 Evaluasi kinerja model

Untuk menilai tingkat akurasi model *Ordinary Kriging*, dilakukan evaluasi kuantitatif dengan membandingkan nilai prediksi dan nilai aktual pada titik observasi. Tabel 7 menyajikan perbandingan antara nilai aktual dan nilai hasil prediksi pada masing-masing titik observasi. Tabel ini memberikan

gambaran langsung mengenai selisih prediksi pada setiap lokasi, sehingga memungkinkan identifikasi tingkat kesesuaian model terhadap data observasi secara individual.

Tabel 7. Perbandingan Antara Nilai Aktual Dan Nilai Hasil Prediksi

Longitude	Latitude	Kejadian	Nilai Prediksi	Nilai Selisih
109.333730	-7.381885	1	1.07	0.07
109.360804	-7.387364	3	2.39	0.61
109.368803	-7.401475	1	1.10	0.10
109.318939	-7.382655	1	1.05	0.05
109.405989	-7.379737	1	1.08	0.08
109.320613	-7.271718	1	1.08	0.08
109.469842	-7.266689	2	1.72	0.28
109.324172	-7.352547	1	1.08	0.08
109.352424	-7.346254	1	1.08	0.08
109.465415	-7.376373	1	1.08	0.08
109.344100	-7.413959	1	1.08	0.08
109.468788	-7.319807	3	2.35	0.65
109.391054	-7.312307	1	1.07	0.07
109.379435	-7.385898	1	1.19	0.19
109.347272	-7.255470	1	1.08	0.08
109.335765	-7.362363	1	1.07	0.07
109.367825	-7.410034	1	1.05	0.05
109.382505	-7.377151	2	1.68	0.32
109.322656	-7.403215	1	1.08	0.08

109.32869 6	-7.313173	1	1.05	0.05
109.38839 9	-7.400542	1	1.07	0.07
109.45733 8	-7.440414	1	1.08	0.08
109.29866 0	-7.281219	1	1.08	0.08
109.36956 7	-7.466782	1	1.08	0.08
109.42908 8	-7.392669	1	1.08	0.08
109.32005 0	-7.372928	1	1.08	0.08
109.43851 4	-7.402690	1	1.07	0.07
109.36705 0	-7.351474	1	1.07	0.07
109.33388 9	-7.308383	1	1.06	0.06

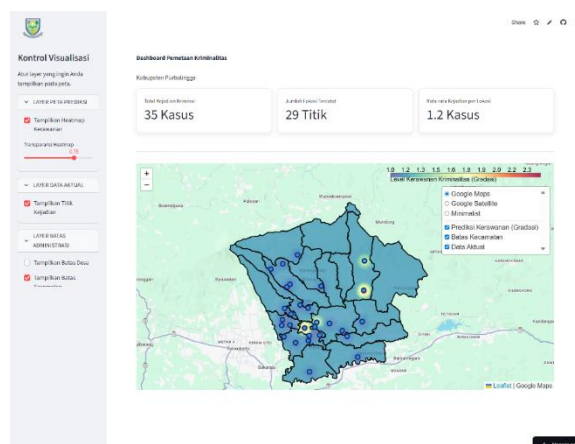
Ringkasan kinerja model secara keseluruhan ditunjukkan pada Tabel 8, yang memuat nilai metrik evaluasi *Mean Squared Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Berdasarkan tabel tersebut, model menghasilkan nilai MSE sebesar 0,0395 dan nilai MAPE sebesar 9,20%. Nilai MAPE yang berada di bawah ambang 10% mengindikasikan bahwa model memiliki tingkat akurasi yang baik dan dapat diandalkan dalam memprediksi sebaran kriminalitas. Dengan demikian, model *Ordinary Kriging* yang dibangun mampu merepresentasikan pola spasial kriminalitas secara cukup akurat dan layak digunakan sebagai instrumen pendukung analisis spasial.

Tabel 8. Hasil Evaluasi Model

Metrik Evaluasi	Hasil
<i>Mean Squared Error</i> (MSE)	0.0395
<i>Mean Absolute Percentage Error</i> (MAPE)	9.20%

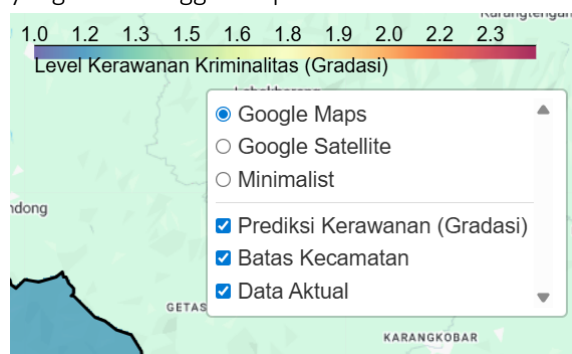
4.4 Implementasi *Dashboard* Visualisasi

Sebagai luaran akhir, hasil interpolasi divisualisasikan dalam bentuk *dashboard web* interaktif berbasis Streamlit. Gambar menampilkan antarmuka utama dashboard yang berfungsi sebagai pusat navigasi visualisasi. Pada tampilan ini, pengguna dapat melihat peta kerawanan kriminalitas secara keseluruhan beserta elemen pendukung seperti judul, legenda, dan kontrol interaksi.



Gambar 8. Visualisasi *Dashboard* Peta Interaktif

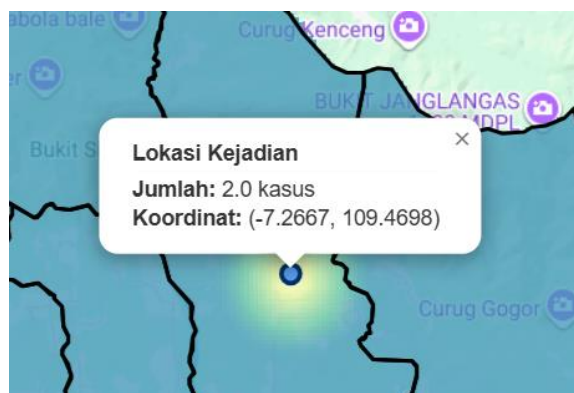
Visualisasi peta interaktif ditampilkan pada Gambar 8, yang memperlihatkan sebaran tingkat kerawanan kriminalitas dalam bentuk peta tematik. Peta ini memungkinkan pengguna untuk melakukan eksplorasi spasial melalui fitur interaktif seperti *zoom* dan *pan*, sehingga memudahkan identifikasi area dengan tingkat kerawanan yang relatif tinggi maupun rendah.



Gambar 9. Komponen Visualisasi Pada Peta

Selanjutnya, Gambar 9 menampilkan komponen visualisasi tambahan yang mendukung analisis, seperti legenda warna dan *layer* batas administrasi wilayah. Komponen ini membantu pengguna dalam memahami skala nilai prediksi serta konteks geografis dari peta kerawanan kriminalitas yang ditampilkan.

Fitur informasi detail lokasi ditunjukkan pada Gambar 10, di mana pengguna dapat mengakses informasi kejadian kriminalitas pada titik tertentu melalui *popup*. Fitur ini memungkinkan penampikan data atribut seperti koordinat lokasi dan nilai prediksi kriminalitas, sehingga mendukung analisis yang lebih spesifik pada tingkat lokasi.



Gambar 10. Fitur Detail Titik Kejadian

4.5 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *Ordinary Kriging* mampu memodelkan sebaran spasial kriminalitas di Kabupaten Purbalingga secara efektif. Peta raster yang dihasilkan memperlihatkan adanya variasi tingkat kerawanan antarwilayah, sehingga memungkinkan identifikasi area dengan potensi risiko kriminalitas yang lebih tinggi. Temuan ini sejalan dengan konsep kriminologi lingkungan yang menyatakan bahwa kejahatan cenderung membentuk pola spasial tertentu dan tidak terjadi secara acak. Nilai MSE dan MAPE yang rendah menunjukkan bahwa pendekatan geostatistik *Ordinary Kriging* layak digunakan sebagai instrumen pendukung keputusan. Dibandingkan pendekatan interpolasi deterministik, metode ini memberikan keunggulan dalam mempertimbangkan autokorelasi spasial serta menyediakan estimasi yang lebih realistis. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai dasar awal bagi aparat penegak hukum dalam menentukan wilayah prioritas patroli dan strategi pencegahan yang lebih proaktif.

5. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa metode *Ordinary Kriging* mampu digunakan secara efektif untuk memodelkan dan memetakan sebaran spasial kriminalitas di Kabupaten Purbalingga. Hasil interpolasi menghasilkan peta *raster* yang merepresentasikan tingkat kerawanan kriminalitas secara kontinu, sehingga memungkinkan identifikasi area dengan potensi risiko kejahatan yang relatif lebih tinggi maupun lebih rendah. Struktur autokorelasi spasial yang dimodelkan melalui semivariogram *Spherical* mampu menggambarkan hubungan spasial antar titik kejadian kriminalitas secara memadai.

Evaluasi kinerja model menunjukkan bahwa pendekatan *Ordinary Kriging* memiliki tingkat akurasi yang baik, dengan nilai *Mean Squared Error* (MSE) sebesar 0,0395 dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 9,20%. Nilai kesalahan yang relatif rendah tersebut mengindikasikan bahwa model prediksi yang dibangun mampu merepresentasikan pola spasial kriminalitas secara cukup akurat. Dengan demikian, metode ini layak digunakan sebagai instrumen pendukung pengambilan keputusan dalam perencanaan strategi pencegahan kejahatan berbasis lokasi.

Dari sisi praktis, hasil penelitian ini memberikan kontribusi berupa *dashboard web* interaktif yang memvisualisasikan peta kerawanan kriminalitas secara informatif dan mudah diakses. Visualisasi ini dapat dimanfaatkan oleh aparat penegak hukum sebagai alat bantu dalam menentukan wilayah prioritas patroli serta merancang upaya pencegahan yang lebih proaktif dan efisien.

Sebagai saran, penelitian selanjutnya dapat mengembangkan model dengan memasukkan dimensi temporal untuk menganalisis dinamika kriminalitas dari waktu ke waktu, sehingga prediksi yang dihasilkan menjadi lebih komprehensif. Selain itu, integrasi variabel tambahan seperti faktor sosial-ekonomi, kepadatan penduduk, dan aktivitas masyarakat berpotensi meningkatkan akurasi model.

Pengembangan lebih lanjut pada sisi sistem, seperti penambahan fitur analitik lanjutan dan optimasi performa *dashboard*, juga disarankan agar hasil penelitian dapat dimanfaatkan secara lebih luas dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Rambe and L. Abdurrahman, "Implikasi Etika dan Hukum dalam Penggunaan Teknologi Pengenalan Wajah," *Jurnal Hukum Caraka Justitia*, vol. 4, no. 2, pp. 90–104, Nov. 2024, doi: 10.30588/jhcj.v4i2.1828.
- [2] R. A. Dirgantara, "Deretan Kasus Besar di Purbalingga Selama 2024, dari Pembunuhan hingga Rudapaksa Anak," *JatengNews*, Purbalingga, Dec. 31, 2024. Accessed: Sep. 19, 2025. [Online]. Available: <https://www.jatengnews.id/2024/12/31/deretan-kasus-besar-di-purbalingga-selama-2024-dari-pembunuhan-hingga-rudapaksa-anak/>
- [3] Kepolisian Resor Purbalingga, "Mengapa Polres Purbalingga Penting untuk Keamanan Masyarakat?," Website Polres Purbalingga. Accessed: Oct. 22, 2025. [Online]. Available: <https://polrespurbalingga.org/mengapa-polres-purbalingga-penting-untuk-keamanan-masyarakat/>
- [4] Suprianto, "Aparat Gabungan di Purbalingga Gencarkan Patroli Skala Besar," *rri.co.id*. Accessed: Oct. 22, 2025. [Online]. Available: <https://rri.co.id/daerah/1811564/aparat-gabungan-di-purbalingga-gencarkan-patroli-skala-besar>
- [5] S. Chainey and J. Ratcliffe, *GIS and crime mapping*. John Wiley & Sons, 2013.
- [6] A. Ahmad *et al.*, "Unveiling urban violence crime in the State of the Selangor, Kuala Lumpur and Putrajaya: a spatial–temporal investigation of violence crime in Malaysia's key cities," *Cogent Soc Sci*, vol. 10, no. 1, Dec. 2024, doi: 10.1080/23311886.2024.2347411.
- [7] H. Yu, L. Liu, B. Yang, and M. Lan, "Crime prediction with historical crime and movement data of potential offenders using a spatio-temporal cokriging method," *ISPRS Int J Geoinf*, vol. 9, no. 12, p. 732, 2020.
- [8] B. Widodo, U. Sastrawan, and W. Kuntari, "Comparison of R Packages for Spatial Data Analysis in Social Research," *Jurnal Sosial Terapan*, vol. 2, no. 2, pp. 46–52, Dec. 2024, doi: 10.29244/jsr.2.2.46-52.
- [9] A. Widiarti and I. Pratama, "Penanganan Missing Values dan Prediksi Data Timbunan Sampah Berbasis Machine Learning: Handling Missing Values and Prediction of Waste Pile Data Based on Machine Learning," *Rabit: Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Univrab*, vol. 9, no. 2, pp. 242–251, 2024.
- [10] E. K. Hendarwati, P. Lepong, and S. Suyitno, "Pemilihan Semivariogram Terbaik Berdasarkan Root Mean Square Error (RMSE) pada Data Spasial Eksplorasi Emas Awak Mas," *GEOSAINS KUTAI BASIN*, vol. 6, no. 1, p. 47, Feb. 2023, doi: 10.30872/geofisunmul.v6i1.1072.
- [11] A. Faisol, B. O. Paga, and J. P. Mahu, "Komparasi Metode Rata-Rata Aritmatika, Isohyet, dan Poligon Thiessen Dalam Menganalisis Curah Hujan Wilayah," *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, vol. 29, no. 2, pp. 214–224, 2025.
- [12] S. Najwa *et al.*, "Integrating Spatial Autoregressive Exogenous with Ordinary Kriging for Improved Rainfall Prediction in Java: Enhancing Accuracy with Climate Variables and Spatial Autocorrelation," *InPrime: Indonesian Journal of Pure and Applied Mathematics*, vol. 7, no. 1, pp. 25–43, Mar. 2025, doi: 10.15408/inprime.v7i1.42070.
- [13] T. P. M. Mustika, A. Wulandari, S. L. Wulandari, P. Pahmi, and R. Amelia, "Penerapan metode ordinary kriging terhadap pendugaan kriminalitas dalam upaya mengurangi aksi kejahatan di Kota Pangkalpinang dan Kabupaten Bangka," in *PROCEEDINGS OF NATIONAL COLLOQUIUM RESEARCH AND COMMUNITY SERVICE*, 2022, pp. 70–74.
- [14] D. A. Sulistiani, "Pemodelan Kriminalitas Di Sulawesi Selatan Menggunakan Model Geographically Weighted Regression (GWR)," *Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya*, 2022.

- [15] R. Roshankar and M. R. Keyvanpour, "Geocrime analytic framework (GCAF): A comprehensive framework for dynamic spatial temporal crime analysis," *Appl Spat Anal Policy*, vol. 18, no. 1, p. 33, 2025.
- [16] U. Usman, S. Suleiman, S. I. Yar'adua, and A. A. Ismail, "Spatial Analysis on the Crimes Rate Using Regression Kriging Model: A Case Study of Katsina State," *European Journal of Advances in Engineering and Technology*, vol. 8, no. 10, pp. 64–69, 2021.
- [17] F. J. Zowam and A. M. Milewski, "Groundwater Level Prediction Using Machine Learning and Geostatistical Interpolation Models," *Water (Switzerland)*, vol. 16, no. 19, Oct. 2024, doi: 10.3390/w16192771.