

# Penaksiran Sebaran Nilai Datum Point pada Data Geolistrik Menggunakan Metode *Ordinary Kriging*

Guskarnali<sup>1</sup> Muhammad Amin Sitepu<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung

<sup>1,2</sup> Program Studi Program Profesi Insinyur, Universitas Lambung Mangkurat

✉ guskarnali@ubb.ac.id

Pengukuran geolistrik menampilkan secara 2 dimensi penampang resistivitas bawah permukaan. Penampang resistivitas menyajikan data datum point terhadap penetrasi kedalaman. Data datum point diperoleh dari pengolahan geolistrik yang merupakan hubungan pengaruh antara elektroda arus dan elektroda potensial terhadap jarak tertentu dari dua elektroda arus yang dialirkan ke bawah permukaan. Nilai datum point dilakukan perhitungan secara vertikal dan horizontal dengan semivariogram sampai diperoleh model semivariogram yang menjadi parameter dari hasil *fitting*. Penaksiran sebaran data datum point menggunakan metode *ordinary kriging* (*point kriging* dan *block kriging*). Hasil penaksiran diperoleh metode *block kriging* lebih akurat dari *point kriging* walaupun nilai *cross validation* dari metode *ordinary kriging* memiliki perbedaan yang tidak signifikan dengan nilai koefisien korelasi disekitar 0,57 dan nilai RMSE yang terkecil pada metode *ordinary kriging* yakni metode *block kriging* ukuran 10x10x5 meter.

**Kata kunci:** geolistrik, datum point, *ordinary kriging*

Diajukan: 16 Juni 2023

Direvisi: 7 Agustus 2023

Diterima: 28 Januari 2024

Dipublikasikan online: 31 Januari 2024

## Pendahuluan

Eksplorasi merupakan bagian dari tahapan pertambangan. Data eksplorasi salah satunya didukung oleh data pengukuran geolistrik yang menjadi penentu kebijakan dalam dokumen kelayakan tambang. Metode geolistrik mempelajari sifat resistivitas (tahanan jenis) listrik dari lapisan batuan di dalam bumi. Metode ini termasuk metode yang tidak alami (aktif), sebab dalam metode ini dibutuhkan injeksi arus listrik ke dalam bumi melalui dua buah elektroda arus dan dilakukan pengukuran beda potensial melalui dua buah elektroda potensial, namun hasil dari metode ini berupa penampang 2 dimensi (*Pseudo section resistivity*).

Metode geolistrik merupakan metode yang sangat cocok sebagai pendukung utama dalam memberikan informasi mengenai pola sebaran dan potensi sumberdaya tentunya secara vertikal dan horizontal (Tiga Dimensi). Pengukuran metode geolistrik dilakukan dengan cara memasang elektroda arus dan potensial pada satu garis lurus dengan spasi tetap/sesuai dengan konfigurasi pengukuran. Untuk setiap posisi elektroda akan didapatkan harga tahanan jenis semu (Loke, 2000). Seiring berjalannya waktu kebutuhan akan analisis model bawah permukaan semakin kompleks dan semakin detail sehingga sering sekali dibutuhkan pemodelan bawah permukaan secara 3 dimensi yang dapat menjadi penghubung antar titik-titik sampel data suatu survei yakni geostatistik (Guo et al., 2014)

*Ordinary kriging* merupakan metode geostatistik dengan teknik bersifat BLUE (*Best Linear Unbiased Estimator*) yaitu data yang digunakan pada teknik ini merupakan data spasial dengan rata-rata serta metode estimator tak bias (David, 1982; Isaaks dan Srivastava,

1989). Metode *kriging* dianggap sebagai metode estimasi yang paling baik dalam hal ketepatan penaksirannya. Metode ini memanfaatkan aspek spasial untuk menaksir nilai pada suatu titik atau blok tertentu berdasarkan nilai-nilai pada titik atau blok yang telah teramati (Rustam et al., 2017).

Metoda *ordinary kriging* merupakan metode geostatistik yang menaksirkan besarnya nilai karakteristik pada titik lokasi yang tidak tersampel berdasarkan data titik tersampel di sekitarnya, dengan mempertimbangkan korelasi spasial yang ada dalam data tersebut (Zibuka et al., 2016 ; Conoras & Tabaika, 2019). Penaksiran metoda *ordinary kriging* dilakukan dalam dua tahap yaitu, pertama menghitung variogram atau semi variogram dan fungsi kovarian dan tahap kedua melakukan penaksiran lokasi yang tidak tersampel (Conoras & Lamburu, 2020). Metode *ordinary kriging* dibagi menjadi dua jenis berdasarkan cara estimasi dan proses pengolahan yaitu *point kriging* dan *block kriging* (Safrudin & Conoras, 2021). Metode *point kriging* merupakan metode *kriging* yang mempunyai ukuran blok/area sangat kecil atau berupa titik, sedangkan metode *block kriging* merupakan susunan dari beberapa titik yang membentuk blok-blok ukuran besar sesuai dengan ukuran dimensi estimasi yang diinginkan (Afriandi, 2015); (Kurniawan & Amri, 2019).

Nilai sebaran tahanan jenis semu merupakan perwakilan kondisi bawah permukaan dari lintasan pengukuran geolistrik yang tersebar sesuai dengan penetrasi kedalaman pengukuran geolistrik antara elektroda arus dan elektroda potensial yang diwakili

Cara mensitasi artikel ini:

Guskarnali, Sitepu, M.A. (2024) Penaksiran Sebaran Nilai Datum Point pada Data Geolistrik Menggunakan Metode *Ordinary Kriging*. *Buletin Profesi Insinyur* 7(1) 001-006

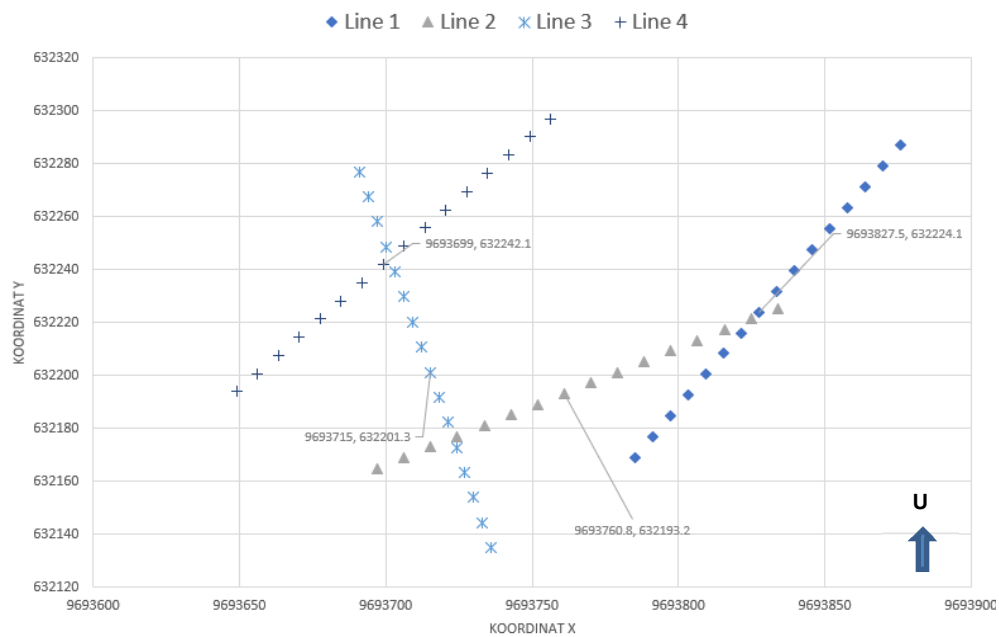


oleh nilai datum point. Penggunaan data datum point dari hasil pengukuran geolistrik memberikan informasi terhadap pola penaksiran sebaran nilai datum point secara tiga dimensi (3D) dengan pendekatan metode *ordinary kriging*.

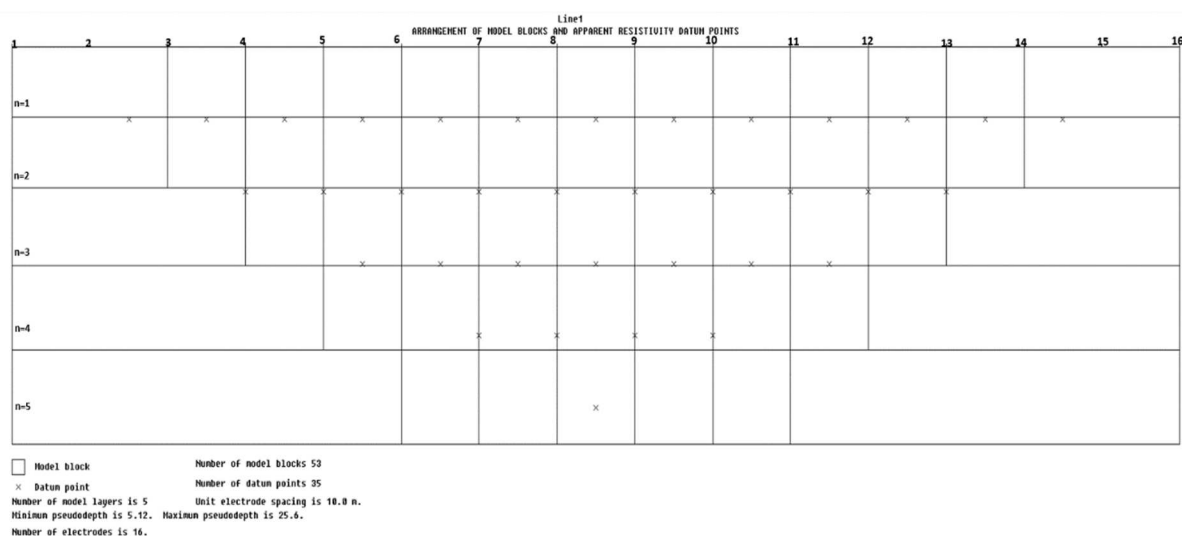
### Metode

Data yang digunakan berupa data hasil pengukuran geolistrik konfigurasi Wenner sebanyak empat lintasan dengan panjang 160 meter menggunakan 16 elektroda dengan spasi antar elektroda sejauh 10 meter, asumsi kondisi tanah (*ground survey*) pada lintasan pengukuran datar. Lintasan pengukuran geolistrik bersinggungan/besilangan antar lintasan yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Dari setiap lintasan geolistrik dilakukan pengolahan data sehingga diperoleh penampang *resistivity* yakni nilai *apparent resistivity* dengan sebaran datum point terhadap penetrasi kedalaman. Sebaran dan jumlah dari datum point (dilambangkan dengan tanda 'X') tergantung pada spasi antara elektroda dan panjangnya lintasan pengukuran geolistrik. Setiap lintasan geolistrik memiliki data penetrasi kedalaman berjumlah lima penetrasi dengan minimum *pseudo depth* 5,12m dan maksimum sebesar 25,6m yang memiliki sebaran data datum point yang berbeda-beda tiap penetrasi kedalamannya (Gambar 2).



Gambar 1 Sebaran lintasan pengukuran geolistrik



Gambar 2 Posisi titik datum point (tanda "x") dan penetrasi kedalaman (n=1,2,3,4,5) pada lintasan geolistrik

Data datum point dari tiap lintasan digabungkan dalam satu set data sesuai dengan format SGeMS sehingga menghasilkan sebaran visualisasi secara 3D (Gambar 3). Sebaran dari posisi titik datum point terhadap penetrasi kedalaman sesuai dengan sebaran titik datum point pada Gambar 2. Tahap awal yang dilakukan sebelum melakukan penaksiran sebaran nilai datum point pada tiap lintasan maka dibuat grid dimensions (area keseluruhan dari data datum point). Grid dimensions yang digunakan sebesar x: 42, Y: 28, Z: 5 sedangkan untuk cell dimensions x:5, y:5, z:5.

Penentuan nilai *cell dimensions* berdasarkan pertimbangan jarak setengah dari jarak antar elektroda yang digunakan dalam pengukuran geolistrik. Penetrasi kedalaman diasumsikan sebagai data pengukuran secara vertikal yang mempunyai data x,y,z, dan  $\rho$  (*apparent resistivity*). Data penetrasi kedalaman tersebut dilakukan pengukuran secara spasial menggunakan parameter model semivariogram untuk melakukan penaksiran dengan metode *Ordinary kriging* berupa parameter penaksiran metode *point kriging* dan *block kriging*.

Penaksiran sebaran data datum point resistivity secara 3D (vertikal dan Horizontal) menggunakan *software Stanford Geostatistical Modeling Software (SGeMS)*. Hasil penaksiran dari data datum point pada tiap penetrasi kedalaman dari metode *ordinary kriging* akan dilakukan analisis statistik bivarian yakni *crossvalidation* dengan parameter koefisien korelasi ( $r$ ) dan *root mean squared error (RMSE)*.

## Hasil dan Pembahasan

### Parameter Semivariogram Metode Ordinary Kriging

Data datum *point* dari lintasan geolistrik kemudian dilakukan pengukuran secara spasial dengan parameter *semivariogram* 3D (arah vertikal dan arah horizontal). Pengukuran *semivariogram* dilakukan secara terpisah, maksudnya dihitung dulu data secara vertikal kemudian data secara horizontal. Data yang diperoleh berupa *semivariogram model* secara vertikal dan horizontal yang selanjutnya dijadikan menjadi satu *semivariogram* 3D untuk dilakukan pengukuran model *semivariogram* yang baik (data garis model *semivariogram* mewakili data *semivariogram eksperimental*).

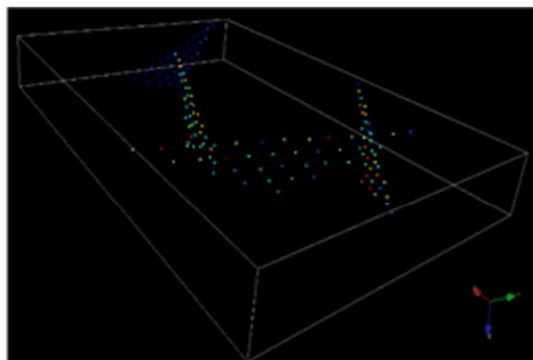
Parameter model semivariogram yang dikatakan baik menunjukkan nilai *nugget effect (Co)* yang kecil (mendekati nol) dan dua struktur yaitu *sill (contribution)* dan rentang yang besar atau secara visual ditunjukkan dengan kecocokan perilaku *semivariogram* model dengan *semivariogram* eksperimental pada *semivariogram* 3D yang mewakili dari seluruh data datum point yang digunakan (Gambar 4).

Penentuan *search* estimasi atau *search ellipsoidal* merupakan batas pencarian penaksiran terhadap data datum point berdasarkan bentuk *ellipsoidal* yang diperoleh dari hasil *fitting semivariogram* 3D yang mewakili seluruh data dari *grid dimension* yang menjadi area pengaruh dari titik datum point.

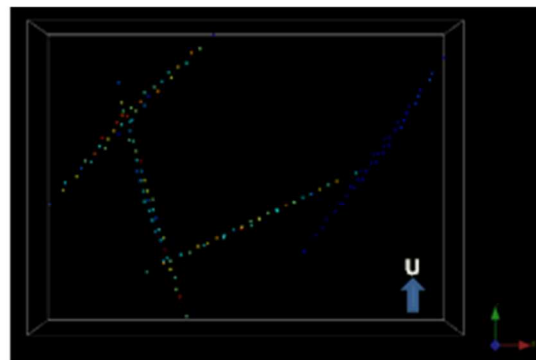
Parameter *fitting semivariogram* 3D dari hasil pencocokan (*fitting semivariogram* 3D ditunjukkan pada Tabel 1. Parameter model *semivariogram* dari *fitting semivariogram* 3D merupakan *search* penaksiran yang digunakan dengan pengaruh titik datum point dari setiap penetrasi kedalaman dengan asumsi setiap penetrasi kedalaman memiliki pengaruh secara vertikal dari spasi antar elektroda 10 meter. Hasil *fitting semivariogram* diperoleh pengaruh titik datum point maksimal 45 meter dan minimal 35 meter secara horizontal, sedangkan untuk secara vertikal sedalam 5 meter.

Tabel 1. Parameter model *semivariogram* 3D

Semivariogram Model 3D		
Struktur	1	2
Nugget effect (Co)	50000	
Sill (C)	130000	2000
Type Model	Exponential	Exponential
Range	Max	5
	Med	5
	Min	5
Angle	Azimuth	0
	Dip	0
	Rake	0

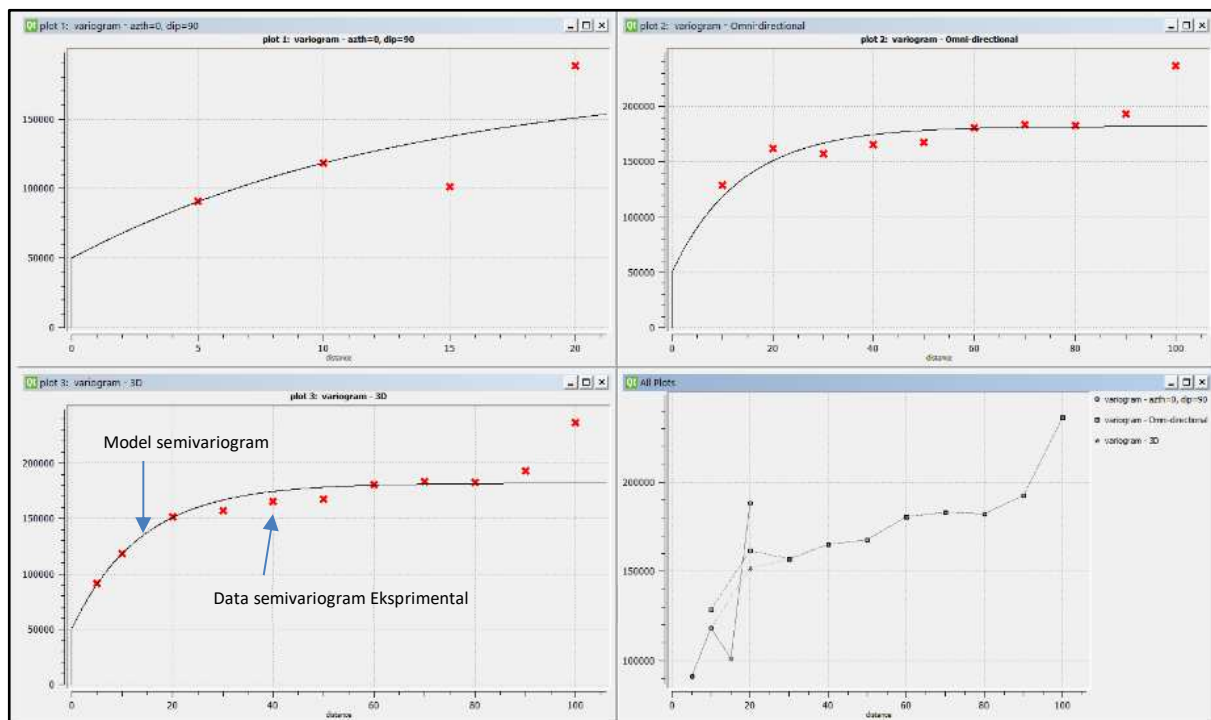


Posisi datum point versus kedalaman



Posisi datum point (tampak atas)

Gambar 3 Posisi titik datum point lintasan geolistrik pada SGeMS



Gambar 4 Fitting semivariogram secara 3D

### Sebaran Penaksiran Metode Ordinary Kriging

Model *semivariogram* 3D yang diperoleh dari hasil *fitting semivariogram* digunakan untuk penaksiran sebaran data datum point secara spasial. Setiap hasil penaksiran menggunakan metode *ordinary kriging* akan memberikan dua data yakni hasil penaksiran data datum *point (kriging)* dan data kriging variance (*Krig\_Var*). Dari hasil penaksiran data datum point dari metode *point kriging* menggunakan titik-titik sampel datum point sedangkan metode *block kriging* menggunakan estimasi ukuran blok diantaranya  $5 \times 5 \times 5\text{m}$ ;  $10 \times 10 \times 5\text{m}$ ; dan  $15 \times 15 \times 5\text{m}$ . perbedaan ukuran blok penaksiran untuk mengetahui pengaruh hasil penaksiran baik secara visual maupun indikator kelayakan dair data estimasi yang dilakukan. Hasil penaksiran metode *point kriging* dan *block kriging* secara visualisasi menunjukkan penaksiran sebaran data datum *point* yang hampir sama, hal ini diikuti juga dari sebaran data *kriging variance*.

Sedangkan pola sebaran hasil data *kriging variance* dari metode *point kriging* menunjukkan perbedaan tetapi tidak signifikan terhadap data *kriging variance* dari metode *block kriging* (Gambar 5).

### Crossvalidation Hasil Penaksiran Metode Ordinary Kriging

*Crossvalidation* disingkat CV, merupakan metode evaluasi yang digunakan untuk mengetahui tingkat keakuratan dari hasil estimasi dan data datum point (data awal). Parameter nilai CV menggunakan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) yang mana jika mendekati nilai satu berarti hubungan antar data memiliki korelasi kuat (tingkat kepercayaan tinggi). Secara visual pada diagram pencar menunjukkan sebaran hasil penaksiran yang juga hampir (Gambar 6).

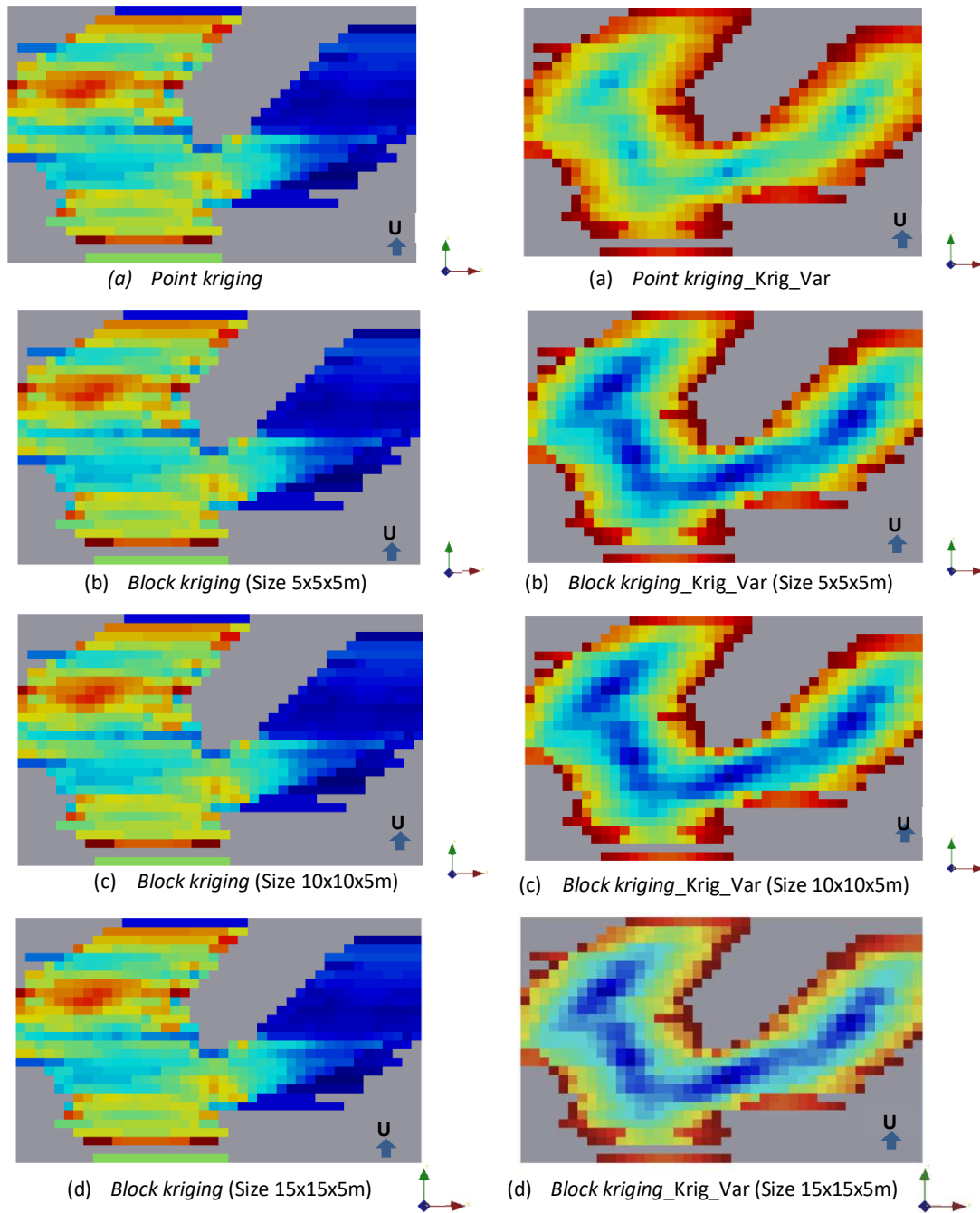
Pada diagram pencar (*scatterplot*) dari *crossvalidation* hasil metode *point kriging* dan *block kriging* memiliki nilai

koefisien korelasi yang tidak signifikan perbedaannya. Nilai koefisien korelasi yang diperoleh dikatakan masih valid, dikarenakan jarak antar elektroda geolistrik yang digunakan sebesar 10 meter diperoleh titik datum point rata-rata sebesar 0,5705 sedangkan parameter indikator nilai koefisien korelasi dari metode *point kriging* dan *block kriging* ditunjukkan pada Tabel 2.

Nilai koefisien korelasi dari metode *ordinary kriging* menunjukkan nilai yang sama yakni disekitar 0,5. Walaupun nilai koefisien korelasinya belum dikatakan memiliki akurasi tinggi di atas nilai 0,8 tetapi jika ditinjau dari metode *ordinary kriging* yang digunakan menunjukkan metode *block kriging* ukuran *block*  $10 \times 10 \times 5\text{meter}$  menunjukkan nilai RMSE lebih kecil dari metode lainnya (metode *point kriging*) walaupun nilai selisih nilai koefisien korelasi dan nilai standar deviasi *kriging* dari metode lainnya juga tidak terlalu jauh. Perbedaan nilai koefisien korelasi yang tidak signifikan ini memberikan informasi bahwa penaksiran dari data datum point yang digunakan masih tergolong sedikit (belum mewakili dari jarak antar data)

### Kesimpulan

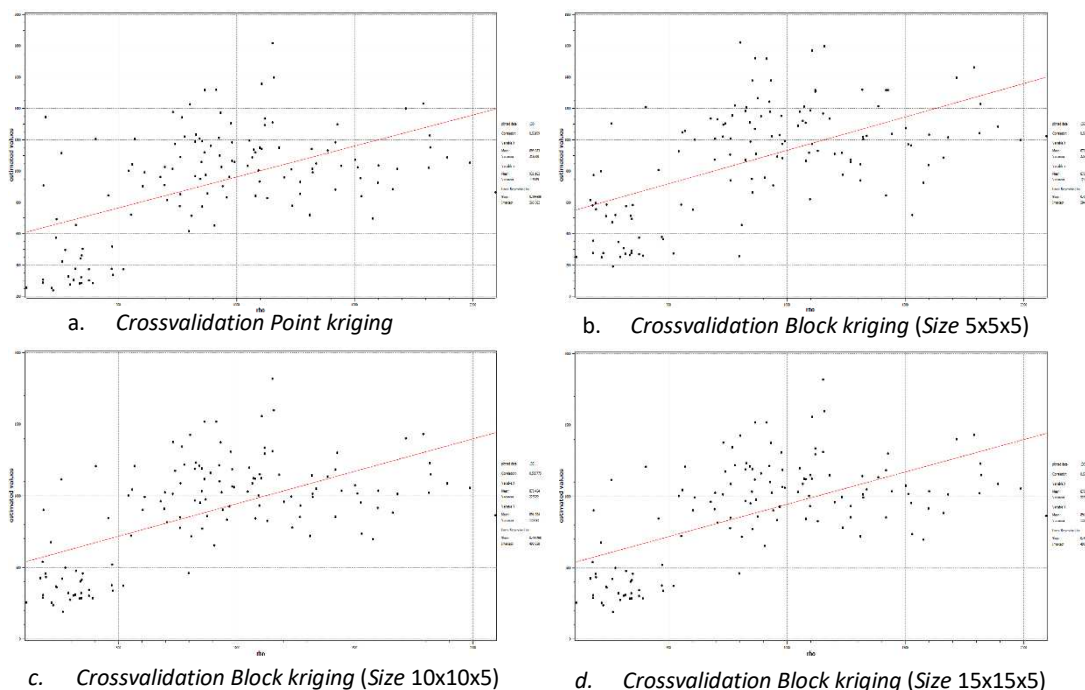
Penaksiran sebaran nilai datum point menggunakan metode *ordinary kriging* menunjukkan secara visualisasi tidak memiliki perbedaan yang signifikan, hal ini juga didukung dengan nilai koefisien korelasi rerata 0,57. Metode *block kriging* dengan ukuran per blok  $10 \times 10 \times 5\text{ meter}$  memberikan parameter keakuratan hasil penaksiran sebaran nilai datum *point* yang lebih baik dari metode *point kriging* maupun *block kriging* ukuran per blok lainnya.



**Gambar 5** Hasil penaksiran sebaran data datum point metode *ordinary kriging* (Tampak Atas)

**Tabel 2.** Nilai *crossvalidation* metode *Ordinary kriging*

No	Metode	Coefisient Correlation (R)	Standar Deviasi Kriging	Root Mean Square Error (RMSE)
1	<i>Point Kriging</i>	0.53199	69.546,43	382.004
2	<i>Block Kriging</i> (Size 5x5x5m)	0.56561	68.253,03	387.619
3	<i>Block Kriging</i> (Size 10x10x5m)	0.59672	68.227,02	379.060
4	<i>Block Kriging</i> (Size 15x15x5m)	0.59775	68.222,69	379.684



Gambar 6 Crossvalidation hasil penaksiran sebaran data datum point metode ordinary kriging

## Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung dan PT Bumako serta seluruh pihak terkait yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini sampai selesai.

## Referensi

- Afriandi, D. (2015). Pemodelan Dan Estimasi Sumberdaya Nikel Laterit Daerah "X" Menggunakan Software Datamine Studio 3 Pada Pt. Vale Indonesia Luwu Timur Sulawesi Selatan. *Jurnal Geomine*, 2(1). <https://doi.org/10.33536/jg.v2i1.32>
- Conoras, W. A. K., & Lamburu, A. A. (2020). Modeling And Resource Classification Lateritic Nickel Deposits On A Heterogeneous Block In The Haul-Sagu Area Using Estimation And Simulation Geostatistical Method. *Journal Of Physics: Conference Series*, 1569(4). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1569/4/042079>
- Conoras, W. A., & Tabaika, M. (2019). Pemodelan dan Estimasi Sumberdaya Nikel Laterit Site Pulau Pakal PT. ANTAM (Persero) Tbk Ubp Nickel Maluku Utara Menggunakan Metode Inverse Distance Weight dan Ordinary Kriging. *Dintek Volume 12 Nomor 1 Maret*.
- David, M. (1982). *Geostatistical Ore Reserve Estimation*. Amsterdam: Elsevier Science.
- Isaaks, E. H., Dan Srivastava, R. M., 1989, *Applied Geostatistics*, Oxford University Press, New York, Pp. 278-322.

- Guo, E.-Y., Chawla, N., Jing, T., Torquato, S., & Jiao, Y. (2014). Accurate Modeling And Reconstruction Of Three-Dimensional Percolating Filamentary Microstructures From Two-Dimensional Micrographs Via Dilation-Erosion Method. *Materials Characterization*, 89, 33–42. <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2013.12.011>
- Kurniawan, A. R., & Amri, N. A. (2019). *Estimasi Sumberdaya Emas Menggunakan Metode Ordinary Kriging Pada Pit X, Pt. Indo Muro Kencana, Kec. Tanah Siang, Kab. Murung Raya, Kalimantan Tengah*.
- Loke, M.H. (2000) *Electrical Imaging Surveys For Environmental And Engineering Studies. A Practical Guide To 2-D And 3-D Surveys*, 61
- Rustam, M., Idrus, A., & Setijadji, L. D. (2017). *Prosiding Seminar Nasional Xii "Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi"*.
- Safrudin, R., & Wawan Ak Conoras, Dan. (2021). Estimasi Sumberdaya Nikel Laterit Dengan Metode Geostatistik Ordinar Kriging Pada Pt. Dharma Rosadi Internasional Kabupaten Halmahera Tengah Provinsi Maluku Utara. *Conoras / Jurnal Geomining*, 2(1).
- Sinclair, A.J., Dan Blackwell, G.H. 2005. *Applied Mineral Inventory Estimation*. Cambridgeuniversity Press.
- Zibuka, M. I., Widodo, S., & Budiman, A. A. (2016). Inverse Distance Weighting. In *Jurnal Geomine* (Vol. 04, Issue 1).