

Analisis Persebaran Lapisan Batubara Dengan Menggunakan Metode *Ordinary Kriging* Di Pit S11gn Pt. Kitadin Desa Embalut Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur

E'ed Tri Giandari Bhakti¹, Kadek Subagiada²,

¹Laboratorium Geofisika, Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Mulawarman

²Program Studi Fisika, FMIPA, Universitas Mulawarman

*Corresponding Author : eed.giandari@gmail.com

Abstract *Ordinary Kriging* was one of another method to estimate the potential of natural resources (coal, mineral, hydrocarbon, etc.) were unknown. In previous researched *Kriging* method was better than other estimation methods. This researched to determine the estimate distribution of coal seams and to determine the estimate distribution of coal quality in researched area of Ash content, Sulfur content and Calorific Value content. The data in this research was used secondary data of coring sample and Geophysical Logging data (Log Gamma Ray and Log Density) and then correlated, the results of correlated can be estimate by *Kriging* interpolation, furthermore designed of coal thickness distribution map. Coal samples were prepared to get in terms of coal quality based on Ash content, Sulfur content and Calorific Value content. The data were analyzed by *Ordinary Kriging* method were used for designed of thematic maps, such as distribution of Ash content, Sulfur content and Calorific Value content maps. Based on the analysis of the distribution of coal on Seam 11 was continuously and reduced by direct of the slope to the northwest on the research area with average coal thickness 3.43 meters. In the research area covering 19.15 hectares it was had 593.990,371 tons of coal resources and being the best semivariogram model was semivariogram exponential model which hold an average of coal quality values were 2,54% for Ash content, 0,17% for Sulfur content and 6340 kcal/kg Calorific Value content.

Keywords Coal, *Ordinary Kriging*, Ash, Sulfur, Calorific Value

Pendahuluan

Meningkatnya penggunaan batubara sebagai sumber energi menyebabkan penggunaan batubara tidak berdasarkan kualitas melainkan berdasarkan tingkat kebutuhan manusia. Penggunaan batubara berdasarkan tingkat kebutuhan menyebabkan penambangan batubara tidak dilaksanakan berdasarkan kualitas seperti antrasit atau bituminus, melainkan nilai kalori yang dibutuhkan oleh pasar. Hal tersebut menyebabkan penambangan pada lapisan batubara dengan nilai kalori rendah seperti lignit akan tetap dilaksanakan ketika pasar membutuhkan. (Fadillah, 2009)

Seringkali masalah muncul pada saat solusi dari permasalahan estimasi telah diketahui. Salah satu masalah yang muncul pada saat solusi itu didapat adalah masalah melakukan prediksi terhadap data yang telah diolah. Untuk itu, hadirilah suatu metode yang akan mempermudah pengerjaan dalam menyelesaikan prediksi itu, yaitu salah satu metode yang disebut metode *Kriging*.

Pada beberapa penelitian, para ahli telah banyak membuktikan bahwa metode *Kriging* layak digunakan untuk memperoleh estimasi yang lebih baik dibandingkan dengan metode estimasi lainnya. Salah satu penyebabnya adalah karena dalam prosesnya, metode

Kriging bertujuan untuk meminimalkan variansi dari galatnya. (Puspita, 2013)

Maka dari itu penelitian ini metode *Kriging* yang digunakan yaitu metode *Ordinary Kriging* dengan tujuan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap estimasi persebaran lapisan batubara dan sebagai kajian teori terhadap metode *Ordinary Kriging*.

Metode Penelitian

Batubara (*coal*) adalah sedimen batuan organik yang mudah terbakar (dengan komposisi utama karbon, hidrogen dan oksigen), terbentuk dari sisa-sisa tumbuhan selama periode waktu yang panjang (puluhan sampai ratusan juta tahun). Kualitas batubara khususnya dalam peruntukannya sebagai sumber energi dan bahan bakar dapat dilihat dari analisis *proximate* (*Ash*, *moisture volatile* dan *fixed carbon*), *ultimate* (C, H, O dan N) dan *calorific value* (nilai kalor). Analisis ini dapat dilakukan mengikuti prosedur ASTM. Berdasarkan kualitasnya, batubara memiliki kelas (*grade*) yang secara umum diklasifikasi menjadi *Lignite*, *Subbituminous*, *Bituminous* dan *Antrachite*. (Aladin, 2011)

Berdasarkan tempat terbentuknya batubara terdiri dari 2 macam teori yaitu teori *drift* (terbentuknya di tempat dimana tumbuh-

tumbuhan asal itu berada) dan *drift* (terjadinya di tempat yang berbeda dengan tempat tumbuhan semula hidup dan berkembang). (Sukandarrumidi, 2008)

Dalam menentukan lapisan bawah tanah ini menggunakan pengukuran *Well Logging* yang merupakan pengukuran satu atau lebih kuantitas fisik di dalam atau di sekitar lubang sumur relatif terhadap kedalaman sumur atau terhadap waktu atau kedua-duanya. (Samperuru, 2005 dalam Suardi, 2012)

Penentuan model semivariogram ditentukan dari semivariogram eksperimental yaitu semivariogram yang diperoleh dari data yang diamati atau data hasil pengukuran.

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

Ada beberapa model semivariogram teoritis yang diketahui dan biasanya digunakan sebagai pembandingan dari semivariogram eksperimental : (Awali, 2013)

1. Model Spherical

$$\gamma(h) = \begin{cases} c \left[\left(\frac{3h}{2a} \right) - \left(\frac{h}{2a} \right)^3 \right], & \text{untuk } h \leq a \\ c, & \text{untuk } h > a \end{cases} \quad (2)$$

2. Model Exponential

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

3. Model Gaussian

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

Dengan $\gamma(h)$ yaitu nilai pengamatan dengan jarak h , $Z(s_i+h)$ yaitu bobot dari lokasi $s+h$, $Z(s_i)$ yaitu bobot pada lokasi h dan n yaitu banyaknya pasangan sampel yang digunakan untuk estimasi, c yaitu nilai variogram untuk jarak pada saat besarnya konstan, h yaitu jarak lokasi antar sampel dan a yaitu jarak pada saat nilai variogram mencapai konstan.

Ordinary Kriging adalah salah satu metode yang terdapat pada metode *Kriging* yang digunakan pada Geostatistika. Dalam penyelesaiannya untuk memperoleh hasil bobot prediksi : (Isaaks, 1989)

$$\hat{v} = \sum_{i=1}^n w_i v_i \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^n w_j \tilde{C}_{nn} + \mu = \tilde{C}_{n0} \quad (6)$$

$$\begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_n \\ \mu \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tilde{C}_{11} & \dots & \tilde{C}_{1n} & 1 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \tilde{C}_{n1} & \dots & \tilde{C}_{nn} & 1 \\ 1 & \dots & 1 & 0 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \tilde{C}_{10} \\ \vdots \\ \tilde{C}_{n0} \\ 1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$\hat{\sigma}_v^2 = \sum_{i=1}^n w_i \tilde{C}_{n0} + \mu \quad (8)$$

Dengan \hat{v} yaitu bobot estimasi, w_i yaitu faktor bobot, v yaitu bobot tersampel, n yaitu banyaknya sampel, $\hat{\sigma}_v^2$ yaitu variansi *error*, \tilde{C}_{n0} yaitu kovariansi antara variabel tersampel dengan variabel belum diestimasi, \tilde{C}_{nn} yaitu kovariansi antara variabel tersampel di titik n dengan variabel tersampel di titik n dan μ yaitu rata-rata variabel.

Salah satu cara untuk menguji keakuratan suatu model adalah dengan menggunakan validasi silang (*cross validation*). Metode ini menggunakan seluruh data untuk mendapatkan suatu model. Kemudian secara bergantian satu per satu data dihilangkan, dan kemudian data diprediksi dengan menggunakan model tersebut. Dari hasil prediksi dapat ditentukan galat prediksi yang diperoleh dari selisih antara nilai sesungguhnya dengan hasil prediksi. Semakin kecil nilai RMSE dan MAE suatu model interpolasi spasial, semakin kecil penyimpangan prediksi dari nilai sesungguhnya. (Khusnawati, 2015)

$$e_i = Z(x_i) - \hat{Z}(x_i) \quad (9)$$

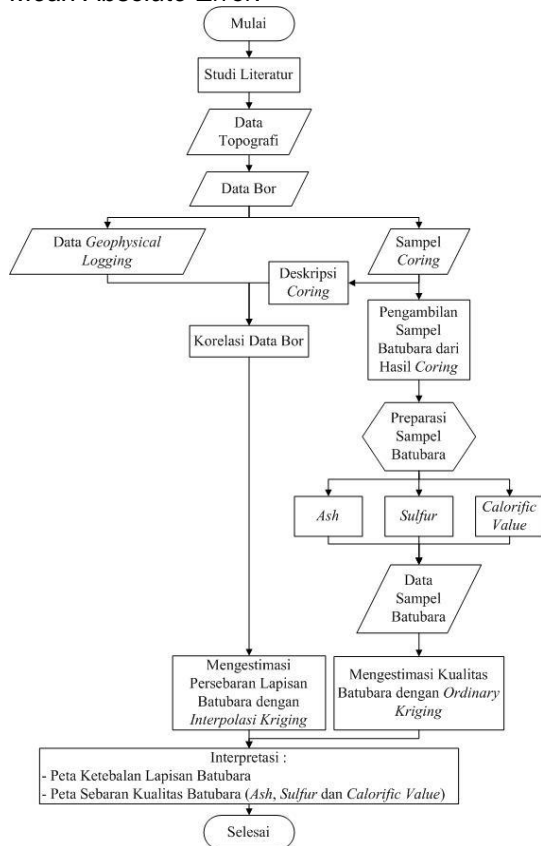
$$RMSE = \sqrt{\frac{SSE}{n}} \quad (10)$$

$$SSE = \sum_{i=1}^n e_i^2 \quad (11)$$

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n} \quad (12)$$

Dengan e_i yaitu *error*, $Z(x_i)$ yaitu nilai sesungguhnya, $\hat{Z}(x_i)$ yaitu prediksi nilai, RMSE yaitu *Root Mean Square Error*, SSE

yaitu *Sum of Square Error* dan MAE yaitu *Mean Absolute Error*.

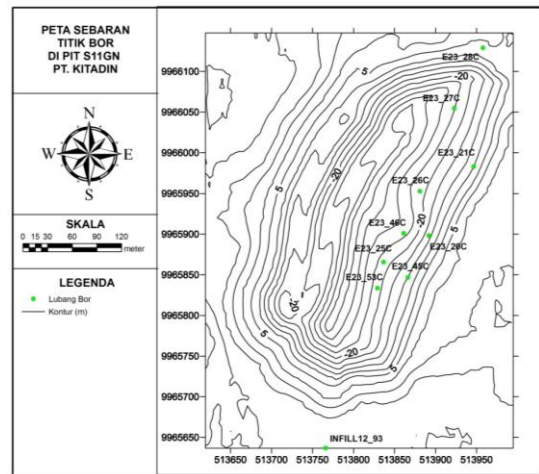


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.

Hasil dan Pembahasan

Nilai kualitas batubara pada *Seam 11* ini nilainya bervariasi begitu juga dengan nilai kadar *Ash*, *Sulfur* dan *Calorific Value*. Tabel 1 merupakan tabel data kualitas batubara *Seam 11* untuk masing-masing parameter.

Dari data *surface* kontur di Pit S11GN, persebaran titik bor dapat di plot ke peta dengan menggunakan data titik koordinat yang ada pada tabel 1. Adapun peta kontur dapat beserta persebaran titik bornya dapat dilihat pada gambar 1.

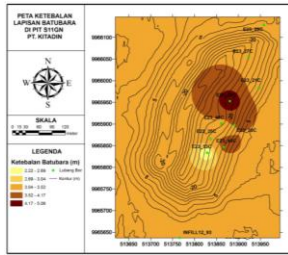


Gambar 2. Peta Sebaran Titik Bor di Pit S11GN PT. Kitadin.

Tabel 1. Data Kualitas Batubara *Seam 11*.

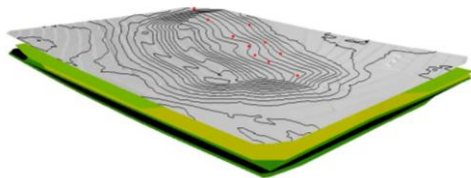
No	Bore Hole	Thickness (m)	Ash (%)	Sulfur (%)	Calorific Value (kal/g)
1	E23_20C	3,53	1,82	0,19	6393
2	E23_21C	3,01	1,91	0,15	6388
3	E23_25C	3,48	3,28	0,18	6301
4	E23_26C	5,06	1,82	0,19	6454
5	E23_27C	3,35	3,05	0,15	6376
6	E23_28C	3,54	1,61	0,13	6480
7	E23_45C	3,73	2,67	0,15	6356
8	E23_46C	3,24	3,87	0,16	6136
9	E23_53C	2,22	3,57	0,17	6172
10	INFILL12_93	3,15	2,05	0,22	6325

Ketebalan batubara *Seam 11* pada daerah penelitian dapat diolah menggunakan *software Arcgis 9.3* pula dengan interpolasi *Kriging* dan dihasilkan peta ketebalan batubara seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Peta Sebaran Ketebalan Batubara di Pit S11GN PT. Kitadin.

Dari data korelasi *Geophysical Logging* dan sampel *coring* dapat dibuat peta sebaran lapisan batubara nya dalam bentuk 3 dimensi seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Peta Lapisan Batuan pada Daerah Penelitian (3 Dimensi).

Analisis *Ash* berguna untuk mengetahui kandungan abu dalam batubara. Untuk mengetahui perbandingan semivariogram dapat dilihat pada tabel 2 dan 3.

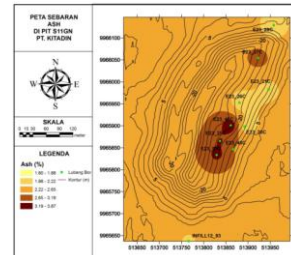
Tabel 2. Grafik Semivariogram pada *Ash*.

Semivariogram	Grafik
<i>Spherical</i>	
<i>Exponential</i>	
<i>Gaussian</i>	

Tabel 3. Perbandingan Hasil *Cross Validation* pada *Ash*.

Model Semivariogram	RMSE	MAE
Spherical	0.8769	0.2773
Exponential	0.8483	0.2682
Gaussian	0.9242	0.2921

Setelah dilakukan pemodelan semivariogram, model terpilih selanjutnya digunakan untuk membuat peta kontur sebaran kandungan *Ash* dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Peta Sebaran *Ash* pada Batubara di Pit S11GN PT. Kitadin.

Sulfur merupakan bahan pengotor utama setelah *Ash* atau abu dalam batubara. Untuk mengetahui perbandingan semivariogram dapat dilihat pada tabel 4 dan 5.

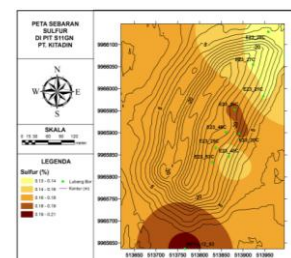
Tabel 4. Grafik Semivariogram pada *Sulfur*.

Semivariogram	Grafik
<i>Spherical</i>	
<i>Exponential</i>	
<i>Gaussian</i>	

Tabel 5. Perbandingan Hasil *Cross Validation* pada *Sulfur*.

Model Semivariogram	RMSE	MAE
Spherical	0.02765	0.0087
Exponential	0.02693	0.0085
Gaussian	0.02956	0.0093

Setelah dilakukan pemodelan semivariogram, model terpilih selanjutnya digunakan untuk membuat peta kontur sebaran kandungan *Sulfur* dapat dilihat pada gambar 6.

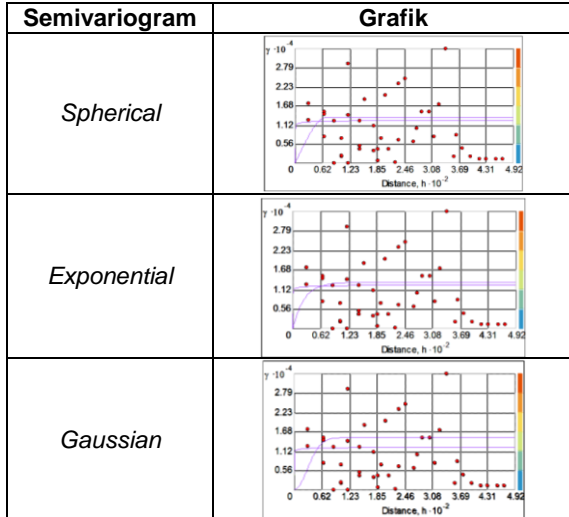


Gambar 6. Peta Sebaran *Sulfur* pada Batubara di Pit S11GN PT. Kitadin.

Calorific Value adalah nilai energi yang dapat dihasilkan dari pembakaran batubara.

Untuk mengetahui perbandingan semivariogram dapat dilihat pada tabel 6 dan 7.

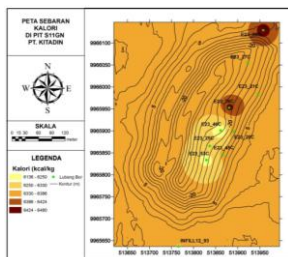
Tabel 6. Grafik Semivariogram pada *Calorific Value*.



Tabel 7. Perbandingan Hasil *Cross Validation* pada *Calorific Value*.

Model Semivariogram	RMSE	MAE
Spherical	127.2	40.22
Exponential	118	37.31
Gaussian	140.5	44.27

Setelah dilakukan pemodelan semivariogram, model terpilih selanjutnya digunakan untuk membuat peta kontur sebaran kandungan *Calorific Value* dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Peta Sebaran *Calorific Value* pada Batubara di Pit S11GN PT. Kitadin.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis persebaran batubara bahwa lapisan batubara *Seam 11* menerus dan menipis searah dengan kemiringannya ke arah barat laut pada daerah penelitian dengan ketebalan rata-rata 3,43 m. Pada daerah penelitian yang seluas 19,15 ha memiliki sumberdaya batubara sebesar 593.990,371 ton batubara dan didapatkan rata-rata nilai kualitas batubara sebesar *Ash* 2,54%, *Sulfur* 0,17% dan *Calorific Value* 6340 kcal/kg.

Ucapan Terima Kasih

Penulis berterima kasih kepada pimpinan PT. Kitadin yang telah memberikan kesempatan penulis dalam melaksanakan dan menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Aladin, A., 2011, *Sumber Daya Alam Batubara*, Bandung: CV. Lubuk Agung.
- [2] Awali, A. A., 2013, *Estimasi Kandungan Hasil Tambang Menggunakan Ordinary Indicator Kriging*, Semarang: Jurnal Statistika Undip.
- [3] Fadillah, H., 2009, *Studi Kualitatif dan Kuantitatif Karakteristik Batubara Lempungan Formasi Wahau serta Pengaruhnya Terhadap Kadar Abu Batubara di Konsesi Pertambangan PT. Bumi Murau Coal Kecamatan Muara Wahau, Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur*, (Skripsi Sarjana pada Fakultas Teknik Universitas Diponegoro), Semarang: Tidak Diterbitkan.
- [4] Isaaks, E. H., 1989, *Applied Geostatistics*, New York: Oxford University Press.
- [5] Khusnawati, A. A., 2015, *Evaluasi dan Perencanaan Kerapatan Jaringan Pos Hujan dengan Metode Kriging dan Analisa Bobot (Score) di Wilayah Sungai Palu-Lariang Provinsi Sulawesi Tengah*, (Jurnal Ilmiah pada Fakultas Teknik Universitas Brawijaya). Malang: Tidak Diterbitkan.
- [6] Puspita, W., 2013, *Analisis Data Geostatistika Menggunakan Metode Ordinary Kriging*, (Skripsi Sarjana pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta), Yogyakarta: Tidak Diterbitkan.
- [7] Suardi, U., 2012, *Identifikasi Penyebaran dan Analisis Stripping Ratio (SR) Seam Batubara dengan Menggunakan Data Geofisika Logging pada Area Pit-3 Konsesi Tambang Batubara di Kohong-Kalimantan Tengah*, (Skripsi Sarjana pada Fakultas Teknik Universitas Lampung), Bandar Lampung: Tidak Diterbitkan.
- [8] Sukandarrumidi, 2008, *Batubara dan Gambut*, Yogyakarta: Gajah Mada University Press.