

Nama : Mutiara Khairunnisa

NIM : 23/517062/PA/22149

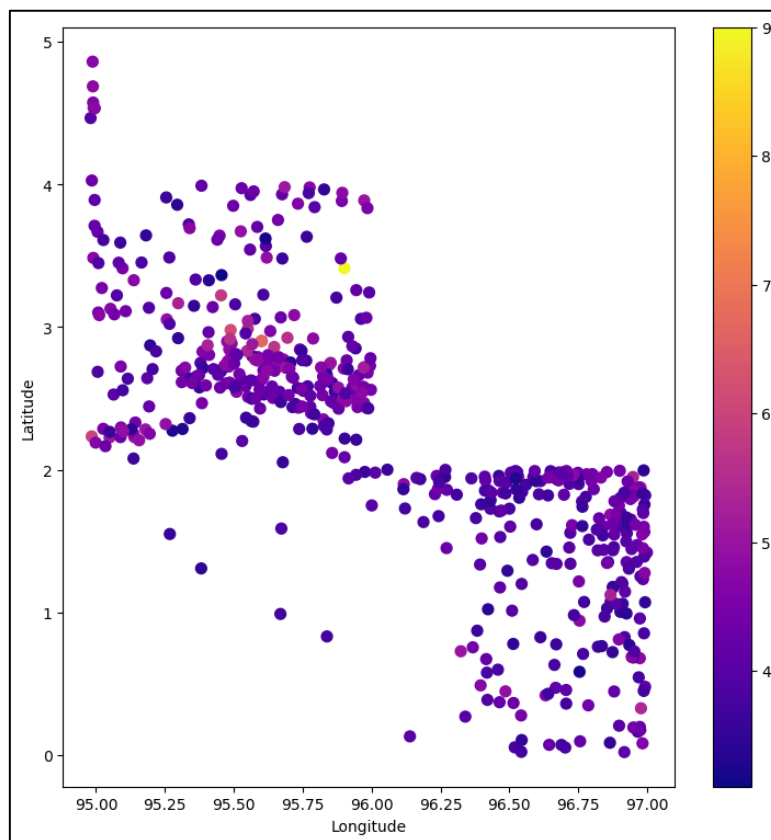
Tugas 3 Pasca UTS

Running Code Gridding

A. PENJELASAN DATA DAN *CODE*

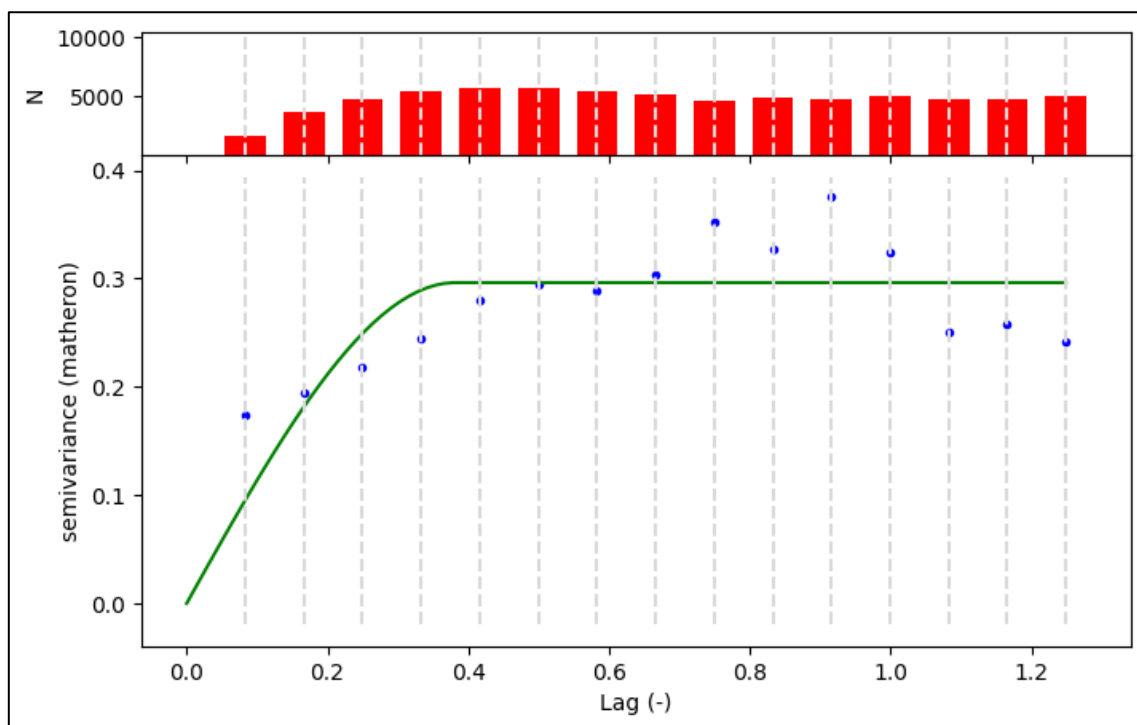
Tugas 3 kali ini adalah melakukan *running code gridding* dengan *code* yang telah disediakan. Adapun, dataset yang digunakan adalah dataset yang diperoleh dari laman web www.kaggle.com berupa data gempa wilayah *Off West Coast of Northern Sumatra* atau wilayah lepas pantai barat Sumatra Utara pada bulan Juli 2004 – Juli 2005. Data ini berjumlah 534 event gempa dengan variasi skala magnitudo dari 3 hingga 9.

Langkah dari *code* tersebut dimulai dari proses *importing* berbagai *library* Python, yaitu NumPy, pandas, matplotlib.pyplot, dan *library* khusus skgstat, modul warning serta pprint. Tahapan berikutnya, yaitu pembacaan data gempa dengan kolom lintang dan bujur sebagai koordinat agar dihasilkan *array* 2D dan magnitude gempa sebagai *values*/nilai yang akan diinterpolasikan dengan metode krigging. Dari data tersebut, dilakukan visualisasi untuk menunjukkan persebaran titik gempa dan variasi magnitude gempa di area tersebut. Hasil dari visualisasi dengan *scatter plot* sebagai berikut:



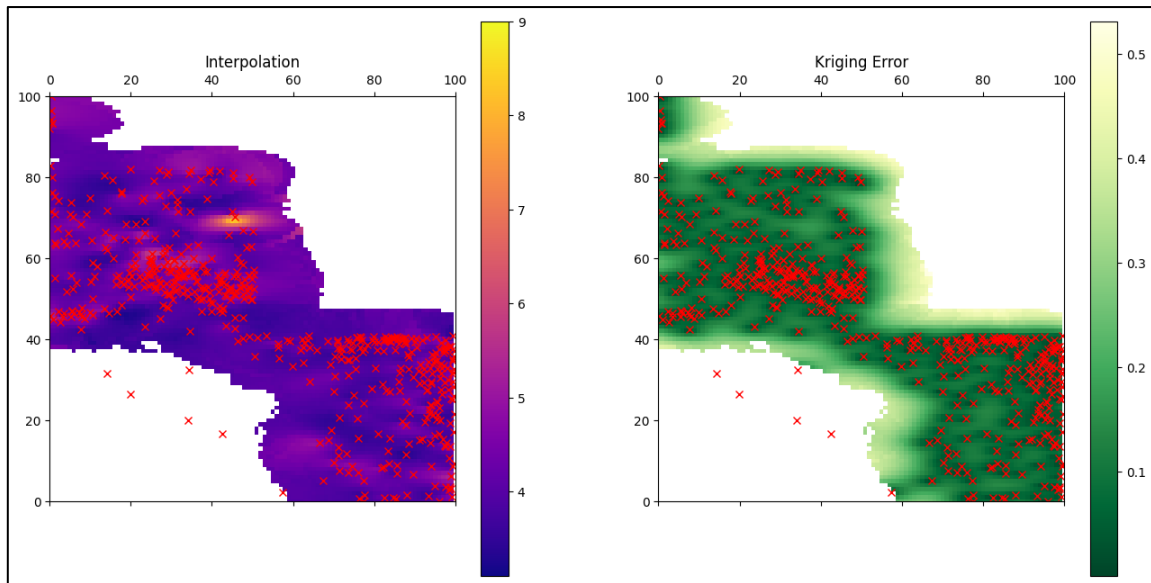
Gambar 1. Visualisasi Sebaran Data

Setelah tahapan visualisasi sebaran data, dilakukan pembuatan model variogram dengan modul *skgstat* yang digunakan untuk mengukur kemiripan dari nilai suatu parameter antara dua titik berdasarkan jarak spasialnya sehingga dapat diterapkan untuk metode krigging. Sebelum itu, diperoleh nilai *sample variance* sebesar 0.30 dan *variogram sill* sebesar 0.30. Apabila keduanya memiliki nilai yang hampir sama, maka model variogram yang dihasilkan dianggap dapat merepresentasikan struktur spasial data secara keseluruhan. Model variogram yang diperoleh akan dilakukan tahapan krigging menggunakan ‘OrdinaryKrigging’ yang berasal dari *library* *pykrige* dengan input koordinat, magnitudo, serta parameter model dan *range* yang diperoleh dari hasil variogram. Adapun, plot variogram dari data dapat diamati pada gambar di bawah:



Gambar 2. Plot Variogram

Untuk mencakup area data untuk menghasilkan peta prediksi magnitudo gempa, dibuat grid interpolasi dengan 100x100 titik. Dua keluaran utama yang dihasilkan dari proses krigging nantinya adalah estimasi nilai dan error. Terakhir, hasil dari krigging divisualisasikan dalam dua subplot. Subplot pertama menunjukkan hasil interpolasi magnitudo secara spasial, dengan warna yang menunjukkan besar kecilnya nilai yang diprediksi. Dan subplot yang kedua menunjukkan nilai krigging error atau nilai ketidakpastian dari estimasi setiap titik grid. Plot interpolasi dan krigging error dapat diamati pada gambar di bawah:



Gambar 3. Plot Interpolasi dan Kriging Error

B. Analisis Hasil

Hasil yang diperoleh dari *running code* berupa tiga visualisasi yang dapat diamati di atas. Gambar pertama menunjukkan distribusi spasial data kejadian gempa bumi di lepas Pantai Sumatera Utara, dengan sumbu x yang merepresentasikan longitude, sumbu y yang merepresentasikan latitude, dan besaran magnitude yang divisualisasikan dalam skala warna. Gradasi warna dari gelap ke terang menunjukkan peningkatan nilai magnitudo, sehingga memudahkan interpretasi spasial dari intensitas gempa.

Tahapan selanjutnya menghasilkan variogram eksperimental, yaitu sebuah grafik yang merepresentasikan hubungan antara semivarian dan jarak antar titik (lag). Variogram tersebut dapat diamati pada gambar 1.2. Adanya variogram tersebut dapat menggambarkan derajat keterkaitan (autokorelasi) spasial antar kejadian gempa. Nilai semivarian yang rendah pada lag kecil menunjukkan bahwa kejadian gempa yang berdekatan cenderung memiliki karakteristik yang mirip. Sebaliknya, nilai semivarian yang mendekati sill pada lag yang lebih besar menunjukkan bahwa tidak ada lagi korelasi spasial yang signifikan di luar jarak tersebut.

Model variogram yang digunakan adalah spherical dengan estimator Matheron, yang menghasilkan parameter penting yaitu *effective range*, *sill*, dan *nugget*. Nilai *effective range* menunjukkan angka 0.38 yang menyatakan korelasi spasial antar titik gempa signifikan hingga jarak 0.38 satuan spasial, dan menurun hingga hilang di luar radius tersebut. Sill sebesar 0.30 mencerminkan variasi maksimum dalam data, yaitu tingkat heterogenitas gempa pada skala spasial luas. Sementara itu, nilai nugget sebesar

0.00 menunjukkan bahwa data hampir bebas dari error pengukuran atau noise spasial, yang mengindikasikan kualitas data yang sangat baik.

Visualisasi hasil interpolasi pada peta sebelah kiri memperlihatkan estimasi magnitudo gempa berdasarkan metode Ordinary Kriging. Warna pada peta mengikuti skala warna plasma, di mana warna ungu tua menunjukkan magnitudo rendah (~ 3.5 – 4.5) dan warna kuning cerah menunjukkan magnitudo tinggi (~ 8 – 9). Pola interpolasi menunjukkan adanya kluster nilai magnitudo tinggi di bagian tengah-atas peta (sekitar koordinat $x \sim 50$, $y \sim 70$), yang diasumsikan sebagai pusat aktivitas gempa signifikan. Wilayah tersebut memiliki gradasi warna yang menyebar ke sekitarnya, menandakan bahwa pengaruh spasial dari titik-titik gempa di sekitarnya cukup kuat—hal ini sejalan dengan hasil variogram yang menunjukkan range korelasi sejauh 0.38 satuan spasial.

Proses interpolasi ini tidak langsung memetakan nilai di setiap titik, tetapi dilakukan melalui teknik *gridding* terlebih dahulu. Artinya, seluruh wilayah kajian dibagi menjadi sel-sel grid berukuran tertentu, dan estimasi nilai magnitudo dilakukan pada pusat-pusat grid berdasarkan pengaruh data di sekitarnya yang dihitung menggunakan model variogram spherical.

Plot di sebelah kanan menampilkan error atau standar deviasi dari hasil kriging. Warna hijau tua menunjukkan ketidakpastian (*kriging error*) rendah, sedangkan warna kuning pucat menunjukkan ketidakpastian (*kriging error*) tinggi. Terlihat bahwa error paling rendah berada di area padat data, yaitu area dengan banyak titik merah (titik data gempa). Hal ini menunjukkan bahwa interpolasi kriging sangat bergantung pada kerapatan dan distribusi data input, selaras dengan nilai *range* sebesar 0.38. Sehingga menyebabkan area yang minim data (atau diluar radius tersebut) memiliki error yang lebih besar. Hal ini menandakan bahwa prediksi di area tersebut kurang dapat diandalkan, karena model memiliki informasi spasial yang terbatas.