

## **ESTIMASI SUMBERDAYA BATUBARA MENGGUNAKAN METODE *NEAREST NEIGHBOUR POINT*, *INVERSE DISTANCE WEIGHTING*, DAN *KRIGING* PADA DAERAH MUARA BUNGO, SUMATERA SELATAN**

Ardi Kurnianto, Ajimas Pascaning Setihadiwibowo\*, Wrego Seno Giamboro

Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta, Indonesia  
Jl. SWK No. 104, Ngropoh, Condongcatur, Depok, Sleman, Yogyakarta 55283

\*Penulis koresponden. Alamat email: [ajimas@upnyk.ac.id](mailto:ajimas@upnyk.ac.id)

### **Abstrak**

Perhitungan cadangan batubara penting dalam eksplorasi untuk menentukan kelayakan ekonomi dari penambangan. Hasil perhitungan cadangan penambangan kemudian digunakan untuk mengevaluasi apakah kegiatan penambangan yang direncanakan layak atau tidak. Studi ini berlokasi di wilayah Muarabungo di cekungan Sumatra Selatan. Secara fisiografis Cekungan Sumatra Selatan adalah Cekungan Tersier. Dalam penelitian ini digunakan Metode *Nearest Neighbour Point*, Metode *Inverse Distance Weighting* dan Metode *Kriging* untuk mengetahui sumber daya batubara. Hasil perhitungan cadangan batubara pada Metode *Nearest Neighbour Point* diperoleh volume batubara 458.240 m<sup>3</sup>, dengan tonase 960.929,28 ton, volume *overburden* 3.735.200 m<sup>3</sup>, dan rasio nilai pengupasan 1:3,887. Dalam metode pembobotan jarak terbalik *Inverse Distance Weighting* 967.386 ton, *overburden* 3.826.800 m<sup>3</sup>, dan *stripping ratio* 1:3.955. Sedangkan dalam Metode *Kriging*, volume batubara adalah 446.760 m<sup>3</sup>, dengan tonase 967.386 ton, *overburden* 3.908.600 m<sup>3</sup>, dan *stripping ratio* 1: 4.166.

**Kata kunci:** batubara; geostatistika; *Inverse Distance Weighting*; *Kriging*; *Nearest Neighbour Point*

### **Abstract**

Calculation of coal reserves is important in the exploration to determine the economic feasibility of mining. The results of the calculation of mining reserves are then used to evaluate whether a planned mining activity is feasible or not. The study is located in the Muarabungo region in the South Sumatra basin. Physiographically the South Sumatra Basin is a Tertiary Basin. In this research, the Nearest Neighbour Point Method, Inverse Distance Weighting Method and Kriging Method are used to find out coal resources. The results of coal reserve calculation in the Nearest Neighbour Point Method obtained coal volume of 458,240 m<sup>3</sup>, with tonnage of 960,929.28 tons, overburden volume of 3,735,200 m<sup>3</sup>, and stripping value ratio of 1: 3,887. In the Inverse Distance Weighting Method the coal volume is 460,660 m<sup>3</sup>, with a tonnage volume of 967,386 tons, overburden of 3,826,800 m<sup>3</sup>, and a stripping ratio of 1:3,955. Whereas in the Kriging Method, coal volume was 446,760 m<sup>3</sup>, with tonnage of 967,386 tons, overburden volume of 3,908,600 m<sup>3</sup>, and stripping ratio of 1: 4,166.

**Keywords:** coal; geostatistics; *Inverse Distance Weighting*; *Kriging*; *Nearest Neighbour Point*

## Pendahuluan

Batubara merupakan bahan galian yang strategis dan salah satu bahan baku energi nasional yang mempunyai peran yang besar dalam pembangunan nasional (SNI, 2011). Batubara menurut Wolf (1984) merupakan bahan bakar fosil yang terdiri dari pengendapan mineral organik purba yang tersisa dan telah mengalami perubahan bentuk akibat proses fisika dan kimia yang telah berlangsung jutaan tahun. Dalam proses eksplorasi batubara ada banyak metode yang dilakukan secara bertahap sesuai ketentuan Standar Nasional Indonesia (SNI) salah satunya adalah metode geofisika.

Menurut Thomas (2002), batubara memiliki respon yang baik terhadap sebagian besar metode geofisika karena sifat fisiknya yang sangat kontras dari litologi lain yang umumnya ditemukan dalam rangkaian sikuen batubara. Rider (2002) menyatakan bahwa log sebagai suatu nilai pengukuran yang dapat digambarkan terhadap kedalaman. *Well logging* merupakan salah satu metode geofisika yang relatif akurat dalam

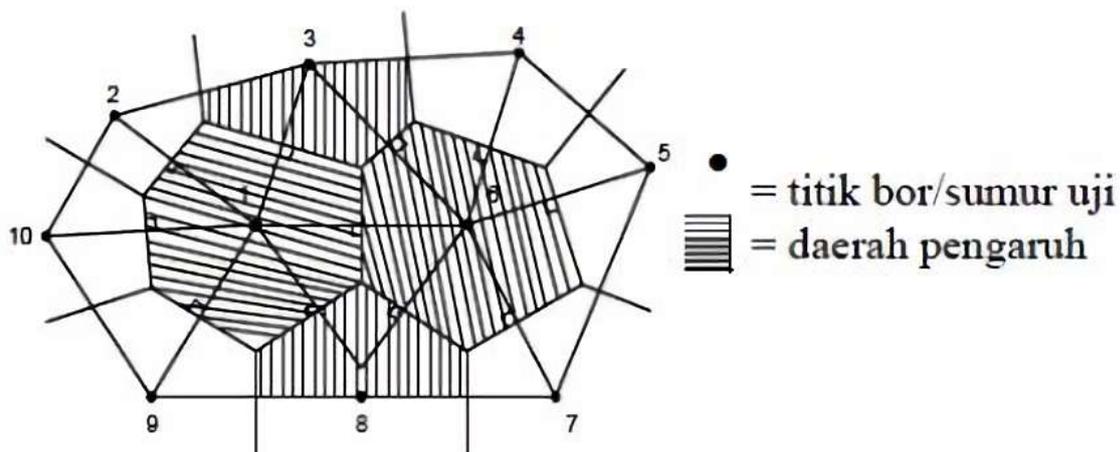
penentuan kedalaman dan ketebalan suatu lapisan dengan menggunakan kombinasi *gamma ray* dan densitas (Musset and Khan, 2000).

Estimasi perhitungan cadangan dalam penelitian ini menggunakan metode penaksiran yang umum yaitu *Nearest Neighbour Point*, *Inverse Distance Weighting*, dan *Kriging*.

## Dasar Teori

### 1. Metode *Nearest Neighbour Point*

Metode *Nearest Neighbour Point* atau biasa juga disebut sebagai metode poligon contoh terdekat, dimana pengambilan nilai estimasi terhadap titik berdasarkan pada pengaruh masing-masing titik mengikuti titik terdekat. Metode ini umumnya digunakan pada endapan yang relatif homogen dan mempunyai geometri yang sederhana (Hartman, 1992). Daerah pengaruh dibuat dengan cara membagi dua jarak antara dua titik contoh dengan satu garis sumbu, yang dapat digambarkan seperti pada gambar 1.



**Gambar 1.** Metode *Nearest Neighbour Point* (Hartman, 1992)

### 2. Metode *Inverse Distance Weighting*

Metode *inverse distance weighting* adalah salah satu dari metode penaksiran dengan

pendekatan blok model yang sederhana dengan mempertimbangkan titik di sekitarnya. Asumsi dari metode ini adalah nilai interpolasi akan lebih mirip pada data

sampel yang dekat daripada yang lebih jauh. Bobot (*weight*) akan berubah secara linier sesuai dengan jaraknya dengan data sampel. Bobot ini tidak akan dipengaruhi oleh letak dari data sampel. Metode ini biasanya digunakan dalam industri pertambangan karena mudah untuk digunakan. Pemilihan nilai sangat mempengaruhi hasil interpolasi. Nilai yang tinggi akan memberikan hasil seperti menggunakan interpolasi *nearest neighbour* dimana nilai yang didapatkan merupakan nilai dari data point terdekat (NCGIA, 2007).

Secara lanjut dapat dijelaskan dengan rumus sebagai berikut:

$$Z = \sum_{i=1}^n w_i z_i \quad (1)$$

Keterangan:

Z : Kadar yang ditaksir

W<sub>i</sub> : bobot conto

Z<sub>i</sub> : kadar conto

Pembobotan seperjarak dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- Untuk *inverse distance* pangkat satu

$$w_i = \frac{\frac{1}{d_i}}{\sum \frac{1}{d_i}} \quad (2)$$

- Untuk *inverse distance* pangkat dua

$$w_i = \frac{\frac{1}{(d_i)^2}}{\sum \frac{1}{(d_i)^2}} \quad (3)$$

- Untuk *inverse distance* pangkat tiga

$$w_i = \frac{\frac{1}{(d_i)^3}}{\sum \frac{1}{(d_i)^3}} \quad (4)$$

### 3. Metode *Kriging*

Menurut Bohling (2005) Metode *Kriging* adalah metode analisis data geostatistika yang digunakan dalam memperoleh estimasi besarnya titik sampel pada suatu titik yang tidak tersampel berdasarkan titik-titik tersampel yang berada di sekitarnya

dengan mempertimbangkan korelasi data spasial yang ada.

Variogram adalah perangkat dasar dari geostatistik untuk visualisasi, pemodelan estimasi besarnya titik sampel pada suatu titik yang tidak tersampel berdasarkan titik-titik tersampel yang berada disekitarnya dengan mempertimbangkan korelasi data spasial yang ada.

Variogram adalah perangkat dasar dari geostatistik untuk visualisasi, pemodelan dan eksploitasi autokorelasi spasial dari variabel terregionalisasi. Variogram eksperimental adalah variogram yang diperoleh dari data yang diamati atau data hasil pengukuran. Variogram dapat digunakan untuk mengukur korelasi spasial berupa variansi selisih pengamatan pada lokasi dan lokasi berjarak. Taksiran variogram eksperimental pada jarak *h* menurut Isaaks dan Srivastava (1989) adalah sebagai berikut :

$$\gamma(h) = \frac{1}{2\gamma(h)} \cdot \sum_{i=1}^{N(h)} (Z(x_i) - Z(x+h))^2 \quad (5)$$

Keterangan:

2  $\gamma(h)$  : nilai variogram dengan jarak *h*

$\gamma(h)$  : nilai semivariogram dengan jarak *h*

Z(x<sub>i</sub>) : nilai pengamatan di titik x<sub>i</sub>

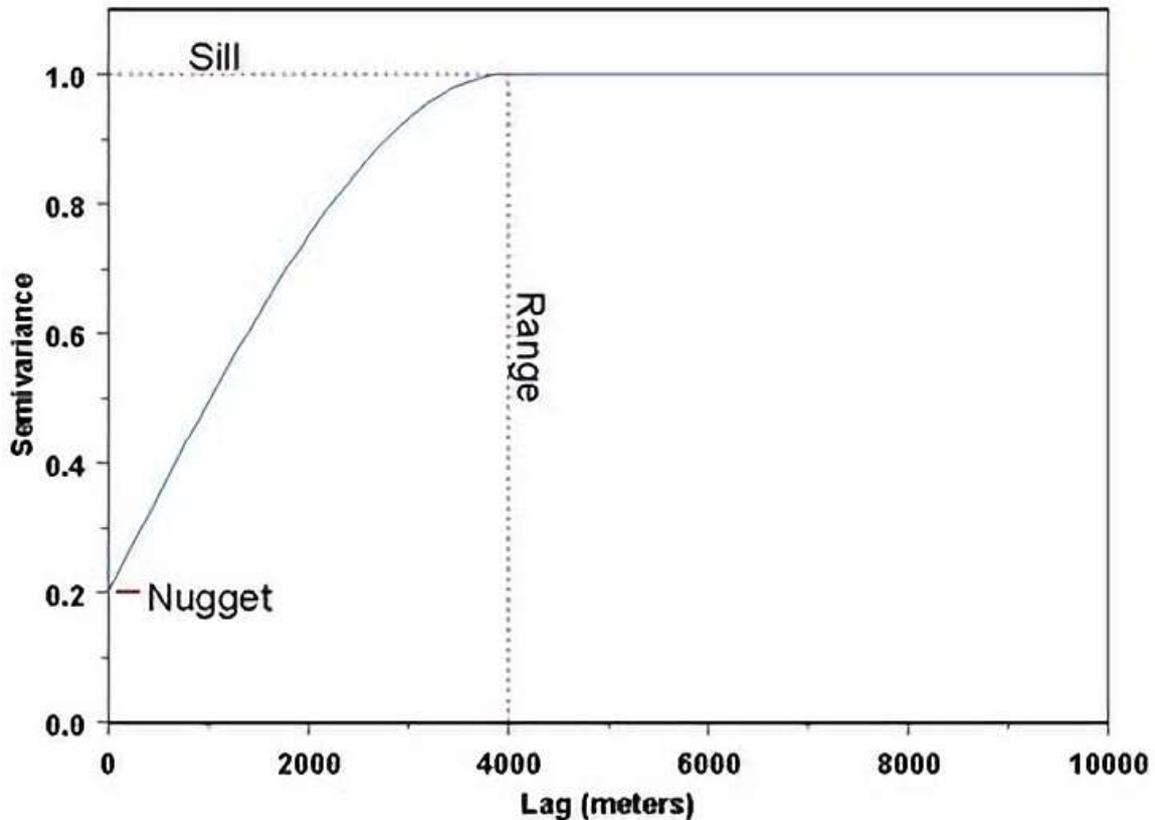
Z(x<sub>i</sub>+h) : nilai pengamatan dititik (x<sub>i</sub>+h)

N(h) : banyaknya pasangan titik

Variogram eksperimental menurut Isaaks dan Srivastava (1989) diperoleh dari data biasanya memiliki bentuk yang tidak beraturan, sehingga sulit untuk ditafsirkan dan tidak dapat langsung digunakan dalam penaksiran. Untuk mempermudah analisis dibuat model variogram yang teoritis. Untuk suatu jarak *h* yang besar sehingga z(x) dan z(x+h) menjadi tidak terkorelasi, variogram  $\gamma(h)$  mencapai suatu nilai C(0) yang merupakan nilai *nugget effect* dan nilai batas yang disebut sebagai *sill* C variogram. Sedangkan jarak dimana  $\gamma(h)$  mencapai *sill* disebut sebagai nilai *range*, yang menyatakan jarak pengaruh antar nilai

contoh. Ada pun ketiga unsur ini merupakan parameter yang digunakan untuk melakukan penaksiran pada model

variogram. Ketiga nilai tersebut dapat dimodelkan seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Model variogram (Isaaks dan Srivastava, 1989)

Salah satu contoh *Kriging* linier adalah *ordinary Kriging*. *Ordinary Kriging* merupakan metode yang praktis dan sederhana dalam konsep model stasionaris untuk menaksir kadar berdasarkan data disekeliling blok. Hal – hal yang perlu diperhatikan menurut Isaaks dan Srivastava (1989):

- (1) Mencari nilai estimasi variabel blok dengan persamaan

$$Z^* = \sum_{i=1}^n w_i Z_i \quad (6)$$

- (2) Bobot  $w_i$  dipecahkan dengan persamaan

$$\sum_{i=1}^n w_i \gamma(v, v) + \mu = \gamma(v, V) \quad (7)$$

dengan  $\sum_{i=1}^n w_i = 1$

#### 4. Stripping Ratio

Dalam pertambangan, *stripping ratio* mengacu pada perbandingan antara *volume*

*overburden* (material buangan) dengan *volume* batubara (Kennedy, 1990).

#### 5. Perhitungan Cadangan

Metode perhitungan cadangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *in situ tonnage calculations* yang merupakan perhitungan standar untuk mengetahui jumlah cadangan batubara (Thomas, 2002). Rumus yang digunakan untuk menghitung cadangan adalah sebagai berikut:

$$T = h \times L \times R.D \quad (8)$$

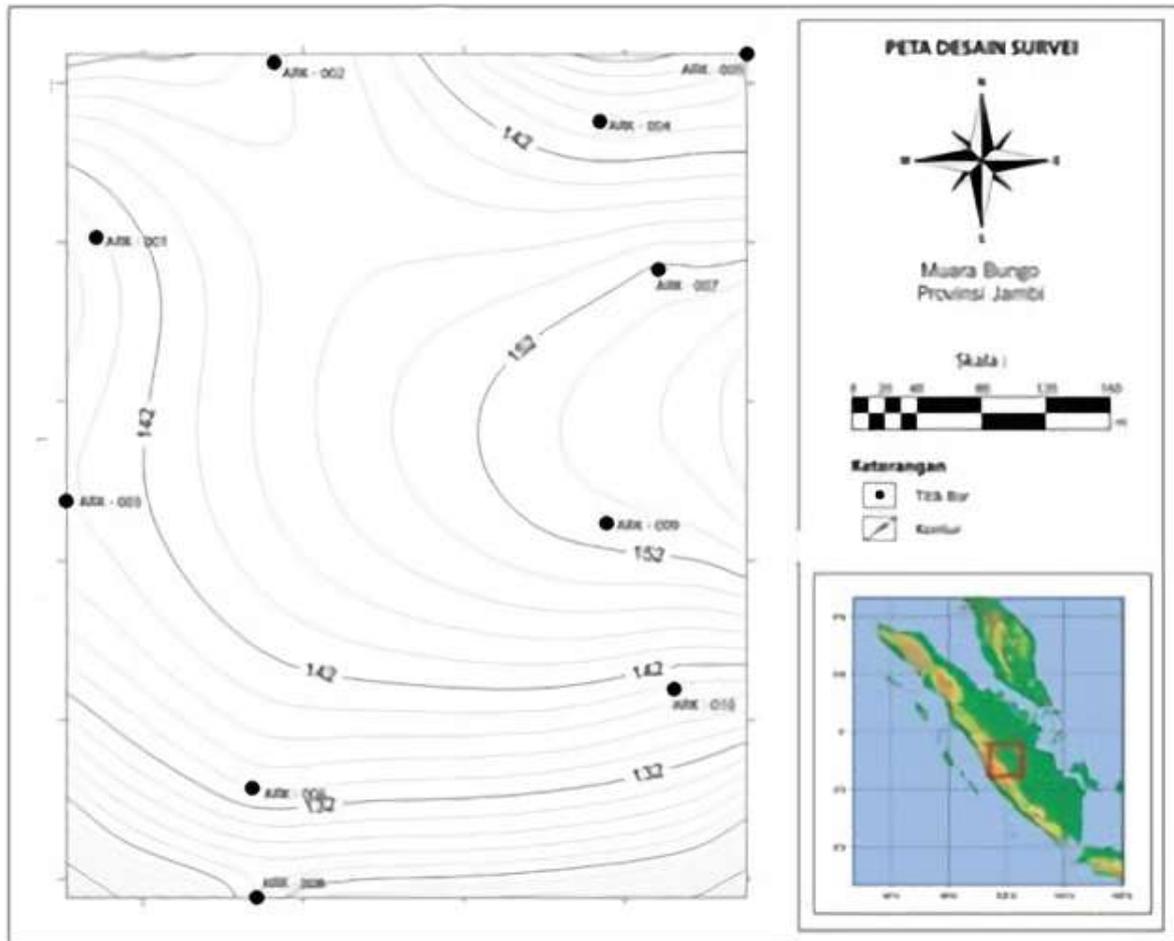
dengan:

- T : Total tonase (Ton),
- h : Ketebalan batuan (m),
- L : Luas area sebaran (m<sup>2</sup>),
- R.D : Rata-rata densitas yang terukur (gr/cm<sup>3</sup>).

## Metodologi Penelitian

Lokasi daerah penelitian terletak di wilayah Kabupaten Muara Bungo, Provinsi Jambi. Data yang diperoleh dari data rekaman *well logging*

*logging* sebanyak 11 titik pengukuran. Gambar 3 merupakan penyebaran titik-titik rekaman *well logging*.



Gambar 3. Desain survei penelitian

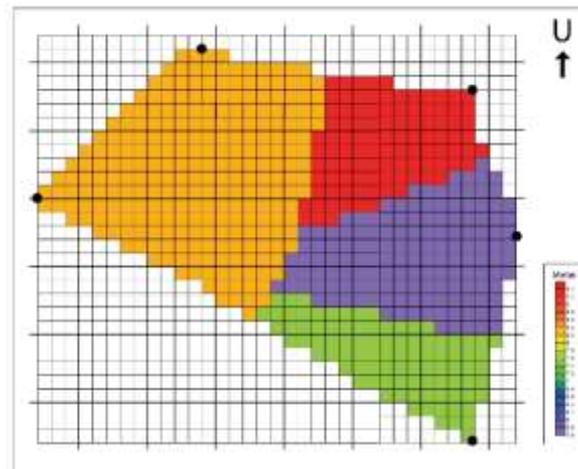
Data *well logging* meliputi data log *gamma ray* dan log densitas dalam format LAS. Data log ini merupakan hasil perekaman data yang menampilkan hasil rekaman *well logging* yaitu kedalaman lubang bor, alat yang digunakan, nama sumur, waktu dan lokasi lubang bor.

Setiap lubang bor memiliki nilai densitas masing-masing. Untuk mendapatkan nilai rata-rata densitas diperoleh dari 11 rekaman log densitas. Nilai densitas yang menjadi acuan dari penelitian ini yaitu densitas batubara.

## Hasil dan Pembahasan

### 1. Estimasi Cadangan Batubara Metode *Nearest Neighbour Point*

Pada Metode *Nearest Neighbour Point* estimasi terhadap blok berdasarkan pada data yang jaraknya paling dekat dengan blok tersebut. Perhitungan dilakukan pada lapisan batubara dengan ukuran blok 10 x 10 meter.

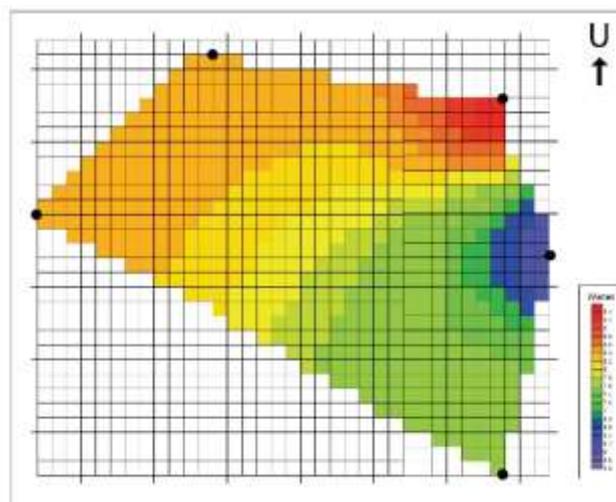


**Gambar 4.** Peta persebaran ketebalan batubara Metode *Nearest Neighbour Point*

Gambar 4 adalah hasil estimasi cadangan berdasarkan Metode *Nearest Neighbour Point*. Didapatkan pola persebaran nilai yang relatif homogen dengan perubahan nilai yang hanya terjadi pada setengah jarak antar titik pengukuran. Hasil perhitungan volume batubara sebesar  $458.240 \text{ m}^3$ , kemudian berdasarkan pada rata – rata nilai densitas yang didapatkan sebesar  $2,097 \text{ gr/cm}^3$  maka didapatkan tonase batubara sebesar  $960.929,28 \text{ ton}$ . Didapatkan pula *volume overburden* sebesar  $3.735.200 \text{ m}^3$  sehingga didapatkan perbandingan *stripping ratio* sebesar  $1:3,887$ .

## 2. Estimasi Cadangan Batubara Metode *Inverse Distance Weighting*

Estimasi cadangan Metode *Inverse Distance Weighting* adalah suatu metode penaksiran dimana nilai suatu blok memperhitungkan adanya jarak dan rata – rata tertimbang dari titik – titik data yang ada di sekitarnya. Perhitungan dilakukan pada lapisan batubara dengan ukuran blok  $10 \times 10 \text{ meter}$ .



**Gambar 5.** Peta persebaran ketebalan batubara Metode *Inverse Distance Weighting*

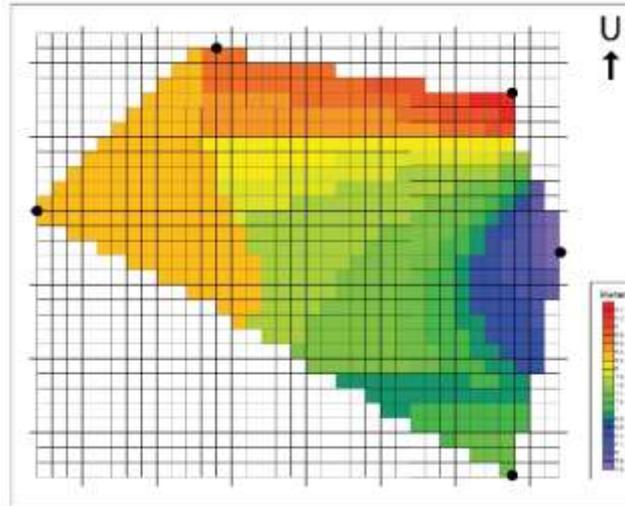
Berdasarkan pada gambar 5 yaitu peta persebaran dengan berdasarkan pada Metode *Inverse Distance Weighting* dapat dilihat bahwa persebaran yang dihasilkan

memiliki perubahan gradasi nilai yang relatif lebih halus. Hasil perhitungan volume batubara yang didapatkan sebesar  $4606,6 \text{ m}^3$ , kemudian berdasarkan pada

rata – rata nilai densitas yang didapatkan sebesar  $2,097 \text{ gr/cm}^3$  maka didapatkan tonase batubara sebesar 967.386 ton. Didapatkan pula *volume overburden* sebesar  $3.826.800 \text{ m}^3$ , dan perbandingan nilai *stripping ratio* sebesar 1:3,955.

### 3. Estimasi Cadangan Batubara Metode *Kriging*

Estimasi cadangan Metode *Kriging* dilakukan berdasarkan pada hasil korelasi dan hasil perhitungan pada variogram yang digunakan sebagai acuan batas jarak pengaruh nilai antar titik pengukuran. Perhitungan dilakukan pada lapisan batubara dengan ukuran blok 10 x 10 meter.



**Gambar 6.** Peta persebaran ketebalan batubara Metode *Kriging*

Gambar 6 merupakan hasil dari estimasi menggunakan Metode *Kriging*. Pada metode ini didapatkan hasil persebaran nilai mengikuti nilai jarak pengaruh pada variogram yaitu sebesar 180 m. hasil perhitungan volume batubara yang didapat sebesar  $446.760 \text{ m}^3$ , kemudian berdasarkan pada rata – rata nilai densitas yang didapatkan sebesar  $2,097 \text{ gr/cm}^3$  maka didapatkan tonase batubara sebesar 938.196 ton. Didapatkan pula *volume overburden* sebesar  $3.908.600 \text{ m}^3$  yang kemudian didapatkan nilai *stripping ratio* sebesar 1:4,166.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Kabupaten Muara Bungo, Jambi didapatkan beberapa kesimpulan. Perhitungan cadangan batubara yang dilakukan dengan menggunakan Metode *Nearest Neighbour Point* didapatkan volume batubara sebesar  $458.240 \text{ m}^3$ ,  
© 2019 Dept. of Geophysics Hasanuddin University

dengan tonase sebesar 960.929,28 ton, *overburden* sebesar  $3.735.200 \text{ m}^3$ , dan nilai *stripping ratio* sebesar 1:3,887. Sedangkan pada Metode *Inverse Distance Weighting* didapatkan volume batubara sebesar  $460.660 \text{ m}^3$ , dengan tonase sebesar 967.386 ton, *overburden* sebesar  $3.826.800 \text{ m}^3$ , dan nilai *stripping ratio* sebesar 1:3,955. Terakhir pada Metode *Kriging* didapatkan volume batubara sebesar  $446.760 \text{ m}^3$ , dengan tonase sebesar 967.386 ton, *overburden* sebesar  $3.908.600 \text{ m}^3$ , dan nilai *stripping ratio* sebesar 1:4,166.

### Daftar Pustaka

- SNI. 2011. Pedoman Pelaporan, Sumberdaya, dan Cadangan Batubara. Badan Standarisasi Nasional-SNI 5015 tahun 2011.
- Bohling, G. 2005. Introduction to Geostatistics and Variogram Analysis. Kansas Geological Survey. 1, 1-20.

- Hartman, H, L. 1992. SME Mining Engineering Handbook 2nd Edition Volume 1. Society for Mining, Metallurgy and Exploration: Colorado.
- Issaks, E, H. and Srivastava, R, M. 1989. An Introduction to Applied Geostatistics. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Kennedy, BA (ed.). 1990. Surface Mining, 2nd edition. SME, Littleton, Colorado, USA. ISBN 0-87335-102-9.
- Mussett, A.E., and Khan, M.A. 2000. Looking Into The Earth. Cambridge University Press.
- NCGIA. 2007. Interpolation: Inverse Distance Weighting. California.
- Rider. 2002. The Geological Interpretation of Well Logs, 2nd Eddition Revised 2002. Scotland.
- Thomas, L. 2002. Coal Geology. John Wiley & Sons Ltd. The Atrium. Southern
- Wolf. 1984. Measurement is the act of process of measuring.