E-ISSN 2541-2116
ISSN 2443-2083

Jurnal Geomine, Volume 12, Nomor 2: Agustus 2024, Hal 163 – 172

Penerapan Metode Ordinary Kriging untuk Estimasi Sumberdaya Nikel Laterit pada Daerah Bahodopi, Kabupaten Morowali, Provinsi Sulawesi Tengah

Muhamad Hardin Wakila[1*], Harwan[2], Firdaus[3], Citra Aulian Chalik[4], Emi Prasetyawati Umar[5] dan M. Irsyad[6]

[1-6]Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia

*e-mail: *wakilahardin@umi.ac.id*

SARI

Nikel laterit suatu bahan galian yang sangat ekonomis bila dijumpai pada cadangan yang besar dengan kadar yang tinggi. Metode ordinary kriging dipandang cocok untuk digunakan dalam mengestimasi sumberdaya nikel laterit karena sesuai dengan karakteristik nikel laterit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah sumberdaya nikel laterit dan menentukan keakuratan dari metode Ordinary Kriging (OK) dalam mengestimasi sumberdaya nikel laterit. Metode OK merupakan suatu metode geostatistik yang menggunakan nilai spasial pada lokasi sampel dan variogram untuk memprediksi nilai pada lokasi lain yang dan/atau tidak tersampel, dimana nilai prediksi tersebut bergantung pada jaraknya dari lokasi sampel. Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa terdapat sebanyak 52 titik bor dengan jarak rata-rata antar lubang bor adalah 50 meter. Diketahui pula ukuran blok maksimum sumberdaya memiliki dimensi yaitu panjang blok 5 m, lebar blok 5 m, dan tebal blok 1 m, sedangkan ukuran blok minimum memiliki dimensi panjang blok 2,5 m, lebar blok 2,5 m, dan tebal blok 0,5 m. Juga dapat diketahui bahwa jumlah sumberdaya untuk interval kadar Ni (1,3-1,5%) sebesar 323.199,8 Ton, kadar (1,5-1,7%) sebesar 262.168,6 Ton, dan kadar (≥1,7%) sebesar 320.743,1 ton. Sehingga dapat disimpulkan bahwa jumlah total sumberdaya nikel laterit dengan menggunakan metode *ordinary kriging* adalah 906.111,5 ton. *Cross validation* antara data komposit titik bor Ni dan hasil estimasi blok OK menunjukan nilai koofisien korelasi R^2= 0,8098, yang berarti data komposit Ni dan hasil estimasi blok OK memiliki hubungan yang sangat kuat, sehingga menunjukan bahwa hasil estimasi blok OK memiliki akurasi yang tinggi.

Kata kunci: nikel laterit, sumberdaya, estimasi, ordinary kriging, *cross validation*

How to Cite: Wakila, M.H., Harwan., Firdaus., Chalik C.A.,Umar E.P., & Irsyad M. 2024. Penerapan Metode Ordinary Kriging untuk Estimasi Sumberdaya Nikel Laterit pada Daerah Bahodopi, Kabupaten Morowali, Provinsi Sulawesi Tengah. Jurnal Geomine, 12(2): 110-119.

Published By:
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Muslim Indonesia
Address:
Jl. Urip Sumoharjo Km. 05
Makassar, Sulawesi Selatan
Email:
geomine@umi.ac.id
Phone:
+6285299961257
+6281241908133

Article History:
Submite June 2, 2024
Received in from July 10, 2024
Accepted August 27, 2024
Available online
Lisensec By:
Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

E-ISSN 2541-2116
ISSN 2443-2083

Jurnal Geomine, Volume 12, Nomor 2: Agustus 2024, Hal 163 – 172

ABSTRACT

Nickel laterite is one of the most economical minerals if found in large reserves with high grades. The ordinary kriging method is considered suitable for use in estimating nickel laterite resources because it is in accordance with the characteristics of nickel laterite. The purpose of this study is to determine the amount of nickel laterite resources and determine the accuracy of the Ordinary Kriging (OK) method in estimating nickel laterite resources. The OK method is a geostatistical method that utilises spatial values at sampled locations and variograms to predict values at other unsampled and/or unsampled locations where the predicted value depends on its proximity to the sampled location. Based on the research results, it can be seen that there are 52 drill points with an average distance (spacing) of drill holes is 50 metres. It is also known that the maximum block size of the resource has dimensions of 5 m block length, 5 m block width, and 1 m block thickness, while the minimum block size has dimensions of 2.5 m block length, 2.5 m block width, and 0.5 m block thickness. It can also be seen that the total resource for the Ni content interval (1.3-1.5%) is 323,199.8 tonnes, the content (1.5-1.7%) is 262,168.6 tonnes, and the content (≥1.7%) is 320,743.1 tonnes. So it can be concluded that the total amount of nickel laterite resource estimation using the ordinary kriging method is 906,111.5 tonnes. Cross validation between Ni drill point composite data and OK block estimation results showed a correlation coefficient R2= 0.8098, which means that Ni composite data and OK block estimation results have a very strong relationship, thus indicating that OK block estimation results have high accuracy.

Keyword: *nickel laterite, resources, estimation, ordinary kriging, cross validation.*

PENDAHULUAN

Daerah Morowali merupakan salah satu daerah penghasil nikel laterit terbesar di Indonesia hal ini ditunjukan dengan banyaknya keberadaan perusahan tambang nikel. Endapan nikel laterit merupakan mineral yang sangat ekonomis jika ditemukan dalam cadangan yang besar, bermutu tinggi (*high-grade)*. Endapan nikel laterit ini mempunyai ciri khas adanya oksida logam yang mengandung Ni dan Fe (Cahit et al., 2017). Deposit ini mempunyai banyak kegunaan, antara lain sebagai bahan baku produksi baja tahan karat atau *stainless steel* seperti pada peralatan dapur (sendok maupun alat masak), dekorasi rumah, dan proses industri, serta bagian industry (Sukandarumidi, 2007).

Estimasi sumberdaya sangat krusial dilakukan dalam tahapan kegiatan pertambangan, karena dengan mengestimasi sumberdaya kita dapat mengetahui jumlah dan kuantitas dari sumberdaya nikel laterit. Untuk mengestimasi sumberdaya nikel laterit diperlukan metode estimasi yang sesuai dengan karakteristik nikel laterit. Metode ordinary kriging dipandang cocok untuk digunakan dalam mengestimasi sumberdaya nikel laterit, karena metode ordinary kriging dapat digunakan sebagai penduga cadangan global yang tidak bias dengan varian yang minimal dan merupakan kombinasi linier sehingga ordinary kriging disebut sebagai metode estimasi tak bias linier terbaik (Asy'ari et al., 2013).

Pada penelitian terdahulu yang meneliti terkait estimasi sumberdaya menggunakan metode ordinary kriging oleh Safrudin dan Conoras (2021) hanya fokus menggunakan metode ordinary kriging untuk mengestimasi sumberdaya nikel laterit di daerah Halmahera Tengah. Pada penelitian ini peneliti menggunakan metode ordinary kriging untuk mengestimasi sumberdaya nikel laterit di daerah Morowali, yang secara karakteristik memiliki perbedaan dengan nikel laterit di daerah Halmahera Tengah.

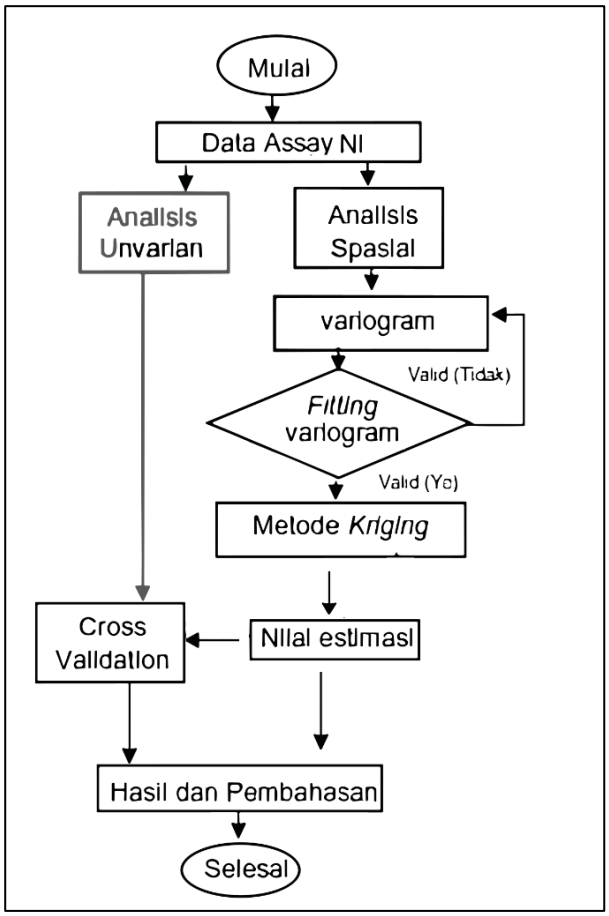
Berdasarkan kondisi tersebut maka diperlukan penelitian dengan judul "penerapan metode ordinary kriging (OK) untuk mengestimasi sumberdaya nikel laterit pada blok Kades, Site Lalampu, Desa Lalampu, Kecamatan Bahadopi, Kabupaten Morowali, Provinsi Sulawesi Tengah, guna mengetahui jumlah sumberdaya nikel laterit serta menentukan tingkat akurasi dari metode OK.

E-ISSN 2541-2116
ISSN 2443-2083
Jurnal Geomine, Volume 12, Nomor 2: Agustus 2024, Hal 163 – 172

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan selama kurang lebih 4 bulan (Februari, Maret, April, dan Mei) tahun 2023. Secara keseluruhan penelitian ini dibagi menjadi dua tahapan yaitu pengumpulan data lubang bor dan uji laboratorium. Metodologi penelitian dimulai dengan studi terkait pustaka penunjang, termasuk review terhadap penelitian terdahulu. Tahapan selanjutnya adalah kegiatan lapangan yang terdiri dari pengumpulan data pemboran dan data laboratorium (*assay*) (Wakila et al., 2023). Tahapan akhir adalah pemodelan sumberdaya dan mengestimasi sumberdaya nikel laterit menggunakan metode OK.

Ordinary kriging (OK) adalah suatu metode geostatistik yang menggunakan nilai spasial dan variogram pada suatu lokasi sampel untuk memprediksi nilai pada lokasi lain yang dijadikan sampel dan/atau tidak dijadikan sampel, dimana nilai prediksinya bergantung pada jarak dari lokasi sampel. Untuk menentukan perkiraan sumber daya yang tepat untuk tujuan penggunaan, Anda dapat mempertimbangkan deviasi standar, koefisien variasi. Jika nilai koefisien variasi sama dengan atau kurang dari 1,5, maka IDW dan kriging biasa dapat digunakan untuk estimasi sumber daya (Annels, 1991). Tahapan penelitian untuk memperoleh sumberdaya nikel laterit tersaji pada gambar berikut ini.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

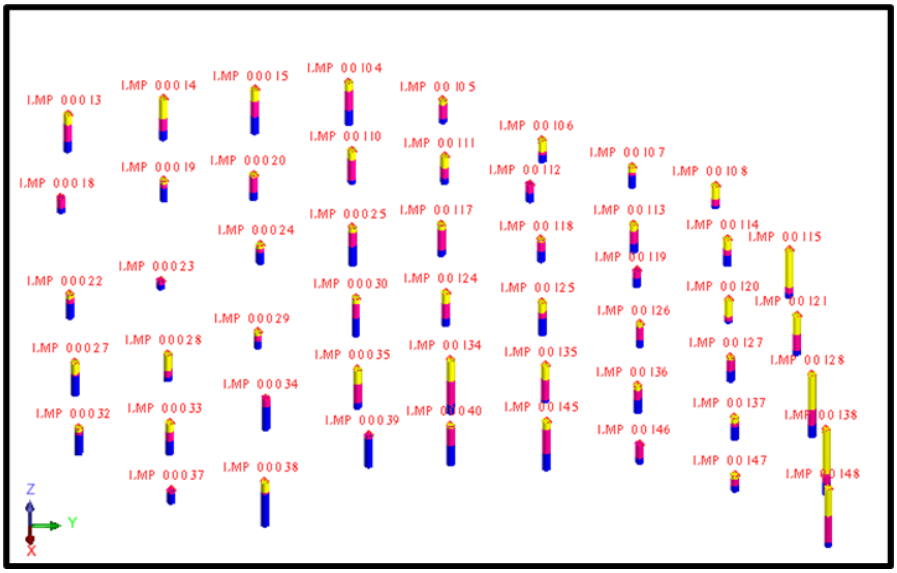
HASIL DAN PEMBAHASAN

Database

Database yang digunakan meliputi data kadar Ni yang diperoleh dari analisis laboratorium pada kegiatan eksplorasi. Meningkatnya kadar Ni adalah dampak yang

E-ISSN 2541-2116
ISSN 2443-2083
Jurnal Geomine, Volume 12, Nomor 2: Agustus 2024, Hal 163 – 172

akibatkan oleh tingkat pelapukan yang tinggi selain penebalan zona laterit (limonit dan saprolit) (Wakila et al., 2019). Terdapat 52 titik bor dengan jarak/ spasi bor (rata-rata) adalah 50 meter. Daerah penelitian memiliki luas 398 m x 248 m. Berikut merupakan distribusi titik bor di daerah penelitian.



Gambar 1. Distribusi titik bor

Analisis Statistik Deskriptif

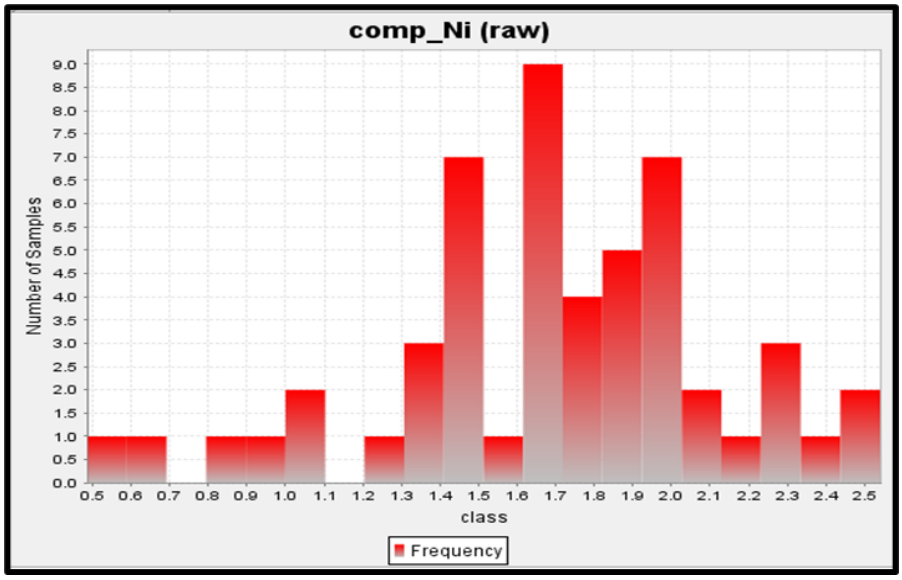
Statistik deskriptif digunakan untuk menunjukan sebaran data untuk mengetahui *mean* dan selisih setiap nilai dengan *mean*. Parameter yang muncul pada saat analisis statistik adalah nilai *mean*, *varians*, simpangan baku, koefisien variasi, dan *skewnes*. Parameter tersebut digunakan untuk membentuk histogram data, yang dimaksudkan untuk memberikan gambaran keseluruhan tentang bentuk sebaran dan membantu penulis dengan mudah menemukan kesalahan pada data yang digunakan.

Analisis statistik univariat merupakan metode statistik yang memberikan gambaran tentang data populasi. Alat statistik ini menggambarkan lokasi data, termasuk nilai *mean*, *mode*, *median*, nilai maksimum, dan minimum. Alat statistik ini juga digunakan untuk menunjukan distribusi (variasi) data yang tergambar berdasarkan nilai *varians* dan deviasi standar (Kurniawan et al., 2019). Berikut merupakan rangkuman hasil analisis statistik dan histogram dari kadar Ni pada daerah penelitian.

Tabel 1. Analisis Statistik Kadar Ni dari 52 titik bor

Parameter	Nilai
Banyaknya sampel	52
Nilai Minimum	0,4
Nilai Maksimum	2,5
Rata-rata	1,697
Median	1,713
Varians	0,188
Simpangan Baku	0,433
Koofisien Variasi	0,255
Skewness	0,567

E-ISSN 2541-2116
ISSN 2443-2083
Jurnal Geomine, Volume 12, Nomor 2: Agustus 2024, Hal 163 – 172

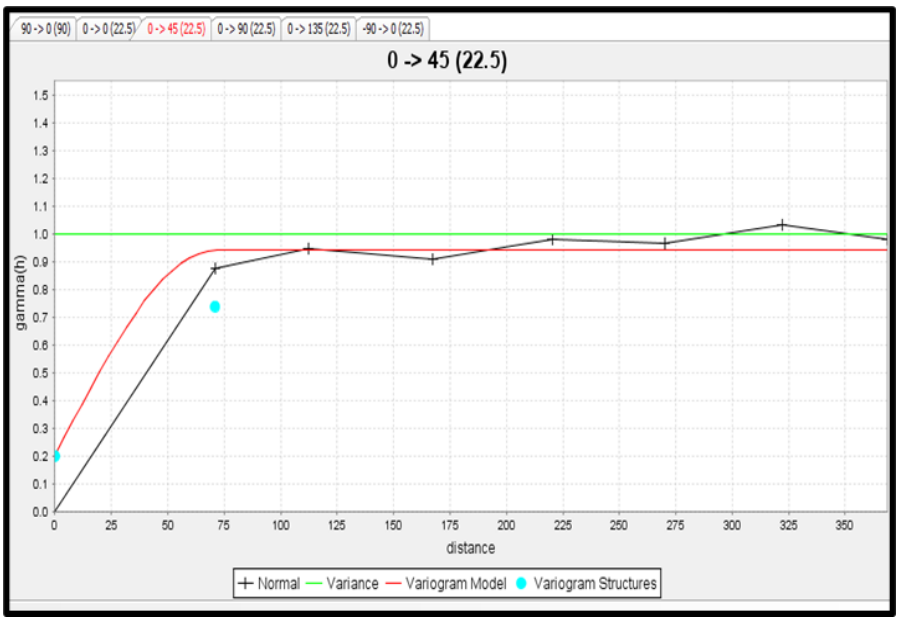


Gambar 3. Histogram Kadar Ni

Analisis Variogram

Salah satu alat dari metode geostatistik adalah variogram. Variogram digunakan untuk menampilkan variasi antar titik data berdasarkan spasial (Marwanza et al., 2019). Umumnya, variogram eksperimental sangat bermanfaat untuk menganalisis karakteristik struktur suatu endapan mineral, tetapi tidak dapat secara langsung digunakan dalam perhitungan cadangan. Oleh karena itu diperlukan suatu model variogram teoritis, kemudian dilakukan proses *fitting* terhadap variogram eksperimental.

Model teoritis variogram ini dinyatakan sebagai model matematika. *Fitting* variogram adalah syarat utama dalam metode Ordinary kriging (OK) yang dilakukan sebelum estimasi sumberdaya, dengan tujuan hasil dari *fitting* variogran dijadikan sebagai data estimasi agar tidak terjadi kesalahan dalam mengistimasi sumber daya (Marwanza & Sulistyana, 2018). Hasil *fitting* variogram dengan model *spherical* disajikan pada gambar 4.



Gambar 4. *Fitting* Variogram Experimental dan Variogram Model

E-ISSN 2541-2116
ISSN 2443-2083
Jurnal Geomine, Volume 12, Nomor 2: Agustus 2024, Hal 163 – 172

Model variogram yang ummnya digunakan dalam bidang tambang adalah berbentuk *spherical*. Beberapa parameter penting yang diperoleh dari hasil *fitting* yang digunakan dalam evaluasi. Parameter tersebut adalah nilai *sill* (C), *nugget variance* (C_0), dan *range* (a). Yang mana definisi masing-masing parameternya adalah: *Sill* menampilkan nilai *variance* populasi, *nugget variance* adalah nilai dari variogram ketika h = 0 dan mempunyai nilai selain 0, *range* adalah jarak pengaruh antar data (Anggraini et al., 2018). Berikut adalah nilai parameter dari hasil *fitting* variogram.

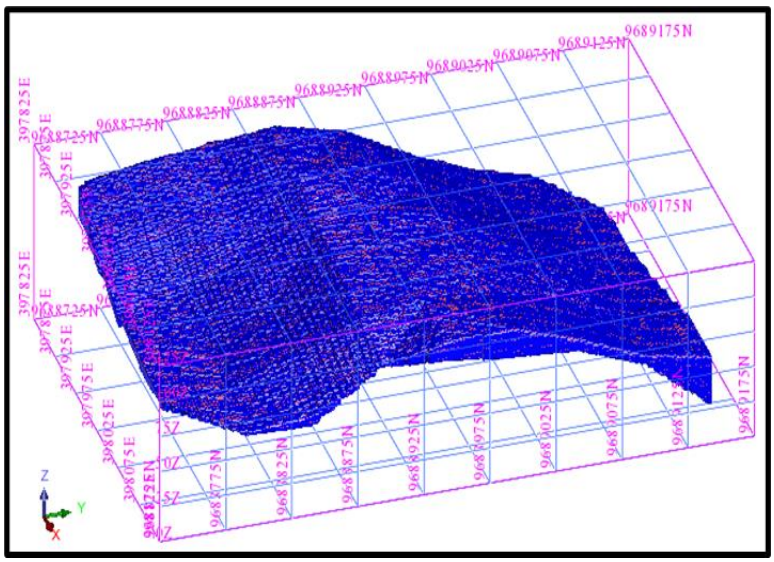
Tabel 2. Parameter variogram

Parameter	Nilai
Nugget	0,201
Sill	0,739
Range	70,8

Nilai *sill* yang dihasilkan dari nilai variogram model dari variogram eksperimental yaitu 0,739; *nugget* yaitu 0,201; dan nilai *range* yaitu 70,8; untuk nilai *range* digunakan sebagai jarak maksimum penaksiran karena nilai *range* merupakan batas dimana sampel tidak berkorelasi.

Pemodelan Sumberdaya

Pemodelan sumberdaya merupakan salah satu cara untuk membatasi perkiraan kandungan Ni dalam populasi daerah penelitian sehingga hasil pendugaan kandungan Ni tidak diekstrapolasi melampaui batas mineralisasi pada daerah penelitian. Pemodelan blok-blok dengan acuan spasi titik bor yaitu 50 m, sehingga ukuran blok model akan menyesuaikan dengan jarak antar lubang bor. Pembuatan blok model disesuaikan dengan penyebaran endapan bahan galian, semakin kecil ukuran blok model semakin mendekati pola penyebaran Nikel laterit. Menurut David (1977), sebagai *rule of thumb* ukuran suatu blok sumberdaya adalah ≤ 1/4 dari spasi bor rata – rata. Pada penelitian ini berfokus pada zona Lithology lapisan limonit dan saprolit untuk membatasi blok-blok model yang dibuat. Ukuran blok maksimum sumberdaya memiliki dimensi yaitu panjang blok 5 m, lebar blok 5 m, dan tebal blok 1 m, sedangkan ukuran blok minimum memiliki dimensi panjang blok 2,5 m, lebar blok 2,5 m, dan tebal blok 0,5 m (Gambar 4).

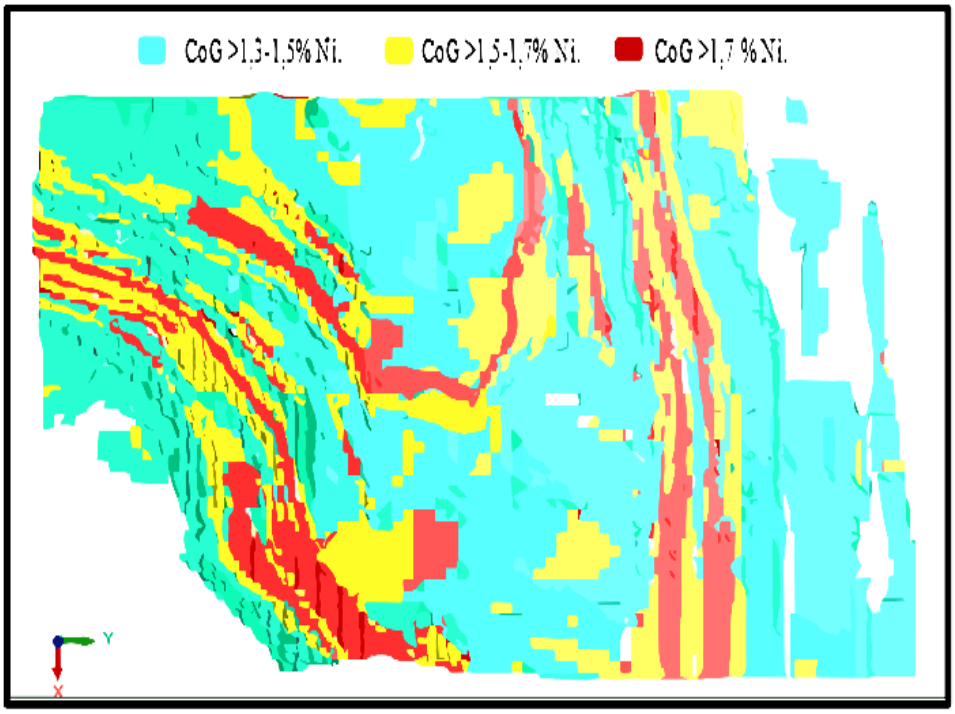


Gambar 5. Block Model sumberdaya

E-ISSN 2541-2116
ISSN 2443-2083
Jurnal Geomine, Volume 12, Nomor 2: Agustus 2024, Hal 163 – 172

Estimasi Sumberdaya Metode Ordinary Kriging (OK)

Pembuatan blok model dilakukan dengan dasar nilai *Cut off Grade* (CoG) > 1.3% Ni, yang menghasilkan tiga interval kelas yaitu: (1,3-1,5%), (1,5-1,7%), dan (≥1,7%). Berikut ini adalah hasil estimasi dan blok model dengan menggunakan metode OK pada daerah penelitian.



Gambar 6. Blok Model Hasil Estimasi Sumberdaya Nikel Laterit

Dari (Gambar 6) dapat dilihat bahwa untuk kelas 1 dengan interval kadar (1,3-1,5%) berwarna biru, mendominasi daerah penelitian, sementara untuk kelas 2 dengan interval kadar (1,5-1,7%) berwarna kuning, yang hanya terletak pada beberapa titik di daerah penelitian. Begitu juga dengan kelas 3 (≥1,7%), yang juga hanya terdapat di beberapa titik. Adapun rangkuman dari hasil estimasi sumberdaya dengan menggunakan metode OK disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Estimasi Metode Ordinary Kriging (OK)

Interval Ni (%)	Volume (m³)	Density (Kg/m³)	Tonnes (ton)
1.3-1.5	208.516	1,55	323.199,8
1.5-1.7	169.141	1,55	262.168,6
≥ 1.7	206.931	1,55	320.743,1
	Grand Total		906.111,5

Dari hasil estimasi sumber daya Pada tabel-3 dengan menggunakan metode ordinary kriging (OK) pada penelitian ini diperoleh tonase sumberdaya sebesar 906.111,5 ton.

Cross Validation

Dalam menguji tingkat keakuratan suatu metode estimasi digunakan suatu model

E-ISSN 2541-2116
ISSN 2443-2083
Jurnal Geomine, Volume 12, Nomor 2: Agustus 2024, Hal 163 – 172

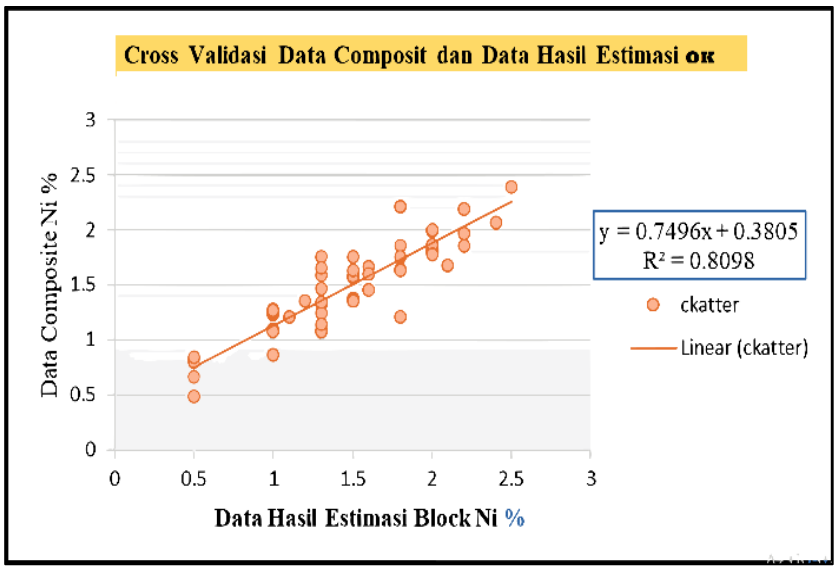
yaitu *cross validation* (Bhakti et al., 2016). Validasi data yang dilakukan adalah memvalidasi data komposit kadar Ni hasil pengeboran eksplorasi dengan data estimasi blok Ni menggunakan metode OK. Hal ini terlihat berdasarkan nilai R, apabila nilai R bernilai satu (1) atau mendekati satu (1), maka data tersebut tergolong berdistribusi normal/valid atau berkorelasi positif.

Analisis korelasi adalah suatu teknik statistik yang digunakan untuk menentukan kuatnya hubungan antara suatu variabel dengan variabel lainnya, terlepas dari apakah suatu variabel tertentu bergantung pada variable lain. Semakin jelas hubungan liniernya (langsung), maka semakin kuat atau besar derajat hubungan linier antara dua variabel atau lebih (Sekaran et al., 2010). Hubungan antara nilai koefisien korelasi ditampilkan pada tabel 4.

Tabel 4. Tingkat hubungan dengan Koofisien Korelasi (Sugiyono, 2017).

Coefficient Interval	Level of Relationship
0.00-0.199	*Very Low*
0.20-0.399	*Low*
0.40-0.599	*Medium*
0.60-0.799	*Strong*
0.80-1.000	*Very Strong*

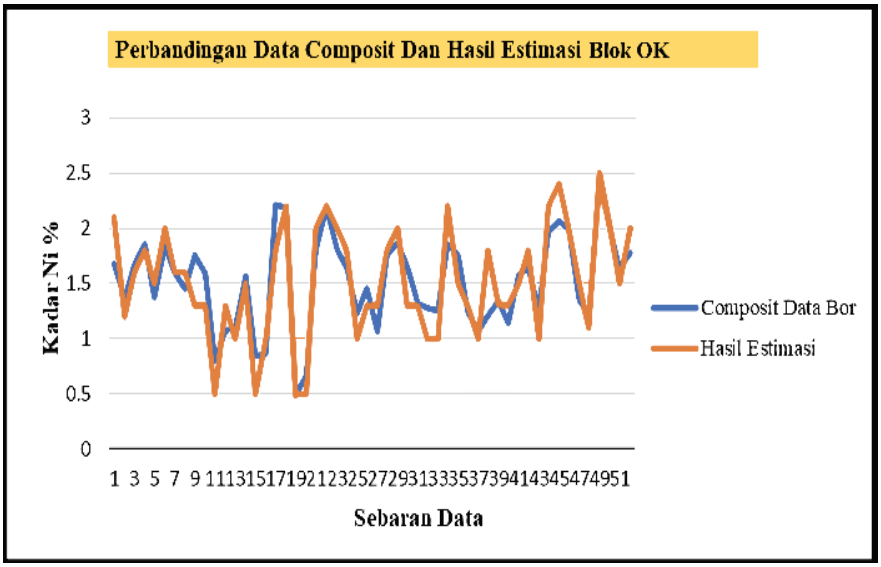
Tingkat korelasi antara data kadar Ni komposit titik bor dan hasil estimasi blok dengan metode OK dapat dilihat pada diagram pencar (Gambar 7) berikut.



Gambar 7. *Cross* Validasi Data komposit Ni dan Data Hasil Estimasi Blok OK

Berdasarkan gambar diagram pencar (Gambar 7) dari data komposit Ni dengan hasil estimasi OK menunjukan nilai koofisien korelasi R^2= 0,8098 atau mendekati 1, yang berarti data komposit Ni dan hasil estimasi blok OK memiliki hubungan yang sangat kuat (linier positif). Untuk lebih melihat hubungan (perbandingan) antara data komposit Ni dengan hasil estimasi blok OK, maka dapat dilihat pada grafik berikut ini.

E-ISSN 2541-2116
ISSN 2443-2083
Jurnal Geomine, Volume 12, Nomor 2: Agustus 2024, Hal 163 – 172



Gambar 8. Perbandingan Data komposit Ni dan Data Hasil Estimasi Blok OK.

Dari grafik sebelumnya (Gambar 8), terlihat bahwa nilai data komposit Ni cenderung mirip dengan nilai dari hasil estimasi blok OK, sehingga menunjukan bahwa hasil estimasi blok OK sudah memiliki akurasi dan ketelitian yang cukup tinggi.

KESIMPULAN

Jumlah estimasi sumberdaya nikel laterit dengan menggunakan metode *ordinary kriging* adalah untuk kadar (1,3-1,5%) sebesar 323.199,8 Ton, kadar (1,5-1,7%) sebesar 262.168,6 Ton, dan kadar (≥1,7%) sebesar 320.743,1; sehingga diperoleh total tonase sumberdaya sebesar 906.111,5 ton. Nilai dari *cross validation* antara data komposit titik bor Ni dan hasil estimasi blok OK menunjukan nilai koofisien korelasi R^2= 0,8098 atau mendekati 1, yang berarti data komposit Ni dan hasil estimasi blok OK memiliki hubungan yang sangat kuat (linier positif), sehingga menunjukan bahwa hasil estimasi blok OK sudah memiliki akurasi dan ketelitian yang cukup tinggi.

PUSTAKA

Annels A. E, 1991 "Mineral deposit evaluation a practical approach". London: Chapman and Hall.

Anggraini, O. P., Heriawan, M. N., & Hede, A. N. H. (2018). Perbandingan antara Model Blok 3D dengan Ordinary Kriging dan Model 2D dengan Polygonal untuk Estimasi Sumberdaya Timah Aluvial di Pulau Bangka. *Prosiding Temu Profesi Tahunan PERHAPI*, *1*(1), 325-336.

Asy'ari, M. A., Hidayatullah, R., & Zulfadli, A. (2013). Geologi dan Estimasi Sumberdaya Nikel Laterit Menggunakan Metode Ordinary Kriging di PT. Aneka Tambang, TBK. *Jurnal INTEKNA: Informasi Teknik dan Niaga*, *13*(1).

Bargawa, & Sulistyana W. 2018. *"Geostatistik (edisi ketiga)"*. Yogyakarta: Kequ book.

Bhakti, Giandari., dan Subagiada, Kadek., 2016, Analisis Pensebaran Lapisan Batubara dengan Menggunakan Metode Ordinary Kriging di Pit S11gn PT. Kitadin Desa Embalut Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur, P*rosiding Seminar Tugas Akhir FMIPA, UNMUL* Maret 2016, ISBN: 978-602-72658-13.

E-ISSN 2541-2116
ISSN 2443-2083
Jurnal Geomine, Volume 12, Nomor 2: Agustus 2024, Hal 163 – 172

David, M., 1977, Geostatistical Ore Reserve Estimation, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.

H. Cahit, K. Selahattin, G. Necip Tolga Q, G. Ibrahim Hasan S, P. and Osman, *"Mineralogy and genesis of the lateritic regolith related Ni-Co deposit of the Çaldag area (Manisa, western Anatolia), Turkey,"* Canadian Journal of Earth Sciense, 2017.

Kurniawan, Achmad, R., & Amri, N. A. (2019). Estimasi Sumberdaya Emas Menggunakan Metode Ordinary Kriging Pada Pit X. 59–69 Washington. May 3.

Marwanza, I., Nas, C., Azizi, M. A., and Simamora, J. H. (2019): Comparison between moving windows statistical method and kriging method in coal resource estimation, Journal of Physics: Conference Series, 1402(3). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1402/3/033016.

Safrudin, R., & Conoras, W. A. (2021). Estimasi Sumberdaya Nikel Laterit dengan Metode Geostatistik Ordinari Kriging pada PT. Dharma Rosadi Internasional, Kabupaten Halmahera Tengah, Provinsi Maluku Utara. *Jurnal GEOMining*, *2*(1), 38-48.

Sekaran, Uma dan Bougie, R., 2010, Research Methods for Business: A SkillBuilding Approach, John Wiley and sons, inc. : London.

Sugiyono. (2017). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Alfabeta:Bandung.

Sukandarrumidi, 2007., *Geologi Mineral Logam* Yogyakarta: Penerbit Gadjah Mada University Press.

Wakila, M. H., Heriansyah, A. F., & Idris, K. (2023). Estimasi Sumberdaya Batubara menggunakan Metode Circular, Studi Kasus: Daerah Tanjung Palas Tengah, Kalimantan Utara. *Jurnal Pertambangan*, *7*(3), 111-116.

Wakila, M. H., & Heriansyah, A. F. Firdaus., Nurhawaisyah, SR, 2019. Pengaruh Tingkat Pelapukan Terhadap Kadar Nikel Laterit Pada Daerah Ussu, Kec. Malili Kab. Luwu Timur Prov. Sulawesi Selatan. *Jurnal Geomine*, *7*(1), 30-35.