

## Perbandingan Metode Geostatistik dari Hasil Estimasi Sumberdaya Nikel Laterit

Jenius, Waterman Sulistyana Bargawa, Nur Ali Amri

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Pertambangan, UPN "Veteran" Yogyakarta

Korespondensi : [jeniusmta@gmail.com](mailto:jeniusmta@gmail.com)

### ABSTRAK

Nikel laterit terbentuk dari hasil proses pelapukan panjang, melalui proses pelapukan kimiawi dan pengayaan supergen, utamanya dari batuan ultramafik di bawah kondisi suhu yang cukup panas dan curah hujan yang cukup tinggi dan dikontrol oleh pergerakan fluktuatif muka air tanah. Bijih nikel laterit merupakan 73% dari sumber daya nikel dunia dan akan menjadi sumber nikel yang dominan di masa depan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan metode geostatistik pada daerah penelitian. Penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahap yaitu: pengambilan data lapangan (data bor), data dari tahap ini digunakan untuk mengetahui kedalaman dan sebaran zona laterit. Estimasi kadar nikel laterit dilakukan pada *zone limonite* dan *zone saprolite*. Sehingga dapat diketahui metode yang akurat pada daerah penelitian. Dalam hal ini metode yang dibandingkan yaitu metode *Ordinary Kriging* (OK) dan *Inverse Distance Weighting* (IDW) untuk mencari metode apa yang paling akurat untuk digunakan pada penelitian ini.

Kata kunci : Nikel Laterit, Geostatistik, *Ordinary Kriging* (OK), *Inverse Distance Weighting* (IDW)

### ABSTRACT

*Nickel laterite is formed as a result of a long weathering process, through chemical weathering and supergene enrichment, mainly from ultramafic rocks under conditions of moderately hot temperatures and moderately high rainfall and controlled by fluctuating movements of the groundwater table. Laterite nickel ore constitutes 73% of the world's nickel resources and will be the dominant nickel source in the future. This study aims to analyze the comparison of geostatistical methods in the research area. This study was divided into several stages, namely: field data collection (drill data), data from this stage was used to determine the depth and distribution of the laterite zone. Laterite nickel content estimation was carried out in the limonite and saprolite zones. So that it can be known an accurate method in the research area. In this case, the methods compared are the Ordinary Kriging (OK) and Inverse Distance Weighting (IDW) methods to find out which method is the most accurate to be used in this study.*

*Keyword : Nickel Laterite, Geostatistical, Ordinary Kriging (OK), Inverse Distance Weighting (IDW)*

### 1. PENDAHULUAN

Beberapa tahun terakhir, telah terjadi peningkatan fokus pada pemanfaatan bijih nikel laterit kadar rendah, seiring dengan meningkatnya permintaan baja tahan karat dan penurunan pasokan bijih sulfida di antara bijih sulfida tersebut, bijih nikel laterit merupakan 73% dari sumber daya nikel dunia dan akan menjadi sumber nikel yang dominan di masa depan [1].

Nikel laterit adalah regolit yang sangat lapuk dengan satu atau lebih horizon yang mengandung cadangan nikel (Ni) yang dapat dieksploitasi, umumnya kobalt (Co) dan skandium (Sc). Nikel laterit terbentuk dari hasil proses pelapukan panjang, melalui proses pelapukan kimiawi dan pengayaan supergen, utamanya dari batuan ultramafik di bawah kondisi suhu yang cukup panas dan curah hujan yang cukup tinggi dan dikontrol oleh pergerakan fluktuatif muka air tanah. [2]. Metodologi untuk geostatistik dimulai dalam teknik pertambangan untuk penilaian badan bijih oleh Ditjen Krige, yang diberi nama "Kriging". Alat kunci dalam teori variabel regionalisasi dan dibentuk oleh tiga konstituen; ambang, jangkauan dan nugget [3].

Penelitian dilakukan pada tambang nikel di Kabupaten Morowali Utara, Provinsi Sulawesi Tengah. Dilihat dari topografi daerah penelitian, secara umum karakteristik kekhasan sifat fisik zona laterisasi terbagi menjadi 3 zona yaitu limonit, saprolit dan bedrock [5]. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan metode geostatistik pada daerah penelitian. Estimasi kadar nikel laterit dilakukan pada *zone limonite* dan *zone saprolite*. Sehingga dapat diketahui metode yang akurat pada daerah penelitian.

### 2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode yaitu *literatur riview*, yang mana kegiatan tersebut mengumpulkan informasi dari beberapa jurnal, buku, maupun tulisan lainnya yang berkaitan dengan *interface*. Paper yang akan di *review* yaitu menganalisis perbandingan metode geostatistik pada daerah penelitian dalam mengestimasi kadar nikel laterit dilakukan pada *zone limonite* dan *zone saprolite*.

### 3. HASIL DAN PEMBEHASAN

#### 3.1. Pembahasan

##### 3.1.1. Ordinary Kriging (OK)

Ordinary kriging adalah salah satu metode dasar pada kriging yang memberikan asumsi khas pada lokasi yang diamati, berdasarkan rata-rata tertimbang dari sekitar lokasi yang diamati dalam suatu area [7]. Pada estimasi OK, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

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

Keterangan :

$\hat{Z}$  : kadar yang diestimasi  
 $w_i$  : bobot conto  
 $z_i$  : kadar conto

##### 3.1.2. Inverse Distance Weighting (IDW)

Inverse Distance Weighting adalah salah satu metode geostatistik yang digunakan untuk mengansumsikan derajat korelasi dan kemiripan antar kadar terdekat. Persamaan IDW yang digunakan dalam pembobotan dituliskan sebagai berikut :

$$W_i = \frac{\frac{1}{d_i^k}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^k}}, \quad i = 1, \dots, n \quad (2)$$

Maka, hasil estimasi:

$$\hat{Z}_0 = \sum_{i=1}^N W_i \cdot Z_i \quad (3)$$

Keterangan :

$\hat{Z}_0$  = Nilai titik yang diestimasi  
 $d$  = Jarak titik yang diestimasi  
 $k$  = Pangkat power  
 $N$  = Banyaknya data  
 $Z_i$  = Kadar contoh  
 $W_i$  = Bobot contoh

##### 3.1.3. Kriteria Perbandingan

Untuk memilih model variogram terbaik antara model potensial dan untuk membandingkan akurasi metode interpolasi digunakan parameter *Root Mean Square Error* (RMSE). RMSE dapat diperoleh dari teknik validasi silang, dan dihitung dengan persamaan di bawah ini :

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{Z}_{(xi)} - Z_{(xi)})^2} \quad (4)$$

Keterangan:

$\hat{Z}_{(xi)}$  = Nilai estimasi  
 $Z_{(xi)}$  = Nilai pengukuran  
 $n$  = Jumlah prediksi

#### 3.2. Hasil Estimasi

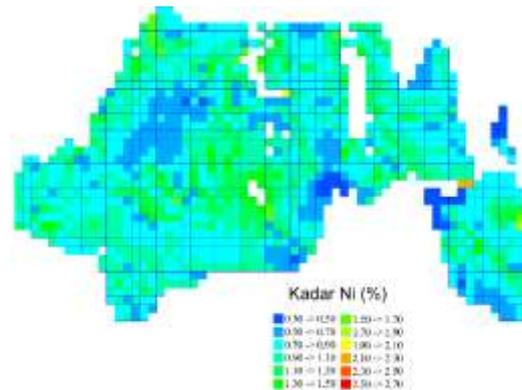
Pada penelitian yang dilakukan oleh Waterman S.B dkk tahun 2016 mengatakan bahwa berdasarkan metode interpolasi kinerja yang dipilih, jumlah sumber daya nikel *zone saprolite* dihitung dengan menggunakan prosedur OK-Gaussian untuk variabel Ni dan teknik IDW untuk variabel ketebalan, sedangkan nikel *Zone Limonite* dihitung menurut OK-Spherical dan prosedur Gaussian untuk Ni dan ketebalan variabel masing-masing. Hasil estimasi sumber dayadisajikan pada Tabel 1 [9].

Tabel 1. Hasil Estimasi Ni

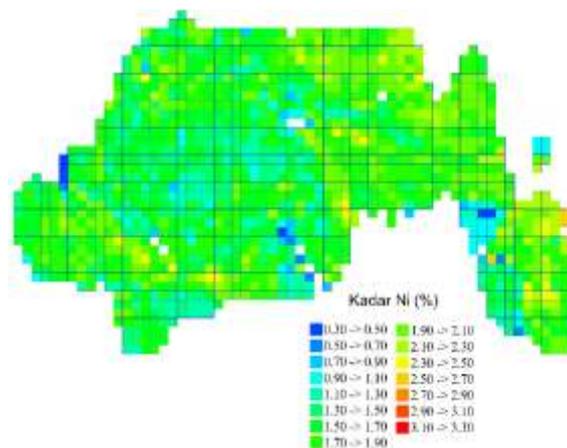
*Perbandingan Metode Geostatistik dari Hasil Estimasi Sumberdaya Nikel Laterit (Jenisu)*

Zone	Ore tonnage	Average (% Ni)	Ni tonnage
Saprolite	3,719,899.6	1.58	58,815.96
Limonite	14,678,485.3	1.27	186,618.12

Menurut penelitian yang dilakukan Simela Talaohu dkk tahun 2021 mengatakan dalam mengestimasi sumber daya nikel, statistik semua sampel data harus diketahui terlebih dahulu untuk mengetahui apakah sampel tersebut memiliki satu populasi atau lebih dari satu populasi yang ditentukan oleh distribusi frekuensi dan regresi linier sampel data bor.



Gambar 1. Distribusi Nikel Zone Limonite



Gambar 2. Distribusi Nikel Zone Saprolite

Hasil korelasi regresi menunjukkan bahwa estimasi dengan metode kriging biasa paling baik korelasinya dengan hasil pemboran pada lapisan limonit dan saprolit. Kemudian pelaporan estimasi sumber daya nikel laterit di blok Tangkuban menggunakan metode estimasi kriging biasa [7].

Tabel 2. Hasil Estimasi Metode IDW, NNP dan OK

Geological Domain	IDW	NNP	OK
Limonit	0,713	0,7	<b>0,73</b>
Saprolit	0,916	0,926	<b>0,933</b>

Sedangkan menurut penelitian yang dilakukan Bargawa dkk tahun 2020 mengatakan analisis statistik dilakukan pada pengujian dan komposit kadar bijih nikel. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik data untuk pemilihan teknik estimasi. Tabel 3 menunjukkan hasil analisis statistik.

Tabel 3. Statistik deskriptif pengujian dan komposit

Parameter	Assay	Composite
Minimum	59	59
Maximum	64.2	64.1
Mean	62.22	61.97
Variance	2.19	1.69
Std. Dev	1.48	1.30
CV	0.023	0.020
Skewness	-0.56	-0.35
Kurtosis	2.44	2.28
Median	62	62.07
N	837	170

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa hasil NNP, IDW, dan OK dalam pemodelan dan pendugaan kadar bijih besi. Berdasarkan tabel, model omnidirectional IDW menunjukkan tonase sumber daya bijih besi tertinggi yang menunjukkan jumlah blok yang diperkirakan di daerah pengaruh IDW omnidirectional. Ini tidak sesuai dengan korelasi spasial seperti yang ditunjukkan oleh IDW anisotropik. IDW anisotropik menghasilkan tonase sumber daya yang konservatif dibandingkan dengan teknik lainnya. Sedangkan hasil estimasi nilai rata-rata menunjukkan hasil yang serupa [8].

Tabel 4. Hasil Klasifikasi

No.	Method	Measured			Resources Indicated			Inferred		
		Vol (m <sup>3</sup> )	Tonnage	%Fe	Vol.	Tonnage	Fe	Vol.	Tonnage	Fe
1.	IDW Omnidirectional	152.498	762.491	61.93	-	-	-	-	-	-
2.	IDW Anisotropy	137.375	686.874	61.94	-	-	-	-	-	-
3.	OK	147.270	736.352	61.96	-	-	-	-	-	-

Serta menurut penelitian Simon Pulung Nugroho dkk tahun 2020 pola pengambilan sampel persegi panjang diusulkan menjadi pola yang paling cocok untuk eksplorasi. Studi ini menunjukkan koefisien variasi yang rendah dari data sehingga memilih OK metode estimasi atau NNP fleksibel. Namun, analisis statistik spasial menunjukkan bahwanikel kadartidak seragam. Hasil ini dapat menunjukkan bahwa pemilihan metode estimasi harus dilakukan dengan hati-hati berdasarkan beberapa parameter. Digitalisasi zona limonit dan saprolit dilakukan melalui metode hard boundary dari model geologi. Pendugaan cadangan dilakukan dari model geologi. Akibatnya, pemodelan estimasi cadangan cukup representatif. Zona kelas rendah dan kelas tinggi ditampilkan secara menyeluruh dan dapat digunakan untuk studi lebih lanjut [10].

Tabel 5. Hasil Estimasi Bijih Nikel

	Waste		Low Grade		High Grade	
	Grade (% Ni)	Tonnage	Grade (% Ni)	Tonnage (Ton)	Grade (% Ni)	Tonnage
OK	1.46	349,014	2.08	171,400	2.43	43.482
NNP	1.46	355,000	2.11	175,000	2.45	44,500

#### 4. KESIMPULAN

Dari semua literatur riviev diatas dapat disimpulkan bahwa :

- Model OK lebih layak diterapkan pada pemodelan sumberdaya Nikel. Berdasarkan distribusi standar deviasi kriging dapat diperoleh klasifikasi sumber daya mineral. Klasifikasi sumber daya emas dan perak dalam penelitian ini dapat mengkategorikan jumlah sumber daya dalam klasifikasi teraka, terindikasi dan terukur untuk bijih nikel.
- Jika data CV <0,5 berbagai metode estimasi seperti IDW, OK, NNP menunjukkan hasil akurasi yang sama. Pemilihan metode estimasi lebih mudah dengan akurasi yang sama.
- Pada zona saprolit, kinerja OK prosedur relatif lebih baik daripada IDW untuk variabel Ni sebaliknya untuk ketebalan variabel kinerja daya IDW lebih baik daripada OK. Pada zona limonit, teknik OK memiliki performansi yang lebih baik daripada IDW baik untuk variabel Ni maupun ketebalan.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

*Perbandingan Metode Geostatistik dari Hasil Estimasi Sumberdaya Nikel Laterit (Jenisu)*

Dalam penyusunan paper ini penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan dari berbagai pihak khususnya Kepada Prodi Magister Teknik Pertambangan UPN “Veteran”Yogyakarta. Serta penulis menyampaikan terimakasih kepada dosen pembimbing atas arahan dan masukkan dalam menyelesaikan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Bo Li, Hua Wang, Yonggang Wei. The reduction of nickel from low-grade nickel laterite ore using a solid-state deoxidisation method. 2011, Kunming 650093, China.
- [2]. Charles R.M, Dominique C. Nickel Laterite ore deposits: Weathered Serpentinities.2013. Vol. 9. 1811-5209.
- [3]. Kambiz M, Asadi S.A.R, Hajrasuliha S. Salinity Regionalization with Geostatistic Method in A Wet Soil in Southern Lenjan-Isfan Iran. *Indian J. Agric*, 41 (1) : 1-9, 2007.
- [4]. Bargawa W.S, Nur Ali A. Mineral Resources Estimation Based on Block Modeling. 2016. AIP Publishing LLC 978-0-7354-1352.
- [5]. Hadi Z.L, Waterman S.B, Eddy W. 2021. Permodelan dan Estimasi Sumberdaya Nikel Laterit Menggunakan Metode Nearest Neighbour Polygon (NNP). Vol. 1. No. 2, Februari 2021.
- [6]. Hendro Purnomo. Comparison The Perfomance of Ordinary Kriging and Inverse Distance Weighting Method for Mapping Nickel Laterite Properties. *Kurvatek* Vol. 04. No. 1, April 2019 (57-67). ISSN: 2477-7870.
- [7]. Simela T, Yazid F, Fairus A.R.P. 2021. Resources Estimation on Further Exploration activities in PT. Trimegah Bangun Persada (Harita Group) Kawasi Village, South Halmahera, District, North Maluku. *JEMT*, 2(1), 27-39.
- [8]. Bargawa S.B, Recky F.T. 2020. Iron Ore Resource Modeling and Estimation Using Geostatistics. Published by AIP Publishing. 978-0-7354-2004-5.
- [9]. Waterman S.B, Hendro P. 2016. Performance Evaluation of Ordinary Kriging and Inverse Distance Weighting Methods for Nickel Laterite Resources Estimation. *Indonesian Journal of Geography*, Vol. 44, No. 2, Desember 2016:121-134.
- [10]. Bargawa S.B, Simon P.N, Raden H, Oktarian W.L, Risky F.B. Geostatistical Modeling of Ore in a Laterite Nickel Deposit. Vol. 1, No. 1 (2020): 301-310.