



Estimasi Cadangan Nikel Laterit Menggunakan Metode *Inverse Distance Weight* dan *Kriging* di Blok X pada PT. Tambang Bumi Sulawesi, Kabaena Selatan Kabupaten Bombana, Sulawesi Tenggara

Estimation of Nickel Laterite Reserves Using Inverse Distance Weight and Kriging Methods in Block X at PT. Tambang Bumi Sulawesi, South Kabaena Bombana District, Southeast Sulawesi

La Ode Safarudin¹, Syahrul^{1*}, Rizki Kumalasari¹

¹ Jurusan Teknik Pertambangan USN Kolaka, e-mail:arulexplorer14@gmail.com

ABSTRAK

PT Tambang Bumi Sulawesi, sebuah perusahaan pertambangan mineral, berlokasi di kecamatan Kabaena Selatan, Kabupaten Bombana, Provinsi Sulawesi Tenggara. Penelitian ini fokus pada blok X dengan luas area 10 Ha. Tujuan penelitian adalah untuk mengevaluasi perbedaan nilai cadangan, volume, dan tonase endapan nikel laterit menggunakan dua metode: Inverse Distance Weight dan Kriging. Data yang diperlukan termasuk data assay, collar, geologi, dan survei dari 30 titik bor eksplorasi. Estimasi cadangan dengan metode Inverse Distance Weight menghasilkan sekitar 590.243 ton dengan volume 393.493 m³, dengan rincian kadar 1,50% - 1,60% untuk bijih low grade sebesar 129.526 ton, 1,61% - 1,80% untuk bijih medium grade sebesar 159.338 ton, dan > 1,80% untuk bijih high grade sebesar 301.379 ton. Sementara itu, hasil estimasi cadangan menggunakan metode Kriging adalah sekitar 510.978 ton dengan volume 340.650 m³, dengan rincian kadar 1,50% - 1,60% untuk bijih low grade sebesar 108.750 ton, 1,61% - 1,80% untuk bijih medium grade sebesar 137.138 ton, dan > 1,80% untuk bijih high grade sebesar 265.090 ton. Perbandingan antara kedua metode menunjukkan perbedaan cadangan, di mana metode Inverse Distance Weight memiliki perbedaan sebesar 20.776 ton untuk bijih low grade, 22.200 ton untuk bijih medium grade, dan 36.290 ton untuk bijih high grade.

Kata Kunci: Cadangan, *Inverse Distance Weight*, *Kriging*, Nikel Laterit

How to Cite:

Safarudin, L.O., Syahrul, S., Kumalasari, R. 2024. Estimasi Cadangan Nikel Laterit Menggunakan Metode Inverse Distance Weight dan Kriging di Blok X pada PT. Tambang Bumi Sulawesi, Kabaena Selatan Kabupaten Bombana, Sulawesi Tenggara. *Mining Science and Technology Journal*, 3(1): 39-50.

Safarudin, L.O., Syahrul, S., Kumalasari, R. 2024. *Estimation of Nickel Laterite Reserves Using Inverse Distance Weight and Kriging Methods in Block X at PT. Tambang Bumi Sulawesi, South Kabaena Bombana District, Southeast Sulawesi. Mining Science and Technology Journal*, 3(1): 39-50.

Published By:

Program Studi Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

Address:

Jl. Kapt. Piere Tendean, No. 109, Baruga, Kota
Kendari, Provinsi Sulawesi Tenggara

Article History:

Submited 29 April 2024
Received in from 30 April 2024
Accepted 30 April 2024



ABSTRACT

PT Tambang Bumi Sulawesi, a mineral mining company, is located in the South Kabaena district, Bombana Regency, Southeast Sulawesi Province. This research focuses on block X with an area of 10 hectares. The research aims to evaluate the differences in reserves, volume, and tonnage of lateritic nickel deposits using two methods: Inverse Distance Weight and Kriging. Required data include assay, collar, geological, and survey data from 30 exploration boreholes. Reserve estimation using the Inverse Distance Weight method yields approximately 590,243 tons with a volume of 393,493 m³, with details of 1.50% - 1.60% low-grade ore totaling 129,526 tons, 1.61% - 1.80% medium-grade ore totaling 159,338 tons, and > 1.80% high-grade ore totaling 301,379 tons. Meanwhile, reserve estimation using the Kriging method is approximately 510,978 tons with a volume of 340,650 m³, with details of 1.50% - 1.60% low-grade ore totaling 108,750 tons, 1.61% - 1.80% medium-grade ore totaling 137,138 tons, and > 1.80% high-grade ore totaling 265,090 tons. A comparison between the two methods reveals differences in reserves, where the Inverse Distance Weight method shows differences of 20,776 tons for low-grade ore, 22,200 tons for medium-grade ore, and 36,290 tons for high-grade ore.

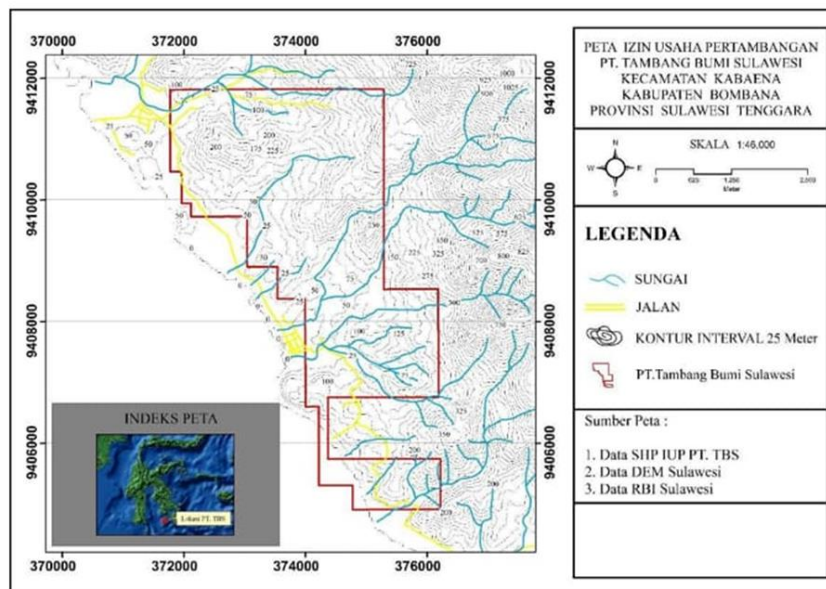
Keywords: Reserves, *Inverse Distance Weight*, *Kriging*, Laterite Nickel

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki sumber daya alam yang melimpah dan tersebar secara geografis di seluruh penjuru negeri, menjadikannya aset penting bagi pembangunan. Sektor pertambangan Indonesia, yang dikenal dengan sumberdaya alamnya yang melimpah, terbukti memberikan kontribusi yang cukup besar setiap tahunnya kepada negara melalui pajak dan royalti. Nikel, sebagai sumber daya mineral ekonomi yang penting, memainkan peran penting dalam memenuhi kebutuhan industri. Nikel memiliki karakteristik tahan karat. Dalam bentuknya yang murni, nikel mudah dibentuk, tetapi ketika dipadukan dengan besi, kromium, dan logam lainnya, nikel dapat menghasilkan baja tahan karat yang tahan lama (Mustika, 2015., Thamsi dkk., 2023). Estimasi berguna untuk menentukan produksi, memilih teknik penambangan terbaik, dan bahkan memproyeksikan berapa lama waktu yang dibutuhkan perusahaan untuk menyelesaikan operasi penambangan (Burhanudin dkk., 2023). Penaksiran cadangan dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai macam teknik penaksiran. Penelitian ini menggunakan teknik Inverse Distance Weight dan Kriging untuk menaksir cadangan di lokasi penelitian. Estimasi cadangan ini diharapkan dapat memberikan penilaian yang komprehensif terhadap ketepatan kualitas dan jumlah rata-rata kandungan Ni, serta volume dan tonase dari kedua pendekatan estimasi tersebut. Selain itu, pemanfaatan pemodelan dan estimasi cadangan memberikan pendekatan alternatif yang dapat diandalkan untuk mengestimasi cadangan secara akurat dan memfasilitasi pelaksanaan operasi penambangan berdasarkan estimasi tersebut. Metode Inverse Distance Weighted (IDW) merupakan teknik estimasi yang menggunakan pendekatan model blok langsung dan memperhitungkan lokasi-lokasi yang berdekatan (Syahrul dan Paremisa., 2023). Asumsi yang mendasari pendekatan ini adalah bahwa nilai yang diinterpolasi biasanya lebih mirip dengan data sampel yang dekat dibandingkan dengan data sampel yang jauh (Kurnianto dkk., 2019; Rifki dkk., 2022; Galaxy dkk., 2022). Bobot (weight) tidak bergantung pada posisi relatif data sampel dan bervariasi secara linier dengan jarak dari data sampel (Pratama dan Helmi, 2016; Sambah dan Anam, 2017).

Teknik analisis data geostatistik yang disebut estimasi cadangan dengan menggunakan metode kriging memperhitungkan korelasi spasial dalam data untuk menentukan jumlah nilai yang mewakili titik yang tidak disampel berdasarkan lokasi-lokasi yang disampel di sekitarnya (Ikhsan dan Octova, 2019; Ruseffandi dan Gusman, 2020). Nilai variogram atau semivariogram dan fungsi kovarians dihitung terlebih dahulu ketika menggunakan metode kriging, dan lokasi yang tidak tersampel diestimasi pada langkah kedua (Awali dkk., 2013).

Penelitian ini dilaksanakan pada PT. Tambang Bumi Sulawesi Kabupaten Bombana Provinsi Sulawesi Tenggara. Lokasi penelitian di blok X dengan 30 titik bor dengan jarak spasi 50 m. Titik bor ini akan diestimasi volume dan tonase cadangannya. Tujuan penelitian ini adalah mencari selisih estimasi cadangan nikel laterit dengan menggunakan metode IDW dan Kriging pada lokasi di blok X.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian di WIUP PT. Tambang Bumi Sulawesi

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian ini bersifat kuantitatif deskriptif melalui perhitungan estimasi interpolasi dengan metode *Inverse Distance Weight* dan *Kriging* melalui *software Surpac 6.6*. Data yang digunakan data log bor sebanyak 30 titik log bor hasil kegiatan pengeboran eksplorasi. Input data berupa data *assay, collar, geology* dan *survey*. Hasil estimasi cadangan akan disajikan dalam bentuk tabel kemudian dibuat blok model tiap interpolasi. Blok model yang telah dihitung kemudian dihitung selisih nilai cadangan antara metode IDW dan Kriging. Metode *Inverse Distance Weighting (IDW)* digunakan untuk pemodelan dan penilaian cadangan. Metode ini merupakan komponen dari teknik perkiraan/interpolasi, berdasarkan gagasan bahwa nilai terdekat akan lebih mirip daripada nilai terjauh. Faktor pembobotan G ditentukan oleh jarak, d , antara titik estimasi, z , dan titik data (Syahrul dan Paremsa, 2023).

Rumus umum *Invers Distance* (Usman, 2004)

$$\bar{G} = \frac{\frac{1}{d_1} g_1 + \frac{1}{d_2} g_2 + \dots + \frac{1}{d_n} g_n}{\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} + \dots + \frac{1}{d_n}}$$

persamaan pembobotannya :

$$\frac{\frac{1}{d_1}}{\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} + \dots + \frac{1}{d_n}} (g_1) + \frac{\frac{1}{d_2}}{\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} + \dots + \frac{1}{d_n}} (g_2) + \dots$$

faktor pembobotan :

$$\frac{\frac{1}{d_j}}{\sum_{i=1}^j \frac{1}{d_i}}$$

Berbeda dengan teknik IDW, Kriging menyediakan metrik kesalahan dan kepercayaan yang dapat diukur. Semivariogram digunakan untuk mengukur perbedaan spasial dan atribut antara setiap pasangan sampel data. Block Kriging adalah teknik yang digunakan untuk memprediksi atribut konstan dari sebuah blok dan memastikan nilai estimasi titik sampel dalam blok tersebut. Penelitian ini menggunakan metode Ordinary Kriging. Metode Ordinary Kriging merupakan pendekatan mendasar dalam bidang geostatistik. Teknik ini didasarkan pada premis bahwa mean tidak diketahui dan konstan. Ketika menggunakan teknik kriging biasa untuk pengolahan data, sangat penting untuk mempertimbangkan kriteria tertentu (Conoras dan Tabaika, 2019).

Menentukan kadar rata-rata seluruh blok. Untuk menghitung estimasi kadar dari kadar Z dari volume blok adalah $\hat{z}(V)^*$ maka taksiran kadar dapat dihitung melalui pembobotan nilai kadar pada conto $\hat{z}(x_i)$.

$$z(V)^* = \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot z(x_i)$$

Mempertimbangkan kondisi tak bias dengan menentukan jumlah factor pembobotan sama dengan satu.

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$$

dimana:

$\hat{z}(V)$: Nilai estimasi pada blok

λ_i : Faktor Pembobot

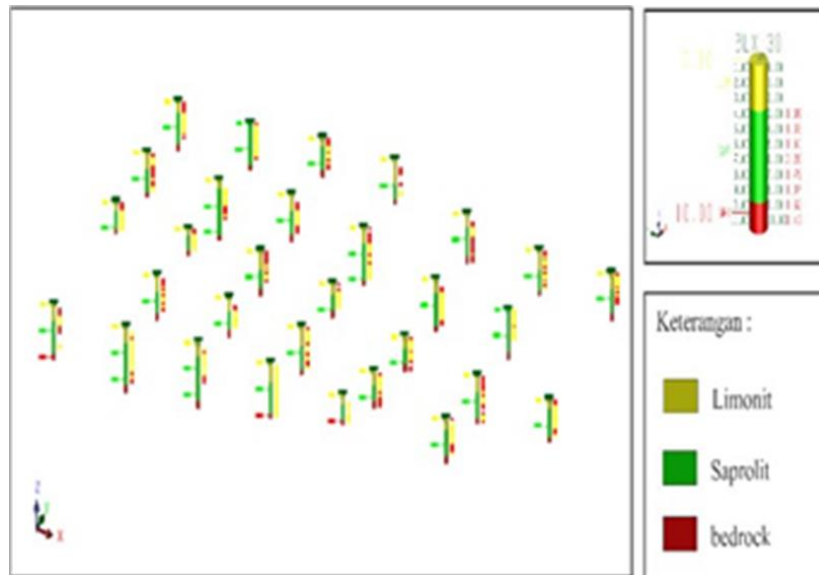
\hat{z}_{x1} : Nilai bobot dalam sampel titik bor

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang dilakukan di PT. Tambang Bumi Sulawesi di blok X, yang mencakup area seluas 10 Ha, bertujuan untuk melakukan estimasi cadangan menggunakan 30 titik bor dengan jarak spasi 50 Meter. Tujuannya adalah untuk menentukan volume, tonase, dan kadar endapan nikel.

a. Sayatan *Drillhole*

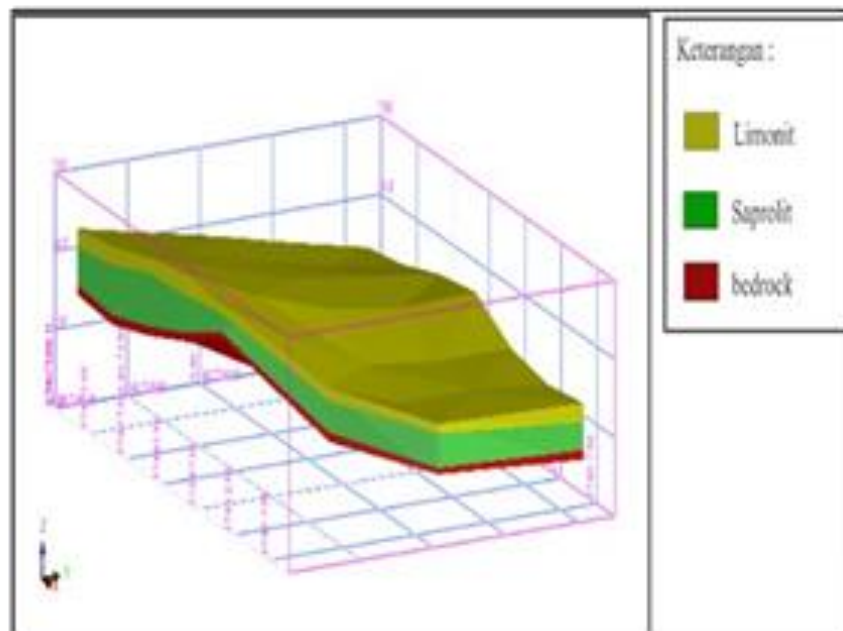
Penggunaan data dari 30 lokasi pengeboran untuk membuat profil pengeboran atau model batang bor, dengan setiap warna menunjukkan lapisan nikel laterit. Warna kuning menandakan adanya lapisan limonit, sedangkan warna hijau menandakan adanya lapisan saprolit, dan warna merah menandakan adanya lapisan batuan dasar. Kode BLX_30 berfungsi sebagai pengenal lubang bor, sedangkan angka di sebelah kanan menunjukkan kadar Fe dan Ni. Profil bor dapat dilihat dalam gambar 2:



Gambar 2. Sayatan *drillhole* lokasi penelitian

b. Ore Body

Badan bijih, yang merupakan hasil dari variasi dan distribusi kadar mineral bijih, menunjukkan pola, ukuran, dan sebarannya. Ini mencerminkan lapisan-lapisan badan bijih, di mana setiap warna merepresentasikan lapisan nikel laterit. Lapisan kuning mewakili limonit, lapisan hijau mewakili saprolite, dan lapisan merah mewakili batuan dasar. Grid size adalah 50 m. Badan bijih dapat dilihat dalam gambar 3:

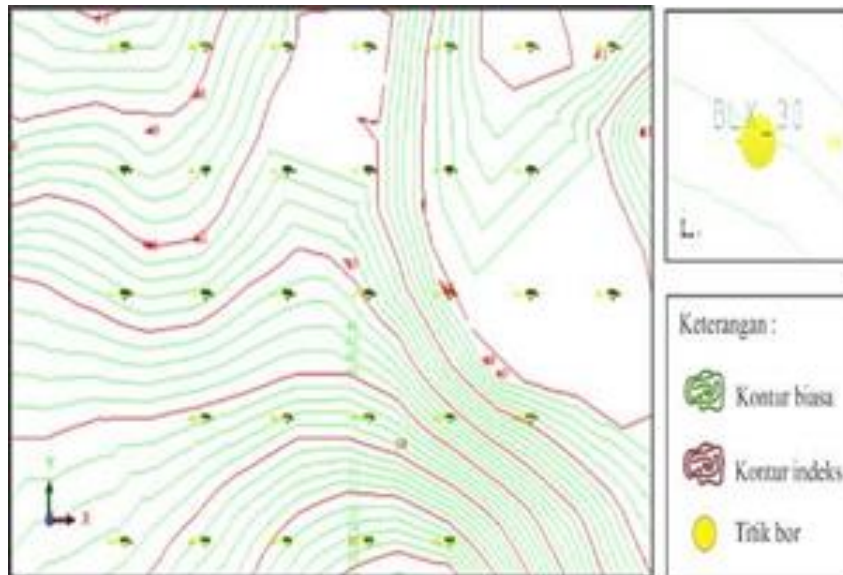


Gambar 3. *Solid Ore Body* lapisan nikel laterit

c. Conturing (Kontur)

Conturing merupakan salah satu fungsi dari *surpac 6.6* yaitu membuat peta kontur dari data koordinat. Keakuratan garis kontur ang lebih baik, garis kontur merupakan metode yang

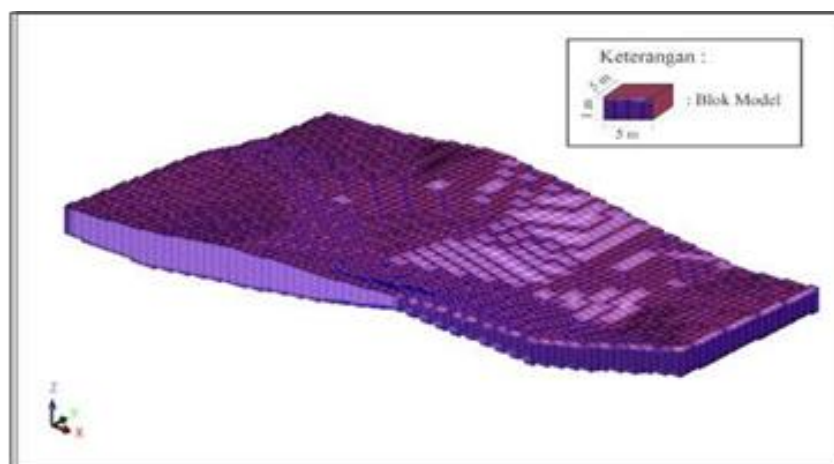
umum digunakan untuk menggambarkan ketinggian dan bentuk permukaan tanah pada peta. Kontur area penelitian ditunjukkan pada Gambar 4; titik-titik bor ditunjukkan dengan warna kuning, merah adalah garis kontur indeks, dan hijau menunjukkan garis kontur biasa dengan jarak antar kontur sebesar 1 m.



Gambar 4. *Conturing* (Kontur) daerah penelitian

d. Blok Model *Estimation*

Blok model merupakan sekelompok bagian yang berbentuk kubus atau kotak yang dihasilkan secara dinamis sesuai dengan perintah dan data yang tersedia. Gambar 5 menampilkan struktur blok model lapisan saprolit, yang belum memiliki nilai kadar Fe dan Ni. Setiap blok memiliki dimensi 5 meter panjang, 5 meter lebar, dan 1 meter tinggi.



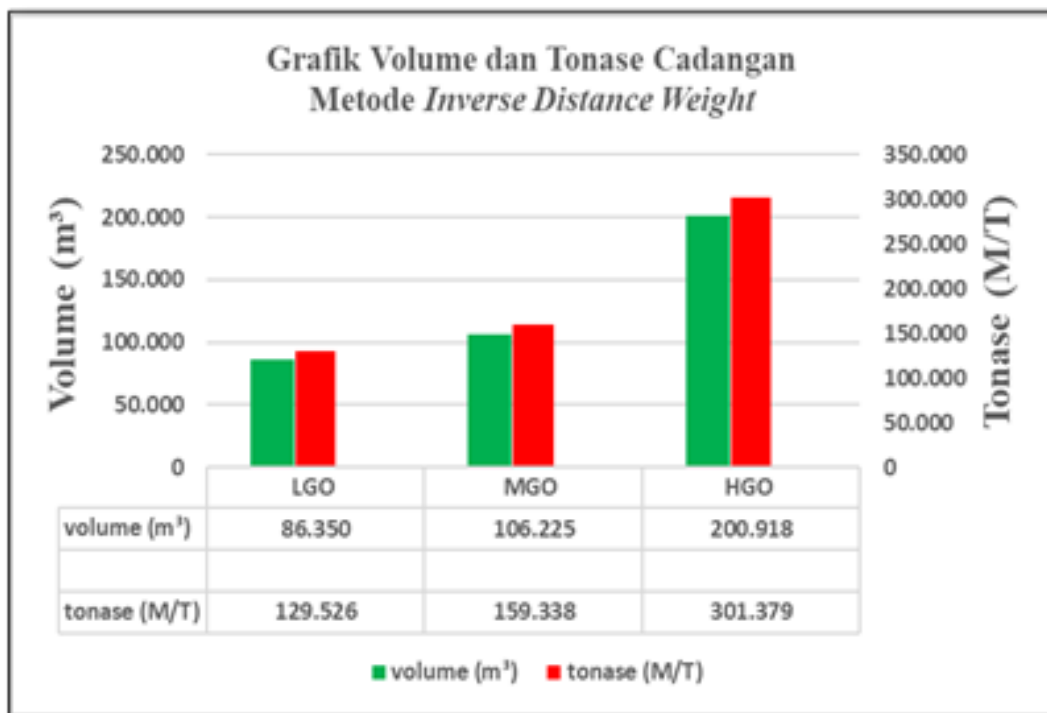
Gambar 5. Blok model *estimation* lapisan Saprolit

e. Estimasi Cadangan dengan Metode IDW

Volume, tonase, dan kadar Ni (%) diestimasi menggunakan hasil estimasi cadangan dengan menggunakan metode Inverse Distance Weight (IDW) di blok X, yang dibor dengan total 30 titik bor dan dibatasi oleh CoG sebesar 1,40% Ni, seperti yang dijelaskan dalam tabel berikut:

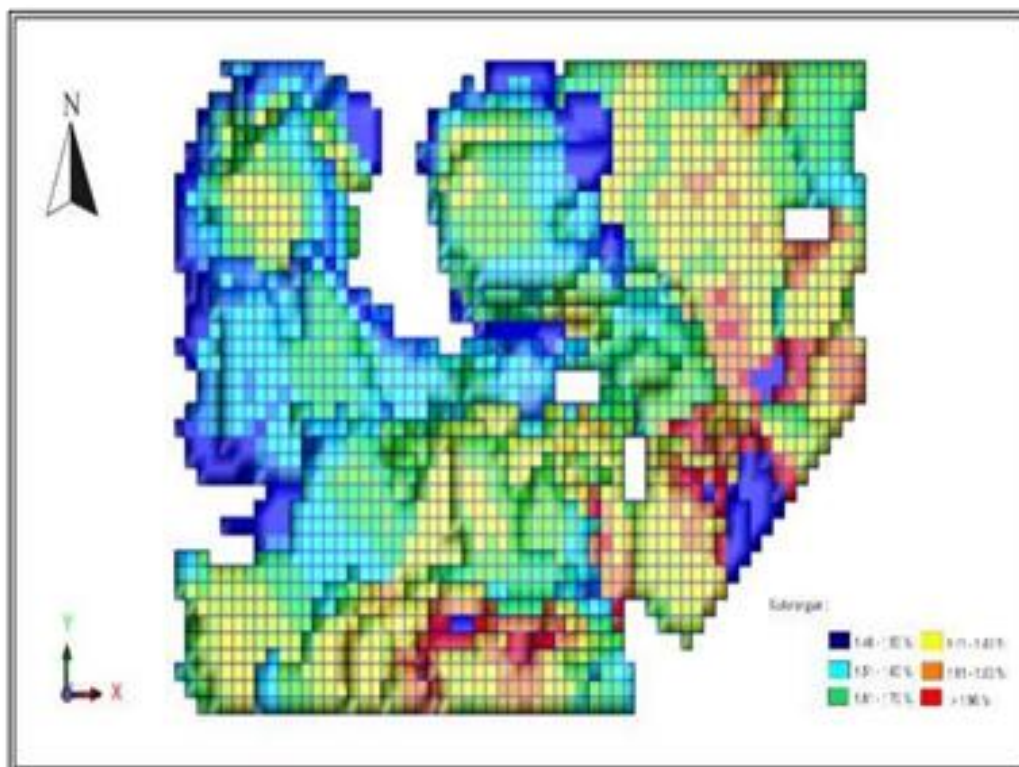
Tabel 1. Data hasil estimasi cadangan nikel laterit metode IDW

Ni (%) <i>IDW</i>	Volume	Tonase	Rata - rata
	(m ³)	(M/T)	Ni (%) <i>IDW</i>
1.40 - 1.50	47175	70763	1.44
1.51 - 1.60	39175	58763	1.54
1.61 - 1.70	55575	83363	1.64
1.71 - 1.80	50650	75975	1.74
1.81 - 1.90	29925	44888	1.85
1.90 - 3.10	170993	256491	2.49
Grand Total	393493	590243	2.00



Gambar 5. Nilai volume dan tonase cadangan metode *IDW*

Ore Block Model saprolit metode *Inverse Distance Weight*, yang mana memiliki kadar masing-masing yang diwakili dari setiap warna. Warna biru tua memiliki kadar 1.40% – 1.50%, warna biru muda memiliki kadar 1.51% – 1.60%, warna hijau memiliki kadar 1.61% – 1.70%, warna kuning memiliki warna 1.71% – 1.80%, warna jingga memiliki kadar 1.81% – 1.90% dan warna merah >1.90%. *Ore Block Model Metode IDW* dapat dilihat pada gambar 6:



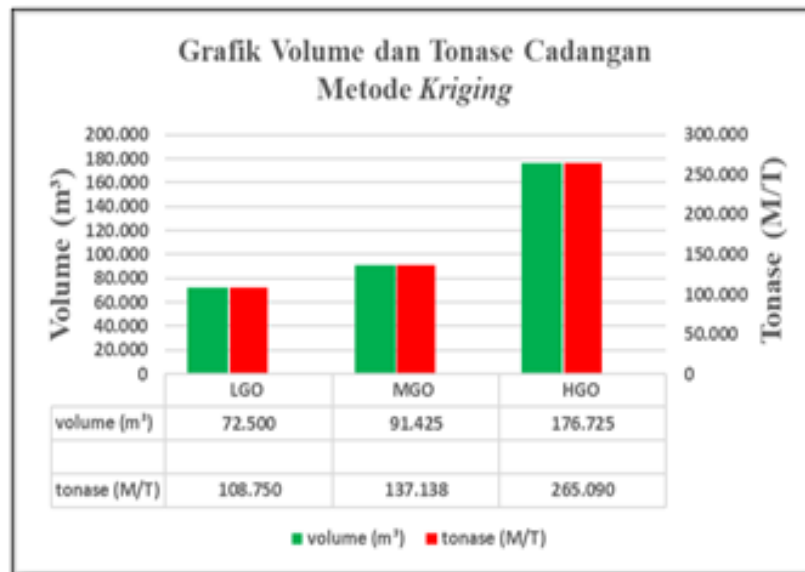
Gambar 6. Ore Block Model lapisan saprolit hasil estimasi metode IDW

f. Estimasi Cadangan dengan Metode Kriging

Estimasi volume, tonase, dan kadar Ni (%) diperoleh dari hasil estimasi cadangan dengan teknik Kriging di blok X, yang dibor dengan total 30 titik bor dan dibatasi oleh CoG sebesar 1,40% Ni, seperti yang dijelaskan dalam tabel berikut:

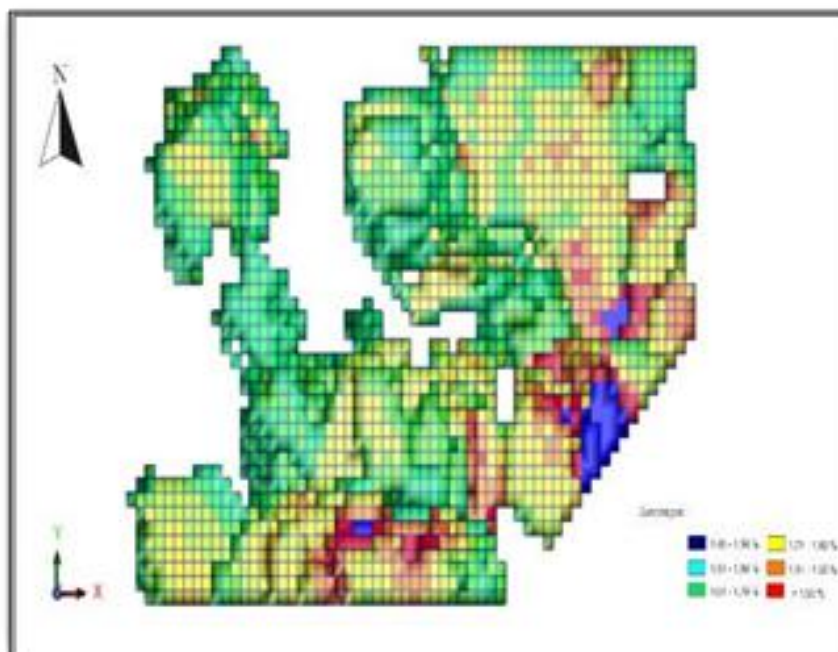
Tabel 2. Data hasil estimasi cadangan nikel laterit metode Kriging

Ni (%) Kriging	Volume	Tonase	Rata - rata
	(m ³)	(M/T)	Ni (%) Kriging
1.40 - 1.50	31350	47025	1.45
1.51 - 1.60	41150	61725	1.55
1.61 - 1.70	45825	68738	1.65
1.71 - 1.80	45600	68400	1.75
1.81 - 1.90	38575	57863	1.84
1.90 - 3.10	138150	207227	2.39
Grand Total	340650	510978	1.86



Gambar 7. Grafik volume dan tonase cadangan metode *Kriging*

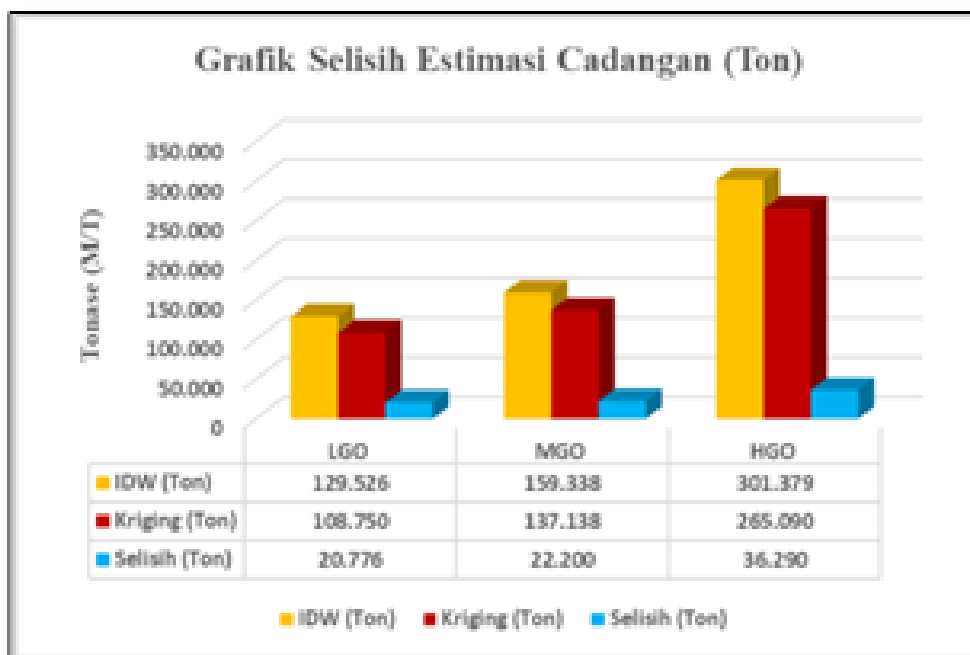
Ore Block Model lapisan saprolit metode *kriging*, yang mana memiliki kadar masing-masing yang diwakili dari setiap warna. Warna biru tua memiliki kadar 1.40% – 1.50%, warna biru muda memiliki kadar 1.51% – 1.60%, warna hijau memiliki kadar 1.61% – 1.70%, warna kuning memiliki warna 1.71% – 1.80%, warna jingga memiliki kadar 1.81% – 1.90% dan warna merah >1.90%. *Ore Block Model* metode *Kriging* dapat dilihat pada gambar 8:



Gambar 8. *Ore Block Model* lapisan saprolit hasil estimasi metode *Kriging*

g. Perbedaan Estimasi Cadangan antara Metode IDW dan Kriging

Perubahan parameter dalam proses estimasi menyebabkan perbedaan hasil estimasi antara pendekatan Kriging dan Inverse Distance Weight (IDW). Data yang diperoleh dari perhitungan estimasi cadangan dengan menggunakan perangkat lunak Surpac 6.6 menunjukkan perbedaan tonase keseluruhan antara kedua metodologi tersebut. Perbedaan cadangan antara Inverse Distance Weight dan Kriging dapat dirangkum sebagai berikut: untuk cadangan bijih berkadar rendah dengan kadar antara 1,40% hingga 1,60%, perbedaannya mencapai sekitar 20.776 ton. Untuk bijih berkadar sedang dengan kadar antara 1,61% dan 1,80%, selisihnya sekitar 22.200 ton. Terakhir, untuk bijih berkadar tinggi dengan kadar lebih dari 1,80%, perbedaannya mencapai sekitar 36.290 ton.



Gambar 9. Grafik perbedaan nilai estimasi cadangan metode IDW dan Kriging

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Teknik *Inverse Distance Weight* (IDW) dalam estimasi cadangan menghasilkan perkiraan tonase sebesar 590.243 ton dan volume 393.493 m³. Angka-angka spesifiknya adalah sebagai berikut: terdapat sekitar 129.526 ton bijih berkadar rendah, dengan kadar berkisar antara 1,40% hingga 1,61%; sekitar 159.338 ton bijih berkadar sedang, dengan kadar berkisar antara 1,61% hingga 1,80%; dan sekitar 301.379 ton bijih berkadar tinggi, dengan >1,80%. Nilai estimasi cadangan yang diperoleh dengan menggunakan metode Kriging adalah sekitar 510.978 ton, dengan volume yang sesuai sekitar 340.650 m³. Angka spesifiknya adalah sebagai berikut: terdapat sekitar 108.750 ton bijih berkadar rendah, dengan kadar berkisar antara 1,40% hingga 1,60%; terdapat sekitar 137.138 ton bijih berkadar sedang, dengan kadar berkisar antara 1,61% hingga 1,80%; dan terdapat sekitar 265.090 ton bijih berkadar tinggi, dengan kadar > 1,80%.
2. Berdasarkan hasil estimasi cadangan, pendekatan IDW dan Kriging menghasilkan jumlah cadangan yang berbeda. Variasi tersebut ditemukan pada cadangan dengan kadar rendah sebesar 20.776 ton dengan kadar antara 1,40% hingga 1,60%, kadar menengah sebesar



22.200 ton dengan kadar antara 1,61% hingga 1,80%, dan kadar tinggi sebesar 36.290 ton dengan kadar >1,80%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada manajemen dan staf PT Tambang Bumi Sulawesi di Kabaena Selatan, Kabupaten Bombana, Sulawesi Tenggara, atas bantuan yang tak ternilai harganya selama penelitian ini berlangsung. Kami juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pemerintah daerah Kabaena Selatan, Kabupaten Bombana, yang telah memberikan izin kepada kami untuk melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Awali, A.A., Yasin, A., Rahmawati, A., 2013. *Estimasi Kandungan Hasil Tambang Menggunakan Ordinary Indicator Kriging*, JURNAL GAUSSIAN, 2: 1–10.
- Burhanudin, B., Husain, J.R., Bakri, H., 2023. *Pembuatan Blok Model Estimasi Sumberdaya Nikel Laterit Dengan Metode Inverse Distance di Wilayah Blok "X" Pada PT. Vale Indonesia Tbk.* Journal of Mining Insight, 1(1): 26–33.
- Conoras, Wawan AK, Tabaika, Mardiman., 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*. Jurnal DINTEK, 12(1): 19–28.
- Galaxy, R, Purnomo, H., Prastowo, R., Sidiq, H., 2022. *Estimasi Sumberdaya Nikel Laterit Menggunakan Metode Inverse Distance Weighting Nearest Neighbour Point dan Ordinary Kriging pada Blok X Kec. Petasia Kab Morowali Utara Provinsi Sulawesi Tengah*. Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XVII Tahun 2022: 70–76. Yogyakarta, Indonesia: Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
- Ikhsan, D.N., Octova, A., 2019. *Estimasi Sumberdaya Batubara Dengan Menggunakan Metode Ordinary Kriging Pada Pit X Di PT Selamat Jaya Job Site Puteri Hijau Kecamatan Puteri Hijau Kabupaten Bengkulu Utara Provinsi Bengkulu*, Bina Tambang, 4(3), 119–132.
- Kurnianto, A., Setiahadiwibowo, A.P., Giamboro, W.S., 2019. *Estimasi Sumberdaya Batubara Menggunakan Metode Nearest Neighbour Point, Inverse Distance Weighting, Dan Kriging Pada Daerah Muara Bungo, Sumatera Selatan*, JURNAL GEOCELEBES, 3(2): 75.
- Mustika, R., 2015. *Estimasi Sumberdaya Nikel Laterit Dengan Metode Inverse Distance Weighting (Idw) Pada PT. Vale Indonesia, Tbk.. Kecamatan Nuha Provinsi Sulawesi Selatan*, Jurnal Geomine, 1(1).
- Pratama, D.R., Yusuf, M., Helmi, M., 2016. *Kajian kondisi dan sebaran kualitas air di perairan selatan Kabupaten Sampang, Provinsi Jawa Timur*, Journal of Oceanography, 5(4): 479–488.
- Rifki, M., Purnomo, H., Sidiq, H., Isjudarto, A., 2022. *Pemetaan Sebaran Nikel Laterit dan Estimasi Sumberdaya Menggunakan Metode Inverse Distance Weighting Berdasarkan Data Test Pit Pada PT Wahyu Anggi Selaras Kecamatan Pomalaa Kabupaten Kolaka Sulawesi Tenggara*, Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XVII Tahun 2022 (ReTI1): 105–111, Yogyakarta, Indonesia: Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
- Ruseffandi, M.A., Gusman, M., 2020. *Pemetaan Kualitas Airtanah Berdasarkan Parameter Total Dissolved Solid (TDS) dan Daya Hantar Listrik (DHL) dengan Metode Ordinary Kriging Di Kec. Padang Barat, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat*, Bina Tambang, 5(1): 153–162.
- Sambah, A.B., Kuncoro, D.A., Anam, S., 2017. *Pemetaan Trase Jaringan Irigasi Melalui Analisis Geospasial (Studi Kasus Daerah Irigasi Cibuluh, Jawa Barat)*, Jurnal Irigasi, 12(1): 1–10.



Syahrul, Paremisa, E.S., 2023. *Estimasi Sumberdaya dan Sebaran Nikel Laterit menggunakan Metode Invers Distance Weighting (IDW) Daerah Langgikima, Konawe Utara, Sulawesi Tenggara.* Jurnal Geomine, 11(2): 165-173.

Thamsi, A.B., Ainunnur, I., Anwar, H.,Aswadi, M.2023. Estimasi Sumberdaya Nikel Menggunakan Metode Inverse Distance Weight PT. Ang and Fang Brothers, *JGE (Jurnal Geofisika Eksplorasi)*, 9(1): 5-17.

Usman, D.N. 2004. *Perhitungan Cadangan dan Geostatistik. Diktat Perencanaan Tambang terbuka.* Unisba. Bandung