

Estimasi kualitas batubara dengan Metode Sequential Gaussian Simulation di Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan

Estimation of coal quality using The Sequential Gaussian Simulation Method in Tanah Bumbu Regency, South Kalimantan Province

Dwi Martiwi*, Nurhakim, Hafidz Noor Fikri

Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

e-mail: *dwimartiwi7@gmail.com, nurhakim@ulm.ac.id, untung@ulm.ac.id

ABSTRAK

Eksplorasi merupakan suatu kegiatan penyelidikan atau pencarian yang bertujuan untuk mencari endapan bahan galian berharga yang memiliki nilai ekonomis untuk di tambang. Di daerah penelitian dilakukan kegiatan pemboran yang mendapatkan data nilai kualitas dari masing-masing seam dengan parameter kualitas yang telah ditentukan. Penelitian ini melakukan estimasi ordinary kriging dan sequential gaussian simulation kualitas batubara pada 5 seam dengan 82 titik informasi dan 10 parameter kualitas batubara yaitu *Ash content* (ASH), *Calorific Value* (CV), *Fixed Carbon* (FC), *Hardgrove Grindability Index* (HGI), *Inhern Moisture* (IM), *Relative Density* (RD), *Relative Density insitu* (RD_ins), *Total Moisture* (TM), *Total Sulfure* (TS), *Volatile Matter* (VM). Simulasi *sequential Gaussian* menunjukkan bahwa fluktuasi lokal pada distribusi spasial terlihat lebih saat simulasi dilakukan sedangkan pada estimasi *Ordinary Kriging* kualitas terlihat lebih smooth hal tersebut disebabkan pengaruh *smoothing effect*.

Kata-kata kunci: eksplorasi, *Ordinary Kriging*, *smoothing effect*, spasial

ABSTRACT

Exploration is an investigation or search activity that aims to find deposits of valuable excavated material that has economic value for mining. In the research area, drilling activities are carried out that obtain quality value data from each seam with predetermined quality parameters. This study estimated ordinary kriging and sequential gaussian simulation of coal quality at 5 seams with 82 information points and 10 coal quality parameters, namely Ash content (ASH), Calorific Value (CV), Fixed Carbon (FC), Hardgrove Grindability Index (HGI), Inhern Moisture (IM), Relative Density (RD), Relative Density insitu (RD_ins), Total Moisture (TM), Total Sulfure (TS), Volatile Matter (VM). Gaussian sequential simulations show that local fluctuations in spatial distributions are seen more when simulasi is performed while in ordinary kriging estimates the quality looks smoother due to the influence of the smoothing effect.

Keywords: exploration, *Ordinary Kriging*, *smoothing effect*, spatial

PENDAHULUAN

Kegiatan pertambangan terus menerus dilakukan karena hampir seluruh bahan tambang digunakan untuk memenuhi kebutuhan manusia. Salah satu bahan galian yang penting adalah batubara. Industri pertambangan batubara di Kalimantan Selatan berkembang sangat pesat itu berdasarkan dari permintaan pasar, baik untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri maupun untuk kebutuhan mancanegara (ekspor).

Kendala atau masalah yang terjadi yaitu pada kegiatan eksplorasi sumberdaya batubara itu sendiri dimana kegiatan tersebut membutuhkan biaya yang sangat besar dimana kendala ini mengakibatkan tidak semua area dapat dilakukan pemboran eksplorasi sehingga perlu adanya dilakukan kegiatan estimasi. Estimasi geostatistik adalah metode yang digunakan untuk menafsirkan parameter suatu titik dengan menggunakan data geospasial untuk mengetahui parameter pada titik yang di estimasi. Salah satu metode yang sering digunakan adalah metode *ordinary kriging*, karena *ordinary kriging* sebagai salah satu metode geostatistik, memanfaatkan nilai spasial pada lokasi tersampel dan variogram yang menunjukkan korelasi antar titik spasial untuk memprediksi nilai pada lokasi lain yang belum tersampel yang mana nilai prediksi tersebut tergantung pada kedekatannya terhadap lokasi tersampel. Adanya perbedaan hasil pada saat perhitungan estimasi dan kenyataan ketika proses kontrol dilakukan memerlukan perhatian serius pada permodelan geologi dan perhitungan sumberdaya batubara. Perhitungan menggunakan estimasi

ordinary kriging juga memiliki kekurangan yaitu dimana hasil dari estimasi *ordinary kriging* mendapatkan pengaruh *smoothing effect* dimana hasil estimasi terbatas oleh nilai *minimal* dan *maximal* dari data awal. Untuk itu, penelitian ini mencoba untuk menggunakan simulasi *Sequential Gaussian* pada kualitas batubara disatui kabupaten tanah bumbu provinsi Kalimantan selatan karena hasil dari estimasi menggunakan simulasi *Sequential Gaussian* tidak dibatasi oleh data *minimal* dan *maximal* data awal melainkan dibatasi dengan variogram dan histogram data *normalize*.

METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penyelesaian masalah evaluasi estimasi kualitas di lokasi penelitian adalah dengan metode *sequential gaussian simulation*. Dari data titik informasi yang memiliki nilai kualitas batubara berupa *Ash content* (ASH), *Calorific Value* (CV), *Fixed Carbon* (FC), *Hardgrove Grindability Index* (HGI), *Inhern Moisture* (IM), *Relative Density* (RD), *Relative Density insitu* (RD_ins), *Total Moisture* (TM), *Total Sulfure* (TS), *Volatile Matter* (VM).

Kulitas batubara di analisis statistik dan kemudian dilakukan model endapan batubara dengan ukuran 100x100 yang di hasilkan dari setengah jarak ttitik informasi kemudian dilakukan estimasi kualitas batubara dengan metode *ordinary kriging* setelah itu dilakukan simulasi dengan metode *sequential gaussian simulation* dengan 100 kali realisasi.

Estimasi Ordinary Kriging

Ordinary kriging mengasumsikan *mean* populasi adalah konstan, tetapi tidak diketahui, sedangkan variogram dari $Z(v)$ diketahui. Metode ini merupakan metode yang memberikan penaksir *Best Linier Unbiased Estimator* (BLUE). Bobot *ordinary kriging* memenuhi sifat tak bias dengan $\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$ dengan n adalah jumlah sampel yang diketahui. Nilai bobot *ordinary kriging* dapat diperoleh melalui persamaan (1).

$$\begin{pmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \vdots \\ \lambda_n \\ \mu \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \bar{v}(S_1-S_1) & \bar{v}(S_1-S_2) & \dots & \bar{v}(S_1-S_n) & 1 \\ \bar{v}(S_2-S_1) & \bar{v}(S_2-S_2) & \dots & \bar{v}(S_2-S_n) & 1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \bar{v}(S_n-S_1) & \bar{v}(S_n-S_2) & \dots & \bar{v}(S_n-S_n) & 1 \\ 1 & 1 & \dots & 1 & 0 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} \bar{v}(S_1-S_1) \\ \bar{v}(S_2-S_1) \\ \vdots \\ \bar{v}(S_n-S_1) \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$z^* = \lambda_1 \cdot z(x_1) + \lambda_2 \cdot \frac{z(x_1) + z(x_2)}{2} + \lambda_3 \cdot \frac{z(x_4) + z(x_5)}{2} \quad (1)$$

$S_1 \qquad S_2$

Parameter tambahan μ merupakan *Lagrange multiplier* yang digunakan untuk meminimalkan galat *kriging*. Interpolasi *ordinary kriging* dapat diperoleh dengan persamaan (2).

$$\hat{Z}(s_0) = \lambda^T Z \quad (2)$$

Variansi galat *kriging* dapat diperoleh dari persamaan:

$$\text{var}(\varepsilon(s_0)) = \begin{pmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \vdots \\ \lambda_n \\ \mu \end{pmatrix}^T \begin{pmatrix} \bar{v}(S_1-S_1) \\ \bar{v}(S_2-S_1) \\ \vdots \\ \bar{v}(S_n-S_1) \\ 1 \end{pmatrix} \quad (3)$$

[1] Ketika model semivariogram akan digunakan dalam sistem persamaan *ordinary kriging*, sebelumnya diuji terlebih dahulu model semivariogram apakah sesuai dengan keadaan spasial. Dalam validasi model, digunakan nilai nilai residual terbaku untuk menentukan apakah model semivariogram yang dipilih sudah valid. Residual terbaku adalah residual yang sudah terstandarisasi.

Simulasi Sequential Gaussian

Dari beberapa prosedur simulasi yang sering digunakan hanya prosedur Gaussian sekuensial yang paling sering digunakan. Metode ini berdasarkan prinsipal yang sesuai Simulasi sebuah titik adalah nilai yang diambil dari distribusi kondisional yang memberi nilai pada beberapa titik terdekat. Dan simulasi *Sequential Gaussian* merupakan suatu proses mereproduksi data dengan masih menghargai nilai titik sampel dan karakteristik data yang ada (statistik). Pada kenyataannya sifat sekuensial bergantung pada poin selanjutnya yang akan disimulasikan tidak hanya pada data pengkondisian asli di dekatnya tapi juga nilai simulasi terdekat. Prosedur simulasi *Sequential Gaussian* umumnya adalah sebagai berikut :

1. Pilih satu set data pengkondisian.
2. Ubah data pengkondisian menjadi ekuivalen data normalisasi.
3. Mengembangkan model semivariogram untuk transformasi data.
4. Periksa data yang ditransformasikan untuk normalitas bivariate dengan membandingkan sampel semivariogram untuk batas yang berbeda (data minimal, median, dan data maximal) dengan data hasil transform. Kemudian dilanjutkan dengan simulasi gaussian.
5. Lakukan beberapa pemeriksaan untuk menunjukkan simulasi tersebut telah sesuai dengan yang diinginkan, yaitu dengan memeriksa data.
6. Kembali dilakukan transformasi data simulasi dengan data pengkondisian.
7. Validasi hasilnya.

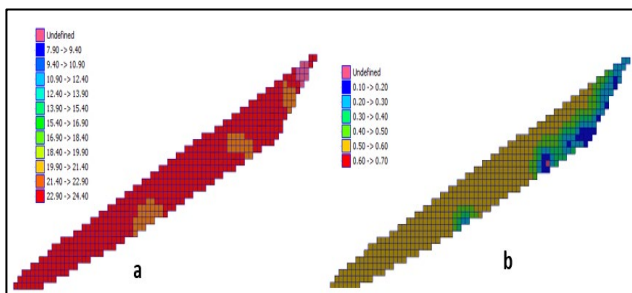
Pada simulasi *Sequential Gaussian* perlu untuk membandingkan histogram data simulasi dengan histogram data sebenarnya dan juga membandingkan semivariogram simulasi dan semivariogram sebenarnya dan plot kontur simulasi juga perlu dibandingkan dengan plot kontur sebenarnya. [2] Untuk meningkat nilai kemiringan juga terjadi peningkatan efisiensi kriging.

HASIL DAN DISKUSI

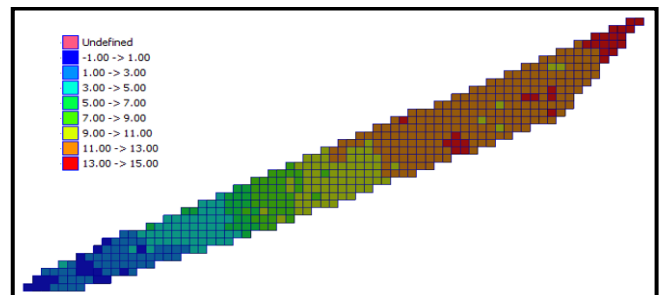
Setelah dilakukan analisis secara statistik dan penentuan variogram, maka selanjutnya akan dilakukan estimasi kualitas batubara dengan menggunakan metode *ordinary kriging*. Dengan penentuan ukuran blok yang digunakan yaitu 100m x 100 m luas area daerah penelitian 4.820.000 m. Sebagai pembatas, digunakan nilai *searching radius* sebesar 3.716 m untuk semua parameter karena hasil estimasi *ordinary kriging* dipengaruhi oleh semua titik informasi.

Dapat dilihat pada gambar di bawah ini yang mewakili estimasi dari kualitas batubara yaitu *ash content* dari seam S6 salah satu dari 5 seam.

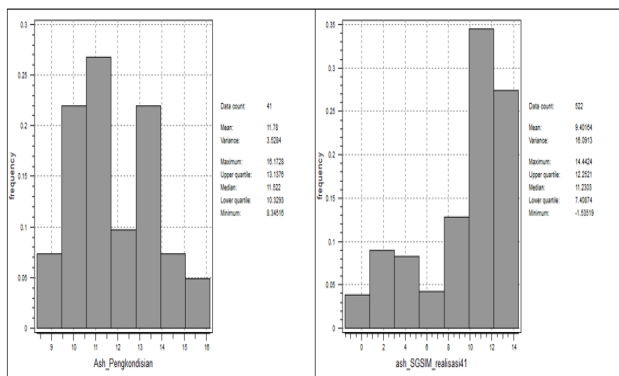
Berikut perbandingan histogram kualitas *ash content* antara hasil dari simulasi *sequential Gaussian* dengan data pengkondisian awal, dari gambar di atas dapat dilihat bahwa nilai dari hasil simulasi *sequential Gaussian* jauh lebih baik dibandingkan dengan estimasi *ordinary kriging* karena nilai hasil simulasi *sequential gaussian* dapat mendekati bahkan hampir sama nilai mean, median, minimal, maximal dari data pengkondisian awal karena proses simulasi *sequential Gaussian* tidak mengalami yang namanya *smoothing effect*.



Gambar-1. Hasil estimasi (a) dan variance (b) kualitas *ash content* pada seam S6



Gambar-2. Hasil simulasi ke-10 ash content pada seam S6



Gambar-3. Perbandingan histogram hasil simulasi dengan data pengkondisian

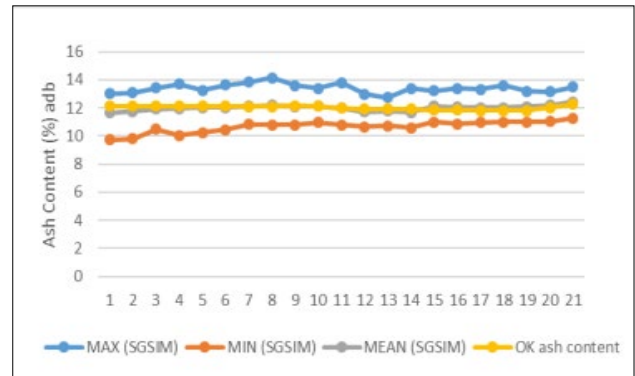
Nilai simulasi *sequential gaussian* kemudian dibandingkan dengan hasil estimasi *ordinary kriging* pada *long section* pada endapan yang berfungsi untuk melihat tren data dari hasil simulasi *Sequential Gaussian* dengan hasil estimasi *ordinary kriging*. Simulasi *sequential gaussian* sebanyak 100 kali realisasi menunjukkan angkanya cukup bisa mengikuti hasil estimasi *ordinary kriging* walaupun di beberapa hasil simulasi menunjukkan angka lebih tinggi dibandingkan hasil estimasi *ordinary kriging*.

Hasil perbandingan estimasi *ordinary kriging* dengan simulasi *sequential Gaussian* menunjukkan bahwa fluktuasi lokal pada distribusi spasial terlihat lebih saat simulasi *sequential Gaussian* dilakukan, sedangkan pada estimasi *ordinary kriging* kualitas terlihat lebih smooth hal tersebut dikarenakan hasil dari estimasi *ordinary kriging* mendapatkan pengaruh *smoothing effect*, yaitu nilai minimal maupun nilai maximal hasil dari estimasi *ordinary kriging* tidak mungkin lebih rendah maupun lebih tinggi dari data sebenarnya, berbeda halnya dengan simulasi *Sequential Gaussian* yang dibuat berdasarkan data awal dengan mempertimbangkan nilai dari *mean*, *median* dan *variance* menghasilkan data yang lebih beragam, selain itu nilai yang digunakan pada simulasi *sequential Gaussian* tidak hanya nilai data asli terdekat saja tetapi juga dipengaruhi oleh nilai hasil simulasi terdekat sebelumnya, perbandingan hasil simulasi *Sequential Gaussian* dengan estimasi *ordinary kriging* kualitas *ash content* dapat dilihat pada gambar berikut.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dihasilkan dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini menggunakan metode *included area* pada 5 *seam* batubara dengan ukuran blok model 100 m x 100 m.
2. Estimasi kualitas batubara dengan metode *ordinary kriging* menghasilkan distribusi kualitas data yang berbeda pada setiap *seam* batubara dengan kualitas yang sama.
3. Simulasi *Sequential Gaussian* yang dilakukan pada kualitas batubara sebanyak 100 kali kecuali pada parameter *Total Moisture* pada *seam SL1* sebanyak 25 kali dan *Total Sulfure* pada *seam SL3L* dengan hasil simulasi bisa memperlihatkan duplikasi yang sesuai dengan data dasar.



Gambar-4. Perbandingan hasil estimasi *ordinary kriging* dengan hasil simulasi *Sequential Gaussian* pada *seam S6* parameter *ash content*.

4. Hasil perbandingan antara estimasi *ordinary kriging* dengan simulasi *sequential Gaussian* yaitu fluktuasi lokal pada distribusi spasial terlihat saat simulasi *sequential Gaussian* dilakukan, sedangkan pada estimasi *ordinary kriging* kualitas terlihat lebih *smooth*.

Adapun saran yang dapat diambil untuk penelitian berikutnya yaitu sebaiknya ukuran blok model tidak hanya mempertimbangkan dari spasi titik informasi namun juga mempertimbangkan dari range variogram model, karena ukuran blok model menggunakan spasi titik informasi lebih kecil sehingga bias data menjadi lebih besar, sedangkan dengan menggunakan range variogram model ukuran blok lebih besar dan menghasilkan bias data kecil

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada orang tua dan bapak/ibu dosen yang telah memberi dukungan dalam bentuk finansial, fasilitas, atau legalitas terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Armstrong, *Basic Linear Geostatistics*, Berlin: Springer-Verlag, 1998.
- [2] D. G. Krige, "Block kriging and the fallacy of endeavouring to reduce or eliminate smoothing," in *Proceedings of the Regional APCOM*, Moscow, 1997, p. 802.
- [3] J. Deustch, *Experimental variogram tolerance parameter*, Canada: University of Albrta, 2018.
- [4] A. J. Sinclair, and G. H. Blackwell, *Applied mineral inventory estimation*, Cambridge University Press, 2006, pp. 799-810.
- [5] T. Sugiono, *Statistik Untuk Penelitian*, Bandung: Alfabeta, 2009.
- [6] J. Vann, S. Jackson, and O. Bertoli, "Quantitative kriging neighbourhood analysis for the mining geologist-a description of the method with worked case examples," in *5th international mining geology conference*, Australian Inst Mining & Metallurgy, Bendigo, Australia, vol. 8, 2003, pp. 215-223.

