JURNAL RISET TEKNOLOGI PERTAMBANGAN
Advancing Research in Sustainable Mining Environment Economic and Geotecnical Engineering

Volume 5 Nomor 2/ 2025 / ISSN : 2621-3869
Publish : 22 Desember 2025

ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN DATA CHANNEL SAMPLING TERHADAP PEMODELAN BLOK MODEL PADA PIT LAMERURU PT. STARGATE PASIFIC RESOURCES

Gary Purbaya [a*], Wahab [a], Tri Utomo Taliding [a], Muhardi Mustafa [a]
[a)]Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Halu Oleo
Kampus Bumi Hijau Tridarma Andonohu, Kendari Indonesia
garypurbaya983@gmail.com

Intisari

Indonesia memiliki potensi sumber daya alam yang sangat besar, sehingga menjadikan sektor pertambangan sebagai salah satu pilar penting dalam mendukung pembangunan ekonomi nasional. Nikel merupakan salah satu komoditas tambang strategis dengan permintaan global yang terus meningkat, sehingga mendorong perlunya kegiatan eksplorasi dan produksi yang lebih intensif serta efisien. Namun, dalam pelaksanaannya, sering terjadi ketidaksesuaian antara data kadar nikel hasil estimasi eksplorasi dengan kadar aktual di lapangan, yang dapat berdampak negatif terhadap efisiensi operasional dan aspek ekonomi penambangan apabila tidak dikelola dengan baik. PT Stargate Pacific Resources, perusahaan tambang nikel yang beroperasi di Sulawesi Tenggara, mengimplementasikan metode channel sampling untuk memperoleh data kadar yang lebih representatif dari area kerja aktif. Di sisi lain, model blok eksplorasi yang disusun berdasarkan data bor memiliki keterbatasan dalam merepresentasikan variasi kadar pada skala lokal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan data channel sampling terhadap akurasi estimasi model blok, dengan membandingkan sebaran kadar unsur nikel (Ni) dan besi (Fe) antara model awal dan model yang telah diperbarui di area Pit Lameruru. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam peningkatan keandalan estimasi sumber daya dan mendukung pengambilan keputusan teknis yang lebih tepat dalam kegiatan produksi tambang nikel.

Kata Kunci: Block Model, Channel Sampling, Kadar Nikel, Estimasi Sumber Daya, PT Stargate Pacific Resources.

Abstract

Indonesia possesses abundant natural resources, positioning the mining sector as a key contributor to national economic development. Nickel is one of the most strategic mining commodities, with rising global demand driving the need for more intensive and efficient exploration and production activities. However, discrepancies between estimated nickel grades from exploration data and actual field conditions are commonly observed, potentially leading to operational inefficiencies and economic losses if not properly addressed. PT Stargate Pacific Resources, a nickel mining company operating in Southeast Sulawesi, applies the channel sampling method to obtain more representative grade data from active mining areas. In contrast, the exploration block model based on drilling data has limitations in capturing local grade variability. This study aims to evaluate the impact of incorporating channel sampling data into block model estimation by comparing the distribution of nickel (Ni) and iron (Fe) grades between the initial and updated models at the Lameruru Pit. The results of this study are expected to enhance resource estimation accuracy and support more effective technical decision-making in nickel mining operations.

Keywords: *Block Model, Channel Sampling, Nickel Grade, Resource Estimation, PT Stargate Pacific Resources*

I. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki kekayaan sumber daya alam yang melimpah, menjadikan sektor pertambangan sebagai komponen penting dalam pembangunan nasional. Nikel merupakan salah satu komoditas strategis yang mengalami peningkatan permintaan global, mendorong intensifikasi kegiatan eksplorasi dan produksi, khususnya melalui pemboran untuk estimasi kadar bijih.

Namun, dalam pelaksanaan penambangan, sering dijumpai ketidaksesuaian antara kadar nikel hasil eksplorasi dengan kadar aktual di front penambangan. Ketidaksesuaian ini dapat berdampak pada penurunan kualitas bijih, inefisiensi operasional, hingga kerugian finansial. Salah satu penyebabnya adalah keterbatasan block model, yang dibangun dari data pemboran, dalam merepresentasikan variasi kadar secara lokal.

PT Stargate Pacific Resources, perusahaan tambang nikel di Sulawesi Tenggara, menerapkan metode channel sampling untuk memperoleh data kadar yang lebih representatif langsung dari area penambangan. Metode ini digunakan untuk memverifikasi dan meningkatkan keakuratan estimasi dalam block model.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan data channel sampling terhadap estimasi kadar nikel dan besi (Ni-Fe) pada block model di Pit Lameruru. Hasilnya diharapkan dapat mendukung perencanaan tambang yang lebih presisi dan efisien.

II. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan kurang lebih tiga bulan. Secara administrasi lokasi penelitian terletak di Desa Lameruro, Kecamatan Langgikima, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara. Lokasi ini dapat ditempuh dengan menggunakan transportasi jalur darat dengan jarak ± 190 km dan dengan waktu tempuh ± 7 jam dari Kota Kendari (Ibukota Provinsi Sulawesi Tenggara). Peta lokasi penelitian Pit Lameruru PT. Stargate Pasific Resources dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

B. Jenis Penelitian

Jenis Penelitian yang digunakan pada peneitian ini menggunakan metode observasi lapangan dengan jenis penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah penelitian yang bertujuan untuk membuktikan dan memecahkan suatu permasalahan yang menggunakan metode statistika yang data-datanya berupa angka sehingga variabelnya dapat diukur. Subjek penelitian pada penelitian kuantitatif adalah responden.

C. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah alat dan bahan yang akan digunakan dalam melakukan penelitian. Instrumen penelitian yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Instrumen Penelitian beserta Fungsinya

No	Instrumen	Kegunaan
1	Pensil dan Pulpen	Untuk alat tulis
2	Kamera	Untuk kegiatan dokumentasi di lapangan
3	Skop 10 D dan 30 D	Sebagai alat mengambil sampel
4	*Software Surfac*	Untuk merancang dan membuat pemodelan geologi pada tahapan penambangan
5	*Software ArcGIS*	Untuk mendesain peta
6	*Software leafrog*	Untuk pemodelan blok model kadar biijih nikel sebelum dan sesuadah penambahan data chamnel sampling.
7	*Software Qgis*	Untuk mengolah dan merokonsil data hasil channel sampling dan faktor dilapangan
8	Laptop	Untuk membuat laporan
9	*Software 3D Mine*	Untuk menganolah data blok model dan *channel sampling.*

D. Prosedur Penelitian

Prosedur pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. **Identifikasi Masalah**

Identifikasi masalah dilakukan melalui studi pustaka dan observasi lapangan di area front penambangan untuk mengkaji isu ketidaksesuaian kualitas dan kuantitas bijih nikel laterit. Hasil identifikasi menunjukkan adanya perbedaan antara data model estimasi dan kondisi aktual di lapangan, sehingga ditetapkan studi kasus terkait akurasi kadar bijih nikel laterit.

2. **Studi Literatur**

Studi literatur adalah kegiatan penelitian yang bertujuan untuk mengumpulkan, mempelajari dan mencari berbagai sumber pustaka yang mendukung secara langsung dan berkaitan dengan analisis pengaruh data *channel sampling* dan deviasi kadar yang kerp terjadi pada kegiatan penambangan di *front* penambangan.

3. **Observasi Lapangan**

Observasi lapangan dilakukan dengan melihat kondisi geologi lapangan, morfologi dan topografi daerah penelitian serta mengamati langsung kegiatan penambangan pada blok yang masih beroperasi.

4. **Pengambilan dan Pengumpulan Data**

Tahapan pengambilan dan pengumpulan data dilakukan dengan pengumpulan data-data yang berhubungan dengan penelitian berupa data primer dan data sekunder.

a. Data primer yaitu data yang secara langsung diperoleh di lapangan dan masih harus diteliti serta perlu pengolahan lebih lanjut lagi. Data yang dibutuhkan dari penelitian ini yaitu sampel *channel sampling*. Sampel *channel sampling* diambil dengan menggunakan skop dan dimasukan kekdaam plastik sampel untuk lapisan lapisan limonit dan saprolit. Kemudian sampel *channel sampling* diuji di laboratorium untuk mendapatkan nilai kadar unsur yang terkandung berupa kadar nikel (Ni) dan besi (Fe)
b. Data sekunder yaitu data yang diperoleh dari PT. Stargate Pasific Resources. Data yang dibutuhkan antara lain data *logging bor* area peneitian di *request evel* 21 searan, data *ortho* dan *topo* situasi beserta batas IUP, boundry penambangan harian dan data *section geology* yang diperlukan dalam pengolahan data.

5. **Pengolahan dan Analisis Data**

Penelitian ini diawali dengan analisis data kadar nikel (Ni) dan besi (Fe) berdasarkan blok model awal untuk memahami distribusi dan karakteristik kandungan unsur dalam endapan bijih nikel. Selanjutnya, dilakukan pengambilan dan analisis data channel sampling dari lapangan, yang kemudian dibandingkan dengan data blok model untuk mengevaluasi perbedaan nilai kadar.

Perbandingan dilakukan melalui analisis regresi dan korelasi guna mengetahui hubungan antara kedua jenis data. Data channel sampling selanjutnya digabungkan ke dalam dataset pemboran menggunakan perangkat lunak Leapfrog untuk membangun blok model baru (reserves block model). Model ini kemudian divalidasi menggunakan data aktual penambangan dan topografi harian melalui software 3D Mine, Excel, dan QGIS.

Proses ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat deviasi serta mengevaluasi pengaruh penambahan data *channel sampling* terhadap akurasi estimasi blok model. Analisis dilanjutkan dengan identifikasi faktor penyebab deviasi, sebagai dasar dalam perumusan kesimpulan yang mendukung peningkatan efektivitas pengelolaan dan perencanaan tambang nikel.

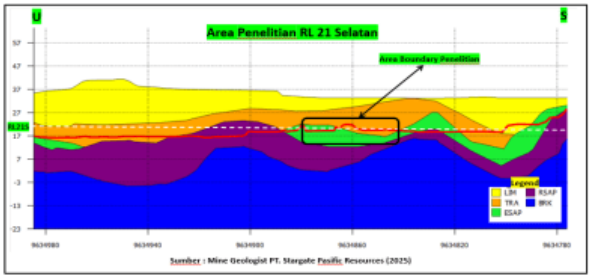
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripisi Lokasi Pengambilan Data *Channel Sampling*

Pengambilan data *channel sampling* dilakukan di area front penambangan Pit Lameruru, tepatnya pada request level 21 Selatan milik PT Stargate Pacific Resources. Area ini dipilih karena memiliki variasi kadar nikel yang tinggi dan didominasi oleh batuan konglomerat, yang diketahui memengaruhi kadar nikel akibat kemampuannya dalam mempercepat proses pelapukan dan pengayaan nikel.

Pengambilan sampel dilakukan pada bench yang telah terbuka dengan tujuan untuk memperoleh data kadar nikel yang mencerminkan kondisi aktual di lapangan. Proses ini menjadi langkah krusial dalam mendukung sistem kontrol kadar tambang (pit grade control), karena hasilnya digunakan sebagai acuan untuk memastikan bahwa material bijih yang dimuat dan diangkut merupakan material yang sesuai dengan spesifikasi kualitas yang telah ditetapkan. Dengan adanya data dari channel sampling, tim pengawasan tambang dapat melakukan pengendalian yang lebih tepat terhadap aktivitas

pemuatan, sehingga alat berat dapat diarahkan ke lokasi dengan kadar material yang sesuai, serta meminimalkan risiko tercampurnya bijih berkadar tinggi dengan material pengotor atau berkadar rendah.



Gambar 2. Section Geologi Request Level 21 Selatan Arah Pengambilan Utara – Seatan

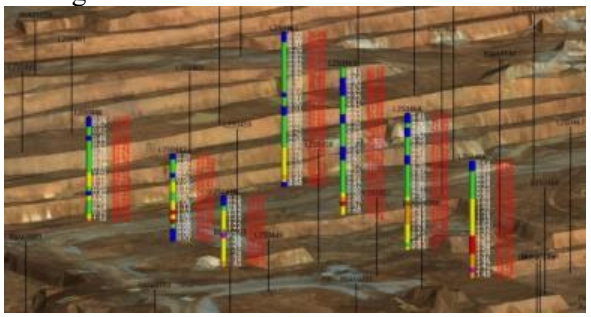
Visualisasi geologi pada level ini menunjukkan distribusi litologi seperti limonit, zona transisi, rocky saprolit, saprolit, dan bedrock, yang ditampilkan melalui penampang geologi dengan referensi topografi tanggal 15 Januari 2025. Informasi ini mendukung analisis spasial dan pengambilan keputusan dalam kegiatan produksi.

B. Data Bor Request Level 21 Selatan

Data pemboran memiliki peran yang sangat penting dalam kegiatan eksplorasi mineral karena memberikan informasi mendalam mengenai kondisi geologi bawah permukaan. Informasi tersebut mencakup karakteristik litologi, struktur geologi, dan distribusi kadar logam pada berbagai kedalaman, yang tidak dapat diamati secara langsung dari permukaan.

Dalam konteks penelitian ini, data bor dimanfaatkan untuk melakukan analisis distribusi kadar nikel (Ni) dan besi (Fe), baik secara vertikal maupun lateral, guna memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif terhadap pola penyebaran unsur logam dalam tubuh bijih. Analisis ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi zona-zona mineralisasi yang memiliki potensi ekonomis.

Sebaran titik bor pada area RL 21 Selatan Pit Lameruru memberikan kontribusi signifikan terhadap proses pemodelan geologi serta mendukung estimasi sumber daya mineral yang lebih presisi dan dapat diandalkan sebagai dasar perencanaan tambang.



Gambar 3. Sebaran Titik Bor Request Leve 21 Selatan (Sumber: Mine Geologist PT. SPR)

Berdasarkan gambar diatas data sebaran kadar dari titik bor diatas dapat dilihat pada **Tabel 2.**

Tabel 2 Data Bor *Request Level* 21 Selatan

Stasiun	HOLE_id	Y	X	Z	Ni	Fe	Ore Class
ST01	L250446-1	9634972	420296.7	21	1.38	41.54	L3
ST02	L250446-2	9634972	420296.7	21	1.11	47.32	L1
ST03	L250446-3	9634972	420296.7	21	0.9	48.53	L1
ST01	L250447-1	9634966	420273.3	21	0.57	29.68	S0
ST02	L250447-2	9634966	420273.3	21	0	0	S0
ST03	L250447-3	9634966	420273.3	21	0	0	S0
ST01	L250448-1	9634968	420245.1	21	1.43	44.81	L3
ST02	L250448-2	9634968	420245.1	21	1.1	43.8	L1
ST03	L250448-3	9634968	420245.1	21	1.29	44.1	L2
ST01	L250462-1	9634921	420229.8	21	1.01	34.26	L1
ST02	L250462-2	9634921	420229.8	21	1.33	30.43	L3
ST03	L250462-3	9634921	420229.8	21	1.01	49.93	L1
ST01	L250463-1	9634923	420273.5	21	1.08	31.32	L1
ST02	L250463-2	9634923	420273.5	21	1.24	34.51	L2
ST03	L250463-3	9634923	420273.5	21	1.67	43.34	L4
ST01	L250464-1	9634923	420248.4	21	1.18	51.22	L1
ST02	L250464-2	9634923	420248.4	21	1.27	51.92	L2
ST03	L250464-3	9634923	420248.4	21	1.24	45.88	L2
ST01	L250465-1	9634924	420223.1	21	1.46	41.7	L3
ST02	L250465-2	9634924	420223.1	21	1.37	42.34	L3
ST03	L250465-3	9634924	420223.1	21	1.58	42.25	L4

C. Data *Channel Sampling*

Sampel hasil channel sampling dianalisis di laboratorium perusahaan melalui beberapa tahapan untuk memastikan keakuratan data kadar unsur. Tahapan pertama adalah preparasi basah, yang bertujuan mengurangi kadar air dan homogenisasi sampel. Sampel dikeringkan pada suhu 105–110°C selama 18–20 jam, kemudian dihancurkan menggunakan jaw crusher.

Selanjutnya dilakukan preparasi kering, dimulai dengan penghalusan menggunakan roll crusher dan pengurangan jumlah sampel dengan metode riffle divider. Sampel yang telah direduksi selanjutnya dihaluskan dengan pulverizer, kemudian disaring menggunakan ayakan 70 dan 200 mesh, dan dilakukan pengadukan untuk memastikan homogenitas. Sampel kemudian dibagi ke dalam beberapa wadah sebagai bahan analisis dan arsip.

Tahap berikutnya adalah pembuatan koin sampel. Sebanyak 10 gram bubuk sampel dipres menjadi bentuk koin homogen untuk dianalisis. Analisis kimia dilakukan menggunakan alat X-Ray Fluorescence (XRF) tipe Bruker S2 PUMA, untuk menentukan kadar unsur Ni, Fe, Co, SiO_2, MgO, CaO, dan Al_2O_3. Proses ini menghasilkan data kandungan unsur secara akurat sebagai dasar evaluasi kualitas bijih nikel.

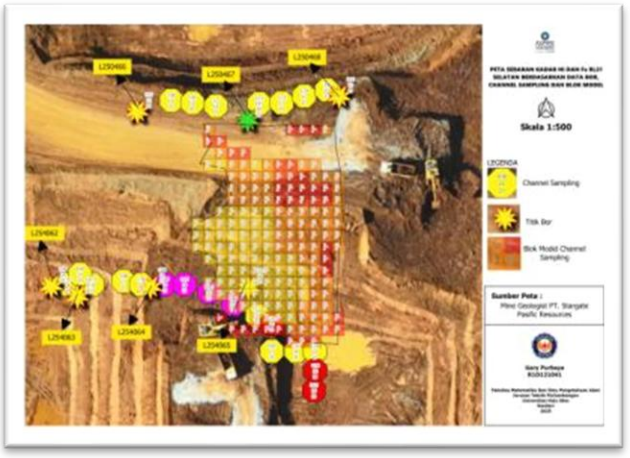
Berikut merupakan data channel sampling hasil analisis laboratorium pada pit lameruru di request level 21S, dapat dilihat pada **Tabel 3** berikut.

Tabel 3 Hasil *Channel Sampling Request Level* 21 Selatan

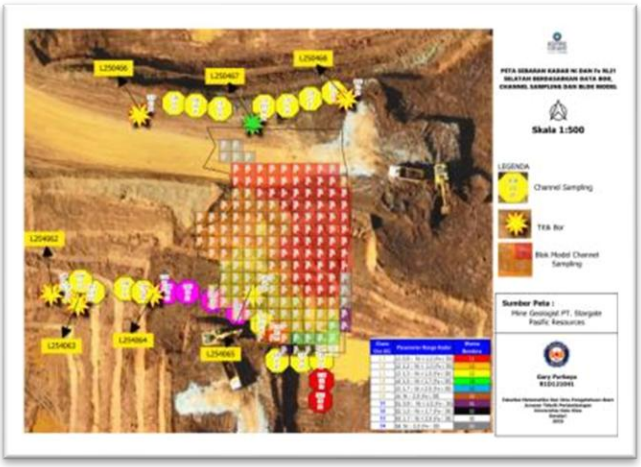
Kode Sampel	x	y	z	ni	fe	Ore Class
LAM CS/P1/B21S/3517-1	420370.6	9634761	21	0.87	41.87	L0
LAM CS/P1/B21S/3517-2	420370.6	9634761	21	0.87	41.92	L0
LAM CS/P1/B21S/3517-3	420370.6	9634761	21	0.87	41.93	L0
LAM CS/P1/B21S/3518-1	420243.1	9634921	21	0.86	41.92	L0
LAM CS/P1/B21S/3518-2	420243.1	9634921	21	0.87	41.88	L0
LAM CS/P1/B21S/3518-3	420243.1	9634921	21	0.88	41.89	L0
LAM CS/P1/B21S/3519-1	420249.2	9634921	21	0.87	41.85	L0
LAM CS/P1/B21S/3519-2	420249.2	9634921	21	0.87	41.98	L0
LAM CS/P1/B21S/3519-3	420249.2	9634921	21	0.88	41.83	L0
LAM CS/P1/B21S/3520-1	420254.2	9634921	21	0.86	41.87	L0
LAM CS/P1/B21S/3520-2	420254.2	9634921	21	0.87	41.86	L0
LAM CS/P1/B21S/3520-3	420254.2	9634921	21	0.87	41.87	L0
LAM CS/P1/B21S/3521-1	420260.5	9634919	21	0.86	41.84	L0
LAM CS/P1/B21S/3521-2	420260.5	9634919	21	0.87	41.83	L0
LAM CS/P1/B21S/3521-3	420260.5	9634919	21	0.85	41.89	L0
LAM CS/P1/B21S/3522-1	420266.7	9634916	21	0.87	41.86	L0
LAM CS/P1/B21S/3522-2	420266.7	9634916	21	0.87	41.82	L0
LAM CS/P1/B21S/3522-3	420266.7	9634916	21	0.86	41.91	L0
LAM CS/P1/B21S/3523-1	420272.8	9634913	21	1.08	44.2	L1
LAM CS/P1/B21S/3523-2	420272.8	9634913	21	1.1	44.23	L1
LAM CS/P1/B21S/3523-3	420272.8	9634913	21	1.09	44.14	L1
LAM CS/P1/B21S/3524-1	420276.5	9634911	21	1.73	41.77	S1
LAM CS/P1/B21S/3524-2	420276.5	9634911	21	1.69	40.84	L4
LAM CS/P1/B21S/3524-3	420276.5	9634911	21	1.75	41.74	S1
LAM CS/P1/B21S/3525-1	420276.5	9634904	21	0.91	33.6	L1
LAM CS/P1/B21S/3525-2	420276.5	9634904	21	0.92	34.11	L1
LAM CS/P1/B21S/3525-3	420276.5	9634904	21	0.92	34.75	L1
LAM CS/P1/B21S/3526-1	420282.7	9634904	21	1.6	39.49	L4
LAM CS/P1/B21S/3526-2	420282.7	9634904	21	1.59	39.43	L4
LAM CS/P1/B21S/3526-3	420282.7	9634904	21	1.6	39.52	L4
LAM CS/P1/B21S/3527-1	420287.5	9634904	21	1.28	32.01	L2
LAM CS/P1/B21S/3527-2	420287.5	9634904	21	1.29	32.03	L2
LAM CS/P1/B21S/3527-3	420287.5	9634904	21	1.29	32.04	L2
LAM CS/P1/B21S/3528-1	420287.6	9634899	21	1.67	29.4	S4
LAM CS/P1/B21S/3528-2	420287.6	9634899	21	1.68	29.72	S4
LAM CS/P1/B21S/3528-3	420287.6	9634899	21	1.74	29.96	S2
LAM CS/P1/B21S/3529-1	420287.3	9634894	21	3.21	20.75	S5
LAM CS/P1/B21S/3529-2	420287.3	9634894	21	3.18	20.74	S5
LAM CS/P1/B21S/3529-3	420287.3	9634894	21	3.2	20.7	S5
LAM/CS/P1/21S/3083-1	420238.6	9634922	21	1.09	37.26	L1
LAM/CS/P1/21S/3083-2	420238.6	9634922	21	1.09	37.38	L1
LAM/CS/P1/21S/3083-3	420238.6	9634922	21	1.08	37.3	L1
LAM/CS/P1/B18S/3655-1	420224.3	9634921	21	1.52	39.52	L4
LAM/CS/P1/B18S/3655-2	420224.3	9634921	21	1.51	39.76	L4
LAM/CS/P1/B18S/3655-3	420224.3	9634921	21	1.51	39.74	L4
LAM/CS/P1/B18S/3656-1	420230.6	9634921	21	1.62	40.9	L4
LAM/CS/P1/B18S/3656-2	420230.6	9634921	21	1.62	40.96	L4
LAM/CS/P1/B18S/3656-3	420230.6	9634921	21	1.61	40.87	L4
LAM CS/P1/B21S/3345-1	420243.1	9634921	21	0.95	49.46	L1
LAM CS/P1/B21S/3345-2	420243.1	9634921	21	1.02	52.87	L1
LAM CS/P1/B21S/3345-3	420243.1	9634921	21	1.18	50.7	L1
LAM CS/P1/B21S/3346-1	420227.4	9634924	21	0.96	47.39	L1
LAM CS/P1/B21S/3346-2	420227.4	9634924	21	0.95	46.57	L1
LAM CS/P1/B21S/3346-3	420227.4	9634924	21	0.94	46.35	L1
LAM CS/P1/B21S/3347-1	420415.2	9635291	21	2.38	35.17	S3
LAM CS/P1/B21S/3347-2	420415.2	9635291	21	2.1	34.91	S3
LAM CS/P1/B21S/3347-3	420415.2	9635291	21	2.41	30.69	S3
LAM CS/P1/B21S/3348-1	420250.8	9634968	21	1.37	41.3	L3
LAM CS/P1/B21S/3348-2	420250.8	9634968	21	1.35	41.24	L3
LAM CS/P1/B21S/3348-3	420250.8	9634968	21	1.38	41.32	L3
LAM CS/P1/B21S/3349-1	420256.2	9634967	21	1.42	39.51	L3
LAM CS/P1/B21S/3349-2	420256.2	9634967	21	1.46	39.69	L3
LAM CS/P1/B21S/3349-3	420256.2	9634967	21	1.45	39.9	L3
LAM CS/P1/B21S/3350-1	420262.2	9634967	21	1.3	40.21	L3
LAM CS/P1/B21S/3350-2	420262.2	9634967	21	1.3	40	L3
LAM CS/P1/B21S/3350-3	420262.2	9634967	21	1.31	40.28	L3
LAM CS/P1/B21S/3351-1	420273.3	9634967	21	1.18	40.11	L1
LAM CS/P1/B21S/3351-2	420273.3	9634967	21	1.19	40.68	L1
LAM CS/P1/B21S/3351-3	420273.3	9634967	21	1.17	40.28	L1
LAM CS/P1/B21S/3352-1	420279	9634967	21	1.14	41.36	L1
LAM CS/P1/B21S/3352-2	420279	9634967	21	1.11	41.08	L1
LAM CS/P1/B21S/3352-3	420279	9634967	21	1.12	41.1	L1
LAM CS/P1/B21S/3353-1	420284.8	9634969	21	1.15	41.18	L1
LAM CS/P1/B21S/3353-2	420284.8	9634969	21	1.14	41.25	L1
LAM CS/P1/B21S/3353-3	420284.8	9634969	21	1.13	41.09	L1
LAM CS/P1/B21S/3354-1	420290.5	9634971	21	1.08	40.86	L1
LAM CS/P1/B21S/3354-2	420290.5	9634971	21	1.09	40.96	L1
LAM CS/P1/B21S/3354-3	420290.5	9634971	21	1.1	40.95	L1

D. Pengolahan Data Kadar Nikel (Ni) dan Besi (Fe) Berdasarkan Data Blok Model, *Channel Sampling*, dan Blok Model *Channel Sampling*

Penelitian ini menganalisis kadar nikel (Ni) dan besi (Fe) menggunakan tiga pendekatan: blok model eksplorasi, data channel sampling, dan blok model berbasis channel sampling pada area RL 21 Selatan, Pit Lameruru. Tujuannya adalah mengevaluasi kesesuaian distribusi kadar dan menilai akurasi estimasi model terhadap kondisi lapangan. Data diolah melalui analisis statistik dan visualisasi spasial untuk membandingkan keefektifan tiap metode dalam mendukung kontrol kualitas dan keputusan teknis penambangan. Adapun untuk hasil pengolahan sebaran kadar nikeld dan besi dari ketiga data tersebut dapat dilihat pada **Gambar 4** dan **Gambar 5** berikut



Gambar 4 Distribusi Kadar Ni dan Fe hasil Pemodelan Blok Model, Channel Sampling dan Sebaran Data Bor



Gambar 5 Distribusi Kadar Ni dan Fe hasil Pemodelan Blok Model Channel Sampling, Channel Sampling dan Sebaran Data Bor

Penambahan data channel sampling ke dalam blok model eksplorasi pada area RL 21 Selatan menunjukkan adanya perubahan signifikan pada estimasi kadar Ni dan Fe. Rata-rata kadar Ni mengalami penurunan sebesar 0,1–0,4%, sedangkan Fe meningkat hingga 6%. Hal ini mencerminkan koreksi terhadap overestimasi pada model awal akibat resolusi data bor yang terbatas. Channel sampling, yang bersifat lebih detail dan representatif terhadap kondisi aktual pit, juga menyebabkan perubahan klasifikasi bijih, termasuk pergeseran dari limonit ke saprolit, serta identifikasi ulang sebagai material waste.

Selain itu, pemutakhiran model turut memengaruhi batas spasial geologi operasional, yang berdampak pada perencanaan penambangan harian dan distribusi bijih ke stockpile. Ketidaktepatan dalam batas dan klasifikasi dapat menimbulkan inefisiensi produksi, kesalahan pencampuran material, hingga gangguan proses pengolahan. Oleh karena itu, pembaruan blok model secara berkala dengan data channel sampling penting untuk meningkatkan akurasi estimasi, optimasi operasi tambang, dan efisiensi ekonomi.

Tabel 4 Hasil Analisis Kadar Ni dan Fe Boundry Harian Penambangan Berdasarkan Blok Model

Class Ore LIM	Parameter Range Kadar	Volume (BCM)	Tonnage (Ton)	ni	fe
L0	L0: Ni < 0.9 (Fe > 30)	1	1	0.88	35.65
L1	L1: 0.9 ≤ Ni < 1.2 (Fe ≥ 30)	681	1,001	1.13	40.20
L2	L2: 1.2 ≤ Ni < 1.3 (Fe ≥ 30)	1,337	1,966	1.25	43.43
L3	L3: 1.3 ≤ Ni < 1.5 (Fe ≥ 30)	1,031	1,516	1.38	42.83
L4	L4: 1.5 ≤ Ni < 1.7 (Fe ≥ 30)	-	-	0.00	0.00
	Total Ore LIM	**3,049**	**4,483**	**1.27**	**42.50**

Class Ore	Parameter Range Kadar	Volume (BCM)	Tonnage (Ton)	ni	fe
S0	S0: Ni < 0.9 (Fe > 30)	-	-	0.00	0.00
S1	S1: 1.7 ≤ Ni < 2.0 (Fe ≥ 30)	-	-	0.00	0.00
S2	S2: 1.7 ≤ Ni < 2.0 (Fe < 30)	-	-	0.00	0.00
S3	S3: Ni ≥ 2.0 (Fe ≥ 30)	-	-	0.00	0.00
S4	S4: 1.5 ≤ Ni < 1.7 (Fe < 30)	-	-	0.00	0.00
S5	S5: Ni ≥ 2.0 (Fe < 30)	-	-	0.00	0.00
S6	S6: 0.9 ≤ Ni < 1.5 (Fe < 30)	-	-	0.00	0.00
	Total SAP	**-**	**-**	**0.00**	**0.00**

Summary	Volume	Tonage	ni	fe
Total OB/Quarry	**1**	**1**	**0.88**	**35.65**
Total ORE	**3,049**	**4,483**	**1.27**	**42.50**
LIM	3,049	4,483	1.27	42.50
SAP	-	-	-	-

Total Material	**3,050**	**4,484**
SR	**0.00**	**0.00**

Setelah dilakukan rekonsiliasi data aktual penambangan pada RL 21 Selatan menggunakan blok model awal, proses serupa dilakukan terhadap blok model yang telah diperbarui dengan data channel sampling (blok model grade control). Data hasil rekonsiliasi kemudian diproses menggunakan QGIS dan disusun ke dalam format laporan grade control harian sesuai standar perusahaan, mencakup volume, tonase, klasifikasi ore, serta kadar unsur Ni dan Fe. Hasil ini memberikan gambaran akurasi estimasi blok model terhadap kondisi lapangan, sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel 5.**

Tabel 5 Hasil Analisis Kadar Ni dan Fe *Boundry* Harian Penambangan Berdasarkan Blok Model *Channel Sampling*

Class Ore LIM	Parameter Range Kadar	Volume (BCM)	Tonnage (Ton)	ni	fe
L0	L0: Ni < 0.9 (Fe > 30)	5	10	0.87	30.57
L1	L1: 0.9 ≤ Ni < 1.2 (Fe ≥ 30)	1,665	2,448	1.10	38.86
L2	L2: 1.2 ≤ Ni < 1.3 (Fe ≥ 30)	694	1,020	0.26	41.11
L3	L3: 1.3 ≤ Ni < 1.5 (Fe ≥ 30)	713	1,049	0.00	40.26
L4	L4: 1.5 ≤ Ni < 1.7 (Fe ≥ 30)	80	118	0.00	34.56
	Total Ore LIM	**3,153**	**4,634**	**0.64**	**39.56**

Class Ore	Parameter Range Kadar	Volume (BCM)	Tonnage (Ton)	ni	fe
S0	S0: Ni < 0.9 (Fe > 30)	46	83	0.80	22.41
S1	S1: 1.7 ≤ Ni < 2.0 (Fe ≥ 30)	3	5	0.00	30.71
S2	S2: 1.7 ≤ Ni < 2.0 (Fe < 30)	15	27	0.00	27.31
S3	S3: Ni ≥ 2.0 (Fe ≥ 30)	-	-	0.00	0.00
S4	S4: 1.5 ≤ Ni < 1.7 (Fe < 30)	23	33	0.00	28.48
S5	S5: Ni ≥ 2.0 (Fe < 30)	-	-	0.00	0.00
S6	S6: 0.9 ≤ Ni < 1.5 (Fe < 30)	174	248	0.62	26.40
	Total SAP	**215**	**307**	**0.50**	**26.75**

Summary	Volume	Tonage	ni	fe
Total OB/Quarry	**52**	**93**	**0.80**	**23.26**
Total ORE	**3,368**	**4,942**	**0.63**	**38.75**
LIM	3,153	4,634	0.64	39.56
SAP	215	307	0.50	26.75

Total Material	**3,419**	**5,035**
SR	**0.02**	**0.02**

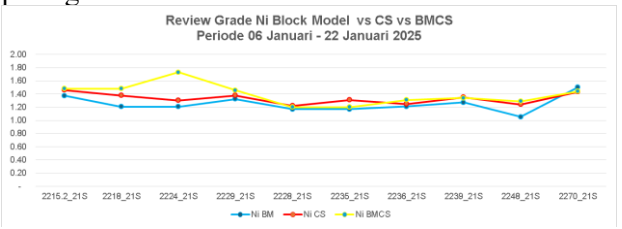
Setelah didapatkan data hasil rekonsiliasi aktual penambangan dengan data blok model dan data hasil rekonsiliasi aktual penambangan dengan menggunakan blok model *channel sampling* selanjutnya adalah memasukan data - data tersebut kedalam rekonsiliasi bulanan. Setelah itu kemudian diambil data-data tumpukan (*stockpile*) pada request level 21 selatan pada kurun waktu 1 bulan yakni pada 01 Januari-31 Januari 2025 dimana data ini diambil dari database perusahaan.

Selanjutnya data data tersebut kemudian dibuat dalam bentuk grafik perbandingan untuk memudahakan dalam menganalisis deviasi dari setiap data yang telah di analisis, Dimana grafik perbandingan kadar nikel dan besi dari data yang telah didapatkan dapat dilihat pada tabel **Tabel 6** dan grafik dibawah ini.

Tabel 6 Data Kadar Ni Stockfile dari Loading Point Request Level 21 Selatan Berdasarkan Data Blok Model, Channel Sampling dan Blok Model Channel Sampling

Kode Stockpile	2215.2_21S	2218_21S	2224_21S	2229_21S	2228_21S	2235_21S	2236_21S	2239_21S	2246_21S	2270_21S
Ni BM	1.37	1.21	1.21	1.32	1.17	1.17	1.21	1.27	1.05	1.5
Ni CS	1.46	1.38	1.30	1.38	1.22	1.31	1.25	1.35	1.24	1.43
Ni BMCS	1.48	1.48	1.73	1.46	1.2	1.2	1.31	1.34	1.29	1.44

Berdsarkan data pada tabel diatas maka perbandingan antara data-data diatas dimodelkan pada grafik berikut ini



Gambar 6 Grafik Perbandingan Kadar Ni Berdasarkan Data Blok Model, Channel Sampling dan Blok Model Channel Sampling

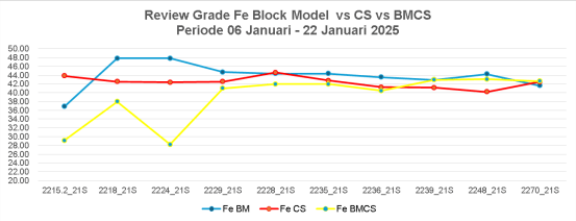
Analisis perbandingan kadar nikel (Ni) dari blok model eksplorasi (BM), channel sampling (CS), dan blok model berbasis channel sampling

(BMCS) menunjukkan fluktuasi nilai yang mencerminkan heterogenitas geologi endapan nikel laterit. Ketidaksesuaian ini disebabkan oleh perbedaan resolusi data—data bor eksplorasi dengan jarak 25 m memiliki ketelitian lebih rendah dibanding channel sampling yang diambil setiap 6 m. Sebagai contoh, kadar Ni pada unit 2215.2_18S menurun dari 1,37% (BM) menjadi 1,19% (CS dan BMCS), mengindikasikan potensi overestimasi pada model awal. Deviasi ini berpengaruh terhadap klasifikasi ore, perencanaan produksi, dan mutu pengapalan. Selain itu, analisis kadar Fe menunjukkan perbedaan klasifikasi ore class (limonit dan saprolit) yang berdampak pada strategi distribusi bijih. Untuk meningkatkan akurasi data, validasi seperti ramp sampling dan evaluasi prosedur channel sampling perlu dilakukan secara berkala, guna memastikan kesesuaian antara model dan kondisi lapangan.

Tabel 7 Data Kadar Fe Stockfile dari Loading Point Request Level 21 Selatan Berdasarkan Data Blok Model, Channel Sampling dan Blok Model Channel Sampling

Kode Stockpile	2215.2_21S	2218_21S	2224_21S	2229_21S	2228_21S	2235_21S	2236_21S	2239_21S	248_21	2270_21S
Fe BM	36.83	47.82	47.82	44.69	44.34	44.34	43.54	42.90	44.22	41.6
Fe CS	43.82	42.53	42.39	42.53	44.6	42.77	41.27	41.17	40.21	42.46
Fe BMCS	29.14	37.99	28.19	41.00	41.95	41.95	40.43	42.94	43.06	42.61

Berdsarkan data pada tabel diatas maka perbandingan antara data-data diatas dimodelkan pada grafik berikut ini.



Gambar 7 Grafik Perbandingan Kadar Fe Berdasarkan Data Blok Model, Channel Sampling dan Blok Model Channel Sampling

Dalam evaluasi kualitas endapan nikel laterit, kadar Besi (Fe) menjadi parameter penting selain Nikel (Ni), karena berpengaruh pada klasifikasi ore, proses pengolahan, dan spesifikasi pengapalan. Analisis terhadap beberapa stockpile menunjukkan fluktuasi kadar Fe antara data Blok Model Eksplorasi (BM), Channel Sampling (CS), dan Blok Model Channel Sampling (BMCS). Contohnya pada stockpile 2218.6_21S, kadar Fe berturut-turut tercatat sebesar 47,82% (BM), 42,39% (CS), dan 28,19% (BMCS). Deviasi ini mengindikasikan kemungkinan overestimasi kadar pada BM dan CS, serta menunjukkan bahwa BMCS yang berbasis data aktual lebih merepresentasikan kondisi lapangan.

Deviasi disebabkan oleh perbedaan resolusi data (jarak sampling), heterogenitas litologi endapan, selektivitas penambangan, serta pergeseran klasifikasi ore class. Kadar Fe yang akurat penting untuk menghindari kesalahan klasifikasi material dan potensi kerugian ekonomi. Oleh karena itu, langkah korektif seperti ramp sampling, evaluasi prosedur pengambilan dan pengolahan sampel, pembaruan model secara dinamis, serta peningkatan kompetensi teknis petugas lapangan perlu diterapkan untuk menjamin keakuratan data dan efektivitas pengelolaan produksi.

E. Analisis Regresi dan Korelasi

Analisis regresi dan korelasi dilakukan untuk mengevaluasi hubungan antara data channel sampling dan blok model. Korelasi digunakan untuk mengukur kekuatan dan arah hubungan antar data, sedangkan regresi bertujuan memodelkan hubungan fungsional dan memprediksi nilai satu variabel berdasarkan variabel lainnya. Analisis ini juga digunakan untuk mengidentifikasi deviasi yang signifikan sebagai dasar penyesuaian model blok agar lebih representatif terhadap kondisi aktual di lapangan dan mendukung pengambilan keputusan teknis secara lebih akurat.

1. Analisis Regresi

- **Analisis Regresi Kadar Nikel (Ni)**

Analisis regresi kadar nikel dilakukan dengan membandingkan data kadar nikel yang diperoleh dari data blok model (BM) dengan data kadar nikel yang diperoleh dari data blok model setelah ditambahkan channel sampling (BMCS). Hal ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara variabel-variabel yang terkait dengan data hasil data BM dan BMCS. Adapun perhitungannya dapat dilihat sebagai berikut

Tabel 8 Data Kadar Ni BM dan Ni BMCS

Kode *Stockfile*	Ni BM	Ni BMCS
LAM-S4/LIM/PANEL 1/21S/2215.2	1.37	1.48
LAM-S3/LIM/PANEL 1/21S/2218	1.21	1.48
LAM-S3/SAP/PANEL 1/21S/2224	1.21	1.73
LAM-S2/LIM/PANEL 1/21S/2229	1.32	1.46
LAM-S3/LIM/PANEL 1/21S/2228	1.17	1.2
LAM-S4/LIM/PANEL 1/21S/2235	1.17	1.2
LAM-S4/LIM/PANEL 1/21S/2235	1.21	1.31
LAM-S4/LIM/PANEL 1/21S/2239	1.27	1.34
LAM-S4/LIM/PANEL 1/21S/2248	1.05	1.29
LAM-S5/LIM/PANEL 1/21S/2270	1.5	1.44

Dengan menggunkan persamaan nilai b dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut.

$$b = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{10(17.45) - (12.48)(13.93)}{10(15.71) - (12.48)^2} = \frac{0.6536}{1.3496} = 0.5$$

Nilai a dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n};\ \bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$
$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = \frac{13.93}{10} = 1.393 = 1.4$$
$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{12.48}{10} = 1.248 = 1.2$$
$$a = \bar{Y} - b\bar{X} = 1.4 - ((0.5)(1.2)) = 0.8$$

Persamaan regresi sebagai berikut:

$$Y = 0.8 + 0.5X$$

- **Analisis Regresi Kadar Besi**

Analisis regresi kadar besi dilakukan dengan membandingkan data kadar besi yang diperoleh dari data blok model (BM) dengan data kadar nikel yang diperoleh dari data blok model setelah ditambahkan channel sampling (BMCS). Hal ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara variabel-variabel yang terkait dengan data hasil data BM dan BMCS. Adapun perhitungannya dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 9 Data Kadar Fe BM dan Fe BMCS

Kode *Stockfile*	Fe BM	Fe BMCS
LAM-S4/LIM/PANEL 1/21S/2215.2	36.83	29.14
LAM-S3/LIM/PANEL 1/21S/2218	47.82	37.99
LAM-S3/SAP/PANEL 1/21S/2224	47.82	28.19
LAM-S2/LIM/PANEL 1/21S/2229	44.69	41.00
LAM-S3/LIM/PANEL 1/21S/2228	44.34	41.95
LAM-S4/LIM/PANEL 1/21S/2235	44.34	41.95
LAM-S4/LIM/PANEL 1/21S/2235	43.54	40.43
LAM-S4/LIM/PANEL 1/21S/2239	42.90	42.94
LAM-S4/LIM/PANEL 1/21S/2248	44.22	43.06
LAM-S5/LIM/PANEL 1/21S/2270	41.6	42.61

Dengan menggunkan persamaan nilai b dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut.

$$b = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$$
$$b = \frac{10(17069.51) - (438.10)(389.26)}{10(19281.33) - (438.10)^2} = \frac{160.3}{881.7} = 0.18$$

Nilai a dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut

$$a = \bar{Y} - b\bar{X}$$
$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n};\ \bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$
$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = \frac{1389.26}{10} = 38.9$$
$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{438.10}{10} = 43.81$$
$$a = \bar{Y} - b\bar{X} = 38.9 - ((0.18)(43.81)) = 31.01$$

Persamaan regresi sebagai berikut:

$$Y = 31.01 + 0.18X$$

2. Analisis Korelasi

- **Analisis Korelasi Kadar Nikel**

Analisis korelasi kadar nikel dilakukan dengan membandingkan data kadar nikel yang diperoleh dari data blok model (BM) dengan data kadar nikel yang diperoleh dari data blok model setelah ditambahkan channel sampling (BMCS). Hal ini bertujuan untuk mengetahui keerataan hubungan antara dua buah variable digunakan ukuran koefisien korelasi. Adapun nilai korelasi kadar nikel antara data BM dan BMCS dapat dihitung sebagai berikut.

Dengan menggunakan persamaan nilai koreasi data kadar Ni antara data BM dan BMCS dapat ditentukan sebagai berikut.

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2\ n\sum Y^2 - (\sum Y)^2}}$$
$$r = \frac{10(17.45) - ((12.48)(13.93))}{\sqrt{10(15.71) - ((12.48)^2)}\sqrt{10(19.63) - (13.93)^2}}$$
$$r = \frac{0.6036}{1.5342} = 0.39$$

Keeratan hubungan antar data kadar nikel (Ni) antara data blok model (BM) dengan data blok model *channel sampling* (BMCS) adalah 0.39 tau 39%.

- **Analisis Korelasi Kadar Besi**

Dengan menggunakan persamaan (2.13) nilai koreasi data kadar Ni antara data BM dan BM CS dapat ditentukan sebagai berikut.

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2\ n\sum Y^2 - (\sum Y)^2}}$$
$$r = \frac{10(17069.51) - ((438.10)(389.26))}{\sqrt{10(19281.33) - ((438.10)^2)}\sqrt{10(15435.87) - (389.26)^2}}$$
$$r = \frac{160.294}{1581.107} = 0.10$$

Keeratan hubungan antar data kadar nikel (Ni) antara data blok model (BM) dengan data blok model *channel sampling* (BMCS) adalah 0.10 atau 10%.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa deviasi antara kadar yang dimodelkan dalam blok model dengan kadar aktual di lapangan disebabkan oleh

beberapa faktor, seperti perbedaan jarak dan kepadatan pengambilan data, ketidaksesuaian prosedur sampling, serta kesalahan dalam preparasi dan analisis laboratorium. Rata-rata kadar nikel dari data blok model awal cenderung lebih rendah dibandingkan dengan hasil channel sampling dan data dari sample house, namun masih berada dalam batas wajar dan mencerminkan kondisi konservatif yang aman untuk perencanaan tambang. Sebaliknya, pemodelan ulang menggunakan data channel sampling menghasilkan blok model grade control dengan nilai yang lebih realistis, meskipun menunjukkan tren penurunan kadar dan perubahan tipe ore dari limonit ke saprolit. Secara keseluruhan, penambahan data channel sampling terbukti meningkatkan representasi kadar nikel di lapangan, serta mendukung validitas model blok sebagai acuan perencanaan dan pengelolaan produksi bijih nikel.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, W. (2006). Laterites : Fundamentals of chemistry, mineralogy, weathering processes an laterite formation. Itsl Inco, January, 212.

Arif, I. (2018). Nike Indonesia. PT. Gramedia Pustaka.

Asri, H. H., & Anaperta, Y. M. (2018). Metode Selective Mining untuk Antisipasi Penurunan Kadar Bijih Nikel dari Data Pemboran terhadap Realisasi Hasil Penambangan pada Blok Yudistira PT. Jurnal Bina Tambang, 3(4), 1771–1783.

Candra, R., Santi, N., & Eniyati, S. (2015). Implementasi Statistik dengan Database Mysql. Jurnal Teknologi Informasi Dinamik, 20(2), 132–139.

Chaudhuri, A. (2014). Sampling and Estimation Methods. Network and Adaptive Sampling, 7–25.

Chaussier, J B and Morer, J. (1987). Mineral Prospecting Manual. North Oxford Academic Publishers Ltd.

Dominy, S. C., Glass, H. J., O'Connor, L., Lam, C. K., Purevgerel, S., & Minnitt, R. C. A. (2018). Integrating the theory of sampling into underground mine grade control strategies. Minerals, 8(6).

Dzakir, L. O., Amir, M. K., Prianata, Y. L. O., & Kadar, M. I. (2022). Analisis Perbandingan Kadar MgO Dan SiO2 Pada Nikel Kadar Rendah di Kabupaten Kolaka dan Kabupaten Kolaka Utara. Jurnal Geomine, 10(1), 43–50.

Elias, M. (2002). Nickel laterite deposits – geological overview , resources and exploitation. Centre for Ore Deposit Research, University of Tasmania, CODES Special Publication 4, 1-24 hal.

Haldar, S. K. (2017). Platinum-Nickel-Chromium Deposits. In Platinum-Nickel-Chromium Deposits: Geology, Exploration and Reserve Base.

Heriawan, M. N., Widodo, L. E., Airlangga, E., & Rustiawan, W. (2009). Analisis Kerapatan Data Eksplorasi Dan Estimasi Pada Endapan Nikel Laterit Di Daerah Halmahera Timur. Jtm, XVI(2), 89–102.

Hustrulid, W., Kuchta, M., & Martin, R. (2013). Open Pit Mine Planning & Design 3rd Edition.

Nuryadi, Astuti, T. D., Utami, E. S., & Budiantara, M. (2017). Buku Ajar Dasar-dasar Statistik Penelitian. In Sibuku Media.

Razak, S. (2022). Analisis Perbandingan Nilai Kadar Ni-Fe Antara Blok Model Dengan Aktual Penambangan Di Pt. Stargate Pasific Resources. Jurnal Inovasi Pertambangan Dan Lingkungan, 2(1), 1–8.

Surono. (2019). Geologi Lengan Sulawesi Tenggara. In Sustainability (Switzerland) (Vol. 11, Issue 1).