

## Estimasi Sumberdaya Endapan Terukur Nikel Laterit Dengan Menggunakan Metode *Inverse Distance Weighting*

Rafiuddin<sup>1\*</sup>, Erik Septian Tahir<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Pejuang Republik Indonesia, Jl. Raya Baruga No.Raya, Antang, Kec. Manggala, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90234.

\*Corresponding Author

E-mail Address: [rafiudin1529@gmail.com](mailto:rafiudin1529@gmail.com)

### ABSTRAK

Seiring dengan kemajuan teknologi, telah berkembang berbagai metode estimasi (perkiraan) yang memudahkan perhitungan estimasi sumber daya atau cadangan, dalam hal ini sumber daya terukur dari endapan nikel laterit. Estimasi sumberdaya dan cadangan mineral adalah perkiraan jumlah dan penyebaran mineral yang menguntungkan dan dapat diekstraksi secara sah dari cadangan mineral melalui penambangan atau pemanfaatan mineral. Metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) merupakan salah satu metode evaluasi dengan pendekatan blok model sederhana dengan mempertimbangkan titik-titik disekitarnya. Asumsi dari metode ini adalah nilai yang diinterpolasi lebih mirip dengan data sampel yang jaraknya dekat dibandingkan dengan yang jaraknya lebih jauh. Penelitian ini bertujuan mengetahui tahapan estimasi sumberdaya terukur endapan nikel laterit metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) menggunakan *software Surpac* 6.3.2., dan menghitung volume, tonase dan kadar hasil estimasi sumberdaya terukur endapan nikel laterit metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) pada Blok Sarimukti, Konawe Utara, Sulawesi Tenggara. Data yang diperlukan dalam penelitian ini berupa data *assay, collar, survey* dan *geology*. COG yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data yang diperoleh dari perusahaan pada lokasi penelitian, yakni 1,3% Ni sedangkan densitasnya 1,5 kg/m<sup>3</sup>. Hasil yang diperoleh dari estimasi sumberdaya terukur endapan nikel laterit pada Blok Sarimukti yaitu jumlah volume sebesar 160.740,6 m<sup>3</sup> dan tonase sebesar 257.185 ton dengan rata-rata kadar *ore* sebesar 1,33%.

**Kata Kunci:** Estimasi Sumberdaya, Metode *Inverse Distance Weighted*, Nikel Laterit..

### ABSTRACT

*Along with advances in technology, various estimation methods have developed which make it easier to calculate resource or reserve estimates, in this case resources are measured from subsequent nickel deposition. Mineral resource and reserve estimates are estimates of the quantity and distribution of minerals that are profitable and can be legally extracted from mineral reserves through mining or mineral utilization. The Inverse Distance Weighted (IDW) method is an evaluation method with a simple block model approach by considering the surrounding points. The assumption of this method is that the interpolated values are more similar to sample data that is closer than to those that are further away. This research aims to determine the estimated stages of measuring nickel laterite using the Inverse Distance Weighted (IDW) method using Surpac 6.3.2 software, and calculating the volume, tonnage and grade of the estimated results of measuring nickel laterite using the Inverse Distance Weighted (IDW) method in Block Sarimukti Konawe Utara, Sulawesi Tenggara. The data required in this research is assay, collar, survey and geological data. The COG used in this research is data obtained from the company at the research location, namely 1.3% Ni while the density is 1.5 kg/m<sup>3</sup>. The results obtained from the estimated measured nickel laterite resources in Block Sarimukti are volume of 160.740,6 m<sup>3</sup> and tonnage of 257.185 tonnes with an average grade of 1.33 % Ni*

**Keywords:** : Resource Estimation, Inverse Distance Weighted Method, Nickel Laterite

### PENDAHULUAN

Sejalan dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat, berbagai metode estimasi telah dikembangkan untuk mempermudah proses perhitungan sumber daya atau cadangan mineral, salah satunya pada endapan nikel laterit. Salah satu

tantangan penting dalam bidang pertambangan adalah menentukan umur suatu tambang, yang dapat diestimasi berdasarkan hasil evaluasi sumber daya atau cadangan. Umur tambang sangat bergantung pada kualitas, kadar, dimensi geometris

(ketebalan dan kedalaman), serta sebaran endapan tersebut (Salinita, 2014).

Estimasi sumber daya dan cadangan mineral mencakup prediksi jumlah serta persebaran mineral yang memiliki potensi ekonomi dan dapat diekstraksi secara legal melalui aktivitas penambangan. Selain mempertimbangkan tonase dan kadar endapan, dalam penilaian cadangan mineral juga diperlukan analisis terhadap aspek teknis dan hukum terkait penambangan atau pemanfaatan sumber daya tersebut. Cadangan sendiri merupakan bagian dari sumber daya yang sudah diketahui karakteristiknya seperti kadar, kualitas, kuantitas (termasuk ketebalan dan kedalaman), serta pola sebarannya. Cadangan ini juga harus layak secara teknis untuk ditambang atau diproses sesuai dengan teknologi yang tersedia, serta menguntungkan secara ekonomi (KCMI, 2017).

Dalam rangka mengidentifikasi potensi endapan nikel laterit di suatu wilayah, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan. Salah satunya adalah metode *Inverse Distance Weighted* (IDW), yang merupakan pendekatan evaluasi berbasis model blok sederhana dengan mempertimbangkan pengaruh titik data di sekitarnya. Metode ini berlandaskan asumsi bahwa nilai yang diinterpolasi akan lebih mirip dengan data sampel yang berada di lokasi terdekat dibandingkan dengan yang berada jauh. Bobot yang digunakan dalam metode ini berbanding terbalik dengan jarak antara titik data dan titik yang akan diinterpolasi, tanpa dipengaruhi oleh arah atau posisi relatifnya. Semakin besar pangkat (*power*) yang digunakan, maka hasil interpolasi akan semakin mendekati nilai dari titik data terdekat, mirip dengan metode *nearest neighbor*.

Berdasarkan latar belakang tersebut, dilakukan sebuah penelitian dengan judul: "Estimasi Sumberdaya Terukur Endapan Nikel Laterit Menggunakan Metode Inverse Distance Weighted (IDW): Studi Kasus di Blok Sarimukti, Konawe Utara, Sulawesi Tenggara". Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai potensi sumber daya nikel laterit di wilayah studi dengan menggunakan pendekatan metode IDW sebagai alat analisis utama.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan kajian literatur dan referensi yang berkaitan dengan estimasi sumber daya nikel laterit. Referensi diperoleh dari berbagai sumber seperti jurnal ilmiah, artikel, serta buku pendukung. Adapun metode utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Inverse Distance Weighted* (IDW), yaitu salah satu teknik estimasi yang menggunakan pendekatan blok model sederhana dengan mempertimbangkan pengaruh titik data di sekitarnya.

Data yang digunakan untuk keperluan estimasi sumber daya meliputi data eksplorasi tambang yang mencakup data hasil pengeboran (*assay*, *collar*, *survey*, dan *geology*) yang diperoleh dari perusahaan pertambangan.

### *Sumber Data*

Sumber data dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer berasal dari informasi lapangan langsung, seperti catatan *logging* bor, sedangkan data sekunder diperoleh dari arsip perusahaan, khususnya dari Blok Sarimukti, Konawe Utara, Sulawesi Tenggara. Jenis-jenis data yang digunakan antara lain:

- Data Assay, berupa informasi kadar Ni pada setiap titik bor yang dianalisis setiap interval 1 meter.
- Data Collar, mencakup koordinat geografis dan kedalaman maksimum tiap lubang bor.
- Data Survey, berisi informasi mengenai azimuth, sudut kemiringan (*dip*), dan kedalaman maksimal dari setiap lubang bor.
- Data Geology, yang berisi deskripsi litologi, jenis alterasi, serta komposisi mineral oksida pada endapan tersebut.

### *Pengolahan Data*

Pengolahan data dilakukan sebagai bagian dari proses analisis dan estimasi sumber daya nikel laterit dengan menggunakan metode *Inverse Distance Weighted* (IDW). Tahapan awal dimulai dengan pembuatan database hingga proses pembentukan blok model untuk keperluan estimasi.

### *Pembuatan Database*

Proses pengolahan data dimulai dengan penyusunan data *assay*, *collar*, *geology*,

dan *survey* menggunakan Microsoft Excel 2016 dalam format CSV (*Comma-Separated Values*). Data disusun secara sistematis dan selanjutnya diimpor ke dalam software Surpac 6.3.2. Setelah impor, akan muncul laporan dalam bentuk file teks sebagai validasi kesesuaian data.

#### *Visualisasi Lubang Bor (Display Drillhole)*

Setelah database berhasil dimasukkan, tahap berikutnya adalah menampilkan lubang bor (*drillhole*) dalam perangkat lunak Surpac. Lubang bor diberikan kode warna sesuai dengan kelas kualitasnya, seperti High Grade Ore (HGO), Medium Grade Ore (MGO), Low Grade Ore (LGO), Overburden (OB), dan Waste. Dari visualisasi ini, dapat dilihat pola sebaran dan ketebalan lapisan endapan nikel laterit secara spasial.

#### *Pemodelan Geologi*

Model geologi dibuat untuk mendapatkan gambaran struktur geologi, litologi, serta ketebalan dan kedalaman lapisan batuan. Model ini menjadi dasar untuk pemodelan lebih lanjut dan membantu dalam identifikasi zona laterit.

#### *Pembuatan Digital Terrain Model (DTM)*

Digital Terrain Model (DTM) digunakan untuk membentuk objek solid dari lapisan-lapisan endapan yang sebelumnya hanya tersedia dalam bentuk data string. Dua DTM digabung untuk membentuk satu objek solid. Zona limonit dibentuk berdasarkan permukaan atas, sedangkan zona saprolit dibentuk dari kombinasi DTM puncak dan dasar saprolit. Selain untuk membentuk objek solid, DTM juga berfungsi sebagai *constraint*, yaitu batasan logis yang menggabungkan elemen-elemen spasial untuk membatasi area estimasi.

#### *Proses Komposit Laterit*

Setelah pembuatan string pada setiap zona selesai, dilakukan proses *komposit* terhadap nilai kadar Ni (*assay*). Tujuan dari proses ini adalah untuk merata-ratakan kadar, terutama pada sampel dengan interval yang tidak seragam. Umumnya, interval sampling dilakukan setiap 1 meter, meskipun terkadang ada yang lebih pendek atau lebih panjang. Untuk menghindari bias akibat nilai tinggi pada interval pendek, maka dilakukan komposit. Dalam penelitian ini, panjang

interval komposit yang digunakan adalah 1 meter, sesuai standar umum.

#### *Pembuatan Blok Model*

Blok model merupakan representasi spasial endapan yang dibagi menjadi unit-unit blok berukuran tertentu. Dalam penelitian ini, ukuran blok yang digunakan adalah 5 x 5 x 1 meter. Atribut-atribut yang digunakan dalam blok model meliputi kadar Ni, densitas material, pengelompokan ore-waste, dan jenis litologi.

Densitas yang digunakan adalah:

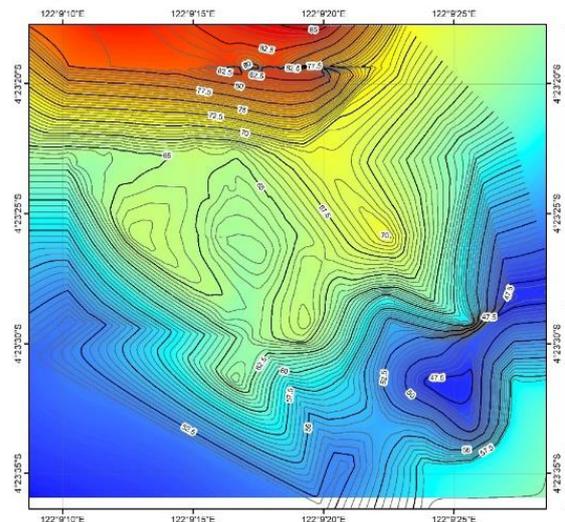
- 1,7 ton/m<sup>3</sup> untuk bijih (*ore*)
- 1,65 ton/m<sup>3</sup> untuk limbah (*waste*)

Litologi dikelompokkan berdasarkan lapisan endapan nikel laterit, yaitu limonit, saprolit, dan bedrock. Sebagai batas kadar ekonomis (*cut-off grade / CoG*), digunakan nilai 1,3% Ni, sesuai dengan standar perusahaan yang masih dianggap layak secara ekonomi untuk diproses lebih lanjut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

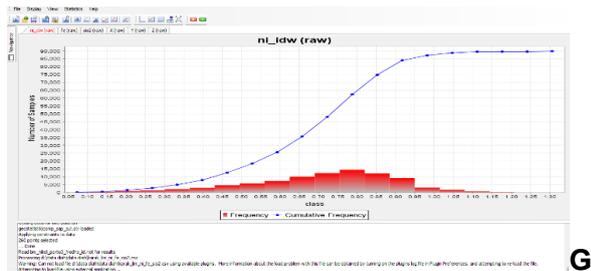
### *Karakteristik Kimia Endapan Nikel Laterit*

Penelitian di Blok Sarimukti, Konawe Utara, Sulawesi Tenggara, melibatkan analisis terhadap 46 titik bor yang selanjutnya diproses menggunakan perangkat lunak Surpac untuk memperoleh gambaran statistik endapan laterit.

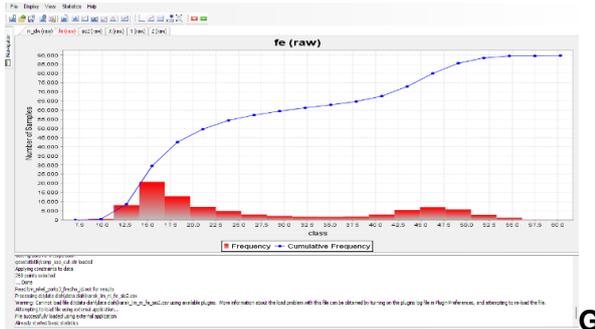


Gambar 1. Sebaran *drillhole*

Data utama yang digunakan dalam analisis ini adalah data *assay*, yang kemudian divisualisasikan dalam bentuk histogram. Histogram memberikan informasi mengenai distribusi data berdasarkan interval tertentu, sehingga dapat diketahui bagaimana sebaran kadar Ni, Fe, dan SiO<sub>2</sub> pada zona limonit dan saprolit.

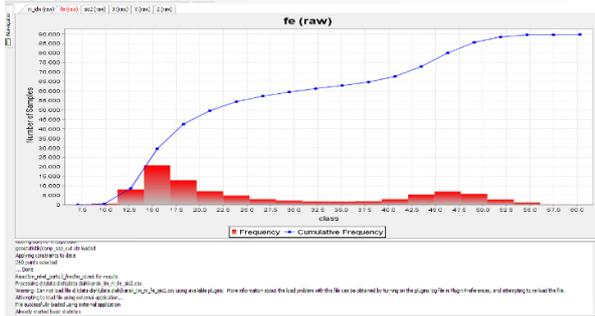


**Gambar 2.** Kurva histogram kadar Ni pada lapisan limonit



**Gambar 4.** Kurva histogram kadar SiO<sub>2</sub> pada lapisan limonit

Analisis statistik dilakukan secara terpisah untuk masing-masing zona. Pada zona limonit, jumlah sampel yang dianalisis mencapai 89.702 data. Dengan menggunakan grafik histogram, dapat diamati apakah distribusi kadar unsur tersebut mendekati distribusi normal atau tidak. Hasil menunjukkan bahwa distribusi kadar Ni, Fe, dan SiO<sub>2</sub> pada lapisan limonit tidak terdistribusi secara normal.



**Gambar 3.** Kurva histogram kadar Fe pada lapisan limonit

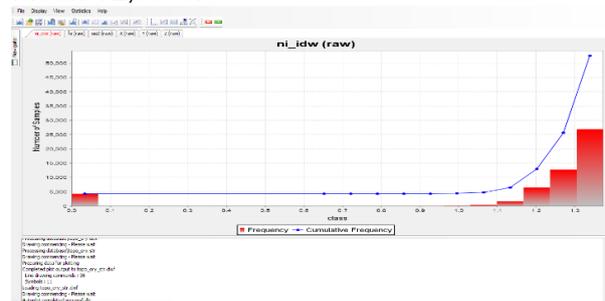
Pada histogram kadar Ni (Gambar 2), frekuensi tertinggi berada pada kisaran 0,80%, menandakan bahwa sebagian besar sampel memiliki kadar nikel sekitar nilai tersebut. Frekuensi kedua tertinggi berada pada kisaran 0,75%. Untuk kadar Fe (Gambar 3), sebaran populasi sampel berada di sekitar kadar 15% hingga 17,5%, menunjukkan dominasi kadar tersebut di

lapangan. Sedangkan untuk SiO<sub>2</sub> (Gambar 4), kebanyakan sampel berkisar antara 33–34%.

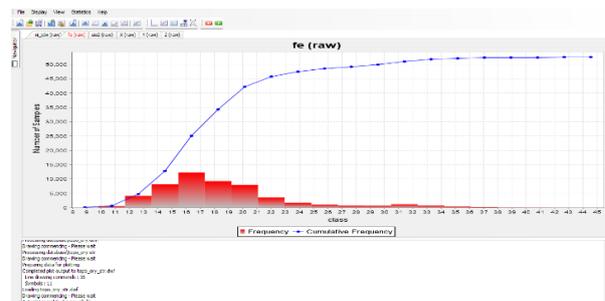
**Tabel 1.** Data statistik kadar unsur pada zona limonit

	Unsur (%)		
	Ni	Fe	SiO <sub>2</sub>
Limonit			
Minimum	0,04	5,68	0,07
Maksimum	1,33	61,69	36,16
Rata-rata	0,71	27,11	19,01
Median	0,73	20,56	17,26
Geometric Mean	0,67	24,11	12,99

Berdasarkan data statistik, kadar Ni pada zona limonit memiliki rentang antara 0,04% hingga 1,33%, dengan rata-rata sebesar 0,71%, median 0,73%, dan geometric mean sebesar 0,67%. Kadar Fe berkisar antara 5,68% hingga 61,69%, dengan rata-rata 27,11%, median 20,56%, dan geometric mean 24,11%. Kadar SiO<sub>2</sub> bervariasi antara 0,07% hingga 36,16%, dengan rata-rata 19,01%, median 17,26%, dan geometric mean 12,99%.

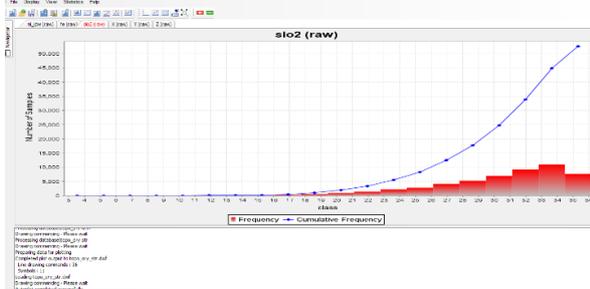


**Gambar 5.** Kurva histogram kadar Ni pada lapisan Saprolit



**Gambar 6.** Kurva histogram kadar Fe pada lapisan Saprolit

Berbeda dengan zona limonit, analisis pada zona saprolit menggunakan 52.544 sampel menunjukkan pola distribusi yang cenderung normal. Histogram kadar Ni, Fe, dan SiO<sub>2</sub> pada zona saprolit tampak lebih simetris dibandingkan dengan distribusi pada zona limonit.



**Gambar 7.** Kurva histogram kadar SiO<sub>2</sub> pada lapisan saprolite

**Tabel 2.** Data statistik kadar unsur pada zona saprolit

	Unsur (%)		
	Ni	Fe	SiO <sub>2</sub>
Saprolit			
Minimum	0	7,9	2,70
Maksimum	1,37	45,49	36,16
Rata-rata	1,19	18,60	30,43
Median	1,30	17,56	31,45
Geometric Mean	1,18	18,06	30,09

Kadar Ni pada zona saprolit berkisar antara 0% hingga 1,37%, dengan rata-rata 1,19%, median 1,30%, dan geometric mean 1,18%. Nilai rata-rata yang tinggi ini menunjukkan adanya proses pengayaan nikel pada lapisan ini. Kadar Fe berkisar antara 7,9% hingga 45,49%, dengan rata-rata 18,60%, median 17,56%, dan geometric mean 18,06%. Kadar SiO<sub>2</sub> berkisar antara 2,70% hingga 36,16%, dengan rata-rata 30,43%, median 31,45%, dan geometric mean 30,09%.

Secara umum, dapat dilihat bahwa kadar Fe relatif tinggi pada zona limonit namun mengalami penurunan pada zona saprolit. Sebaliknya, kadar SiO<sub>2</sub> yang rendah pada zona limonit meningkat signifikan pada zona saprolit, menunjukkan adanya proses pelapukan dan pengkonsentrasian mineral. Sementara itu, kadar Ni juga mengalami peningkatan pada zona saprolit,

membuktikan bahwa proses lateritisasi berkontribusi dalam pengayaan nikel.

### Estimasi Sumberdaya dengan Metode Inverse Distance Weighted (IDW)

Salah satu tahap penting dalam penelitian ini adalah estimasi sumberdaya terukur endapan nikel laterit menggunakan metode *Inverse Distance Weighted* (IDW). Proses ini dilakukan dengan memanfaatkan blok model yang dibuat dari data titik bor menggunakan software Surpac 6.3.2.



**Gambar 8.** Klasifikasi material ore dan waste



**Gambar 9.** Kasifikasi material metode IDW

Metode IDW merupakan teknik estimasi yang mempertimbangkan jarak antara titik data yang akan diestimasi dengan titik data tetangga sebagai dasar pembobotan. Pembobotan dilakukan secara linear berdasarkan pangkat dua dari jarak tersebut. Metode ini tidak memperhitungkan pola spasial sebaran data secara keseluruhan, sehingga hasil estimasi bisa sama meskipun pola sebarannya berbeda, selama jaraknya serupa.

Dalam penelitian ini, batas kadar ekonomis (*cut-off grade / COG*) ditetapkan sebesar 1,3% Ni. Hanya blok dengan kadar di atas atau sama dengan nilai tersebut yang diklasifikasikan sebagai bijih (*ore*), sedangkan sisanya dinyatakan sebagai limbah (*waste*).

Hasil estimasi divisualisasikan dalam bentuk blok model yang menampilkan sebaran material ore dan waste. Pada model blok, warna merah merepresentasikan material ore, sedangkan biru menunjukkan material waste. Model lain hanya menampilkan sebaran material ore saja.

Tabel 3. Hasil Analisis Sumberdaya Nikel Laterit

Ore/waste	Volume (m <sup>3</sup> )	Tonase (Ton)	Kadar Ni (%)
	6.803.94		
Waste	7	880.973,1	0,83
	160.740,		
Ore	6	257.185	1,33

Dengan densitas rata-rata sebesar 1,5 kg/m<sup>3</sup>, hasil estimasi menggunakan metode IDW menunjukkan volume sumberdaya sebesar 160.740,6 m<sup>3</sup> dan tonase sebesar 257.185 ton, dengan rata-rata kadar ore sebesar 1,33%. Sumberdaya mineral seperti ini berpotensi menjadi cadangan tambang setelah melalui evaluasi kelayakan tambang yang lebih mendalam.

## PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis data statistik dari 46 titik bor di Blok Sarimukti, Konawe Utara, Sulawesi Tenggara, diperoleh gambaran karakteristik kimia endapan nikel laterit pada kedua zona utama, yaitu limonit dan saprolit. Pada zona limonit, kadar Ni relatif rendah, namun menunjukkan peningkatan yang signifikan pada zona saprolit. Hal ini mengindikasikan adanya proses pengayaan nikel akibat pelapukan dan alterasi mineral yang terjadi secara alami. Sebaliknya, unsur Fe memiliki kadar yang tinggi di zona limonit, tetapi mengalami penurunan pada zona saprolit. Sementara itu, kadar SiO<sub>2</sub> cenderung rendah pada lapisan limonit dan meningkat pada lapisan saprolit, menunjukkan perubahan komposisi mineral akibat proses lateritisasi. Dalam aspek estimasi sumberdaya, penerapan metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) memberikan hasil yang representatif untuk memperkirakan volume dan tonase endapan nikel laterit. Hasil estimasi menunjukkan bahwa volume sumberdaya nikel di daerah studi mencapai 160.740,6 m<sup>3</sup> dengan tonase

sebesar 257.185 ton, dan rata-rata kadar Ni sebesar 1,33%. Nilai ini telah memenuhi batas kadar ekonomis (*cut-off grade*) sebesar 1,3%, sehingga endapan tersebut berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai cadangan tambang.

## REFERENSI

- Ahmad, W. (2005). *Laterite: Mine Geology, Exploration Method, Ore Processing, Resource Estimation and project Development*. PT. Intenational Nickel Indonesia: Sorowako, South Sulawesi.
- Ahmad, W. (2006). *Fundamentals Of Chemistry, Mineralogy, Weathering Processes, And Laterites Formations*, PT. INCO, Sorowako.
- Ahmad, W., (2008). *Nickel Laterites: Fundamental of Chemistry, Mineralogy, Weathering Processes, Formation, and Exploration*, VALE Inco-VITSL.
- Atmadja, S. R. (1974). *Mafic and Ultramafic Rock Associations in the East Arc of Sulawesi*. *Proceedings ITB*. Volume 8. No. 2
- Gardy, J. S., Her, M., Moreno, G., Perez, C., & Yelinek, J. (2019). *Emotions in storybooks: A comparison of storybooks that represent ethnic and racial groups in the United States*. *Psychology of Popular Media Culture*, 8(3), 207-217. doi:https://doi.org/10.1037/ppm0000185.
- Harris, K. R., Graham, S., & Urdan, T. (2012). *APA educational psychology handbook (Vols. 1–3)*. American Psychological Association.
- Harris, L. (2014). *Instructional leadership perceptions and practices of elementary school leaders [Unpublished doctoral dissertation]*. University of Virginia.
- KCMI. (2017). *Kode Pelaporan Hasil Eksplorasi, Sumberdaya Mineral dan Cadangan Bijih*, Jakarta. Hal. 10-16
- Irwandy, A. (2018). *Nikel Indonesia*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Kushilevitz, E., & Malkin, T. (2016). *Lecture notes in computer science: Vol. 9562. Theory of cryptography*. Springer.

doi:<https://doi.org/10.1007/978-3-662-49096-9>

- Mustika, R., Widodo, S., & Jafar, N. (2015). ESTIMASI SUMBERDAYA NIKEL LATERIT DENGAN METODE *INVERSE DISTANCE WEIGHTING* (IDW) PADA PT. VALE INDONESIA, Tbk. 01.
- Penulis. (2023). Contoh judul buku yang dijadikan referensi. Makassar: Fakultas Teknik.
- Pramono, G. H. (2008). Akurasi Metode IDW dan *Krigging* Untuk Interpolasi Sebaran Nikel, kolaka, Sulawesi Selatan. Forum Geografi, Vol 22(1) 145-158.
- Rafsanjani, M., Djamaluddin, & Bakri, H. (2016). Estimasi Sumberdaya Bijih Nikel Laterit Dengan Menggunakan Metode IDW di Provinsi Sulawesi Tenggara. Geomine, 19-22.
- World Health Organization. (2018, May 24). The top 10 causes of death*