doi: 10.56099/ophi.v7i1.p23-30 http://ophiolite.uho.ac.id/

Vol. 07, No. 01, Tahun 2025: 23–30

OPHIOLITE: Jurnal Geologi Terapan

|e-ISSN 2715-4440|

Program Studi Teknik Geologi, Universitas Halu Oleo

|Research Article

Estimasi Sumberdaya Endapan Nikel Laterit Menggunakan Metode IDW Pada Pit Rama PT. Tonia Mitra Sejahtera Kabupaten Bombana, Provinsi Sulawesi Tenggara

Muhammad Yasser Arsy Akbar✉, Erwin Anshari, Muhammad Ilham Kadar

Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Halu Oleo, Kendari, Sulawesi Tenggara, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:
Received: March 9, 2025
Accepted: July 16, 2025
Published: July 28, 2025

Keywords:
estimasi
IDW
Nikel laterit
geostatistik
sumberdaya

Corresponding author:
Muhammad Yasser Arsy Akbar
Email:
muhammadyasser495@gmail.com

Read online:
Scan this QR code with your smart phone or mobile device to read online.

Copyright © 2025 Authors

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

ABSTRAK

PT. Tonia Mitra Sejahtera merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang industri pertambangan komoditas nikel laterit dengan luas wilayah izin usaha pertambangan operasi produksi sekitar ±5.891 Ha. Saat ini, perusahaan tersebut berencana untuk membuka blok penambangan baru pada Pit Rama dengan luas area ± 5 Ha. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah sumberdaya yang terdapat pada Pit Rama. Metode penelitian ini berupa penelitian kuantitatif yang menggabungkan antara teori dengan data-data yang diperoleh di lapangan. Adapun metode estimasi yang digunakan yaitu metode Inverse Distance Weighted (IDW) yang ditentukan berdasarkan kondisi geologi dan hasil analisis statistik dasar yang telah dilakukan dengan spasi bor rata-rata 25 meter. Hasil penelitian diperoleh total volume sumberdaya pada Pit Rama sebesar 655.352,56 m3 dan memiliki tonase sebesar 991.796,88 ton dengan nilai rata-rata kadar nikel adalah 1,74%.

ABSTRACT

PT. Tonia Mitra Sejahtera is a company engaged in the nickel laterite commodity mining industry with a production operation mining business permit area of approximately ± 5,891 Ha. Currently, the company plans to open a new mining block at Pit Rama with an area of ± 5 Ha. This study aims to determine the amount of resources contained in Pit Rama. This research method is a quantitative study that combines theory with data obtained in the field. The estimation method used is the Inverse Distance Weighted (IDW) method which is determined based on geological conditions and the results of basic statistical analysis that have been carried out with an average drill spacing of 25 meters. The results of the study obtained a total resource volume at Pit Rama of 655,352.56 m3 and has a tonnage of 991,796.88 tons with an average nickel content of 1.74%.

How to cite: Akbar, M.Y.A., Anshari, E., dan Kadar, M.I. (2025). Estimasi sumberdaya endapan nikel laterit menggunakan Metode IDW pada Pit Rama PT. Tonia Mitra Sejahtera Kabupaten Bombana, Provinsi Sulawesi Tenggara. *OPHIOLITE*: *Jurnal Geologi Terapan, 7*(1), pp. 23-30. https://doi.org/10.56099/ophi.v7i1.p23-30

1 Pendahuluan

Nikel laterit adalah material dari regolit (lapisan hasil pelapukan batuan yang menyelimuti batuan dasar) yang berasal dari batuan ultrabasa yang mengandung unsur ekonomis seperti nikel (Ni) dan kobalt (Co). Laterit berasal dari bahasa latin yaitu later artinya bata atau membentuk bongkah-bongkah yang tersusun seperti bata. Tanah laterit tersusun oleh fragmen-fragmen batuan yang mengambang di antara matriks, seperti bata di antara semen. Nikel laterit terbentuk pada daerah yang terletak pada zona perubahan muka air tanah. Terjadinya perubahan dari musim kemarau ke musim hujan akan

mempengaruhi pergerakan muka air tanah sehingga sesuai untuk terjadinya pembentukan laterit. Air hujan yang mengandung CO_2 dari udara meresap sampai ke permukaan air tanah sambil melindih mineral primer yang tidak stabil seperti olivin dan piroksen. Air tanah meresap secara perlahan sampai batas antara zona limonit dan saprolit, kemudian mengalir secara lateral dan selanjutnya didominasi transportasi larutan secara horizontal (Santoso dan Subagio, 2018).

Berdasarkan Kode Komite Cadangan Mineral Indonesia (KCMI) 2017, Sumberdaya mineral adalah suatu konsentrasi atau keterjadian dari material yang memiliki nilai ekonomi pada atau di atas kerak bumi, dengan bentuk, kualitas dan kuantitas tertentu yang memiliki keprospekan yang beralasan untuk pada akhirnya dapat diekstraksi secara ekonomi.

Metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) memiliki asumsi mendasar bahwa permukaan interpolasi harus dipengaruhi paling banyak oleh titik-titik terdekat dan lebih sedikit dipengaruhi oleh titik-titik yang lebih jauh. Permukaan interpolasi adalah rata-rata tertimbang dari titik distribusi dan bobot yang diberikan ke setiap titik distribusi berkurang seiring dengan bertambahnya jarak dari titik interpolasi ke titik distribusi. Nilai ke titik yang tidak diketahui dihitung dengan rata-rata tertimbang dari nilai yang tersedia di titik yang diketahui (Shahbeik dkk., 2014).

Validasi model sumberdaya memiliki dua tujuan dasar yaitu untuk memastikan konsistensi internal model dan untuk memberikan, jika memungkinkan, perkiraan keakuratan model sehubungan dengan variabel yang diprediksi (Rossi dan Deutsch, 2014).

Pengecekan RMSE dimaksudkan agar nilai RMSE kurang dari satu atau lebih baik jika mendekati nol. Apabila nilai RMSE lebih dari satu, maka proses koreksi geometrik harus diulang (Pujianto dkk., 2016). Menurut Respatti dkk. (2014), ukuran yang dapat digunakan untuk membandingkan keakuratan model adalah Root Mean Square Error (RMSE). Semakin kecil nilai RMSE model menandakan semakin akurat model tersebut. RMSE didefinisikan dalam persamaan 1.

$$\text{RMSE}=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(e_i)^2}{n}} \quad (1)$$

Dengan, e_i = hasil *cross validation* ke – i dan n = jumlah data.

Pada proses pengayaan nikel, air yang membawa nikel terlarut akan sangat berperan dan pergerakan ini dikontrol oleh topografi. Secara kualitatif pada lereng dengan derajat tinggi (curam) maka proses pengayaan akan sangat kecil maka pembentukan bijih juga akan kecil (tipis), sedangkan pada daerah dengan lereng sedang/landai proses pengayaan umumnya berjalan dengan baik karena *run off* kecil sehingga ada waktu untuk proses pengayaan dan umumnya bijih yang terbentuk akan tebal. Akibat lereng yang sangat curam maka erosi yang terjadi sangat kuat hingga mengakibatkan zona limonit dan saprolit tererosi. Hal ini dapat terjadi selama proses laterisasi atau setelah terbentuknya zona di atas batuan dasar (Ahmad, 2006).

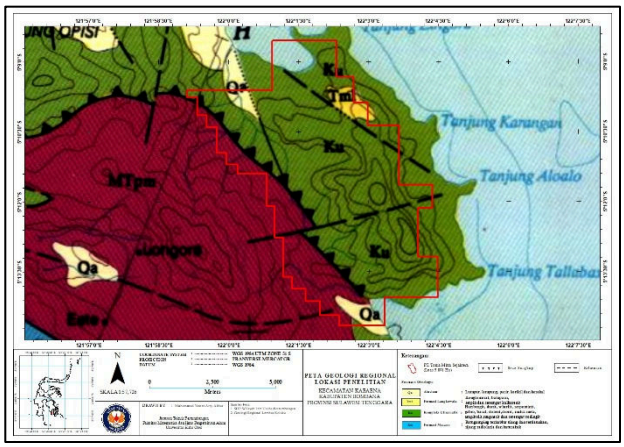
PT. Tonia Mitra Sejahtera saat ini berencana untuk membuka sebuah pit baru (Pit Rama). Dalam hal ini pihak perusahaan harus membuat perencanaan yang matang untuk mengestimasi cadangan yang ada pada Pit Rama dengan luas 5 Ha tersebut. Estimasi sumberdaya mempunyai peranan yang penting dalam mengevaluasi suatu proyek pertambangan. Estimasi sumberdaya dilakukan agar dapat mengetahui taksiran jumlah tonase sumberdaya nikel dan selanjutnya dapat ditentukan umur tambang dan batas-batas kegiatan penambangan yang dibuat berdasarkan rencana pertambangan yang dikehendaki oleh perusahaan. Oleh karena itu, penelitian terkait estimasi sumberdaya endapan nikel laterit pada pit tersebut menjadi penting dilakukan.

2 Geologi daerah studi

Di Pulau Kabaena, Wawonii dan Buton, kompleks ofiolit dijumpai tersesar-naikkan ke atas batuan sedimen Mesozoikum. Ketiga pulau tersebut dipisahkan dengan daratan Sulawesi oleh laut sempit dan dangkal serta zona imbrikasi menerus sampai pulau tersebut. Berdasarkan hal tersebut, besar kemungkinan kompleks ofiolit yang tersingkap mulai ujung timur Lengan Timur sampai ujung Selatan Lengan Tenggara Sulewesi dan pulau-pulau disekitarnya merupakan satu kesatuan (Surono, 2013).

Pulau Kabaena terdiri dari fragmen benua yang tersusun atas kompleks batuan metamorf dan batuan ofiolit, terutama batuan ultrabasa (Hasria dkk., 2024; Panggabean dan Surono, 2011). Mengacu pada peta geologi Lembar Kolaka (Simandjuntak dkk., 1993), pulau Kabaena tersusun atas beberapa formasi batuan mulai dari yang tertua sampai yang termuda, yaitu kompleks ultrabasa (Ku), kompleks pompangeo (MTpm), Formasi Matano (Km), Formasi langkowala (Tml) dan alluvium (Qa). Ku yang berumur kapur merupakan bagian dari ofiolit, metamafik, amfibol, magnesit, dan setempat rodingit. Formasi Matano (Fm) tersusun dari batugamping Trias Akhir, termasuk batugamping rekristalisasi dan batugamping terlipat, rijang radiolaria, dan *slate*. Kompleks pompangeo (MTpm) berkisar umur Kapur Akhir hingga Paleosen, terdiri dari batuan metamorf seperti sekis mika, sekis glaukofan, sekis amfibol, sekis klorit, rijang jasperiodal, sekis, gneiss, marmer, dan meta-batugamping. Formasi Langkowala (Tml) merupakan bagian dari Molase Sulawesi yang berumur Miosen

dan tersusun dari konglomerat, batupasir, serpih dan kalkarenit setempat. Di sisi lain alluvium merupakan endapan sedimen Holosen yang didominasi oleh lumpur, lempung pasir kerikil, dan gambut. Peta geologi pada Gambar 1 juga menunjukkan struktur geologi dominan termasuk sesar sungkup yang berarah timur-barat (Simandjuntak dkk., 1993). Struktur ini telah menyebabkan pengangkatan Kompleks Ultrabasa (Ku) di atas Formasi Matano (Km) dan Kompleks Pompangeo (MTpm). Sesar sungkup terbentuk karena tumbukan antara batuan ofiolit asal samudera dan fragmen benua utara Australia selama Oligosen Akhir hingga Miosen Tengah (Surono, 2013). Setelah tumbukan ini, berkembang rezim ekstensional yang menyebabkan pembentukan cekungan, tempat diendapkannya Molase Sulawesi (Panggabean dan Surono, 2011).



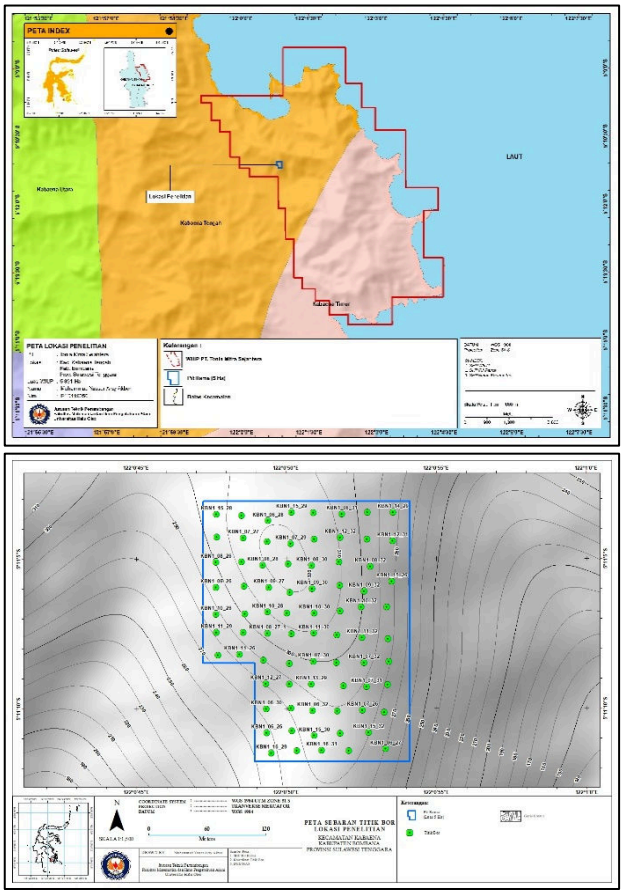
Gambar 1 Peta geologi lembar Kolaka (Simandjuntak dkk., 1993)

Menurut Surono (2013) kompleks ofiolit di Lengan Tenggara Sulawesi merupakan bagian dari lajur ofiolit Sulawesi Timur. Batuan pembentuk kompleks ofiolit terdiri atas batuan mafik, ultramafik dan sedimen laut dalam. Penyebaran kompleks ofiolit sebagian lainnya dijumpai sepanjang pantai timur Teluk Bone dan beberapa pulau di sekitar Lengan Tenggara Sulawesi, seperti Pulau Kabaena, Wawonii dan Buton. Pada pulau-pulau tersebut, peridotit umumnya sudah mengalami deformasi kuat dan teralterasi.

3 Metode Penelitian

Secara administratif daerah penelitian terletak di Kecamatan Kabaena, Kabupaten Bombana, Provinsi Sulawesi Tenggara. PT. Tonia Mitra Sejahtera memiliki luasan area sekitar 5.891 Ha dan Pit Rama dengan luas area sekitar 5 Ha. Jumlah titik bor pada Pit Rama sebanyak 77 titik dengan jarak antar titik bor rata-rata 25 meter (**Gambar 2**). Metode penelitian berupa metode kuantitatif.

Tahap pertama yaitu tahap pengambilan data. Hasil tahap ini meliputi pengambilan data dan pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data yang diambil di lapangan berupa data morfologi lapangan serta menyelaraskan dengan bentuk data citra Digital Elevationn Model (DEM) dengan cara melihat apakah morfologi/bentuk lahan lokasi penelitian serupa dengan data DEM. Data sekunder yang diambil pada penelitian ini berupa data topografi, data logging bor, nilai densitas material tiap lapisan geologi, Luas IUP dan batas blok penelitian.



Gambar 2 Peta lokasi penelitian dan sebaran 77 titik bor spasi 25 meter

Tahapan pengolahan data yang dilakukan berupa pembuatan basis data pengeboran berupa data *collar* sebanyak 77 titik dengan 1559 sampel, pembuatan data komposit digunakan sebagai basis data dalam estimasi sumberdaya menggunakan piranti lunak Surpac. Analisis statistik untuk melihat sebaran data, pembuatan *wireframe* geologi yang mencakup pembuatan geometri endapan berdasarkan korelasi titik bor dalam bentuk *wireframe* atau DTM (*Digital Terrain Model*), pembuatan blok model ukuran 6,25 m x 6,25 m x 1 meter, dimensi ukuran blok diperoleh berdasarkan konsep blok model dimana ukuran blok model tidak kurang dari ¼ jarak spasi bor (Hustrulid dkk., 2013).

Copyright © 2025 Akbar et. al
This work is licensed under the CC-BY-SA license

Estimasi menggunakan metode Inverse Distance Weighting (IDW) serta menghitung nilai prediksi menggunakan *cross validation* dan uji galat menggunakan RMSE (*Root Mean Square Error*).

Tahapan terakhir yaitu analisis data berupa menganalisis data struktur, morfologi dan litologi untuk mengetahui karakteristik daerah penelitian, korelasi sebaran endapan nikel laterit berdasarkan data titik bor dan data geologi sehingga akan diperoleh penampan 3D untuk sebaran endapan nikel laterit, penentuan metode estimasi sumberdaya (yang mencakup geometri endapan dan nilai *coefficient of variance* (CV) hasil analisis statistik), dan validasi hasil estimasi (keakuratan hasil estimasi yang dilakukan dengan cara membandingkan data hasil estimasi pada suatu sampel dengan data sampel sebenarnya pada lokasi penelitian), serta penentuan sumberdaya nikel laterit menjadi cadangan nikel laterit dengan mempertimbangkan faktor pengubah berupa faktor ekonomis yaitu kriteria *cut-off grade* (COG) dan faktor penambangan yaitu nilai *economic stripping ratio* (SR).

4 Hasil dan Pembahasan

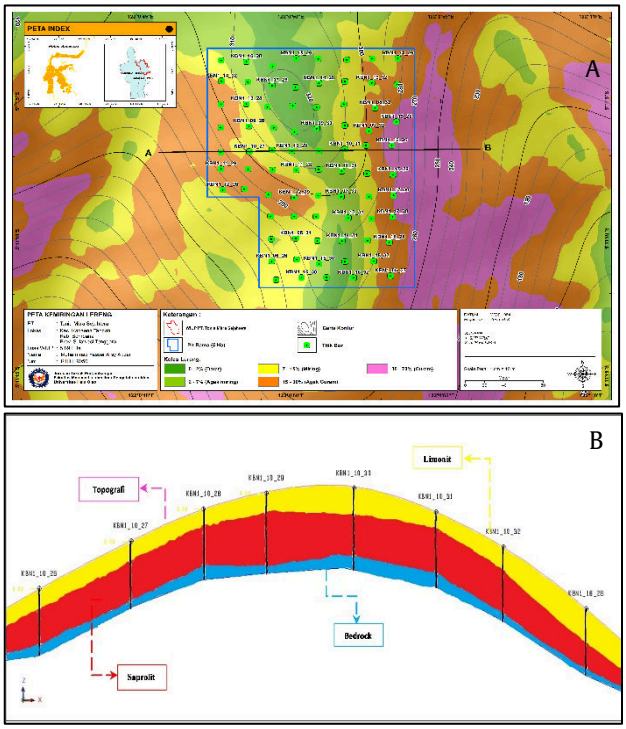
4.1 Model geologi endapan nikel laterit

Bentuk perlapisan endapan nikel laterit umumnya mengikuti bentuk dari keadaan morfologinya. Berdasarkan korelasi penampang topografi dan profil endapan nikel laterit A-B dengan arah sayatan berarah barat – timur (**Gambar 3**), berada pada kondisi lereng datar hingga curam. Bentuk dan arah penyebaran endapan nikel laterit dari hasil pemodelan tersebar dengan ketebalan yang bervariasi. Hal tersebut sesuai dengan kondisi morfologi daerah penelitian.

Berdasarkan korelasi peampang data morfologi (kemiringan lereng) zona laterisasi dan profil endapan nikel laterit diatas, kemiringan daerah penelitian menunjukkan bahwa kemiringan lereng curam memiliki ketebalan laterit yang tipis dikarenakan air yang mengalir begitu cepat sehingga penetrasi pada batuan sedikit yang mengakibatkan proses pengkayaan/enrichment kecil. Sedangkan pada kondisi lain memiliki ketebalan laterit yang lebih tebal dibandingkan kondisi kemiringan lereng curam. Hal ini diakibatkan proses penyerapan air kedalam tanah dan penetrasi pada batuan lebih banyak sehingga proses pengkayaan/enrichment lebih besar.

4.2 Model komposit endapan

Data komposit berupa *spreadsheet*, komposit merupakan nilai rata-rata tertimbang data pada interval tertentu. Pembuatan basis data komposit bertujuan untuk menyamakan selang (interval) data sehingga mempunyai volume (*support*) yang sama. Basis data komposit diambil dari basis data *assay* kadar nikel dan dikelompokkan berdasarkan populasi data zona limonit dan zona saprolit.



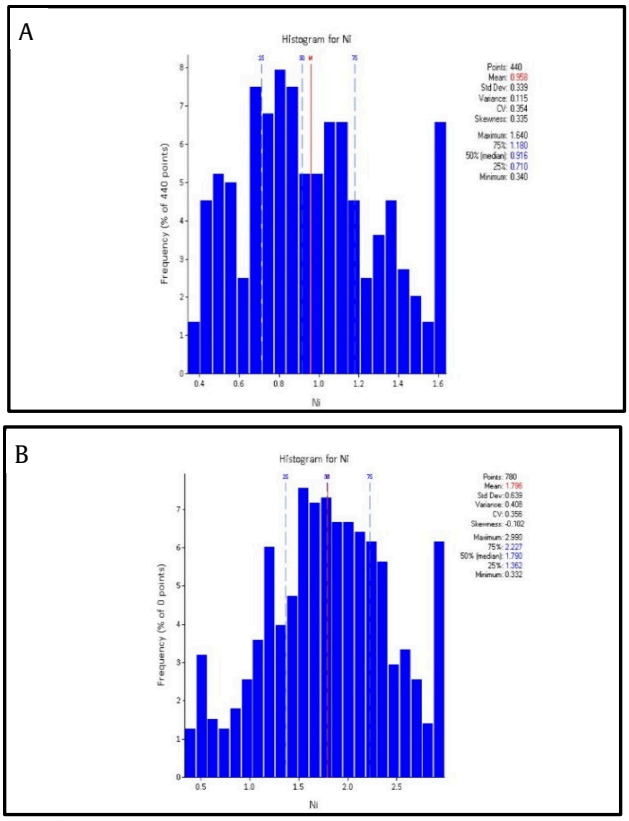
Gambar 3 Korelasi penampang topografi dan endapan nikel laterit

4.3 Statistik deskriptif kadar nikel

Analisis statistik dasar dilakukan untuk melihat sebaran data pada zona limonit dan zona saprolit. Perlu diketahui sebelumnya bahwa pendekatan secara statistik berarti melakukan pendekatan secara keilmuan/kebenaran metodologi bukan kebenaran hakiki (Wintolo, 2019). Analisis ini bertujuan untuk mengetahui bentuk distribusi data yang digunakan. Analisis yang dilakukan berupa menghitung nilai kadar rata-rata, maksimal, minimal, median, varians, standar deviasi, serta nilai *coefficient of variance* (CV) dan mempresentasikan distribusi sebaran dari kadar nikel. Analisis ini menggunakan data komposit terhadap data *assay*. Histogram hasil statistik nikel pada zona limonit ditunjukkan pada **Gambar 4**A dan saprolit ditunjukkan pada **Gambar 4**B, sedangkan distribusi data berdasarkan statistik deskriptif dirangkum pada **Tabel 1**. Jika kurva frekuensi suatu distribusi memiliki ekor yang lebih memanjang ke kanan, maka dikatakan menceng kanan (positif) dan jika sebaliknya maka menceng kiri (negatif) (Fahmeyzan dkk., 2018).

Berdasarkan **Tabel 1**, komposit pada zona limonit, dapat dilihat nilai *skewness* bernilai positif artinya penyebaran data pada zona limonit didominasi oleh kadar tinggi yang dapat dilihat juga pada nilai rata-rata (0,96) yang lebih besar

dibandingkan nilai median (0,92), serta pada grafik zona limonit menunjukkan data condong ke kanan (positif). Sedangkan pada zona saprolit nilai *skewness* bernilai negatif artinya penyebaran data pada zona saprolit didominasi oleh kadar rendah dan nilai rata-rata (1,80) yang sangat dekat dengan nilai median (1,79), namun pada grafik zona saprolit menunjukkan data condong ke kiri (negatif).



Gambar 4 Histogram komposit nikel pada (A) zona limonit dan (B) zona saprolit

Tabel 1 Hasil analisis statistik pada zona limonit dan zona saprolit

Parameter	Komposit	
	Limonit	Saprolit
Minimum	0,34	0,33
Maksimum	1,64	2,99
N (jumlah data)	440	780
Rata-rata	0,96	1,80
Median	0,92	1,79
Standar deviasi	0,33	0,64
Koefisien varians	0,35	0,36
Skewness	0,33	-0,10

4.4 Model estimasi sumberdaya nikel laterit

Penentuan metode estimasi sumberdaya yang akan digunakan ditentukan berdasarkan kondisi geologi daerah penelitian serta nilai koefisien varians (CV). Berdasarkan pengamatan lapangan dan analisis data yang dilakukan diketahui bahwa kondisi geologi dan geometri endapan daerah penelitian berada dalam kategori sedang. Hal ini sejalan dengan hasil analisis statistik yang juga menunjukkan nilai CV pada zona limonit adalah 0,33 dan pada zona saprolit adalah 0,36 (**Tabel 1**) yang berarti nilai tersebut masuk dalam kategori variabilitas sedang dengan kadar seragam tapi ketebalannya tidak menentu (**Tabel 2**), sehingga metode estimasi yang tepat digunakan adalah Metode *Inverse Distance Weighting* (IDW).

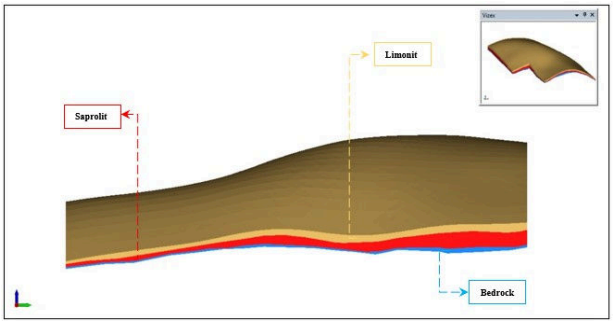
Tabel 2 Dasar pemilihan metode estimasi (Darling, 2011)

	COV rendah (COV < 0,25)	COV sedang (COV 0,25 – 0,75)	COV tinggi (COV > 0,75)
	Geometri sedang		
Deskripsi endapan	Sederhana, kadar seragam tapi tidak menentu, lipatan dan patahan yang Sederhana	Geometri 3D sederhana, Kelas variable sedang.	Geometri 3D sederhana. Dengan2D yang sederhana dan tidak menentu
Contoh Endapan	- Bauksit (*variable thickness*) - Nikel laterit (*variable thickness*) - *Same dome*	- *Porphyry copper* - *Porphyry molybdenum* - Nikel laterit (*variable thickness*)	- *Stockwork and carling-type gold* - *Volcanogenic basemetals*
Metode estimasi	Menggunakan metode 2D tetapi harus mendefinisikan struktur geologi (patahan dan lipatan) variablitas ketebalan mungkin sult diprediksi	Metode *inverse distance weighting* atau *krigging* dengan pengontrol yang mendefinisikan bentuk dan arah sebaran kadar. Metode *polygon* dan *cross- sectional*	*inverse distance weighting* atau *krigging*

Pemodelan geologi bertujuan untuk mendapatkan data dalam penaksiran sumberdaya terukur atau cadangan endapan bijih nikel. Pemodelan geologi ini juga bertujuan untuk mengetahui bentuk penyebaran endapan bijih nikel, baik geometri secara umum, letak/posisi, kedalaman, kemiringan, serta penyebaran dari tanah penutup. Proses pemodelan geologi ini didapatkan dari data lubang bor yang digunakan dengan menggunakan bantuan piranti lunak surpac. Pemodelan sebaran endapan nikel laterit dilakukan berdasarkan hasil validasi pada basis data geologi yang terbagi menjadi tiga zona yaitu zona limonit, zona saprolit, dan zona batuan dasar. Berdasarkan model tiga dimensi untuk tiap domain, warna cokelat menunjukkan zona limonit, warna merah menunjukkan zona saprolit, dan warna biru menunjukkan zona batuan dasar yang

Copyright © 2025 Akbar et. al
This work is licensed under the CC-BY-SA license

memiliki ketebalan berbeda-beda (**Gambar 5**). Model endapan nikel laterit dibuat dalam bentuk solid *Digital Terrain Model* (DTM).



Gambar 5 Model DTM endapan nikel laterit

4.5 Validasi hasil estimasi

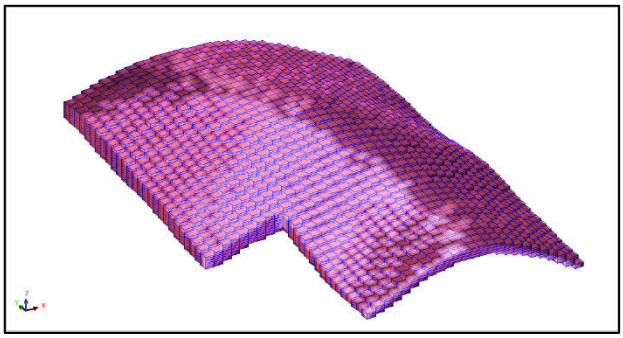
Validasi hasil estimasi sumberdaya nikel laterit dilakukan bertujuan untuk mengetahui tingkat keakuratan hasil estimasi yang dilakukan dengan cara membandingkan data hasil estimasi pada suatu sampel dengan data sampel sebenarnya pada suatu lokasi tersebut. Akurasi metode estimasi dilakukan dengan menggunakan regresi linear sederhana dan *Root Mean Square Error* (RMSE). Hasil estimasi dibandingkan dengan data komposit pada penampang yang sama kemudian dilakukan uji validasi.

Setelah diestimasi, untuk menentukan nilai power yang akan digunakan terlebih dahulu dilakukan perhitungan prediksi data dengan menggunakan teknik *cross validation* dimana data komposit Ni dari database menjadi variabel independen (bebas) dan data estimasi dari power 1,2,3,4, dan 5 menjadi data dependen (terikat). Data yang memiliki koordinat yang sama dibandingkan untuk melihat hasil error dari tiap estimasi. Data tersebut diacak dan dibagi menjadi 70 % data menjadi data Training dan 30% data sisanya menjadi data testing untuk melihat error dari estimasi. Untuk melihat besaran error dari estimasi dilakukan perhitungan regresi linier untuk mencari data prediksi dari data Training tersebut.

Root Mean Square Error (RMSE) merupakan metode pengukuran dengan mengukur perbedaan nilai dari prediksi sebuah model sebagai estimasi atas nilai yang diobservasi. Menurut Respatti dkk. (2014), ukuran yang dapat digunakan untuk membandingkan keakuratan model adalah RMSE. Semakin kecil nilai RMSE suatu model menandakan semakin akurat model tersebut. Hasil dari analisis RMSE diperoleh dari selisih dari data testing dengan regresi linier adalah galat dari tiap data, nilai galat tiap estimasi menggunakan power 1,2,3,4 dan 5. Nilai galat tiap estimasi dapat dilihat pada **Tabel 3** yang menunjukkan estimasi dengan menggunakan power 5 menghasilkan nilai galat terkecil sebesar 0,00003.

Tabel 3 Nilai RMSE pada tiap variasi power

Power IDW	RMSE
Power 1	0,00061
Power 2	0,00058
Power 3	0,00017
Power 4	0,00005
Power 5	0,00003



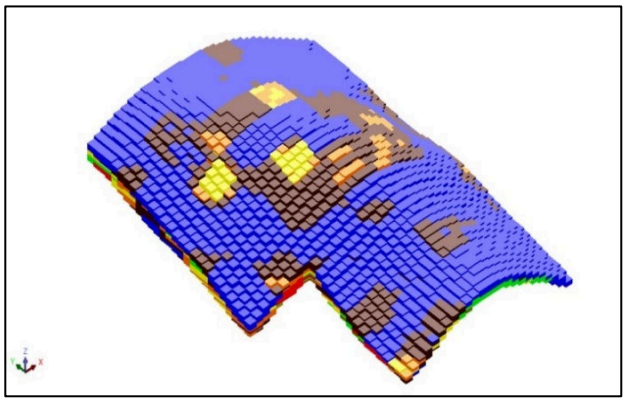
Gambar 6 Model blok 3D yang mengikuti bentuk geometri endapan nikel laterit

4.6 Hasil estimasi sumberdaya

Pemodelan dan penaksiran sumberdaya mineral secara komputer didasarkan pada kerangka model blok (Bargawa, 2018). Estimasi sumberdaya dilakukan dengan menggunakan piranti lunak SURPAC dalam bentuk model blok 3D yang mengikuti bentuk geometri sebaran endapan nikel laterit pada daerah pengeboran (**Gambar 6**). Model blok tersebut memuat koordinat serta memberikan informasi mengenai volume, tonase, densitas, litologi, dan kadar rata-rata dari setiap blok. Ukuran model blok 6,25 m x 6,25 m (x, y) yang digunakan berdasarkan pembagian dari jarak horisontal antara titik pengeboran, sedangkan 1 m (z) adalah jarak vertikal setiap pengambilan sampel, dimana rata-rata jarak horisontal antar titik bor tersebut adalah 25 meter dan jarak vertikal setiap pengambilan sampel adalah per 1 meter. Dalam perhitungan sumberdaya digunakan nilai densitas yang berbeda antara zona limonit sebesar 1,60 ton/m^3 dan zona saprolit sebesar 1,50 ton/m^3. Model blok sumberdaya pada Pit Rama yang menunjukkan sebaran endapan bijih nikel menggunakan sistem blok dapat dilihat pada **Gambar 7**.

Berdasarkan hasil estimasi model blok sumberdaya terukur menggunakan Metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) didapatkan total jumlah volume sumberdaya terukur sebesar 809.218,76 m^3 dengan jumlah tonase sebesar 1.244.214,84 ton. Pada zona limonit, didapatkan jumlah volume sumberdaya terukur sebesar 303.867,19 m^3 dengan jumlah tonase

sebesar 486.187,50 ton, sementara pada zona saprolit, didapatkan jumlah volume sumberdaya terukur sebesar 505.351,57 m^3 dengan jumlah tonase sebesar 758.027,34 ton (**Tabel 4**).



Gambar 7 Model blok sumberdaya daerah penelitian

Tabel 4 Hasil estimasi (tonase dan kadar nikel rata-rata) sumberdaya pada lapisan limonit dan saprolit

Zona	*Range* Ni (%)	Hasil Estimasi Sumberdaya		
		Volume (M^3)	Tonase (Ton)	Ni (%)
Limonit	0-1	188320	301312.5	0.78
	1-1,3	88359.4	141375	1.12
	1,3 - 1,5	21523.4	34437.5	1.38
	1,5 - 1,7	5664.06	9062.5	1.59
Subtotal		303.867	486.187	1.22
Saprolit	0-1	16914.1	25371.09	0.67
	1-1,3	46445.3	69667.97	1.19
	1,3 - 1,5	64648.4	96972.66	1.4
	1,5 - 1,7	81679.7	122519.5	1.6
	1,7 - 1,9	98984.4	148476.6	1.8
	>1,9	196680	295019.5	2.18
Subtotal		505.351	758.027	1.47
Grandtotal		809.218	1.244.214	1.35

Pada estimasi sumberdaya pit Rama PT. Tonia Mitra Sejahtera dilakukan perhitungan *cut-off grade* (COG) dengan tujuan memperoleh batas kadar rata-rata nikel yang secara ekonomi masih dapat ditambang dengan nilai sebesar 1,10% (**Gambar 8**).

Berdasarkan hasil estimasi cadangan yang dilakukan pada Pit Rama dengan menggunakan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) pada zona limonit diperoleh volume sebesar 87.695,31 m^3 dan jumah tonase sebesar 140.312,5 ton dengan nilai rata-rata kadar Ni adalah 1,26%. Pada zona saprolit diperoleh volume sebesar 567.656,25 m^3 dan jumah tonase sebesar 851.484,38 ton dengan nilai rata-rata kadar Ni adalah 1,81%. Berdasarkan rincian tersebut, diperoleh total volume cadangan pada Pit Rama adalah sebesar 655.351,56 m^3 dan memiliki tonase sebesar 991.796,88 ton dengan nilai rata-rata kadar Ni adalah 1,74% (**Tabel 5**).

Gambar 8 Model blok sumberdaya berdasarkan COG

Tabel 5 Hasil estimasi sumberdaya berdasarkan COG pit Rama PT. Tonia Mitra Sejahtera

Zona	Hasil Estimasi		
	Volume (m^3)	Tonase (Ton)	Ni (%)
Limonit	87.695,31	140.312,5	1,26
Saprolit	56.7656,25	851.484,38	1,81
Total	655.351,56	991.796,88	1,74

5 Kesimpulan

Berdasarkan korelasi penampang data morfologi (kemiringan lereng) zona laterisasi dan profil endapan nikel laterit daerah penelitian, kemiringan daerah penelitian menunjukkan bahwa kemiringan lereng curam memiliki ketebalan laterit yang tipis mengakibatkan proses pengkayaan nikel pada laterit menjadi rendah. Sedangkan pada kondisi lain memiliki ketebalan laterit yang lebih tebal dibandingkan kondisi kemiringan lereng curam.

Jumlah sumberdaya pada Pit Rama PT. Tonia Mitra Sejahtera pada zona limonit diperoleh volume sebesar 87.695,31 m^3 dan jumah tonase sebesar 140.312,5 ton dengan nilai rata-rata kadar nikel adalah 1,26%. Pada zona saprolit diperoleh volume sebesar 567.656,25 m^3 dan jumah tonase sebesar 851.484,38 ton dengan nilai rata-rata kadar nikel adalah 1,81%. Berdasarkan rincian tersebut, diperoleh total volume cadangan pada Pit Rama adalah sebesar 655.351,56 m^3 dan memiliki tonase sebesar 991.796,88 ton dengan nilai rata-rata kadar nikel adalah 1,74%.

Referensi

Ahmad, W. 2006. Fundamentals of Chemistry, Mineralogy, Weathering Processes and Laterite Formation. ITSL INCO, Ltd, Training Manual.

Bargawa, W. S. 2018. Geostatistik (3 ed.). Yogyakarta, Kilau Book.

Copyright © 2025 Akbar et. al
This work is licensed under the CC-BY-SA license

Darling, P. 2011. SME Mining Engineering Handbook (3 ed.). Society for Mining, Metallurgy, and Exploration.
Fahmeyzan, D., Soraya, S., & Etmy, D. 2018. Uji Normalitas Data Omzet Bulanan Pelaku Ekonomi Mikro Desa Senggigi dengan Menggunakan Skewness dan Kurtosis. Jurnal VARIAN, 2(1). pp. 31–36. https://doi.org/10.30812/varian.v2i1.331
Hasria, H., Ruliansyah, M., Awadh, S., Masri, M., Azzaman, M., Okto, A. & Sawaludin, S. 2024. Identification of Lateritic Nickel Deposits Potential in the Kokoe Area, Kabaena Island, Central Buton Regency, Southeast Sulawesi Province, Indonesia. Iraqi Geological Journal, 57(1A), pp. 179-193. https://doi.org/10.46717/igj.57.1a.15ms-2024-1-26
Hustrulid, W. A., Kuchta, M. & Martin, R. K. 2013. Open Pit Mine Planning and Design (3 ed.). Balkema, CRC Press.
Komite Cadangan Mineral Indonesia 2017. Kode Pelaporan Hasil Eksplorasi Sumberdaya Mineral dan Cadangan Bijih Indonesia. Perhimpunan Ahli Pertambangan Indonesia dan Ikatan Ahli Geologi Indonesia.
Panggabean, H. & Surono 2011. Tektono-Stratigrafi Bagian Timur Sulawesi. Jurnal Sumber Daya Geologi, 21(5), pp. 239-248.
Pujianto, A.K., Sukojo, B.M., & Hidayat, H. 2016. Analisis Ketelitian Geometric Citra Pleiades 1A untuk Pembuatan Peta Dasar Lahan Pertanian. Jurnal Teknik ITS, 5(2). pp. 421–425.
Respatti, E., Goejantoro, R., dan Wahyuningsih, S., 2014. Perbandingan Metode Ordinary Kriging dan Inverse Distance Weighted untuk Estimasi Elevasi Pada Data Topografi (Studi Kasus : Topografi Wilayah FMIPA Universitas Mulawarman). Jurnal ESKPONENSIAL, 5(2). pp. 163-170.
Rossi, M. E. & Deutsch, C. V. 2014. Mineral Resource Estimation. Springer Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5717-5
Santoso, B., dan Subagio, D. 2018. Pemodelan Nikel Laterit Berdasarkan Data Resistivitas di Daerah Kabaena Selatan Kabupaten Bombana, Provinsi Sulawesi Tenggara. Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral, 19(3). pp. 148–161. https://doi.org/10.33332/jgsm.geologi.v19i3.408
Shahbeik, S., Afzal, P., Moarefvand, P., & Qumarsy, M. 2014. Comparison between Ordinary Kriging (OK) and Inverse Distance Weighted (IDW) based on estimation error. Case study: Dardevey Iron Ore Deposit, NE Iran. Arabian Journal of Geosciences, 7(9). pp. 3693–3704. https://doi.org/10.1007/s12517-013-0978-2
Simandjuntak, T. O., Surono & Sukido 1993. Peta Geologi Lembar Kolaka, Sulawesi. Bandung, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
Surono 2013. Geologi Lengan Tenggara Sulawesi (2 ed.). Bandung, Badan Geologi.
Wintolo, D. 2019. Pengantar Statistik dan Geostatistik. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press