

ANALISIS SEBARAN UNSUR Ni UNTUK PENENTUAN ARAH PEMBORAN NIKEL LATERIT MENGUNAKAN METODE *ORDINARY KRIGING* DI PT. X

Shabrina Hayya Mufidah¹⁾ Denny Sukanto Kadarisman¹⁾ Mohammad Syaiful¹⁾

Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik – Universitas Pakuan¹⁾

E-mail : shabrinahayyamufidah.02@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia memiliki kekayaan geologi yang melimpah, salah satunya berupa endapan nikel laterit yang terbentuk dari proses pelapukan batuan ultramafik. Daerah penelitian terletak di Desa Wulu, Kecamatan Talaga Raya, Kabupaten Buton Tengah, Provinsi Sulawesi Tenggara. Tujuan dari penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran unsur Ni pada daerah penelitian dan mengetahui penentuan arah pemboran berdasarkan kadar unsur Ni pada daerah penelitian menggunakan metode *ordinary kriging*.

Tahapan penelitian terdiri dari studi literatur, data pemboran, dan analisis data. Adapun metode yang digunakan terdiri dari *composite* kadar Ni, analisis statistik, *fitting variogram*, dan interpolasi. Hasil penelitian berupa interpolasi dari 31 data pemboran yang menunjukkan bahwa kadar Ni pada zona saprolit memiliki kadar Ni yang tinggi di bagian selatan daerah penelitian, hal tersebut dipengaruhi oleh adanya proses pengkayaan unsur Ni sehingga arah pemboran direkomendasikan ke arah selatan.

Kata Kunci: nikel laterit, *ordinary kriging*, interpolasi, variogram

ABSTRACT

Indonesia boasts abundant geological resources, including laterite nickel deposits formed through the weathering of ultramafic rocks. The study area is located in Wulu Village, Talaga Raya District, Central Buton Regency, Sulawesi Province. The purpose of this study was to determine the distribution of Ni in the study area and determine drilling direction based on Ni content using the *ordinary kriging* method. The research phase consisted of literature review, drilling data collection, and data analysis. The methods used included *composite* Ni content, statistical analysis, *variogram fitting*, and interpolation. The results, based on interpolation from 31 drilling data sets, indicated that Ni content in the saprolite zone is high in the southern part of the study area. This is influenced by the Ni enrichment process, therefore, the recommended drilling direction is south.

Keywords: laterite nickel, *ordinary kriging*, interpolation, variogram

I. PENDAHULUAN

Endapan nikel laterit merupakan suatu endapan yang terbentuk karena adanya proses konsentrasi mineral-mineral berharga yang mengandung nikel, yang berasal dari pelapukan batuan asal (*host rock*) oleh gaya-gaya eksogen, seperti pelapukan (*weathering*) akibat sinar matahari, curah hujan, dan lain-lain. Hasil pelapukan yang terjadi tersebut mengalami transportasi, pemisahan (*sorting*) dan akhirnya terkonsentrasi. Terjadinya proses laterisasi umumnya di daerah beriklim tropis karena matahari yang terus bersinar sepanjang tahun dan curah hujan yang cenderung tinggi (Arif, 2018; Nikel Indonesia). Metode *ordinary kriging* digunakan untuk menaksir sembarang titik yang tidak tersampel menggunakan parameter penaksiran yaitu

variogram komposit, arah dan jarak pencarian sampel serta jumlah sampel maksimum dan minimum.

Dalam metode *kriging* menggunakan perangkat dasar berupa variogram. Model variogram merupakan perangkat dasar dari geostatistik yang digunakan untuk mengkuantifikasi korelasi ruang antar data. Model variogram merupakan fungsi matematika yang telah dicocokkan terhadap variogram eksperimental.

Model tersebut dapat digunakan untuk mengestimasi nilai pada titik yang tidak tersampel (Armstrong, 1998).

Penelitian ini difokuskan pada bagaimana menentukan sebaran kadar unsur Ni dan arah pemboran yang optimal pada endapan nikel laterit menggunakan metode geostatistik *ordinary kriging*.

II. METODE PENELITIAN

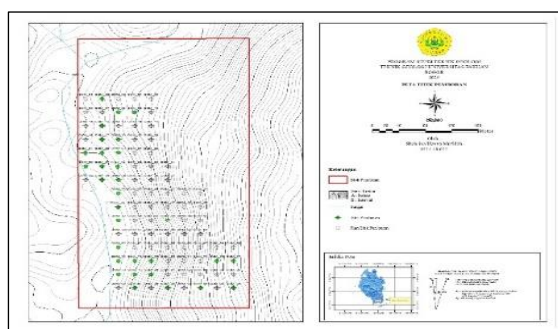
Metode dan tahapan penelitian dilakukan agar penelitian dapat dilakukan secara sistematis dan diuraikan sebagai berikut:

1. Studi literatur
Dilakukan untuk memperoleh pemahaman mengenai kondisi geologi regional pada lokasi penelitian.
2. Data pemboran
Pemboran dilakukan dalam pola grid dengan jarak 25 m. Pengambilan data hasil pemboran digunakan berupa data koordinat, data kadar unsur Ni pada zona limonit dan saprolit.
3. Analisis Data
Adapun tahapan analisis data yang dilakukan menghasilkan data yang diperlukan yaitu:
 - a. Pembuatan *composite* kadar Ni untuk mengetahui nilai rata – rata pada setiap titik bor di masing – masing zona.
 - b. Analisis geostatistik menggunakan metode *ordinary kriging*. Hasil dari analisis ini digunakan untuk memetakan sebaran kadar unsur Ni di zona limonit dan saprolit serta menentukan arah pemboran selanjutnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data pemboran

Lokasi penelitian berada pada PT. X dengan sebaran titik bor berjumlah 93 titik dengan spasi 25 m, adapun beberapa data yang sudah diketahui datanya yaitu 31 titik bor.



Gambar 1. Peta Titik Pemboran Daerah Penelitian

Tabel 1. Composite kadar Ni pada zona limonit dan zona saprolit

No	HOLE_ID	Composite_Ni Limonit	Composite_Ni Saprolit
1	SHM_02	0.16	0.00
2	SHM_12	0.47	0.35
3	SHM_22	0.78	0.55
4	SHM_33	0.30	0.37
5	SHM_71	0.44	0.96
6	SHM_53	0.28	0.41
7	SHM_76	0.11	0.00
8	SHM_77	0.10	0.00
9	SHM_87	0.18	0.84
10	SHM_89	0.12	0.00
11	SHM_91	0.15	0.00
12	SHM_93	0.30	0.53
13	SHM_21	0.56	0.36
14	SHM_26	0.49	0.31
15	SHM_08	0.83	0.31
16	SHM_09	0.55	0.30

3.2. Analisis Statistik

Analisis statistik dilakukan untuk memberikan gambaran dan kecenderungan dari populasi data awal dan data hasil olahan. Analisis statistik yang didapat dari kadar Ni zona limonit dan zona saprolit terdiri dari *min*, *max*, *mean*, *median*, *variance*, *standard deviation*, *coefficient of variation*, dan *skewness*.

Tabel 2. Analisis statistik data kadar Ni zona limonit dan zona saprolit

Parameter	Statistik Kadar Ni %	
	Limonit	Saprolit
<i>Min</i>	0.09	0.30
<i>Max</i>	0.83	1.07
<i>Mean</i>	0.35	0.51
<i>Median</i>	0.30	0.43
<i>Variance</i>	0.04	0.05
<i>Standart Deviation</i>	0.20	0.21
<i>Coefficient Of Variation</i>	0.57	0.42
<i>Skewness</i>	0.75	1.33

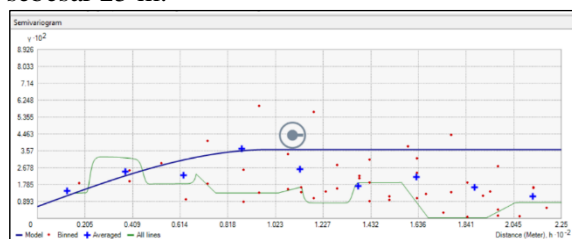
Analisis kadar nikel (Ni) pada zona limonit dan zona saprolit menunjukkan bahwa sebaran data didominasi oleh nilai - nilai rendah sebagaimana ditunjukkan nilai skewness positif pada kedua zona. Zona limonit menunjukkan nilai Ni yang cenderung rendah hingga sedang, sedangkan zona saprolit memiliki variasi yang lebih tinggi, mencerminkan potensi pengkayaan logam tersebut di kedalaman yang lebih dalam. Interpretasi statistik ini sejalan dengan karakteristik geokimia endapan nikel laterit, di mana zona saprolit umumnya menyimpan kadar nikel yang lebih tinggi akibat proses pelapukan selektif dan akumulasi residu unsur *immobile* seperti Ni (Golightly, 2010).

Distribusi data yang tidak simetris menunjukkan adanya heterogenitas spasial, yang menjadi dasar perlunya pendekatan geostatistik dalam pemodelan.

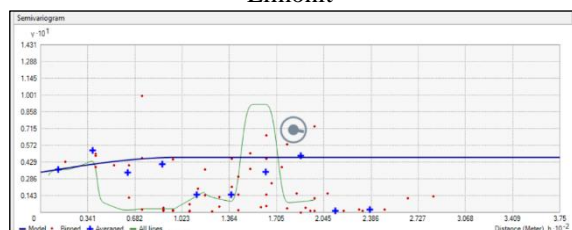
3.3. Ordinary Kriging

Metode *ordinary kriging* dikenal sebagai teknik kriging linier karena menggunakan kombinasi linier terbobot dari data yang tersedia untuk proses estimasi (Isaaks and Srivastava, 1989). Ordinary kriging digunakan untuk menaksir sembarang titik yang tidak tersampel dimana teknik ordinary kriging menggunakan parameter penaksiran yaitu variogram komposit, jarak interval kelas *lag*, dan *spread* atau bukaan arahnya. Jarak interval kelas *lag* merupakan suatu interval jarak untuk mengelompokkan

pasangan titik pada suatu *lag*. Jarak interval kelas *lag* yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 25 m.



Gambar 2. Semivariogram Unsur Ni Pada Zona Limonit



Gambar 3. Semivariogram Unsur Ni Pada Zona Saprolit

Penerapan metode ordinary kriging diawali dengan pembuatan semivariogram eksperimental. Hasil fitting semivariogram pada kedua zona mengindikasikan adanya anisotropi, dengan range dan sill yang berbeda pada berbagai arah. Hal ini mencerminkan struktur spasial endapan yang tidak homogen, dan penting untuk diperhitungkan dalam proses estimasi.

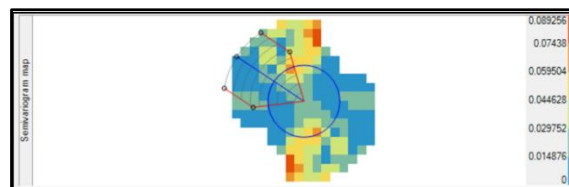
Tabel 3. Hasil Fitting Semivariogram Unsur Ni Pada Zona Limonit

Fitting variogram	Ni
Lag	25
Nugget	0.01
Sill	0.03
Range	100
Sumbu Minor	100
Sumbu Major	100

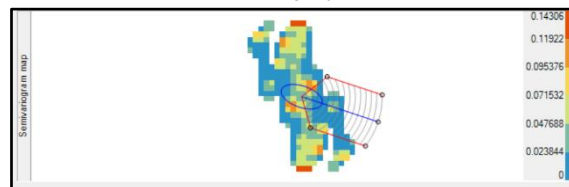
Tabel 4. Hasil Fitting Semivariogram Unsur Ni Pada Zona Saprolit

Fitting variogram	Ni
Lag	25
Nugget	0.03
Sill	0.01
Range	50
Sumbu Minor	50
Sumbu Major	100

Hasil dari parameter-parameter *fitting* variogram pada tabel 3 dan Tabel 4 di zona limonit dan zona saprolit kemudian membentuk peta semivariogram untuk proses ordinary kriging.



Gambar 4. Peta Semivariogram Unsur Ni Pada zona limonit

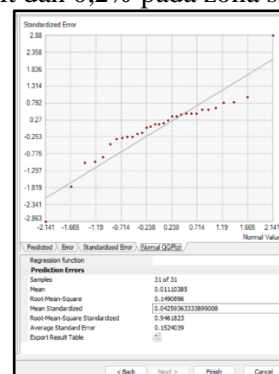


Gambar 5. Peta Semivariogram Unsur Ni Pada Zona Saprolit

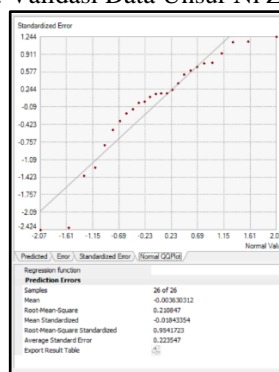
Semivariogram yang terbentuk pada zona limonit dan saprolit menunjukkan karakter anisotropik, dengan nilai range, sill, dan nugget yang berbeda tergantung arah, mengindikasikan bahwa distribusi spasial kadar Ni dikendalikan oleh faktor struktural dan proses pelapukan diferensial.

3.4. Validasi Data

Validasi data digunakan untuk mengetahui adanya data yang *error* berupa data yang kosong, data yang tidak punya pasangan data. Validasi data hasil interpolasi menunjukkan tingkat kesalahan yang sangat rendah, dengan nilai *root mean square error* (RMSE) 0,1% pada zona limonit dan 0,2% pada zona saprolit.



Gambar 6. Validasi Data Unsur Ni Zona Limonit



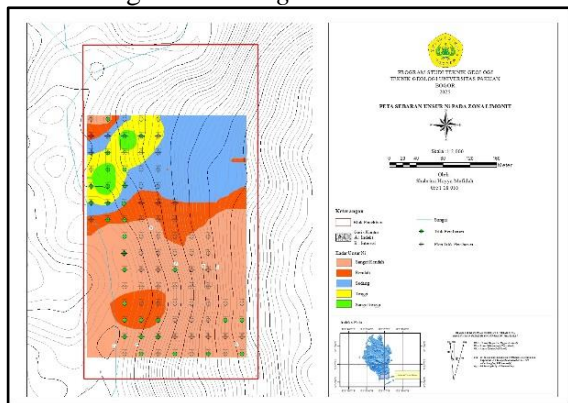
Gambar 7. Validasi Data Unsur Ni Pada Zona Saprolit

Model ordinary kriging yang diterapkan memiliki akurasi tinggi dalam memprediksi kadar Ni di lokasi yang tidak tersampel.

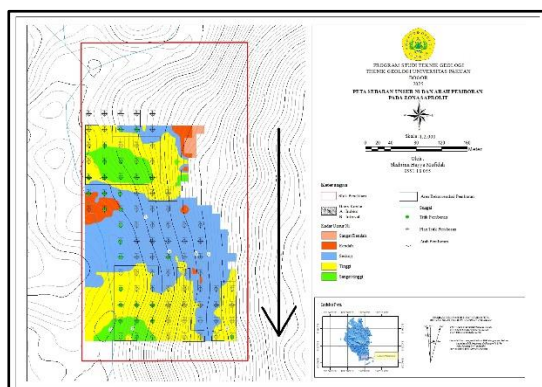
Validasi ini penting sebagai dasar keandalan peta sebaran kadar Ni yang dihasilkan. Keberhasilan validasi ini memperkuat posisi ordinary kriging sebagai metode geostatistik yang efektif dalam pemodelan spasial kadar logam.

3.5. Sebaran unsur Ni dan arah Pemboran

Parameter-parameter yang digunakan pada interpolasi menggunakan metode *ordinary kriging* ini merupakan hasil dari *fitting semivariogram* yang telah dilakukan terhadap *composite* unsur Ni. Data yang digunakan yaitu *lag size*, *major range*, *partial sill*, dan *nugget*. Proses interpolasi radius pencarian ditetapkan sesuai dengan nilai *range*.



Gambar 8. Peta Sebaran unsur Ni pada zona limonit



Gambar 9. Peta sebaran unsur Ni dan arah pemboran pada zona saprolit

Pada gambar 8 dan 9 dapat dilihat bahwa peta sudah diberikan pewarnaan sesuai dengan klasifikasi Kadar Ni menjadi 5 (lima), yaitu:

1. Warna jingga merupakan klasifikasi berdasarkan unsur Ni 0,30%.
2. Warna merah merupakan klasifikasi berdasarkan unsur Ni 0,30% - 0,40%.
3. Warna biru merupakan klasifikasi berdasarkan unsur Ni 0,40% - 0,50%.
4. Warna kuning merupakan klasifikasi berdasarkan unsur Ni 0,50% - 0,60%.

5. Warna merah merupakan klasifikasi berdasarkan unsur Ni 0,60% - 0,70%.

Peta hasil interpolasi menunjukkan bahwa kadar nikel tertinggi pada zona limonit terletak di bagian barat laut, sedangkan pada zona saprolit terdistribusi di bagian utara dan selatan wilayah studi. Berdasarkan pertimbangan geokimia dan data spasial, zona saprolit bagian selatan direkomendasikan sebagai arah utama pemboran lanjutan karena pada zona tersebut terjadinya proses pengkayaan unsur Ni.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil analisis data dapat disimpulkan bahwa distribusi kadar nikel (Ni) pada zona limonit dan saprolit di daerah penelitian bersifat heterogen dan memiliki pola anisotropik yang signifikan. Melalui penerapan metode *ordinary kriging*, diperoleh estimasi spasial kadar Ni dengan tingkat akurasi tinggi ($RMSE < 0,2\%$), yang menunjukkan bahwa zona saprolit bagian selatan merupakan wilayah dengan potensi kadar Ni tertinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arif, M. (2018). *Geologi endapan nikel laterit dan prospeknya di Indonesia*. Bandung: Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi.
- [2] Golightly, J. P. (2010). *Laterite-type nickel deposits*. In *Economic Geology (Vol. 100th Anniversary Volume, pp. 729–781)*. Society of Economic Geologists.
- [3] Isaaks, E. H., & Srivastava, R. M. (1989). *An Introduction to Applied Geostatistics*. New York: Oxford University Press.

c