

## PROSIDING XXVII DAN KONGRES X PERHAPI 2018

# PENGARUH DATA NON-STATIONER TERHADAP APLIKASI GEOSTATISTIKA DALAM KEGIATAN ESTIMASI DENGAN METODA ORDINARY KRIGING

Claudia Intan PERMATASARI<sup>1</sup>, Irfan MARWANZA<sup>1</sup>, Chairul NAS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi dan Energi, Universitas Trisakti, Jalan Kyai Tapa No. 1 Tomang, Grogol Petamburan, Jakarta Barat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 11440

### Abstrak

Geostatistik adalah teknik interpolasi dalam statistika yang memperhitungkan hubungan spasial antar data. Lingkup data yang digunakan dalam geostatistik dapat berupa data stationer dan non-stationer. Secara umum, sebagian besar penelitian melakukan estimasi terhadap data yang bersifat stationer dan cenderung menghasilkan estimasi yang baik. Dalam penelitian ini akan dilakukan kegiatan estimasi dengan metoda kriging terhadap nilai kohesi (c) batulempung yang memiliki sifat non-stationer. Ketidakstationeran data dipengaruhi oleh tingginya variabilitas data yang dihasilkan dari sari numerik kohesi (c) batulempung. Ketidakstationeran data dibuktikan dalam hasil statistik spasial yang digambarkan dari hasil variogram ekperimental yang berfluktuasi dan cenderung tidak stabil. Error yang dihasilkan dalam %MAPE terhadap nilai aktual dan nilai estimasi pada kohesi (c) batulempung cukup besar dalam berbagai jarak estimasi yaitu 90-100%. Besarnya error yang dihasilkan mempengaruhi optimasi kriging dalam kegiatan interpolasi data. Hasil estimasi kriging kohesi (c) batulempung menunjukkan interpolasi yang dilakukan kriging tidak mampu mengidentifikasi variabilitas data yang dimiliki sehingga hasil estimasi hanya berada pada nilai rata-rata kohesi (c) batulempung.

*Kata-kata kunci: geologi Indonesia, suseptibilitas magnetik, faktor perolehan minyak (RF)*

### Abstract

Geostatistics is an interpolation technique in statistics that takes into account spatial relationships between data. The scope of the data used in geostatistics can be stationary and non-stationary data. In general, most studies estimate data that is stationary and tends to produce good estimates. In this study, estimation activities will be carried out with the kriging method of cohesion value (c) claystone which has non-stationary properties. The inconsistency of the data is influenced by the high variability of data generated from numerical cohesion extracts (c) claystone. The inconsistency of data is evidenced in the results of spatial statistics which are illustrated from the results of experimental variograms which fluctuate and tend to be unstable. Error generated in % MAPE to the actual value and estimated value of cohesion (c) claystone is large enough in various estimated distances of 90-100%. The amount of error that is generated affects the optimization of kriging in data interpolation activities. Cohesion kriging estimation results (c) claystone shows that the interpolation performed by kriging is not able to identify the variability of the data that is owned so that the estimation results are only at the average value of cohesion (c) claystone.

*Keywords: Ordinary Kriging, Coefficient Variasi, Data non-stationer*

\*Penulis untuk korespondensi : Claudia Intan Permatasari  
E-mail: claudiaintan14@gmail.com

## I. PENDAHULUAN

Geostatistik merupakan teknik interpolasi data yang digunakan terhadap data yang terdistribusi dalam ruang. Tujuan utama geostatistika adalah menghasilkan interpolasi suatu data dengan memperhitungkan analisa statistik dan analisa spasial. Secara umum dalam berbagai penelitian, penggunaan geostatistika dalam proses interpolasi data

sudah berkembang sangat luas diberbagai bidang pertambangan seperti estimasi curah hujan, estimasi sumberdaya mineral hingga estimasi penyebaran kualitas batuan. Sebagian besar penelitian telah membuktikan bahwa estimasi dengan metoda ordinary kriging dalam geostatistik menghasilkan estimasi yang baik dibandingkan dengan metoda estimasi lainnya, tetapi dalam praktiknya

kebanyakan penelitian menggunakan data yang cenderung memiliki sifat stationer, sehingga belum dapat disimpulkan bahwa metoda ordinary kriging dalam geostatistik merupakan metoda estimasi terbaik. Berdasarkan hal tersebut, peneliti akan melihat bagaimana hasil estimasi ordinary kriging terhadap jenis data yang memiliki sifat non-stationer dan membuktikan apakah ordinary kriging mampu mengestimasi data non-stationer dengan baik seperti hasil estimasi terhadap data stationer yang telah dilakukan oleh peneliti lainnya. Oleh karena itu peneliti melakukan penelitian terhadap hasil estimasi kriging terhadap data non-stationer dengan judul “Pengaruh Data Non-stationer Terhadap Aplikasi Geostatistik Dalam Estimasi Dengan Metoda Ordinary Kriging”. Untuk melihat optimalisasi kriging terhadap data non-stationer.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Statistika Deskriptif

Statistika merupakan salah satu ilmu yang mempelajari tentang bagaimana mengumpulkan, mengklasifikasi, meringkas, menyajikan, menganalisis dan menginterpretasikan suatu data guna mendukung pengambilan kesimpulan serta pembuatan keputusan yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Dengan kata lain, statistika digunakan sebagai alat dalam melakukan suatu riset empiris. Dalam statistika deskriptif terdapat dua jenis pengukuran yaitu pengukuran gejala pusat dan pengukuran dispersi data, kedua pengukuran tersebut dimaksudkan untuk melihat kualitas dari suatu kumpulan data. Pengukuran gejala pusat dan dispersi data dapat diwakilkan dari hasil analisa statistik deskriptif sebagai berikut :

#### 1. Rata-rata (*Mean*)

Rata-rata (*Average*) merupakan nilai yang mewakili nilai tengah dari suatu kelompok data.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad CV = \frac{\sigma}{\mu}$$

Keterangan:

$\bar{x}$  = rata-rata suatu populasi

$n$  = banyaknya data  $x$  dalam suatu populasi

$X_i$  = nilai dari data (variabel  $x$ )

#### 2. Koefisien Variasi (*Coefficient of Variation*)

Koefisien Variasi (*Coefficient of*

*Variation*) merupakan perbandingan antara simpangan baku terhadap rata-rata hitung. Koefisien variasi menentukan kualitas dari suatu data, semakin besar koefisien variasi suatu data menunjukkan bahwa data tersebut memiliki variabilitas data sehingga data bersifat heterogen.

$$CV = \frac{\sigma}{\mu}$$

Keterangan :

$\sigma$  = Simpangan baku

$\mu$  = Nilai rata-rata

#### 2. Range

Range merupakan selisih antara nilai data maksimum dan nilai data minimum. Menurut Sani, K (2016) semakin besar range yang dihasilkan maka data bersifat heterogen.

### 2.2 Geostatistik

Geostatistik merupakan cabang ilmu campuran antara matematika dan statistika yang berkembang dalam dunia pertambangan dan geologi (Matheron, 1963). Dalam praktiknya, geostatistik berperan sebagai suatu pelengkap dari ilmu statistika, sehingga perlu dilakukannya analisa secara statistika terhadap suatu data yang ingin diteliti sebelum dilakukan dengan geostatistik. Secara umum, Geostatistik digunakan dalam pengolahan dan analisa data yang memiliki informasi secara spasial (Data spasial). Dengan kata lain, geostatistik berfungsi untuk menganalisa dan menginterpolasi suatu data yang terdistribusi dalam ruang secara spasial (Matheron, 1963).

#### 2.2.1 Variogram Eksperimental

Variogram Eksperimental merupakan hasil analisa statistik spasial yang diperoleh dari data yang diamati atau data hasil pengukuran berdasarkan perhitungan sebagai berikut (Issaks and Srivastava, 1989) :

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N} \sum_{i=1}^n (X_i - X_{i+h})^2$$

Keterangan :

$\gamma(h)$  = Nilai variogram dengan jarak  $h$

$N$  = Jumlah pasangan

$h$  = Jarak antar data

$I$  = Urutan data

Pada umumnya, terdapat beberapa model dasar variogram yang digunakan dalam memodelkan hasil variogram eksperimental, antara lain (Issaks and Srivastava, 1989):

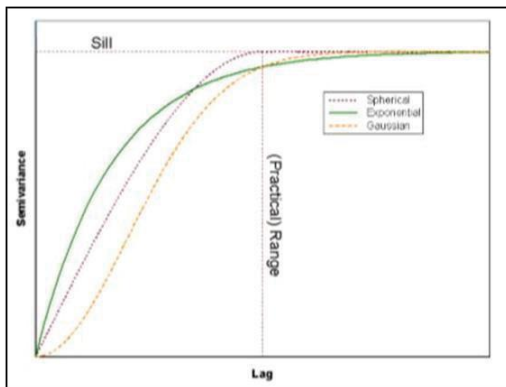
##### 1. Model Nugget Effect

- $$Y(h) = \begin{cases} 0 & h = 0 \\ C_0 & \text{lainnya} \end{cases}$$
- Model *Spherical*

$$Y(h) = \begin{cases} 1.5 \frac{h}{a} - 0.5 \left(\frac{h}{a}\right)^3 & , h \leq a \\ C_0 + C_1 & , h \geq a \end{cases}$$
  - Model *Exponential*

$$Y(h) = 1 - \exp\left(-\frac{3h}{a}\right)$$
  - Model *Gaussian*

$$Y(h) = 1 - \exp\left(-\frac{3h^2}{a^2}\right)$$



Gambar II. 1 Model Variogram (Bohling, 2005)

Setelah memodelkan variogram eksperimental maka diperoleh 3 parameter yang dihasilkan dari model variogram atau semivariogram. Komponen tersebut antara lain :

1. Range

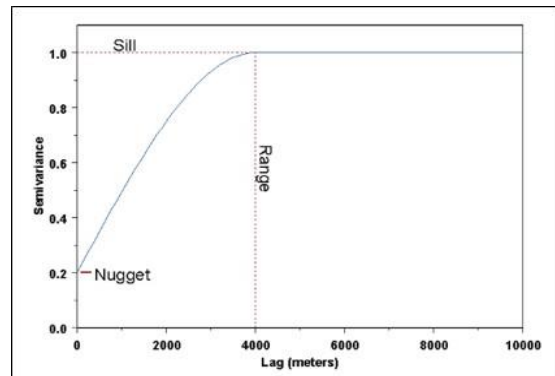
Range adalah jarak dimana variogram adalah sebuah dataran tinggi atau sebuah masa stabil dimana variogram mencapai nilai sill (Issaks dan Srivastava, 1989). Range akan mempengaruhi korelasi spasialnya.

2. Sill

Menurut Isaaks dan Srivastava (1989), Sill adalah masa stabil suatu variogram dalam mencapai range, dimana ragamnya tidak mengalami suatu kenaikan.

3. Nugget Effect

Ketidakdiskontinuan pada pusat variogram terhadap garis vertical yang melompat dari nilai 0 pada pusat nilai variogram dengan pemisahan jarak terkecil.



Gambar II.2 Sill, Range dan Nugget Effect (Bohling, 2005)

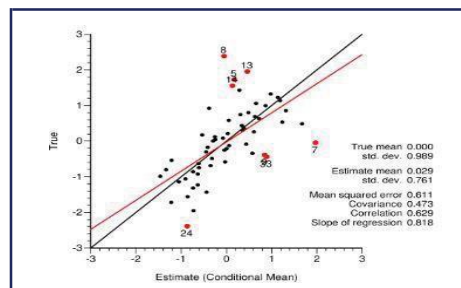
### 2.2.2 Validasi model variogram

Ketepatan model variogram umumnya dilakukan secara visual dengan melihat apakah model variogram yang digunakan sudah mewakili semua titik data yang ada dengan metod *cross validation*. *Cross Validation* digunakan untuk melihat secara grafis perbandingan antara nilai asli data terhadap nilai estimasinya. Model variogram akan dikatakan baik bila nilai asli data dan nilai estimasinya mendekati garis lurus yang terbetuk. Selain *cross validation*, Menurut Dewi, dkk. (2014) ketepatan model variogram dapat dilihat dari hasil perhitungan Mean Absolute Percentage Error dimana ketetapan model variogram dikatakan baik jika nilai MAPE kurang dari 10%. Mean Absolute Error dirumuskan sebagai berikut :

$$\%MAPE = \sum_{i=1}^n \frac{IPEi}{n} \times 100\%$$

Dimana :

$$PEi = \left( \frac{vi - \hat{vi}}{vi} \right)$$



Gambar II.3 Cross Validation Results (Deutsch, 2018)

### 2.3 Ordinary Kriging

Ordinary Kriging merupakan metode estimasi dalam kriging yang sering digunakan pada geostatistik. Cressie (1993) menampakan bahwa Ordinary Kriging memiliki dua (2) asumsi dalam prediksi spasial, yaitu :

Asumsi Model :

$$Z(u) = \mu + \epsilon(u), \mu \text{ tidak diketahui}$$

Asumsi Prediksi :

$$\hat{Z}ok(u) = \sum_{i=1}^{n(u)} \lambda \frac{ok}{\alpha}(u) Z(u\alpha), \text{ dengan}$$

$$\sum_{i=1}^{n(u)} \lambda \frac{ok}{\alpha}(u) = 1$$

Dalam hal ini,  $\hat{Z}ok(u)$  bertindak sebagai nilai estimasi variable u dengan Z(u) sebagai nilai actual sedangkan  $\epsilon(u)$  merupakan bentuk nilai error dari nilai actual Z(s) dimana  $\lambda_i$  berfungsi sebagai pembobot untuk mengukur jarak antar titik.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Jenis dan Sumber data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kohesi (c) batulempung yang merupakan data sekunder hasil karakterisasi massa batuan di PT. Bukit Asam, Tbk. yang telah dilakukan oleh peneliti lainnya.

#### 3.2 Pengolahan Data

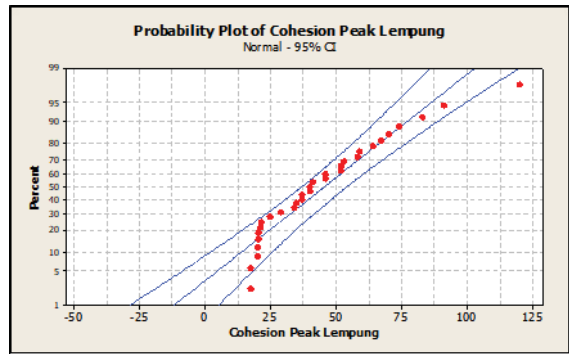
Pengolahan Data dilakukan dengan analisa statistik dan analisa spasial yang dibantu oleh perangkat lunak MATLAB dan perangkat lunak surfer. Adapun tahapan dalam pengolahan data adalah sebagai berikut :

1. Analisis Statistik Deskriptif
2. Variogram Eksperimental
3. Analisis Struktural Spasial
4. Estimasi dengan metoda ordinary kriging

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Analisa Statistik Deskriptif

Analisa statistik deskriptif dilakukan dengan melakukan uji normalitas data dan uji baik suai untuk mengetahui jenis distribusi data serta sari numerik yang dimiliki data. Dari hasil probability plot (Gambar 4.1) dihasilkan hipotesa awal bahwa data secara keseluruhan tidak terdistribusi normal karena adanya beberapa titik data yang tidak mengikuti garis diagonal normalnya.

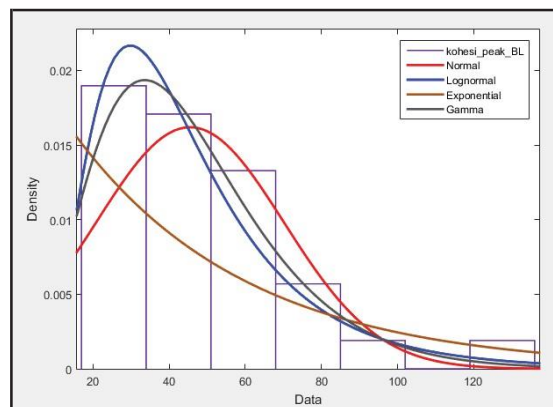


Gambar 4.1. Hasil Probability Plot Kohesi (c) Batulempung

Setelah dilakukan uji baik suai terhadap kohesi (c) batu lempung maka hipotesa awal diterima karena distribusi data hasil uji baik suai mengidentifikasi bahwa data berdistribusi lognormal (Gambar 4.2). Berdasarkan jenis distribusinya maka diperoleh sari numerik data sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil Sari Numerik Kohesi (c) Batulempung

KOHESI (Kpa)	
<b>DISTRIBUTION</b>	<b>Lognormal</b>
<b>RANGE</b>	102.7
<b>MEAN</b>	45.81
<b>VARIANS</b>	695.388
<b>SKEWNESS</b>	
<b>STD</b>	26.370
<b>COV (%)</b>	57.56



Gambar 4.2 Histogram Kohesi (c) Batulempung

Berdasarkan sari numerik kohesi (c) batulempung dapat dilihat bahwa data penelitian memiliki variabilitas data yang cukup tinggi yang digambarkan melalui nilai koefisien variasi data 60.27% dan nilai range yang cukup besar yaitu 79. Pada histogram kohesi (c) batulempung juga terlihat data memiliki nilai skewness positif yang

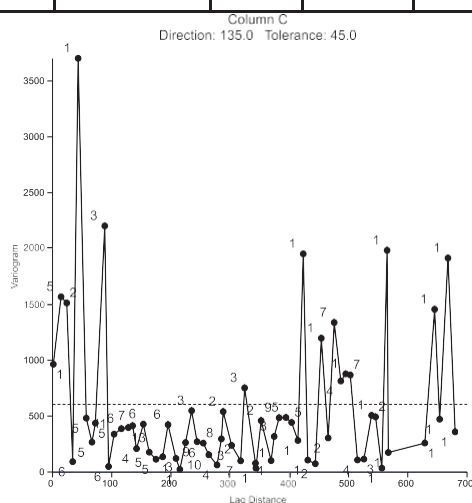
cukup besar. Berdasarkan hasil analisa statistik deskriptif tersebut maka data dipastikan bersifat non-stationer.

#### 4.2 Variogram Eksperimental

Dengan memperhitungkan arah penyebaran data maka diperoleh beberapa parameter yang digunakan dalam membentuk variogram eksperimental untuk masing-masing data, Adapun parameter yang digunakan sebagai berikut :

1. Max Lag Distance            700
2. Number of Lag                70
3. Lag                                10
4. Direction                        135
5. Tolerance                        45

No.	Jarak	MODEL		
		Gaussian	Spherical	Eksponensial
1	50	64%	78%	76%
2	100	78%	77%	76%
3	150	76%	76%	75%
4	200	74%	75%	75%
5	250	73%	75%	74%
6	300	72%	75%	73%
7	350	64%	75%	73%



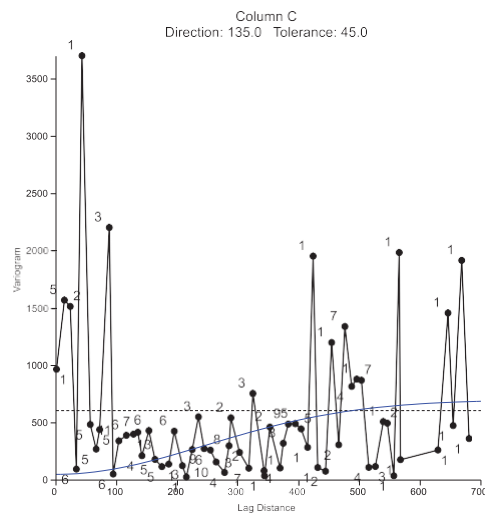
Gambar 4.3 Variogram Eksperimental Kohesi (c) Batulempung

Dari hasil variogram eksperimental kohesi (c) batulempung diatas secara spatial data tidak stationer, hal tersebut dibuktikan dari variogram eksperimental yang berfluktuasi dan tidak stabil.

#### 4.3 Analisa Statistik Struktural

Dari hasil fitting model variogram yang dilakukan terhadap data diperoleh bahwa model yang tepat pada data tersebut adalah model gaussian dengan %MAPE yang dihasilkan 64%. Parameter yang dihasilkan berdasarkan model variogram diatas adalah sebagai berikut:

1. Sill ( $C_0$ )                        : 650 ( $C_0 + C$ )
2. Range ( $C$ )                        350
3. Nugget Effect (NE): 50



Gambar 4.6 Analisa Struktural Kohesi (c) Batulempung

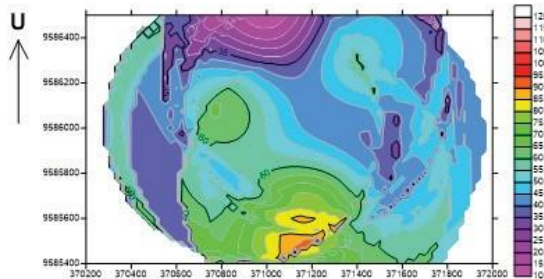
Berikut adalah rekapulasi hasil fitting model variogram terhadap ketiga model variogram dengan setiap perubahan range.

Berdasarkan hasil fitting yang dilakukan diperoleh bahwa besar error yang dihasilkan dari setiap model cenderung besar diatas 60%. Setelah dianalisa ditemukan bahwa besarnya error yang dihasilkan berbanding lurus dengan koefisien variasi yang dimiliki kohesi (c) batulempung. Error hasil model variogram akan semakin kecil pada range yang semakin besar, hal ini membuktikan bahwa data non-stationer mempengaruhi analisa structural yang dilakukan. Besarnya error yang dihasilkan mengakibatkan masih terdapatnya bias yang dihasilkan cross validation, dimana masih adanya nilai estimasi yang tidak sesuai dengan nilai actual data.



#### 4.4 Estimasi dengan metoda ordinary kriging

Berdasarkan parameter yang dihasilkan dari model variogram maka diperoleh estimasi terhadap nilai kohesi (c) batulempung tertinggi adalah 120 Kpa dengan nilai estimasi terendah sebesar 10 Kpa



Gambar 4.6 Hasil Estimasi Kohesi (c) Batulempung Blok Kriging

Jika dilihat dari hasil estimasi diperoleh bahwa penyebaran data estimasi secara menyeluruh cenderung pada rata-rata kohesi (c) batulempung. Hal ini memperlihatkan bahwa metoda kriging tidak mampu memodelkan variabilitas data yang dimiliki kohesi (c) batulempung. Berdasarkan hasil tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa metoda ordinary kriging hanya melihat variasi data secara global tanpa mampu mendeteksi variasi lokal yang dimiliki data, sehingga dalam penelitian ini estimasi dengan metoda ordinary kriging kurang optimal dalam mengestimasi data yang bersifat non-stationer.

#### V. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa ordinary kriging kurang optimal dalam estimasi terhadap data yang bersifat non-stationer yang dibuktikan dengan besarnya error hasil model variogram untuk setiap model terhadap setiap perubahan range yaitu diatas 60%. Selain itu, cross validation yang dihasilkan masih menunjukkan adanya bias terhadap nilai actual dan nilai estimasinya.

Ordinary Kriging tidak mampu mengikuti tingginya variabilitas data yang dimiliki kohesi (c) batulempung sehingga menghasilkan nilai estimasi yang sama dengan nilai rata-ratanya.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kepada PT Bukit Asam Tbk. tempat penulis melaksanakan penelitian.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bohling, G. (2005): Introduction to geostatistics and variogram analysis, Earth, 1-20.
- Cressie, N.A.C 1993. *Statistics For Spatial Data*. John Wiley and Sons, Inc. New York
- Deutsch, J. (2014): Experimental variogram tolerance parameters, <http://www.geostatistics.lesons.com/lessons/variogramparameters>.
- Deutsch, C.V., 2002. Geostatistical reservoir modeling 1st ed. Oxford University Press. New York
- Isaaks, E.H., dan Srivastaya, R.M. (1989): An introduction to applied geostatistics, Oxford University Press: New York
- Kim, Y.C. 1988. *Advanced Geostatistics For Highly Skewed Data*, Department of Mining and Geological Engineering, Arizona University.