

Analisis Dimensi Geospasial Kerawanan Kriminalitas di Kabupaten Purbalingga Menggunakan Inverse Distance Weighting (IDW)

Geospatial Dimension Analysis of Crime Vulnerability in Purbalingga Regency Using the Inverse Distance Weighting (IDW) Method

Iqra Manaqibal^{1*}, Dimara Kusuma Hakim²

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

Jl. K. H. Ahmad Dahlan Purwokerto

email: ¹[*iqraoace@gmail.com](mailto:iqraoace@gmail.com) , ²dimarakusumahakim@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis dimensi geospasial kerawanan kriminalitas di Kabupaten Purbalingga dengan menyusun permukaan risiko kontinu berbasis Inverse Distance Weighting (IDW) pada skala desa/kelurahan. Data sekunder berupa titik koordinat kejadian kriminal berbagai kategori yang dilaporkan Polres Purbalingga tahun 2024 dikurasi dan dipadankan dengan batas administrasi desa. Normalisasi terhadap penduduk tahun 2024 menghasilkan laju minimum 9,31, median 21,52, rata-rata 25,15, dan maksimum 73,82 kasus per 100.000 penduduk. Permukaan kerawanan dibangun melalui IDW berbasis centroid desa pada grid beresolusi sekitar 100–150 meter. Konfigurasi terbaik yang diperoleh melalui validasi silang adalah $p = 2$, $k = 12$, dan radius tidak dibatasi, dengan kinerja RMSE 14,80 dan MAE 10,00. Hotspot diekstraksi dari permukaan laju IDW menggunakan ambang persentil ke-95. Hasil penelitian menyediakan gambaran spasial kerawanan yang lebih halus dibanding tabulasi agregat konvensional dan dapat dimanfaatkan sebagai instrumen pendukung keputusan bagi perencanaan patroli dan alokasi sumber daya keamanan.

Kata Kunci: Kerawanan Kriminalitas, Analisis Spasial, Inverse Distance Weighting, Sistem Informasi Geografis, Kabupaten Purbalingga

ABSTRACT

This study analyses the geospatial dimensions of crime risk in Purbalingga Regency by constructing a continuous risk surface based on Inverse Distance Weighting (IDW) at the village/kelurahan scale. Secondary data consist of point coordinates of crime incidents from various categories reported by the Purbalingga District Police in 2024. After spatial adjustment, incidents were aggregated into rates per 100,000 inhabitants. The crime risk surface was generated using IDW applied to village centroids on a grid with a spatial resolution of approximately 100–150 metres. The best configuration obtained through cross-validation was $p = 2$, $k = 12$, and an unconstrained radius, yielding an RMSE of 14.80 and an MAE of 10.00. Hotspots were extracted from the IDW crime-rate surface using the 95th percentile threshold. The findings provide a more nuanced spatial representation of crime risk than conventional aggregate tabulations and can be used as a decision-support instrument for planning patrol routes and resource allocation

Keywords: Crime Risk; Spatial Analysis; Inverse Distance Weighting; Geographic Information Systems; Purbalingga Regency

1. Pendahuluan

Analisis spasial merupakan pendekatan penting dalam memahami fenomena yang memiliki keterkaitan erat dengan lokasi dan distribusi keruangan, termasuk dalam konteks kriminalitas. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi pola konsentrasi, sebaran, serta hubungan antarwilayah yang tidak dapat dijelaskan secara memadai melalui data nonspasial. Sistem Informasi Geografis (SIG) berperan sebagai kerangka analitis yang memanfaatkan informasi lokasi untuk menyajikan pola keruangan secara visual dan terstruktur, sehingga mendukung pengambilan keputusan berbasis bukti dalam bidang keamanan dan ketertiban masyarakat (Burrough et al., 2021).

Pemanfaatan SIG dalam analisis kriminalitas juga memungkinkan transformasi data kejadian yang bersifat diskrit menjadi informasi operasional yang lebih mudah dibaca dan dibandingkan pada berbagai skala wilayah. Teknik interpolasi menjadi salah satu komponen penting dalam proses tersebut karena mampu mengonversi data titik kejadian menjadi permukaan spasial kontinu. Representasi ini memberikan gambaran intensitas risiko pada lokasi yang tidak memiliki data observasi langsung, sehingga analisis dapat dilakukan secara lebih menyeluruh baik pada tingkat lokal maupun regional (Durdyev et al., 2021).

Kabupaten Purbalingga sebagai wilayah yang terus berkembang di Provinsi Jawa Tengah menghadapi dinamika permasalahan keamanan yang semakin kompleks. Data empirik dan statistik kriminal menunjukkan adanya variasi kejadian antarwilayah yang relevan untuk dikaji secara keruangan guna mengidentifikasi area dengan tingkat kerawanan relatif lebih tinggi secara presisi (Liu et al., 2021). Keragaman kategori tindak pidana yang dilaporkan, seperti pencurian, penganiayaan, pengeroyokan, pencabulan, perjudian, pengancaman, serta penyalahgunaan senjata tajam, mengindikasikan bahwa kriminalitas di wilayah ini bersifat multifaset dan memerlukan pendekatan analitis yang komprehensif.

Pemetaan kriminalitas secara agregat diperlukan untuk memperoleh gambaran umum pola spasial yang dapat dibaca secara konsisten lintas wilayah administrasi. Pendekatan ini memungkinkan penyederhanaan kompleksitas kategori tindak pidana ke dalam satu representasi spasial yang utuh, sehingga memudahkan proses identifikasi wilayah prioritas intervensi keamanan. Penyajian pola spasial yang konsisten juga menjadi dasar penting bagi perumusan strategi pengawasan dan kebijakan preventif berbasis wilayah (Febrianti et al., 2023).

Pendekatan konvensional yang berfokus pada tabulasi agregat dan rekapitulasi administratif sering kali belum mampu menangkap lokasi dengan intensitas kejadian yang menonjol secara spasial. SIG menyediakan sarana untuk memetakan konsentrasi kejadian atau hotspot kriminalitas dan menyajikan informasi keruangan yang lebih informatif bagi pemangku kepentingan. Informasi tersebut sangat relevan dalam perencanaan patroli preventif, pengawasan berbasis wilayah, serta alokasi sumber daya keamanan yang lebih efisien dan terarah (Dila et al., 2025). Data kriminalitas yang umumnya berbentuk titik koordinat juga menuntut penerapan interpolasi agar dapat merepresentasikan risiko secara kontinu di seluruh wilayah studi (Fitriyyah et al., 2025).

Metode Inverse Distance Weighting (IDW) dipilih karena memiliki sifat yang transparan, relatif sederhana, dan mudah dioperasikan pada data titik dengan jumlah terbatas. Prinsip utama IDW menempatkan bobot yang lebih besar pada pengamatan yang memiliki jarak lebih dekat terhadap lokasi prediksi. Sejumlah kajian mutakhir menunjukkan bahwa IDW mampu menghasilkan permukaan tematik yang andal ketika sebaran titik relatif memadai dan parameter metode ditetapkan secara tepat (Bolstad et al., 2022). Penentuan parameter utama, seperti nilai power dan jumlah tetangga terdekat atau radius pencarian, memerlukan pendekatan objektif melalui Leave-One-Out Cross-Validation (LOOCV) dengan metrik galat RMSE dan MAE agar akurasi model dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah (Imansari et al., 2024).

Penelitian ini berfokus pada transformasi data titik kejadian kriminal tahun 2024 di Kabupaten Purbalingga menjadi permukaan kerawanan kriminalitas yang bersifat kontinu melalui penerapan metode IDW. Proses penelitian mencakup normalisasi laju kejadian per 100.000 penduduk, penetapan parameter IDW secara objektif menggunakan LOOCV, serta penyusunan peta tematik yang jelas untuk mengenali lokasi prioritas intervensi. Hasil yang diharapkan berupa representasi spasial kerawanan kriminalitas yang informatif dan akurat, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai perangkat pendukung keputusan dalam perencanaan patroli dan kebijakan keamanan yang lebih proaktif dan efisien (Welsh et al., 2024).

2. Metode Penelitian

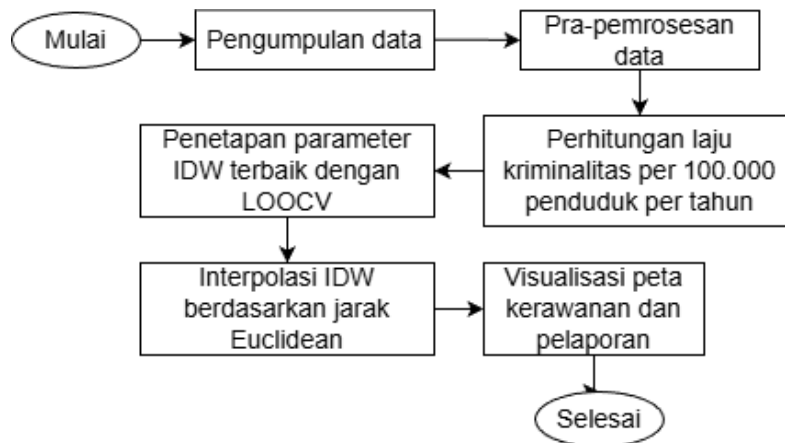
2.1 Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini merupakan penelitian terapan yang menggunakan data sekunder. Data utama meliputi:

- Titik kejadian kriminalitas tahun 2024 dari Polres Purbalingga.
- Batas administrasi Kabupaten Purbalingga (SHP/GeoJSON).
- Data jumlah penduduk per desa tahun 2024 untuk normalisasi. Lokasi penelitian berfokus pada wilayah hukum Polres Purbalingga.

2.2 Diagram Alir Penelitian

Alur penelitian dimulai dari pengumpulan data, pra-pemrosesan, perhitungan laju, hingga visualisasi. Diagram alir proses penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian yang Dilakukan

2.3 Variabel dan Perhitungan Laju

Variabel dependen (Y) didefinisikan sebagai laju kejadian kriminal per 100.000 penduduk per tahun pada unit wilayah (u). Perhitungan laju disajikan pada persamaan 1.

$$Y_{u,t} = \frac{K_{u,t}}{Pop_{u,t}} \times 100,000 \quad (1)$$

2.4 Interpolasi Inverse Distance Weighting (IDW)

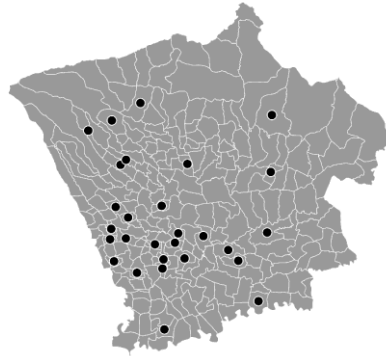
IDW adalah metode deterministik yang berasumsi bahwa lokasi yang lebih dekat memiliki kemiripan nilai yang lebih tinggi (Ainul et al., 2022). Parameter p (pangkat) dan k (jumlah tetangga)

ditentukan melalui *Leave-One-Out Cross- Validation* (LOOCV) dengan meminimalkan nilai RMSE dan MAE. Seluruh perhitungan jarak dilakukan menggunakan sistem proyeksi UTM Zona 49S.

3. Hasil dan Pembahasan

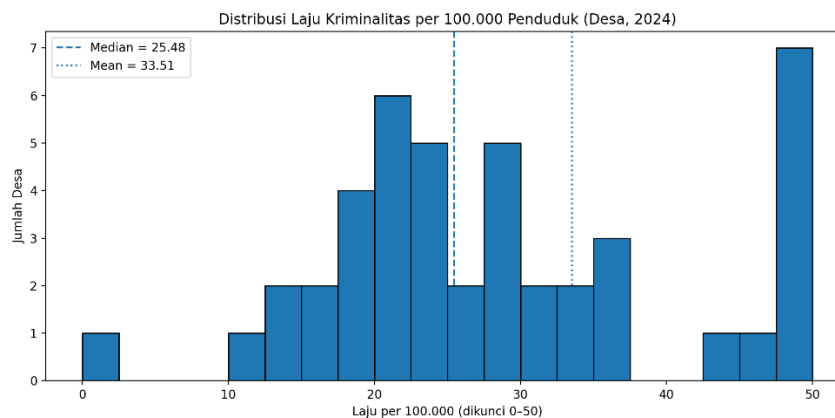
3.1 Gambaran Data dan Pra-pemrosesan

Kejadian tahun 2024 dipetakan ke satuan administrasi desa. Sebaran titik kejadian kriminal tahun 2024 pada batas administrasi desa disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sebaran Titik Kejadian Kriminal Tahun 2024

Setelah normalisasi, distribusi laju kriminalitas menunjukkan variasi yang lebar. Histogram laju kriminalitas per 100.000 penduduk disajikan pada Gambar 3. Data menunjukkan rata-rata laju sebesar 25,15 kasus per 100.000 penduduk.



Gambar 3. Histogram Laju Kriminalitas per 100.000 Penduduk (desa, 2024)

Data kejadian kriminalitas pada beberapa desa di Kabupaten Purbalingga, meliputi jumlah kejadian, jumlah penduduk, dan laju kejadian per 100.000 penduduk sebagai dasar perbandingan tingkat kerawanan antarwilayah disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Cuplikan Data Titik Kejadian 2024

Kode Desa	Nama Desa	Kejadian	Penduduk	Laju (per 100k)
3303150003	PEKIRINGAN	3	4064	73,82
3303060011	PURBALINGGA LOR	3	6488	46,24
3303050012	KALIKAJAR	2	4808	41,60

3.2 Penalaan Parameter IDW (LOOCV)

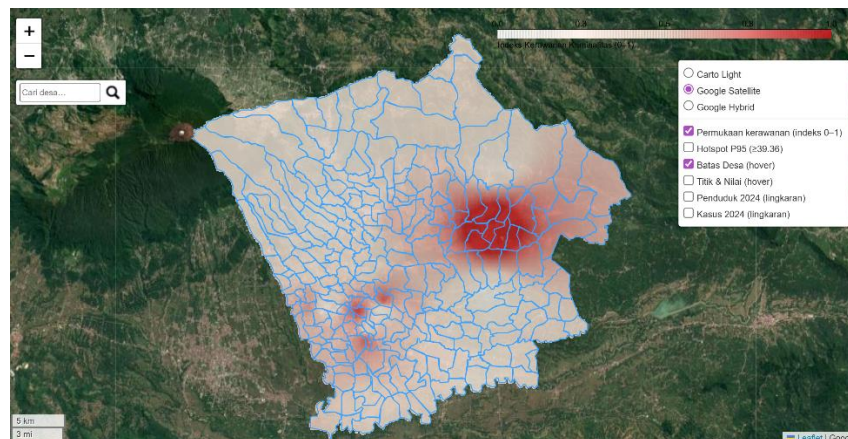
Penalaan parameter dilakukan untuk mendapatkan konfigurasi model terbaik. Berdasarkan hasil LOOCV, parameter terbaik adalah $p = 2$ dan $k = 12$ dengan radius tidak dibatasi. Ringkasan parameter IDW terpilih disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Ringkasan Parameter IDW Terpilih dan Hasil LOOCV

Komponen	Nilai
Power (p)	2
Tetangga (k)	12
Radius	-
RMSE (LOOCV)	14,80
MAE (LOOCV)	10,00

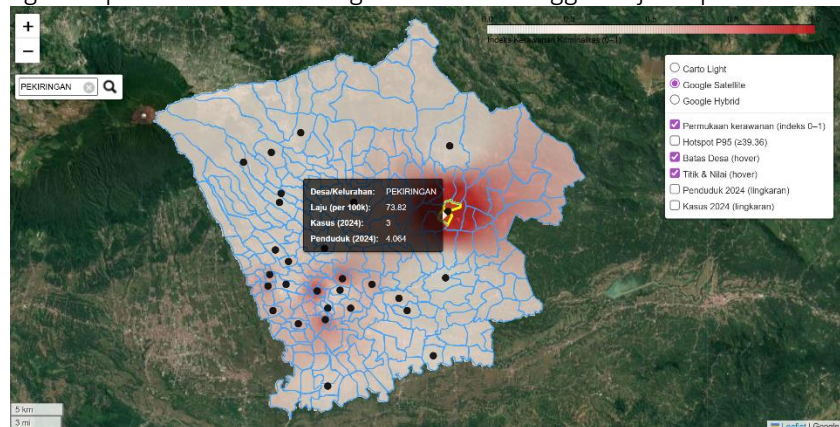
3.3 Hasil Permukaan Kerawanan dan Interpretasi

Permukaan kerawanan divisualisasikan menggunakan indeks 0–1 (putih ke merah pekat). Peta permukaan kerawanan berbasis IDW disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta Permukaan Kerawanan (IDW), 2024

Interpretasi *hotspot* dilakukan menggunakan ambang batas persentil ke-95 (P95). Detail *hotspot* IDW yang memperlihatkan area dengan intensitas tinggi disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Detail Hotspot IDW

Area *hotspot* dianalisis lebih lanjut untuk melihat desa-desa yang terdampak. Ringkasan *patch hotspot* berdasarkan ambang P95 disajikan pada Tabel 3. Patch terbesar (H1) mencakup 23 desa dengan laju rata-rata 51,11 per 100.000 penduduk.

Tabel 3. Ringkasan *Patch Hotspot* (Ambang P95 raster, Laju per 100.000)

Patch ID	Area (km ²)	Mean	Max	Jml Desa
H1	39,239	51,11	73,80	23
H3	1,131	42,44	46,17	6
H2	0,258	40,39	41,51	1
H4	0,159	40,13	40,70	2

Temuan ini mengimplikasikan perlunya strategi patroli yang tidak terpaku pada batas administrasi, melainkan mengikuti pola kontinuitas risiko spasial yang terbentuk.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mentransformasikan data titik kriminalitas menjadi permukaan ker- awan kontinu menggunakan metode IDW. Transformasi data laju per 100.000 penduduk menghasilkan rentang statistik minimum 9,31 hingga maksimum 73,82. Evaluasi model melalui LOOCV menetapkan parameter terbaik pada $p = 2$ dan $k = 12$ dengan nilai RMSE 14,80. Identifikasi pola spasial menunjukkan adanya dua morfologi utama risiko, yaitu *hotspot* terlokalisasi dan *patch* berkesinambungan yang melintasi beberapa desa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan syukur dipanjatkan ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas limpahan rahmat dan kesehatan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Terima kasih disampaikan kepada orang tua tercinta, serta para dosen Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Purwokerto, khususnya Bapak Agung Purwo Wicaksono, S.T., M.Kom. dan Bapak Dimara Kusuma Hakim, S.T., M.Cs., atas bimbingan, arahan, dan masukan yang diberikan selama proses penyusunan skripsi ini. Apresiasi juga diberikan kepada Putik Aulia Rachma atas doa dan dukungan yang telah diberikan. Ucapan terima kasih turut disampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik

DAFTAR PUSTAKA

- Ainul, N., Huda, M., & Nur, F. I. (2022). Analisis spasial model inverse distance weighting pada penyebaran kasus positif Covid-19 per kabupaten di Pulau Jawa. *Jurnal Matematika UNAND*, 11(1), 64–73. <https://doi.org/doi.org/10.25077/jmu.11.1.64-73.2022>
- Bolstad, P., & Manson, S. (2022). *GIS fundamentals: a first text on geographic information systems*. Eider Press.
- Burrough, P. A. ., McDonnell, Rachael., & Lloyd, C. D. . (2015). *Principles of geographical information systems*. Oxford University Press.
- Dila, M. S., & Farida, R. (2025). Socio-Economic and Population Analysis and Its Influence on Crime in Indonesia. *Jurnal Ekonomi Pembangunan*, 23(1), 1–13.
- Durdyev, S., Mbachu, J., Thurnell, D., Zhao, L., & Reza Hosseini, Muhammad. (2021). BIM adoption in the cambodian construction industry: Key drivers and barriers. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(4), 215. <https://doi.org/10.3390/ijgi10040215>
- Febrianti, E., Susetyo, B., & Silvianti, P. (2023). Pemodelan Tingkat Kriminalitas di Indonesia Menggunakan Analisis Geographically Weighted Panel Regression. *Xplore: Journal of Statistics*, 12(1), 91–109. <https://doi.org/10.29244/xplore.v12i1.950>
- Fitriyyah, N. R., & Pramana, S. (2025). Green Spaces and Crime: Spatial Modeling of Socio-Economic Influences in Jakarta's Urban Areas, 2022. *The Journal of Indonesia Sustainable Development Planning*, 6(1), 116–137. <https://doi.org/10.46456/jisdep.v6i1.609>
- Imansari, N., & Chotib, C. (2024). Spatial Regression Analysis of Crime Occurrence in DKI Jakarta: Analysis of 2021 Potensi Desa Microdata. *The Indonesian Journal of Planning and Development*, 9(2), 66–75. <https://doi.org/10.14710/ijpd.9.2.66-75>
- Liu, Z., Zhang, Z., Zhou, C., Ming, W., & Du, Z. (2021). An adaptive inverse-distance weighting interpolation method considering spatial differentiation in 3D geological modeling. *Geosciences (Switzerland)*, 11(2), 1–18. <https://doi.org/10.3390/geosciences11020051>
- Welsh, B. C., & Piza, E. L. (2024). Crime Prevention for Social Impact and Social Justice: The Ideals, the Challenges, the Progress. *The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science*, 714(1), 8–21. <https://doi.org/10.1177/00027162251351061>