

PEMETAAN DAERAH RAWAN KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN (KARHUTLA) DI WILAYAH PULAU SUMATERA MENGGUNAKAN METODE ORDINARY KRIGING

Diska Amalya¹, Meilis Tiara¹, Rolenci¹, Muthia Afrilita¹, Cut Amelia¹, Ririn Amelia^{1,a}

¹)Program Studi Matematika, Jurusan Sains dan Ilmu Formal, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Bangka Belitung Jalan Kampus Terpadu Universitas Bangka Belitung, Desa Balunujuk, Kecamatan Merawang, Kabupaten Bangka 33172

^a)email korespondensi: ririn-amelia@ubb.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memetakan daerah rawan kebakaran hutan dan lahan (karhutla) di Pulau Sumatera menggunakan metode Ordinary Kriging. Data yang digunakan berupa rekapitulasi luas kebakaran dan titik panas (hotspot) tahun 2024 dari 10 provinsi di Sumatera. Analisis dilakukan melalui statistik deskriptif, perhitungan semivariogram, pemilihan model semivariogram terbaik, dan pemetaan spasial risiko kebakaran. Hasil penelitian menunjukkan sebaran spasial kebakaran yang tidak merata, dengan variasi luas kebakaran yang tinggi. Model Ordinary Kriging mampu menghasilkan peta risiko karhutla yang akurat, sehingga dapat digunakan sebagai dasar perumusan kebijakan mitigasi dan pencegahan kebakaran di wilayah Sumatera.

Kata kunci: Kebakaran hutan dan lahan, sumatera, ordinary kriging, semivariogram, spasial

PENDAHULUAN

Kebakaran hutan dan lahan (karhutla) merupakan bencana lingkungan yang kerap terjadi di Indonesia dan memberikan dampak terhadap ekosistem, kesehatan masyarakat, serta perekonomian nasional. Sepanjang tahun 2024, luas lahan yang terbakar di Indonesia mencapai sekitar 376.805 ha, dengan lahan mineral dan gambut sebagai wilayah yang paling terdampak (KLHK, 2024). Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (2025), karhutla adalah kejadian bencana urutan kedua yang paling sering terjadi pada tahun 2024 yaitu sebanyak 973 kejadian.

Pulau Sumatera termasuk salah satu kawasan yang sangat rentan terhadap karhutla, baik secara geografis maupun historis. Wilayah Sumatera memiliki lahan gambut terbanyak, yaitu seluas 5,85 juta hektar sehingga rawan terjadi kebakaran (Anda et al., 2021). Pada tahun 2024, luas kebakaran di wilayah ini mencapai 67.382,65 ha. Menjadikannya daerah dengan tingkat karhutla terbesar kedua di Indonesia setelah Nusa Tenggara Timur (KLHK, 2024). Provinsi Sumatera Selatan menjadi wilayah dengan luas kebakaran terbesar, yaitu mencapai 15423,88 ha. Faktor-faktor utama yang menyebabkan kebakaran di wilayah ini antara lain adalah jenis tumbuhan liar yang mudah terbakar, aktivitas pembukaan lahan, serta kondisi iklim kering yang berkepanjangan (Simarmata et al., 2025).

Dalam Upaya mengelola risiko bencana ini, pemetaan wilayah rawan kebakaran menjadi langkah penting untuk mendukung strategi pencegahan dan mitigasi. Metode interpolasi geostatistik, khususnya Ordinary Kriging, merupakan teknik yang efektif untuk memetakan dan memperkirakan sebaran titik panas (hotspot) serta intensitas kebakaran berdasarkan data

spasial (Almegi & Ilham, 2024). Metode ini mampu menghasilkan estimasi yang akurat dengan mempertimbangkan hubungan spasial antar titik data, sehingga dapat mengidentifikasi daerah dengan potensi kebakaran yang tinggi (Ajeng et al., 2024). Melalui pemetaan ini, diharapkan informasi spasial yang diperoleh dapat menjadi dasar bagi pengambilan keputusan dan perencanaan pengelolaan lahan yang berkelanjutan di Pulau Sumatera, sehingga risiko kebakaran hutan dan lahan dapat diminimalkan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data sekunder dan spasial, yang bersumber dari situs milik Badan Kementrian Kehutanan Republik Indonesia. Data yang digunakan meliputi rekapitulasi luas kebakaran hutan dan lahan, serta peta sebaran titik panas (hotspot) tahun 2024 di pulau Sumatera yang terdiri dari 10 Provinsi yaitu: Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, Kepulauan Riau, Jambi, Bengkulu, Sumatera Selatan, Bangka Belitung dan Lampung. Dengan data titik panas terdiri dari koordinat geografis (longitude dan latitude). Pada tahap analisis model *Ordinary Kriging*, terdapat beberapa tahapan yang perlu dilakukan yaitu:

Melakukan Analisis Data Secara Deskriptif

Data titik panas (*hotspot*) diklasifikasikan berdasarkan provinsi dan kabupaten/kota di Pulau Sumatera. Wilayah yang memiliki jumlah titik panas terbanyak atau nilai *confidence* tertinggi kemudian dipilih untuk analisis lebih mendalam. Selanjutnya, koordinat geografis berupa longitude dan latitude serta luas lahan terbakar digunakan sebagai input dalam

pemodelan spasial dengan metode *ordinary kriging*. Metode ini memungkinkan pemetaan yang lebih detail mengenai sebaran dan intensitas kebakaran hutan dan lahan, sehingga dapat mengidentifikasi area dengan risiko kebakaran yang tinggi.

Pencilan (outlier)

Sebelum dilakukan pemodelan semivariogram dan interpolasi dengan *ordinary kriging*, dilakukan identifikasi pencilan (*outlier*) pada data spasial melalui analisis statistik deskriptif, *z-score* maupun visualisasi *Box-plot* (Safitri et al., 2024). Nilai maksimum yang jauh lebih tinggi dari nilai rata-rata dan median menjadi indikasi awal adanya pencilan (Sihombing et al., 2023).

Semivariogram Ekperimental

Semivariogram ekperimental dihitung untuk menggambarkan korelasi spasial antar lokasi. Rumus yang digunakan adalah:

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

Dengan $\hat{\gamma}(h)$ adalah nilai semivariogram pada jarak h , $Z(x_i)$ adalah nilai pengamatan di lokasi x , $Z(x_i + h)$ Nilai pengamatan di lokasi $x + h$, dan $N(h)$ adalah banyak pasangan titik yang memiliki jarak h . Parameter yang diamati meliputi *Nugget* (C_0), *Sill* (C), dan *Range* (α).

Pemilihan Model Semivariogram Teoritis Terbaik

Beberapa model teoritis diuji, antara lain model *spherical*, *exponential*, dan *gaussian*. Model dipilih berdasarkan kecocokan terhadap semivariogram ekperimental dan kriteria kesalahan (MSE/RMSE). Model dengan kesalahan terkecil ditetapkan sebagai model terbaik. Berikut rumus model teoritis yaitu:

Beberapa model teoritis diuji, antara lain model *spherical*, *exponential*, dan *gaussian*. Model dipilih berdasarkan kecocokan terhadap semivariogram ekperimental dan kriteria kesalahan (MSE/RMSE). Model dengan kesalahan terkecil ditetapkan sebagai model terbaik. Berikut rumus model teoritis yaitu:

Model *Spherical*

$$\gamma(h) = \begin{cases} c \left[\frac{3|h|}{2a} - \frac{1}{2} \left(\frac{|h|^3}{a^3} \right) \right], & |h| < \alpha \\ c, & |h| \geq \alpha \end{cases} \quad (2)$$

Model *Exponential*

$$\gamma(h) = c \left[1 - \exp\left(-\frac{h}{a}\right) \right] \quad (3)$$

Model *Gaussian*

$$\gamma(h) = c \left[1 - \exp\left(-\frac{h^2}{a}\right) \right] \quad (4)$$

Interpolasi Spasial Menggunakan Ordinary Kriging

Setelah menentukan model semivariogram terbaik, interpolasi spasial dilakukan menggunakan *ordinary kriging*. Estimator *ordinary kriging* dinyatakan:

$$\hat{Z}(u_0) = \sum_{i=1}^n w_i Z(u_i) \text{ dengan } \sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (5)$$

Dimana $Z(u_i)$ adalah nilai pengamatan pada lokasi u_i , w_i merupakan bobot kriging yang dihitung dari model semivariogram, dan u_0 adalah lokasi prediksi. *ordinary kriging* menghasilkan estimator *Best, Linear, dan Unbiased Estimator (BLUE)*. Hasil kriging dipetakan untuk mengidentifikasi daerah berisiko tinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

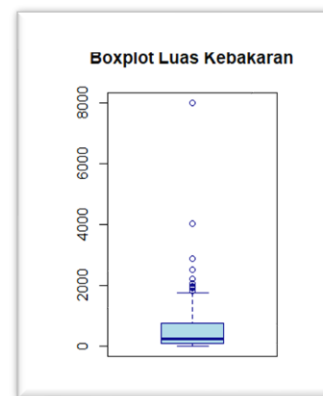
Data Luas Karhutla di Pulau Sumatera Tahun 2024

Penelitian ini menggunakan data sekunder indikasi luas kebakaran hutan dan lahan (karhutla) di Pulau Sumatera pada tahun 2024 dan data titik kooordinat geografis (longitude dan latitude) setiap lokasi untuk 108 kabupaten di Pulau Sumatera. Berdasarkan data luas kebakaran hutan dan lahan (karhutla), diperoleh nilai statistik deskriptif sebagai berikut:

Tabel 1. Statistik Deskriptif

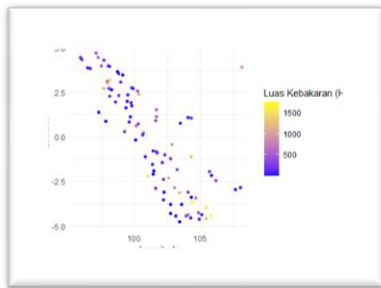
	Luas Kebakaran
Mean	623.9134
Median	242.95
Minimum	1.6
Maksimum	8019.67
Varians	1056617
Standar Deviasi	1027.919

Berdasarkan hasil analisis statistik deskriptif, nilai rata-rata luas kebakaran lebih besar daripada median, yang menunjukkan distribusi data bersifat *skewed ke kanan (positively skewed)*. Kondisi ini menandakan adanya beberapa wilayah mengalami kebakaran dengan skala sangat besar dibandingkan wilayah lainnya. Hal ini diperkuat oleh nilai maksimum yang tinggi (8019,67 Ha) dan standar deviasi yang besar, yang menunjukkan adanya penyebaran data yang cukup lebar, serta kemungkinan keberadaan pencilan (*outlier*) pada data. Dengan adanya kemungkinan tersebut, maka terlebih dahulu akan dilakukan pemisahan pencilan data. Salah satu cara melihat pencilan dari data adalah menggunakan *boxplot* seperti yang ditampilkan pada gambar 1.



Gambar 1. Boxplot Data Luas Karhutla di Pulau Sumatera

Berdasarkan gambar 1, diperoleh 10 titik pencilan data yaitu (2056.53), (2891.30), (4036.25), (2533.87), (8019.67), (2222.16), (1940.68), (1982.00), (1833.46), dan (1907.32). Data yang termasuk dalam pencilan tersebut tidak akan digunakan dalam penelitian,

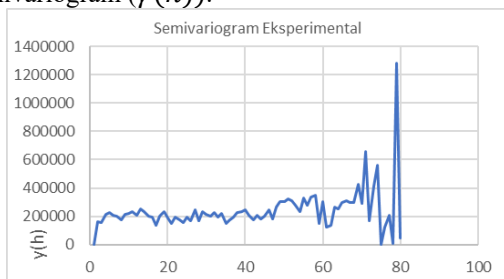


Gambar 2. Scatterplot Luas Karhutla 98 Kabupaten di Pulau Sumatera

Pada gambar 2 ditampilkan *scatterplot* data luas karhutla di wilayah Pulau Sumatera dengan sumbu x adalah koordinat bujur (longitude) dan sumbu y adalah koordinat lintang (latitude). Pada titik data, terdapat indikator warna yang menunjukkan luas kebakaran di setiap titiknya. *Scatterplot* luas kebakaran tidak menunjukkan kecenderungan trend dan data menyebar. Sebaran titik kebakaran menunjukkan ketidakhomogenan yang signifikan di seluruh wilayah Sumatera, sehingga pendekatan spasial seperti Ordinary Kriging dibutuhkan untuk mengestimasi intensitas kebakaran pada wilayah yang tidak teramati.

Semivariogram Eksperimental

Semivariogram ekperimental dihitung untuk melihat sejauh mana hubungan spasial antar lokasi kebakaran berdasarkan jarak antar titik (h) terhadap nilai semivariogram ($\gamma(h)$).



Gambar 3. Plot Semivariogram Eksperimental

Hasil perhitungan semivariogram eksperimental menunjukkan adanya pola peningkatan nilai semivariogram seiring bertambahnya jarak antar titik, yang mengindikasikan adanya korelasi spasial positif pada jarak dekat. Korelasi ini menurun seiring bertambahnya jarak, hingga mencapai nilai sill pada range tertentu. Pola ini sesuai dengan karakteristik data spasial kebakaran yang cenderung terkluster pada wilayah tertentu.

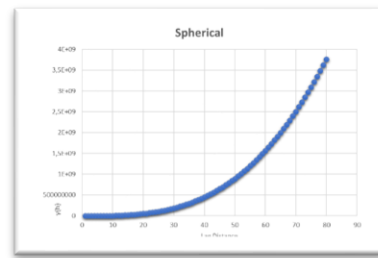
Model Semivariogram Teoritis

Berdasarkan semivariogram eksperimental, diperoleh parameter semivariogram teoritis sebagai berikut:

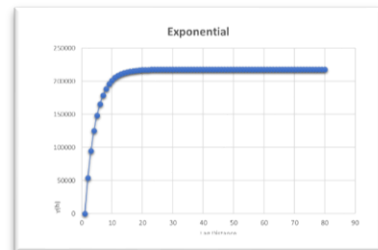
Tabel 2. Parameter Semivariogram Teoritis

Sill	Nugget (C_0)	Range (a)
218218,0907	0	0,64169917

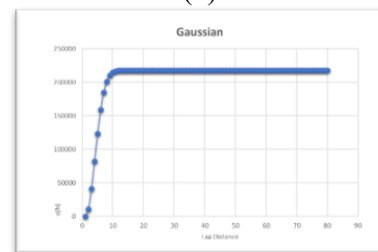
Berdasarkan parameter semivariogram teoritis, dilakukan fitting model ke semivariogram teoritis yang sesuai. Terdapat 3 model dalam semivariogram teoritis, yaitu *spherical*, *eksponensial*, *gaussian* dengan plot sebagai berikut:



(a)



(b)



(c)

Gambar 4. Plot Semivariogram (a) Model Spherical, (b) Model Eksponensial, (c) Model Gaussian

Pemilihan Model Terbaik

Model semivarogram teoritis terbaik ditentukan dengan membandingkan nilai MSE dan RMSE setiap model sebagai berikut:

Tabel 3. Nilai MSE dan RMSE model semivariogram teoritis

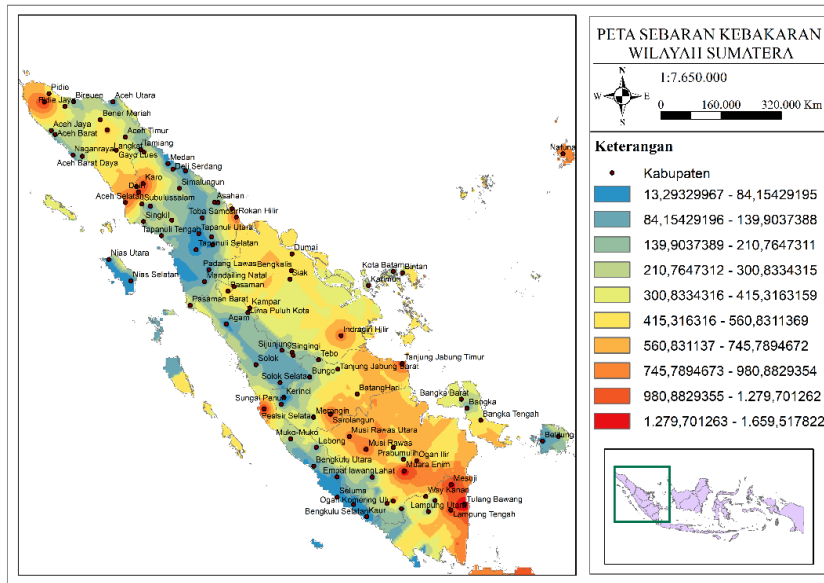
Model	MSE	RMSE
<i>Spherical</i>	2,087848E+18	71497952,75
Eksponensial	2,352293E+10	3627414,055
<i>Gaussian</i>	2,395740E+10	3628440,117

Hasil evaluasi terhadap tiga model semivariogram teoritis (*spherical*, *eksponensial*, dan *gaussian*) menunjukkan bahwa model eksponensial memiliki nilai RMSE terkecil, sehingga dipilih sebagai model terbaik. Model ini sesuai untuk data spasial dengan korelasi jangka menengah hingga jauh, dan konsisten dengan pola yang dihasilkan semivariogram eksperimental pada data kebakaran di Sumatera.

Interpolasi Spasial Menggunakan Ordinary Kriging

Model eksponensial yang terpilih digunakan dalam proses interpolasi spasial dengan metode Ordinary Kriging untuk memprediksi intensitas kebakaran pada lokasi-lokasi yang tidak teramati. Ordinary Kriging menghasilkan estimasi yang bersifat best linear unbiased estimator (BLUE), memperhitungkan struktur spasial antar titik, dan mampu menghasilkan peta risiko karhutla yang lebih akurat. Hasil pemetaan ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi wilayah-wilayah

dengan tingkat risiko kebakaran tinggi, sehingga dapat menjadi dasar dalam perumusan kebijakan mitigasi dan pencegahan kebakaran hutan dan lahan di Sumatera.



Gambar 5. Peta kerawanan bencana kebakaran hutan dan lahan wilayah Pulau Sumatera

Hasil pemetaan daerah rawan kebakaran hutan dan lahan di Pulau Sumatera tahun 2024 melalui metode ordinary kriging memperlihatkan bahwa risiko kebakaran tidak tersebar merata dan cenderung terkumpul pada wilayah-wilayah tertentu, terutama di provinsi dengan luas kebakaran terbesar. Daerah yang rawan karhutla antara lain Lampung, tepatnya kabupaten Tulang Bawang dan Mesuji, serta Sumatera Selatan tepatnya Muara Enim.

KESIMPULAN

Wilayah Pulau Sumatera termasuk salah satu wilayah yang rawan kebakaran hutan dan lahan (karhutla). Terlihat bahwa daerah rawan terjadinya karhutla di Pulau Sumatera Provinsi Lampung, tepatnya kabupaten Tulang Bawang dan Mesuji, serta Provinsi Sumatera Selatan tepatnya Kabupaten Muara Enim. Dengan menggunakan metode Ordinary Kriging, model semivariogram ekponensial terpilih sebagai model terbaik dengan nilai RMSE 3627414,055. Oleh karena itu, wilayah-wilayah ini berpotensi besar dijadikan sebagai acuan prioritas dalam upaya mitigasi, pencegahan, dan penanggulangan karhutla di masa mendatang. Pemerintah daerah dan pemangku kepentingan dapat memanfaatkan hasil penelitian ini sebagai acuan dalam membuat kebijakan, baik untuk pencegahan, maupun edukasi kepada masyarakat.

Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan, antara lain penggunaan data satu tahun dan belum mengintegrasikan variabel lain seperti curah hujan, suhu, atau perubahan tutupan lahan. Untuk meningkatkan akurasi dan ketepatan kebijakan, penelitian lanjutan disarankan menggunakan data multi-tahun dan mempertimbangkan faktor lingkungan lain yang relevan. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi awal dalam upaya

pengecahan dan penanggulangan kebakaran hutan dan lahan secara spasial di Pulau Sumatera.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (LKHK) yang telah menyediakan data kebakaran hutan dan lahan yang menjadi dasar penyusunan artikel ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan Dosen Pengampu Mata Kuliah Geostatistika Program Studi Matematika Universitas Bangka Belitung yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama proses penelitian, serta semua pihak yang membantu dalam proses penelitian dan penyusunan artikel jurnal ini. Terakhir, terima kasih kepada Fakultas Sains dan Teknik yang telah memberikan dukungan anggaran dalam membiayai publikasi artikel.

REFERENSI

Ajeng, Kumalawati, R., Nurlina & Hadi, I. K, 2024. Pemetaan Sebaran Titik Hostpot Menggunakan Arcgis di Kota Banjarbaru Tahun 2019-2023. *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, 3(3), pp. 271-277.

Almegi & Ilham, R, 2024. Analisis Spasial Temporal Sebaran Titik Panas (*Hotspot*) sebagai Indikator Terjadinya Kebakaran Hutan dan Lahan di Pulau Rupa. *MKG*, 25(2), pp. 372-385.

Anda, M., dkk, 2021. Revisiting tropical peatlands in Indonesia: Semi-detailed mapping, extent and depth distribution assessment. *Geoderma*.

Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2025. *DATA BENCANA INDONESIA 2024*. BNPB.

KLHK, 2024. *Indikasi Luas Kebakaran Hutan dan Lahan*. Sipongi.

Safitri, M., dkk, 2024. Grouping Potential Forest and Land Fires Areas in Sumatera Island Based on

Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat 2025

- Hotspot Using CLARA Method. *UNP Journal of Statistics and Data Science*, 2(3), pp. 265-272.
- Sihombing, P. R., dkk, 2023. Identifikasi Data Outlier (Pencilan) dan Kenormalan Data pada Data Univariat serta Alternatif Penyelesaiannya. *Jurnal Ekonomi dan Statistik Indonesia*, 2(3), pp. 307-316.
- Simarmata, N., dkk, 2025. Analisis Spasial Risiko Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan di Kabupaten Pesawaran. *Jurnal Geografi, Edukasi, dan Lingkungan (JGEL)*, 9(1), pp. 78-97.