

PERBANDINGAN METODE *NEAREST NEIGHBOUR POINT* (NNP) DAN METODE *INVERSE DISTANCE WEIGHTED* (IDW) DALAM MENGESTIMASI KETEBALAN BATUBARA DI KEC. TANAH GROGOT, KAB. PASER, KALIMANTAN TIMUR

* Rizky Pratama Pakudewa, ** Recky Fernando L. Tobing, *** Ratih Hardini Kusuma Putri

* Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN Veteran Yogyakarta

** Praktisi Pertambangan

*** Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

** email: reckytobing@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan permodelan dan melakukan analisis metode estimasi untuk memperoleh metode yang akurat digunakan untuk estimasi ketebalan sumberdaya batubara di Kec. Tanah Grogot Kab. Paser Provinsi Kalimantan Timur. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *inverse distance weighted* (IDW) dengan pemakaian *power 2* dan *power 4*, serta metode *nearest neighbour point* (NNP). Keakuratan semua metode dalam melakukan estimasi akan dibandingkan menggunakan grafis dan validasi silang yang akan menghasilkan nilai *root mean square error* (RMSE) serta nilai *regresi linier* dari tiap metode. Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data hasil kegiatan bor eksplorasi awal sebanyak 13 titik bor yang menghasilkan 61 data ketebalan batubara tanpa komposit yang akan digunakan untuk mengetahui sebaran ketebalan. Dari hasil penelitian, metode IDW dengan pemakaian *power 4* memperoleh nilai statistik deskriptif dan *regresi linier* yang terbaik dengan nilai standar deviasi sebesar 0,79 dan nilai variansi sebesar 0,63, nilai ini merupakan nilai terkecil dari semua metode serta didukung pula dengan nilai RMSE yang kecil yaitu sebesar 0,145, nilai R^2 sebesar 0,812, nilai *intercept* sebesar 0,087 dan nilai *slope* sebesar 0,950. Berdasarkan semua parameter diatas maka metode IDW dengan *power 4* cukup baik dan akurat digunakan untuk estimasi ketebalan batubara di lokasi penelitian.

Kata Kunci: Inverse distance weighted, nearest neighbour point, root mean square error

PENDAHULUAN

Penaksiran sumberdaya memiliki peranan penting untuk menentukan jumlah sumberdaya, distribusi kualitas, perkiraan bentuk 3D, penentuan batas tambang, dan perkiraan umur tambang [1,2]. Akurasi estimasi sumberdaya dapat membantu menentukan investasi, sasaran produksi, dan tata cara penambangan [3,4]. Penaksiran kuantitas sumberdaya juga bermanfaat dalam memperkirakan waktu yang dibutuhkan oleh perusahaan dalam melaksanakan aktivitas penambangan [5]. Penentuan metode estimasi sumberdaya sangat penting untuk meningkatkan akurasi evaluasi sumberdaya dan cadangan [5].

Berbagai metode telah dikembangkan dalam estimasi kualitas dan kuantitas sumberdaya [6,7]. Metode penaksiran sumberdaya secara konvensional adalah metode penampang, triangulasi, poligon, metode *nearest neighbour point* dan *inverse distance weighting*, sedangkan metode inkonvensional berbasis geostatistik adalah metode *kriging* [7].

Penentuan metode penaksiran ketebalan untuk menghitung kuantitas dari sumberdaya komoditas batubara di lokasi penelitian merupakan hal yang penting. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dibandingkan dua metode interpolasi, yaitu *Inverse Distance Weighted* (IDW) dan *Nearest Neighbour*

Point (NNP). Penggunaan IDW disini akan dianalisis menggunakan *power 2* dan *power 4*. Perbandingan keakuratan akan menggunakan validasi secara grafis dan secara *cross validation* yang akan membandingkan ketebalan hasil interpolasi dalam blok model.

Penelitian ini merupakan salah satu kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui potensi sumberdaya batubara di Kec. Tanah Grogot Kab. Paser Provinsi Kalimantan Timur.

METODOLOGI PENELITIAN

Data yang digunakan adalah data dari hasil eksplorasi awal kegiatan bor sebanyak 13 titik bor yang menghasilkan 61 data ketebalan batubara tanpa komposit yang akan digunakan untuk mengetahui sebaran ketebalan.

1. Teknis Analisis Data

Metode IDW akan sangat dipengaruhi oleh parameter jarak dan penggunaan *power* [7]. Rumus dari metode ini adalah [8]:

$$\hat{z} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^k} x_{zi}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^k}} \quad (1)$$

dimana:

\hat{z} : Nilai titik yang ditaksir

di : Jarak antara titik i dengan taksiran
 k : Power (1, 2, 3, 4, ,n)
 zi : Nilai dari titik penaksir-i

$\hat{Z}(i)$: Nilai titik yang ditaksir di-i

HASIL DAN PEMBAHASAN
1. Analisis Statistik Deskriptif

Penaksiran cadangan menggunakan metode *nearest neighbour point* (NNP) didasarkan pada kerangka model blok. Secara umum cara perhitungan menggunakan metode NNP memberikan hasil yang sama dengan cara perhitungan pada metode penampang manual, tetapi hasil penaksiran tersebut dapat dimanfaatkan secara langsung dalam perencanaan tambang menggunakan komputer.

Analisis statistik dilakukan terhadap data ketebalan batubara hasil dari kegiatan eksplorasi. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik data yang digunakan dan nantinya akan digunakan untuk melakukan analisis terhadap metode estimasinya. Hasil analisis disajikan pada tabel 1.

2. Teknis Validasi

Ketika estimasi telah dilakukan maka nilai hasil estimasi tersebut dapat dibandingkan dengan nilai data sebenarnya di lokasi data sampel yang telah dikeluarkan dari set data sampel. Selisih antara nilai data sampel dengan nilai hasil interpolasi merupakan nilai kesalahan (*error*) di titik tersebut [9]. Kesalahan (*error*) tersebut didefinisikan sebagai berikut [3]:

Tabel 1. Analisis statistik deskriptif dari ketebalan batubara hasil eksplorasi

Parameter	Nilai
Minimum	0,02
Maksimum	4,5
Mean	1,04
Variance	1,17
Std. Dev	1,08
CV	1,03
Skewness	1,91
Kortusis	3,50
Median	0,75
Total	61

$$E = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [\hat{z}(x_i) - z(x_i)] \quad (5)$$

dimana:

E : Kesalahan (*error*)
 Z (i) : Nilai dari titik penaksir-i
 $\hat{Z}(i)$: Nilai titik yang ditaksir di-i

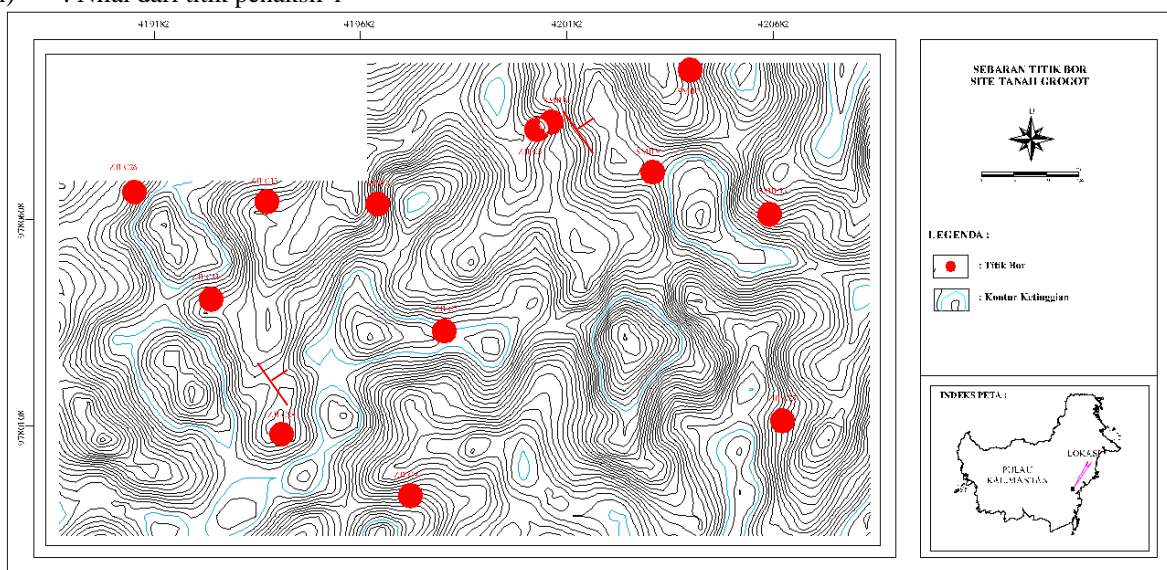
Berdasarkan analisis statistik diatas, dapat dilihat bahwa data pada tabel standar deviasi yang cukup besar, hal ini menunjukkan bahwa penyebaran sampel ketebalan cenderung tidak merata sedangkan nilai CV > 0,5, hal ini menunjukkan sampel cukup heterogen. Gambar 1 menunjukkan peta sebaran titik bor di lokasi penelitian.

Setelah validasi silang dilakukan, perlu diketahui lagi nilai dari *Root Mean Square Error (RMSE)*. *RMSE* didefinisikan sebagai berikut [7]:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{z}(x_i) - Z(x_i))^2} \quad (6)$$

dimana:

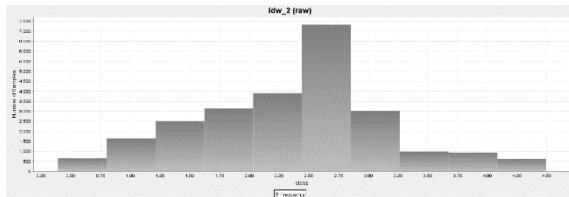
Z (i) : Nilai dari titik penaksir-i



Gambar 1. Sebaran Titik Bor Di Lokasi Penelitian

2. Estimasi Metode IDW power 2

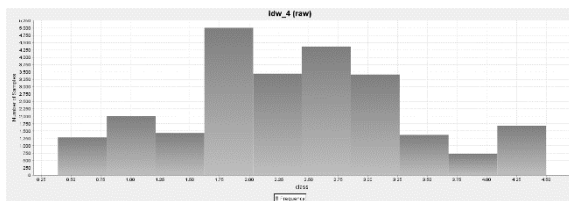
Penyajian sederhana dari distribusi hasil estimasi adalah dengan penggambaran histogram. Berdasarkan hasil histogram blok model hasil estimasi diatas, menunjukkan distribusi kadar hasil taksiran yang cenderung kearah kanan histogram dengan nilai *skewness* sebesar -0,22 dan *kurtosis* sebesar 2,91. Pada model, dimensi blok model yang digunakan adalah sebesar 12 x 12 x 1 meter dan akan digunakan sama pada semua metode estimasi.



Gambar 2. Histogram Blok Model Hasil Estimasi IDW power 2

3. Estimasi Metode IDW power 4

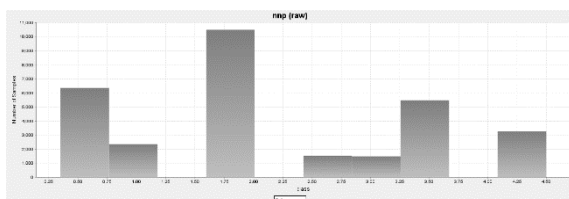
Berdasarkan hasil histogram blok model hasil estimasi, menunjukkan distribusi data yang cenderung kearah kanan histogram dengan nilai *skewness* sebesar -0,28 dan *kurtosis* sebesar 2,05.



Gambar 3. Histogram Blok Model Hasil Estimasi IDW power 4

4. Estimasi Metode NNP

Proses estimasi NNP merupakan tahap berikutnya setelah yang dilakukan pada parameter tebal batubara di lokasi penelitian. Metode ini memiliki analisis statistik deskriptif yang paling berbeda dari metode-metode lainnya (tabel 2). Metode NNP merupakan metode yang memiliki nilai *variance* yang paling tinggi dari semua metode, hal ini menunjukkan bahwa adanya ketidakakuratan dalam penaksiran pada metode ini yang cukup besar. Berikut pada Gambar 4 digambarkan histogramnya.



Gambar 4. Histogram Blok Model Hasil Estimasi NNP

Pada gambar diatas nampak histogramnya memiliki banyak puncak yang menunjukkan adanya sebaran data yang kurang normal. Nilai *skewness* pada metode ini sebesar 0,13 dan *kurtosis* sebesar 1,97.

5. Analisis Statistik semua Metode Estimasi

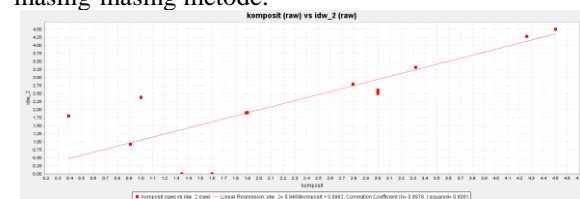
Tabel 2. Hasil Analisis Statistik Hasil Estimasi Semua Metode

Parameter	IDW power 2	IDW power 4	NNP
Amount of Data	24711	24711	30914
Minimum	0,39	0,39	0,35
Maksimum	4,49	4,49	4,50
Mean	2,36	2,36	2,10
Variance	0,89	0,63	1,56
Std. Dev	0,94	0,79	1,25
CV	0,39	0,33	0,59
Median	2,33	2,48	1,90
Volume (bcm)	2.465.865	2.465.865	3.051.819
Tonnage	3.205.624	3.205.624	3.967.365

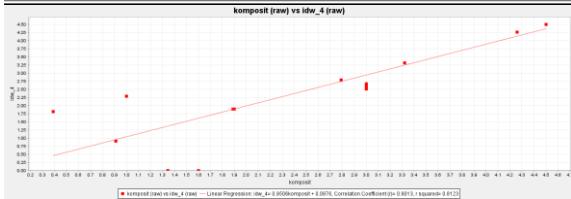
Pada metode IDW power 4 memiliki nilai parameter statistic yang terkecil dari pada metode lainnya. Nilai *variance* pada metode IDW power 4 sebesar 0,63, pada metode IDW power 2 0,89 dan pada metode NNP sebesar 1,56, berikut juga pada koefisien variansinya pada semua metode, dimana pada metode IDW power 4 memiliki CV yang lebih kecil dibandingkan dengan nilai CV dari metode IDW model power 2 sedangkan untuk metode NNP yang menunjukkan CV paling besar. Hal ini menunjukkan bahwa pada metode IDW power 4 yang memiliki parameter standar deviasi dan koefisien variansi lebih kecil dibandingkan dengan metode lainnya sehingga secara parameter statistic metode ini cukup akurat untuk digunakan dalam melakukan penaksiran ketebalan batubara di lokasi penelitian. Penentuan keakurasian metode taksiran selanjutnya adalah dengan membuat validasi silang antara blok model hasil estimasi dan data bor untuk memperoleh nilai dari regresi liniernya.

6. Validasi Silang Hasil Estimasi

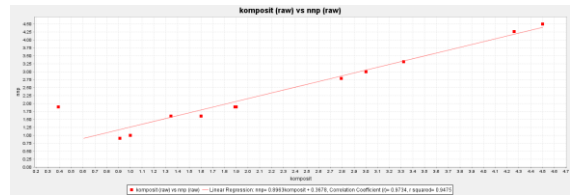
Gambar 5 sampai 7 menunjukkan validasi silang antara ketebalan hasil bor dan hasil estimasi dari masing-masing metode.



Gambar 5. Validasi silang antara hasil bor dan hasil estimasi IDW power 2



Gambar 6 Validasi silang antara hasil bor dan hasil estimasi IDW power 4



Gambar 7. Validasi silang antara hasil bor dan hasil estimasi NNP

Untuk lebih meyakinkan akan pemilihan keakuratan dari semua metode, maka teknik selanjutnya untuk penentuan keakuratannya adalah dengan memperhatikan nilai dari hasil *regresi linier* ketiga metode serta pembuatan validasi secara grafis.

Tabel 3. Hasil Regresi Linier Masing-masing Metode

Parameter Statistik	Method		
	IDW power 2	IDW power 4	NNP
RMSE	0,282	0,145	0,278
R ²	0,806	0,812	0,947
Intercept	0,098	0,087	0,367
SLOPE	0,946	0,950	0,896

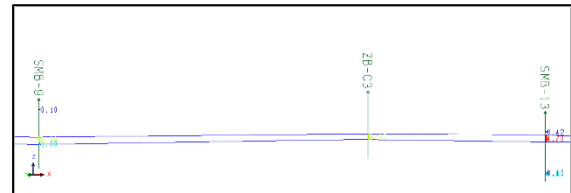
Nilai RMSE dari metode IDW power 4 merupakan yang terkecil dari semua metode, disusul dengan nilai RMSE dari NNP lalu metode IDW power 2 yang memiliki nilai RMSE tertinggi. Namun berbeda dengan nilai R², nilai R² yang mendekati nilai normal atau nilai satu adalah pada metode NNP, sedangkan nilai intercept yang mendekati nol ada pada metode IDW power 4 dan nilai SLOPE mendekati satu juga ada pada metode IDW power 4.

Berdasarkan hasil analisis deskriptif yang cukup baik dari metode IDW power 4 (tabel 2) dan didukung pula dengan hasil *regresi linier* yang kebanyakan parameternya menunjukkan nilai normal (hanya parameter R² yang sedikit anomali), sehingga metode ini baik untuk diterapkan di lokasi penelitian.

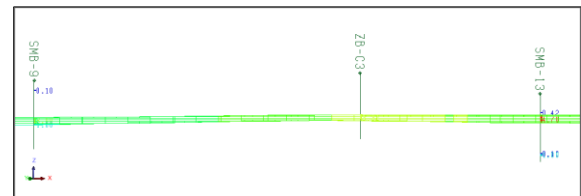
7. Validasi Secara Grafis Hasil Estimasi

Validasi secara grafis dilakukan secara visual dengan sayatan-sayatan secara vertikal. Validasi secara grafis ini akan ada 10 *trend* warna ketebalan yang memiliki rentang tebal masing-masing dan berlaku sama pada data bor komposit maupun blok model. Warna biru tua menunjukkan rentang tebal 0 – 0.5 m; warna biru muda 0.5 m – 1 m; warna biru muda kehijauan (cyan) 1 m – 1.5 m; warna hijau muda

kebiruan 1.5 m – 2 m; warna hijau 2 m – 2.5 m; warna hijau muda 2.5 m – 3 m; warna hijau muda kekuningan 3 m – 3.5 m; warna kuning 3.5 m – 4 m; warna jingga 4 m – 4.5 m dan warna merah 4.5 m – 5 m.

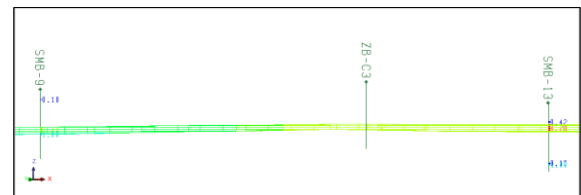


Gambar 8. Ketebalan permodelan seam pada Koordinat 419942.707 E



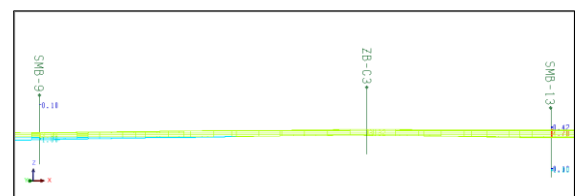
Gambar 9. Ketebalan vs Taksiran Ketebalan IDW power 2 pada Koordinat 419942.707 E

Gambar 8 menunjukkan sayatan ketebalan permodelan seam batubara hasil dari kegiatan eksplorasi dan Gambar 9 menunjukkan sayatan ketebalan versus hasil taksiran ketebalan menggunakan metode IDW power 2. Nampak pada gambar sebaran masih merata mengikuti hasil ketebalan pada kegiatan eksplorasi.



Gambar. 10. Ketebalan vs Taksiran Ketebalan IDW power 4 pada Koordinat 419942.707 E

Gambar 10 menunjukkan ketebalan versus taksiran IDW power 4. Tidak jauh berbeda dengan gambar sebelumnya, sebaran hasil taksiran dan hasil eksplorasi masih tidak jauh berbeda, sehingga akan sedikit sulit untuk membedakan menggunakan metode grafis ini.



Gambar. 11. Ketebalan vs Taksiran Ketebalan NNP pada Koordinat 419942.707 E

Gambar 11 menunjukkan ketebalan versus taksiran NNP. Pewarnaan masih sama seperti sebelumnya. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode grafis

disini belum dapat dimaksimalkan, dikarenakan hampir semua titik memiliki sebaran warna yang sama dengan hasil eksplorasinya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Dari hasil *regresi linier* dan hasil statistik deskriptif dari masing-masing metode menunjukkan metode IDW dengan *power* 4 lebih baik dari pada metode lain yang digunakan di lokasi penelitian.
2. Penggunaan analisis secara grafis masih belum bisa dimaksimalkan dikarenakan hampir semua titik memiliki sebaran warna yang sama dengan hasil eksplorasinya.
3. Untuk penelitian lebih lanjut, perlu dilakukan analisis variogram dan melakukan estimasi menggunakan metode geostatistik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Das, Agam, 2016, "Adapting Pattern Recognition Approach for Uncertainty Assessment in the Geologic Resource Estimation for Indian Iron Ore Mines". International conference on Signal Processing, Communication, Power and Embedded System (SCOPE5) 2016, p. 1816 – 1821.
- [2] Ferreira, I. O, 2017, "In Bathymetric Surfaces: Idw Or Kriging". Bulletin of Geodesy, p. 1982 – 2170.
- [3] Isaaks, E., Srivastava, R.M., 1989, An Introduction to Applied Geostatistics, New York: Oxford University Press, p. 257-259, p. 278-290, p. 351-361.
- [4] Krzemien, Alicja, 2016, "Beyond the pan-european standard for reporting of exploration results, mineral resources and reserves". Resources Policy, p. 81 – 91.
- [5] Peter J, 2006, Model Based Geostatistics, Lancaster University, United Kingdom, p. 36 - 40.
- [6] Shahbeik, Shahab, 2013, "Comparison Between Ordinary Kriging (OK) and Inverse Distance Weighted (IDW) based on Estimation Error. Case Study: Dardevey Iron Ore Deposit, NE Iran". Saudi Society for Geosciences 2013, p. 3693 – 3704.
- [7] Bargawa, WS, 2016, "Performance Evaluation of Ordinary Kriging and Inverse Distance Weighting Methods for Nickel Laterite Resources Estimation". International Conference on Science and Technology 2nd Geomaritime Symposium 2016 Yogyakarta, p. 121 – 134.
- [8] Bargawa, WS, 2016, "Mineral Resources Estimation Using Weighted Jackknife Kriging". Advances of Science and Technology for Society (Vol. 1755, p. 120001). AIP Publishing.
- [9] P Barnes, Marvin.,1980, Computer-Assisted mineral Appraisal and Feasibility, New York: American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers, Inc, p. 54 – 56.
- [10] Bargawa, WS, 2010, "Aplikasi Block Kriging untuk Penaksiran Kuantitas dan Kualitas Cebakan Batubara". Prosiding TPT XIX Perhapi 2010, hal. 26-35.
- [11] Tomczak, Maciej, 1998, "Spatial Interpolation and Its Uncertainty Using Automated Anisotropic Inverse Distance Weighing (IDW): Cross-Validation/Jackknife Approach". Journal of Geographic Information and Decision Analysis Vol. 2 1998, p. 18-30.
- [12] Chen, Jiang, 2016, "Regional mineral resources assessment based on rasterized geochemical data: A case study of porphyry copper deposits in Manzhouli, China". Ore Geology Reviews, p. 15 - 25.
- [13] Bargawa, WS. Tobing, Recky, 2019, "Iron Ore Modeling and Estimation Using Geostatistics". Progress in International Conference on Earth Science, Mineral and Energy 2019 Proceedings. AIP Publishing.
- [14] Darijanto, Totok.,1999, Penuntun Mata Kuliah Geostatistik, Institut Teknologi Bandung, Bandung, hal. II-1 – II-7.
- [15] E Rossi, Mario. Deutsch Clayton.,2014, Mineral Resource Estimation, Spinger Science, New York, p. 133 – 220.