Analisis Kadar Nikel dan Besi dalam Bijih Tambang: Perbandingan Sampel *Re-Check* dan *Re-Sampling* untuk Menjamin Kualitas dan Optimalisasi Proses Produksi

Analysis of Nickel and Iron Content in Mine Ore: Comparison of Re-Check and Re-Sampling Samples for Quality Assurance and Production Process Optimisation

Annisa Nur Rahmadani Pratiwi[1], Makhrani[*2], Muhammad Fawzy Ismullah Massinai[3], Tamsil Indra Gunawan[4]
[1-3] Departemen Geofisika, Universitas Hasanuddin, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia
[4] PT. Antam, Tbk. UBPN Kolaka, Sulawesi Tenggara, Indonesia
Corr Author: [*]makhranigeofisika@gmail.com

ABSTRAK

Dalam memastikan kadar bijih nikel agar dapat diproses, pengambilan sampel dilakukan dengan berbagai metode diantaranya adalah *Re-Check* dan *Re-Sampling*. Dalam penelitian ini, dilakukan analisis kadar nikel (Ni) dan besi (Fe) dalam bijih tambang menggunakan metode *Re-Check* dan *Re-Sampling*. Hasil uji XRF menunjukkan bahwa kadar rata-rata Ni pada sampel *Re-Check* Tambang Utara adalah 1,95%, sedangkan Tambang Tengah adalah 2,02%. Kadar rata-rata Fe pada sampel *Re-Check* Tambang Utara adalah 15,56%, sementara Tambang Tengah adalah 11,75%. Sementara itu, pada sampel *Re-Sampling*, kadar rata-rata Ni Tambang Utara adalah 1,80%, dan Tambang Tengah adalah 1,86%. Kadar rata-rata Fe pada sampel *Re-Sampling* Tambang Utara adalah 17,87%, sedangkan Tambang Tengah adalah 11,05%. Penelitian ini mengungkap perbedaan signifikan antara Tambang Utara dan Tambang Tengah, dengan Tambang Tengah menunjukkan kadar Ni yang cenderung tinggi dan kadar Fe yang rendah dibandingkan dengan Tambang Utara. Faktor-faktor seperti topografi wilayah penambangan, lapisan zona endapan nikel laterit, posisi pengotor (*waste*) terhadap badan bijih dalam kegiatan produksi, penyebaran bijih yang bersifat heterogen, dan landasan *stockyard* memengaruhi perbedaan kadar Ni dan Fe. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi penting untuk menjamin kualitas kadar Ni dan Fe serta mengoptimalkan proses produksi dan distribusi bijih, khususnya dalam konteks industri pertambangan.

Kata-kata kunci*:* Besi (Fe), Nikel (Ni), Produksi dan Distribusi Bijih, *Re-Check*, *Re-Sampling.*

ABSTRACT

In ensuring the nickel ore content for processing, sampling is conducted through various methods, including Re-Check and Re-Sampling. In this study, the levels of nickel (Ni) and iron (Fe) in mine ore were analysed using the Re-Check and Re-Sampling methods. The XRF test results showed that the average Ni content in the North Mine Re-Check sample was 1.95%, while the Central Mine was 2.02%. The average Fe content of the North Mine Re-Check sample was 15.56%, while that of the Central Mine was 11.75%. Meanwhile, in the Re-Sampling samples, the average Ni content of the North Mine was 1.80%, and that of the Central Mine was 1.86%. The average Fe content of the North Mine Re-Sampling sample was 17.87%, while that of the Central Mine was 11.05%. This study revealed significant differences between the North Mine and the Middle Mine, with the Middle Mine showing a higher Ni content and lower Fe content compared to the North Mine. Factors such as the topography of the mining area, the layering of nickel laterite deposit zones, the position of waste relative to the ore body in production, the heterogeneous distribution of ore, and the stockyard foundation affect the difference in Ni and Fe grades. The results of this study can be an important reference for ensuring the quality of Ni and Fe content and optimising the ore production and distribution process, especially in the context of the mining industry.

Keywords: Iron (Fe), Nickel (Ni), Ore Production and Distribution, Re-Check, Re-Sampling.

Published by: Mining Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Lambung Mangkurat
This is an open access article under the CCBYND license https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
©2025, Geosapta

PENDAHULUAN

Industri pertambangan nikel merupakan sektor krusial dalam menyediakan bahan baku penting bagi berbagai aplikasi industri. Indonesia memiliki potensi besar dalam sumber daya nikel, terutama bijih nikel laterit. Cadangan bijih nikel laterit di Indonesia mencapai 12% dari total cadangan nikel dunia dan tersebar di berbagai wilayah, seperti Pulau Sulawesi, Maluku, dan pulau-pulau kecil di sekitarnya (1).

Sulawesi Tenggara khususnya di PT. Antam, Tbk UBPN Kolaka beroperasi memiliki sumber daya mineral yaitu bijih nikel. Perusahaan ini merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang pengolahan bijih nikel berjenis nikel laterit dengan visi menjamin kualitas bijih nikel menjadi produk *Feronikel* (FeNi) yang umumnya dimanfaatkan sebagai komponen dalam pembuatan baja anti karat (*stainless steel*) (2). Untuk memastikan kualitas bijih nikel yang dapat diolah secara optimal, analisis kadar nikel (Ni) dan besi (Fe) menjadi aspek yang sangat penting dalam kegiatan penambangan. Dalam memastikan hal tersebut, pengambilan sampel dilakukan dengan berbagai metode diantaranya adalah *Re-Check* dan *Re-Sampling*.

Re-Check merupakan proses pengambilan sampel yang dilakukan di *stockyard* penambangan dengan tujuan pengambilan sampel tersebut untuk memastikan kadar nikel yang diproduksi sesuai dengan COG (*Cut Off Grade*). *Re-*

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v11i1.18915

Sampling dalam proses pertambangan nikel merupakan proses pengambilan ulang sampel untuk melakukan pengecekan atau memastikan kembali hasil analisa dari sampel *Re-Check* dengan kualitas kadar yang sesuai dalam kategori HG (*High Grade*) dan pengambilan sampel nya dilakukan di *stockyard*.

Pada saat hasil analisa sampel *Re-Check* keluar, kadar Ni akan dikategorikan menjadi HGSO (*High Grade Saprolite Ore*) kadar Ni ≥ 1.8% untuk kebutuhan umpan pabrik (yang akan diolah menjadi produk Feronikel), LGSO (*Low Grade Saprolite Ore*) kadar Ni dalam range 1.7%-1.79% untuk penjualan domestik, MNP (*Material Non Produksi*) kadar Ni < 1.50% untuk pembuatan jalan. Untuk kadar Ni > 2.0% akan dipertimbangkan dengan melihat kadar Fe (%), karena kadar Fe yang tinggi akan mempengaruhi proses kalsinasi *rotary kiln* (proses pemisahan *ore* dengan air agar dapat diproses dalam pabrik FeNi) (3).

Adapun untuk bijih dengan kadar Ni > 2,0% akan mempertimbangkan kadar Fe dari bijih tersebut. Apabila Fe < 15% maka tergolong kedalam HGSO dan jika Fe > 15% maka tergolong kedalam LGSO (3).

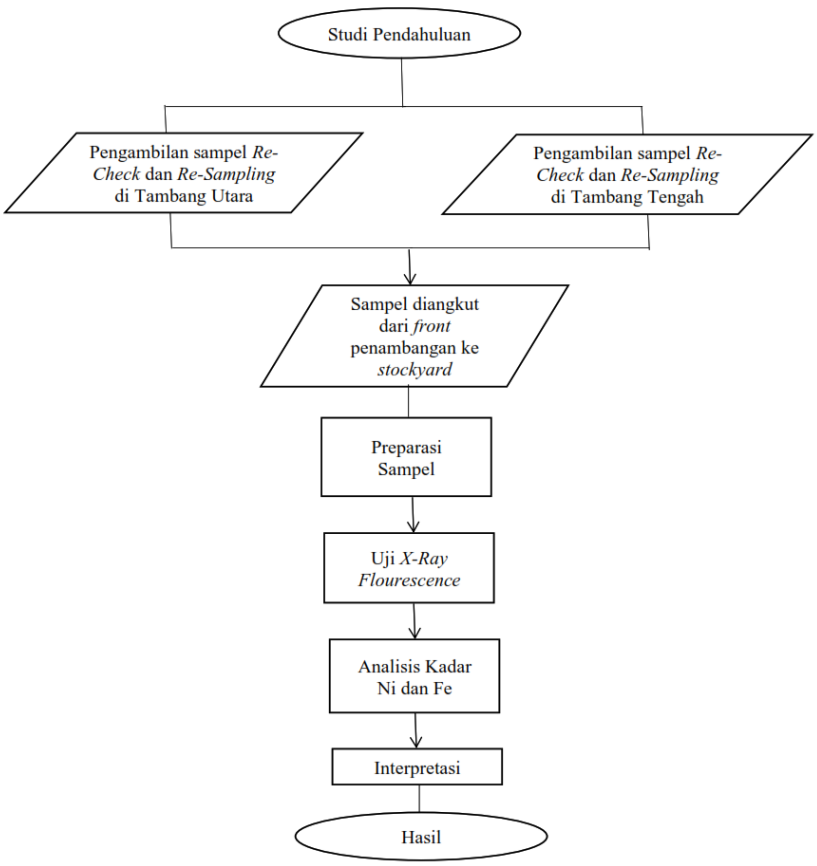
Informasi mengenai nilai kadar bijih nikel dapat diperoleh melalui analisis sampel menggunakan metode XRF (*X-Ray Flourescence*) (4,5). Menurut penelitian Kusuma dkk (6) dilakukan pengujian laboratorium dengan metode analisa XRF (*X-Ray Fluorescence*) menunjukkan unsur Ni (nikel) tinggi di zona saprolit, sedangkan unsur Fe (besi) tinggi berada di zona limonit, dengan demikian metode XRF tentu sangat efektif dalam membaca unsur suatu sampel.

Pada proses penambangan di PT. Antam Tbk, UBPN Kolaka seringkali terdapat permasalahan seperti adanya perbedaan hasil analisa kadar HG (*High Grade*) khususnya untuk kadar Ni dan Fe pada sampel *Re-Check* dan *Re-Sampling*, jika tidak teratasi maka akan menghambat proses pengolahan bijih dalam pabrik FeNi (*Feronikel*). Oleh karena itu penelitian ini dilakukan dengan untuk mengetahui perbandingan kadar Ni-Fe dan faktor penyebab terjadinya perbedaan kadar HG (*High Grade*), berdasarkan hasil analisis XRF (*X-Ray Fluorescence*) sampel *Re-Check* dan *Re-Sampling* di Tambang Utara dan Tambang Tengah PT. Antam, Tbk UBPN Kolaka serta menganalsis faktor-faktor penyebab adanya perbedaan hasil analisis tersebut.

Dengan menggali lebih dalam tentang perbedaan ini, penelitian ini berpotensi memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan kualitas dan efisiensi produksi nikel. Hasil-hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi pedoman berharga dalam pengambilan keputusan untuk optimalisasi proses produksi dan distribusi bijih, memberikan dampak positif bagi industri pertambangan nikel pada umumnya dan bagi PT. Antam, Tbk UBPN Kolaka pada khususnya.

METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Antam, Tbk UBPN Kolaka, Sulawesi Tenggara. Pengambilan data primer yaitu sampel *Re-Sampling* yang diambil di *stockyard* dan analisis XRF berjumlah 19 sampel. Sedangkan data sekunder yaitu data sampel *Re-Check* berupa hasil analisis XRF dalam bentuk data tabulasi. Alur penelitian ditampiilkan pada **Gambar-1**.



http://dx.doi.org/10.20527/jg.v11i1.18915

HASIL DAN DISKUSI

Hasil Analisa Kadar Ni *Re-Check*

Berdasarkan analisis menggunakan XRF (*X-ray Fluorescence*) diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel-1. Hasil Analisa *Re-Check* Kadar Ni dan Fe Pada Tambang Utara.

Sampel	Tonase (WMT)	Analisa Unsur (%) Ni	Fe
EVR01	111	1,91	21,05
EVR02	111	1,93	11,48
EVR03	110	1,93	16,22
WRG01	93	1,99	13,57
WRG02	97	1,94	15,46
WRG03	84	1,95	15,89
WRG04	107	1,97	15,74
WRG05	97	1,96	14,72
Rata-rata	811	1,95	15,56

Pada Tambang Utara memiliki dua bukit penambangan yaitu EVR dan WRG. **Tabel-1** menunjukkan hasil analisa unsur sampel *Re-Check* Tambang Utara menunjukkan bahwa pada kode *sample* EVR01 dengan tonase 111 WMT memiliki kadar Ni yaitu 1,91% dan kadar Fe yaitu 21,05%. Sedangkan pada kode *sample* WRG01 dengan tonase 93 WMT memiliki kadar Ni yaitu 1,99% dan kadar Fe yaitu 13,5%. Sehingga diperoleh rata-rata tonase yaitu 811 WMT, rata-rata kadar Ni yaitu 1,95%, dan rata-rata kadar Fe yaitu 15,56%. Ini termasuk dalam kategori HGSO (*High Grade Saprolite Ore*) karena kadarnya ≥ 1,8%. sesuai dengan spesifikasi pabrik.

Tabel-2. Hasil Analisa *Re-Check* Kadar Ni dan Fe Pada Tambang Tengah.

Sampel	Tonase (WMT)	Analisa Unsur (%) Ni	Fe
BTG01	120	2,17	11,44
BTG02	121	1,85	12,44
CPT01	121	1,93	12,45
CPT02	122	2,08	11,27
CPT03	121	2,06	11,39
CPT04	121	2,07	11,35
CPT05	120	2,28	12,25
CPT06	120	2,00	11,52
CPT07	121	2,00	11,28
CPT08	121	1,91	11,78
CPT09	104	1,91	12,14
Rata-rata	1312	2,02	11,75

Pada Tambang Tengah memiliki dua bukit penambangan yaitu BTG dan CPT. **Tabel-2** hasil analisa unsur sampel *Re-Check* Tambang Tengah menunjukkan bahwa pada kode *sample* BTG02 tonase 121 WMT memiliki kadar Ni yaitu 1,85% dan kadar Fe yaitu 12,44%. Sedangkan pada kode *sample* CPT05 tonase 120 WMT memiliki kadar Ni yaitu 2,28% dan kadar Fe yaitu 12,25%. Sehingga diperoleh rata-rata tonase yaitu 1312 WMT, rata-rata kadar Ni yaitu 2,02%, dan rata-rata kadar Fe yaitu 11,75%. Ini termasuk dalam kategori HGSO (*High Grade Saprolite Ore*) karena kadarnya ≥ 1,8% dan kadar Fe < 15% sesuai dengan spesifikasi pabrik perbedaan kadar pada tambang utara.

Hasil Analisa Kadar Ni *Re-sampling*

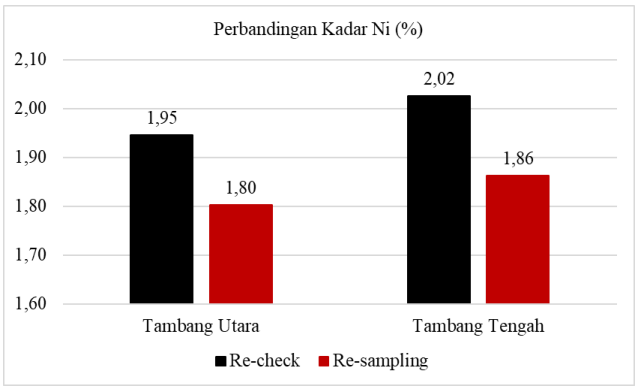
Berdasarkan analisis menggunakan XRF (*X-ray Fluorescence*) diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel-3. Hasil Analisa Re-Sampling Kadar Ni dan Fe pada Tambang Utara dan Tambang Tengah.

Lokasi	Tonase (WMT)	Analisa Unsur (%) Ni	Fe
Tambang Utara	760	1,80	17,87
Tambang Tengah	1200	1,86	11,05

Tabel-3 memperlihatkan hasil analisa unsur sampel *Re-Sampling* untuk Tambang Utara menunjukkan bahwa rata-rata tonase 760 WMT, rata-rata kadar Ni yaitu 1,80%, dan rata-rata kadar Fe yaitu 17,8 %. Sedangkan untuk Tambang Tengah diperoleh rata-rata tonase 1200 WMT, rata-rata kadar Ni yaitu 1,86%, dan rata-rata kadar Fe yaitu 11,05%. Dengan demikian, sampel *Re-Sampling* tambang tengah memiliki kadar yang cenderung tinggi dibandingkan dengan Tambang Utara dan Tambang Tengah termasuk dalam kategori HGSO karena kadar Ni ≥ 1,8%.

Grafik Perbandingan Kadar Ni Tambang Utara dan Tambang Tengah

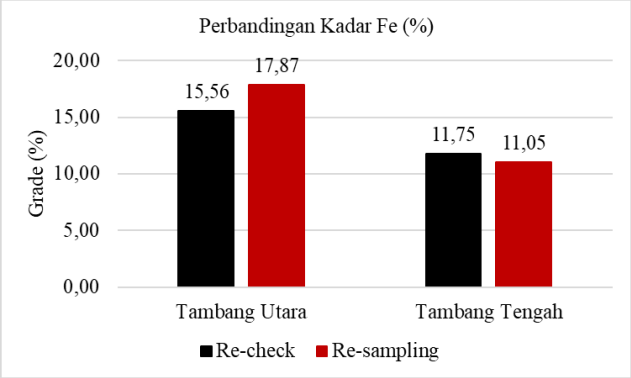


Gambar 2. Grafik Perbandingan Kadar Ni Tambang Utara dan Tambang Tengah Pada Sampel *Re-Check* dan *Re-Sampling*.

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan XRF (*X-Ray Flourescence)* di atas menunjukkan persentase rata-rata kadar Ni pada sampel *Re-Check* Tambang Utara memiliki selisih yaitu 0,08% dengan Tambang Tengah. Sedangkan untuk sampel *Re-Sampling* Tambang Utara dengan Tambang Tengah memiliki selisih yaitu 0,06%. Dengan demikian berdasarkan sampel *Re-Check* dan *Re-Sampling* menunjukkan bahwa kadar Ni untuk Tambang Tengah relatif tinggi dibandingkan dengan Tambang Utara. Hal tersebut menunjukkan perbedaan kadar Ni yang signifikan antara Tambang Utara dan Tambang Tengah, terdapat implikasi yang perlu dipertimbangkan dalam produksi dan lingkungan penambangan. Selain itu, perbedaan ini menunjukkan dinamika kompleks dalam distribusi Ni, yang dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor geologis dan operasional.

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v11i1.18915

Grafik Perbandingan Kadar Fe Tambang Utara dan Tambang Tengah



Gambar-3. Grafik Perbandingan Kadar Fe Tambang Utara dan Tambang Tengah Pada Sampel *Re-Check* dan *Re-Sampling.*

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan XRF (*X-Ray Flourescence)* pada **Gambar-3** menunjukkan persentase rata-rata kadar Fe pada sampel *Re-Check* Tambang Utara memiliki selisih yaitu 3,81% dengan Tambang Tengah. Sedangkan untuk sampel *Re-Sampling* Tambang Utara dengan Tambang Tengah memiliki selisih yaitu 6,82%. Dengan demikian berdasarkan analisis *Re-Check* dan *Re-Sampling* menunjukkan bahwa kadar Fe untuk Tambang Utara relatif tinggi dibandingkan dengan Tambang Tengah. Hal tersebut menunjukkan perbedaan kadar Fe yang signifikan antara tambang utara dan tambang tengah, terdapat implikasi yang perlu dipertimbangkan dalam produksi dan lingkungan penambangan.

Secara umum, kadar Ni (nikel) dan Fe (besi) dalam endapan nikel laterit seringkali memiliki hubungan invers, yang berarti jika kadar Ni meningkat, kadar Fe dapat menurun, dan sebaliknya, karena nikel dan besi sering ditemukan dalam mineral yang berbeda dalam endapan tersebut.

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perbedaan Kadar Ni dan Fe

1. **Topografi Wilayah Penambangan**

Topografi ikut mengontrol infiltrasi airtanah melalui rekahan batuan yang dibentuk melalui proses tektonik yang panjang yang mempengaruhi suatu daerah dan menghasilkan interaksi air tanah dengan lapisan pembawa nikel (7). Kontrol topografi ikut meningkatkan pengisian (*recharge*), infiltrasi dan reaksi air tanah dalam proses lateritisasi. Lapisan menjadi lebih tebal sepanjang wilayah aliran airtanah-purba yang interaksi air-batuannya memiliki durasi terpanjang. Proses tektonik yang terjadi dalam waktu yang panjang tersebut menyebabkan perkembangan rekahan dan kekar yang memudahkan peningkatan pelapukan olivin yang tidak stabil pada kondisi pelapukan di dekat permukaan (8–10).

Topografi relatif landai memungkinkan aliran cepat (*run-off*) air hujan di permukaan tidak berlebihan serta memiliki aliran sub permukaan yang baik sehingga memungkinkan air tanah yang melarutkan nikel bergerak ke arah dalam atau penetrasi ke dalam tanah (8).

Namun dari hasil analisis lainnya diperoleh suatu kesimpulan bahwa pada daerah dengan kemiringan lereng yang cukup kecil/ landai maka endapan nikel laterit juga tidak terbentuk secara optimal. Pada kondisi topografi yang berkisar antara 0% - 35% endapan nikel laterit tidak dapat terbentuk. Penyebab utama yang signifikan adalah kemampuan air untuk menembus ke bagian bawahnya (11).

Perbedaan topografi pada wilayah penambangan dapat memengaruhi endapan nikel laterit. Tambang Utara dan Tengah memiliki keadaan topografi yang berbeda. Pada wilayah Tambang Utara memiliki topografi cenderung landai-curam karena daerah tersebut merupakan lembah dapat dilihat dari **Gambar-4** Wilayah Tambang Utara didapatkan rata-rata hasil analisa kadar Ni yaitu 1,95% pada sampel *Re-Check* dan 1,80% pada sampel *Re-Sampling*. Rata-rata hasil analisa kadar Fe yaitu 15,56% pada sampel *Re-Check* dan 17,87% pada sampel *Re-Sampling*.

Gambar-4. Keadaan Topografi Pada Tambang Utara.

Sedangkan pada wilayah Tambang Tengah memiliki topografi perbukitan yang terjal dapat dilihat dari **Gambar-5**. Wilayah Tambang Tengah didapatkan rata-rata hasil analisa kadar Ni yaitu 2,02% pada sampel *Re-Check* dan 1,86% pada sampel *Re-Sampling*. Rata-rata hasil analisa kadar Fe yaitu 11,75% pada sampel *Re-Check* dan 11,05% pada sampel *Re-Sampling*.

Gambar-5. Keadaan Topografi Pada Tambang Tengah.

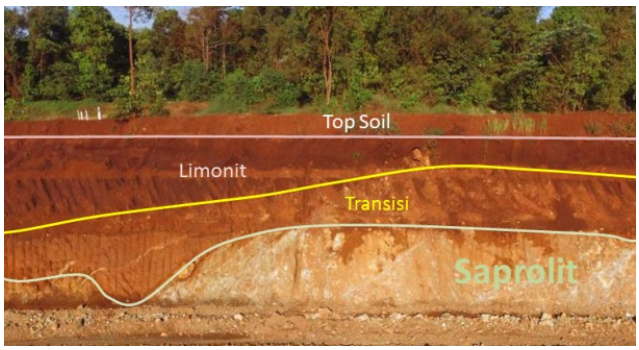
Berdasarkan hasil penelitian didapatkan pada topografi perbukitan terjal yaitu wilayah Tambang Tengah memiliki kadar Ni yang relatif tinggi dan kadar Fe yang cenderung rendah, meskipun air yang meluncur lebih banyak, tetapi terdapat faktor lain seperti jenis batuan atau kondisi tanah yang membuat proses pengayaan nikel tetap intensif. Demikian pula, pada topografi landai, meskipun air yang diserap lebih baik, namun faktor-faktor lain dapat menyebabkan kandungan nikel cenderung rendah dan kadar Fe yang tinggi (12).

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v11i1.18915

2. Ketebalan Lapisan Profil Endapan Nikel Laterit

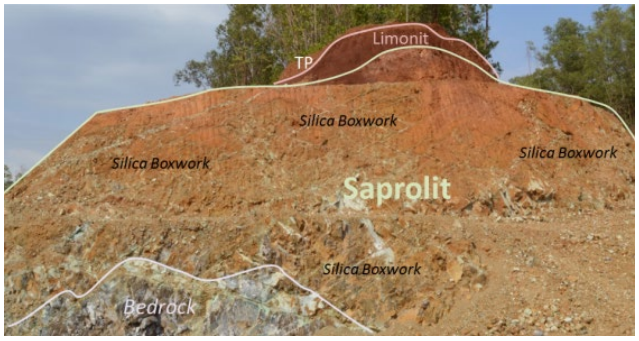
Endapan nikel laterit terbagi menjadi empat zona yaitu zona tanah penutup, zona limonit, zona saprolit, dan zona bedrock (10). Zona limonit mengandung oksida besi yang dominan, zona saprolit merupakan zona pengayaan unsur nikel (Ni) terdapat bongkahan batuan asal yang tinggi akan Ni dan Fe rendah (13).

Pada tambang utara memiliki lima zona lateritisasi diantaranya yaitu zona tanah penutup, zona limonit (*red limonite*), zona transisi, zona saprolit, dan zona bedrock dapat dilihat pada **Gambar-6**. Tambang utara memiliki lapisan limonit yang cukup tebal maka dari itu kandungan Fe pada tambang utara cenderung tinggi yaitu 15,56% untuk sampel *Re-Check* dan 17,87% untuk sampel *Re-Sampling.* Penciri utama Blok Utara adalah kehadiran zona transisi berupa *yellow limonite* yang tidak ditemukan pada profil laterit di blok lainnya (8).



Gambar-6. Profil Endapan Nikel Laterit Wilayah Tambang Utara (8).

Sedangkan pada Tambang Tengah memiliki zona lateritisasi yang berbeda dengan Tambang Utara terdiri atas zona tanah penutup, zona limonit, zona saprolit dan *bedrock* dapat dilihat pada **Gambar-7.** Tambang Tengah memiliki lapisan saprolit yang cukup tebal membuat lokasi tersebut memiliki kadar Ni lebih tinggi dan kadar Fe yang cenderung rendah yaitu 11,75% untuk sampel *Re-Check* dan 11,05% untuk sampel *Re-Sampling.* Penciri utama Blok Tengah adalah vein-vein silika dengan tekstur *boxwork* yang sangat mencolok berkembang Blok Tengah dibandingkan blok utara maupun selatan (8).



Gambar 7. Profil Endapan Nikel Laterit Wilayah Tambang Tengah (8).

Perbedaan yang mencolok dalam zona-zona endapan nikel laterit antara tambang utara dan tambang tengah mungkin disebabkan oleh faktor-faktor geologis dan proses-proses pembentukan nya. Zona-zona seperti tanah penutup, limonit, zona transisi, saprolit, dan batuan dasar mungkin memiliki variasi yang signifikan antara kedua lokasi tersebut karena adanya perbedaan dalam kondisi geologis, jenis batuan asal, dan proses alterasi yang terjadi di masing-masing tempat. Perbedaan iklim, jenis batuan, atau aktivitas hidrotermal juga bisa menjadi faktor yang memengaruhi komposisi dan distribusi zona-zona tersebut (14). Penelitian lebih lanjut mengenai faktor-faktor geologis ini dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang proses pembentukan endapan, distribusi unsur-unsur dalam profil endapan, dan dampaknya terhadap eksploitasi nikel laterit secara berkelanjutan.

3. Posisi Pengotor Terhadap Badan Bijih Dalam Kegiatan Produksi

Dalam kegiatan penambangan proses penggalian bijih nikel oleh operator posisinya lebih rendah dari lokasi penyimpangan lapisan yang mengandung sedikit kadar Ni (lapisan tanah penutup) dan material yang tinggi akan Fe yang dapat dilihat pada **Gambar-8** Sehingga pada saat hujan turun, air tersebut membawa material pengotor atau ketika terjadi rekahan dan patahan yang membuat material terikut berakumulasi bersama dengan bijih yang akan diproduksi (15).

Material pengotor yang terbawa oleh air hujan atau masuk melalui rekahan dan patahan dapat mencampur dengan bijih. Ini dapat menyebabkan perubahan signifikan pada kadar nikel dan besi dalam bijih yang dihasilkan (16). Dengan memperhatikan aspek ini, sangat perlu mempertimbangkan posisi operator, kondisi cuaca, dan kontrol pencemaran untuk memastikan kualitas bijih yang dihasilkan dan hasil analisis yang akurat terkait kadar Ni dan Fe.(14)

Gambar 8. Posisi Pengotor Terhadap Badan Bijih.

4. Penyebaran Bijih Bersifat Heterogen

Pada *front* penambangan di daerah penelitian (Tambang Utara dan Tambang Tengah) dari hasil pengamatan memiliki endapan nikel laterit yang bersifat *heterogen* artinya distribusi unsur nikel (Ni) dan besi (Fe) tidak merata. Faktor-faktor yang mempengaruhi heterogenitas ini dapat diidentifikasi, dan salah satunya adalah struktur geologi di daerah penelitian (17).

Intensitas struktur geologi di lapangan tercermin melalui adanya patahan, lipatan, dan kekar pada batuan. Adanya rekahan pada tubuh batuan induk memberikan kontribusi signifikan dalam proses pelapukan kimiawi. Rekahan tersebut menjadi jalur untuk pergerakan air dan proses pelapukan kimiawi yang berperan penting dalam pembentukan endapan nikel laterit (18).

Pada **Gambar 9**, dapat dilihat lokasi penambangan yang menunjukkan adanya endapan nikel yang bersifat heterogen. Rekahan-rekahan berbentuk tidak beraturan terdapat di sekitar endapan dan diisi oleh urat-urat

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v11i1.18915

silika. Keberadaan rekahan ini memiliki dampak langsung pada kadar Ni dan Fe dalam bijih laterit yang diekstraksi.

Struktur-struktur geologis, seperti patahan, lipatan, dan kekar, dapat menciptakan kondisi heterogen pada endapan nikel laterit. Perbedaan dalam sifat-sifat fisik dan kimia batuan di sekitarnya turut memengaruhi distribusi unsur-unsur dalam endapan. Oleh karena itu, pemahaman mendalam terhadap struktur geologi daerah penelitian menjadi bahan pertimbangan untuk merinci dan memahami heterogenitas dalam endapan nikel laterit.

Gambar 9. Penyebaran Bijih Bersifat Heterogen.

5. **Landasan Stockyard**

Stockyard adalah suatu daerah yang digunakan untuk menampung sementara bijih dari front penambangan guna mengecek ulang sebelum dilakukan klasifikasi tumpukan di *Stockyard* dan untuk menyimpan material yang akan dipakai pada waktu yang akan datang. Seperti bijih kadar tinggi yang akan dijadikan umpan pabrik pengolahan dan bijih kadar rendah untuk penjualan domestik atau sebagai cadangan yang dapat diolah nanti (3).

Gambar 10. *Stockyard Transito*.

Dapat terjadi campuran antara *ore* dengan *Overburden* (OB) ketika landasan *stockyard* tidak dilakukan perawatan atau tidak disteril (19). Selama proses penumpukan dan pemindahan *ore*, bijih bisa terkontaminasi oleh material lain seperti *Overburden* (OB) atau silika yang terikut oleh alat berat. Kontaminasi oleh bahan asing dapat memengaruhi hasil analisis kadar nikel dan besi (20).

Oleh karena itu, landasan stockyard yang kurang efisien dalam mencegah kontaminasi dapat menghasilkan perbedaan kadar pada sampel *Re-Check* dan *Re-Sampling*.

Hasil penelitian ini memberikan wawasan yang mendalam tentang perbedaan antara Tambang Utara dan Tambang Tengah dalam hal kualitas bijih nikel dan besi. Implikasi dari temuan ini dapat digunakan sebagai dasar untuk mengoptimalkan proses produksi dan distribusi bijih, meningkatkan efisiensi operasional, dan memberikan kontribusi positif bagi industri pertambangan nikel secara keseluruhan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini antara lain:

1. Berdasarkan uji XRF diperoleh kadar rata-rata kandungan Ni untuk sampel *Re-Check* tambang utara adalah 1,95% dan tambang tengah adalah 2,02%, untuk kadar rata-rata kandungan Fe untuk sampel *Re-Check* tambang utara adalah 15,56% dan tambang tengah adalah 11,75%. Kadar pada tambang tengah termasuk dalam kategori kadar HGSO (*High Grade Saprolite Ore*) karena memiliki kadar Ni yaitu $\geqslant$ 1,80% dan Fe < 15%.
2. Sedangkan untuk sampel *Re-Sampling* tambang utara diperoleh kadar rata-rata kandungan Ni adalah 1,80% dan tambang tengah adalah 1,86%, untuk kadar rata-rata kandungan Fe adalah 17,87% dan tambang tengah adalah 11,05%. Kadar pada kedua wilayah penambangan yaitu tambang utara dan tambang tengah termasuk dalam kategori kadar HGSO (*High Grade Saprolite Ore*) karena memiliki kadar Ni yaitu $\geqslant$ 1,80%.
3. Hasil analisis sampel *re-check* dan *re-sampling* antara tambang utara dan tambang tengah diperoleh data bahwa wilayah tambang tengah memiliki kadar Ni yang cenderung tinggi dan kadar Fe yang rendah dibandingkan dengan wilayah tambang utara yang memiliki kadar Ni cenderung rendah dan kadar Fe yang tinggi.
4. Faktor-faktor penyebab adanya perbedaan kadar Ni dan Fe antara lain topografi wilayah penambangan, ketebalan lapisan profil endapan nikel laterit, posisi pengotor terhadap badan bijih dalam kegiatan produksi, penyebaran bijih yang bersifat heterogen, dan landasan *stockyard*.

Berdasarkan temuan penelitian, beberapa saran dapat diajukan untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi bijih nikel dalam industri pertambangan:

1. Optimalisasi Proses Pengambilan Sampel: Perlu dilakukan pemantauan yang lebih cermat terkait pemilihan lokasi pengambilan sampel untuk meminimalkan potensi bias dalam hasil analisis.
2. Peningkatan Validasi Hasil: Menyelenggarakan lebih banyak uji validasi dan pengujian ulang untuk memastikan keakuratan dan keandalan hasil analisis, terutama dalam konteks analisis XRF.
3. Pengembangan Sistem Pemilahan Bijih: Mempertimbangkan pengembangan sistem pemilahan bijih yang lebih efisien, memperhitungkan heterogenitas penyebaran bijih untuk mengoptimalkan kualitas produk akhir.
4. Studi Lanjutan Terkait Faktor Geologis: Melakukan studi lanjutan terkait karakteristik geologi dan endapan nikel laterit untuk memahami lebih dalam dampaknya terhadap distribusi bijih.
5. Implementasi Teknologi Pemrosesan yang Lebih Canggih: Mengeksplorasi penggunaan teknologi pemrosesan yang lebih canggih untuk meningkatkan efisiensi dan presisi dalam mendapatkan kadar Ni dan Fe yang diinginkan..

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v11i1.18915

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih diucapkan kepada pihak PT. Antam Tbk, UBPN Kolaka Sulawesi Tenggara yang telah memberikan kesempatan, bantuan dan masukan selama kegiatan penelitian berlangsung.

DAFTAR ACUAN

1. Dalvi AD, Bacon WG, Osborne RC. (2004). The Past and the Future of Nickel Laterites. In: PDAC 2004 International Conference Trade Show and Investors Exchange, Toronto, 7-10 March 2004. p. 1–27.
2. Nurjaman F, Sa'adah A, Suharno B. (2019). Optimal conditions for selective reduction process of Nickel Laterite Ore. IOP Conf Ser Mater Sci Eng. 523(012068):1–6.
3. Musnajam M. (2012). Optimalisasi Pemanfaatan Bijih Nikel Kadar Rendah dengan Metode Blending di PT. Antam Tbk. UBPN Sultra. J Teknol Technoscientia. 4(2):213–22.
4. Husain R, Kaharuddin K, Wahyu F. (2023). Karakteristik Olistolit Daerah Tondong Tallasa, Sulawesi Selatan. J Geosapta. 9(2):111–6.
5. Alvionita AF, Syafrizal S, Hakim AY Al. (2023). Mineralogi dan Pengayaan REE Tipe Ion-Adsorption pada Profil Lapukan Granitoid di Sulawesi Barat; Implikasi terhadap Eksplorasi. J Geosapta. 9(2):95–104.
6. Kusuma RAI, Kamaruddin H, Rosana MF, Yuningsih ET. (2019). Geokimia Endapan Nikel Laterit di Tambang Utara, Kecamatan Pomalaa, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tengara. Bul Sumber Daya Geol. 20(2):85–92.
7. Irfan UR, Alimuddin I, Pasalli IB. (2019). The Influence of Topography to the distribution of Ni-laterite deposits of Mangguruh Area, Sebuku Island, South Kalimantan. IOP Conf Ser Mater Sci Eng. 619(012015):1–10.
8. Kamaruddin H, Ardiansyah I.K. R, Rosana MF, Sulaksana N, Yuningsih ET. (2018). Profil of Nickel Laterits in Pomalaa, Kolaka Regency, Southeast Sulawesi Province. Bul Sumber Daya Geol. 13(2):84–105.
9. Zhang G, Chen Q, Zhao Z, Zhang X, Chao J, Zhou D, et al. (2023). Nickel Grade Inversion of Lateritic Nickel Ore Using WorldView-3 Data Incorporating Geospatial Location Information: A Case Study of North Konawe, Indonesia. Remote Sens. 15(14):3660.
10. Ilyas A, Kashiwaya K, Koike K. (2016). Ni grade distribution in laterite characterized from geostatistics, topography and the paleo-groundwater system in Sorowako, Indonesia. J Geochemical Explor. 165:174–88.
11. Astuti SE, Anshariah A, Anwar H, Djamaluddin D. (2023). Pengaruh Relief Topografi Terhadap Daerah Prospek Nikel Laterit Kecamatan Bahodopi Kabupaten Morowali Provinsi Sulawesi Tengah. J Min Insight. 1(1):13–6.
12. Hasria H, Asfar S, Ngkoimani LO, Okto A, Jaya RIMC, Sepdiansar R. (2021). Pengaruh Geomorfologi terhadap Pola Distribusi Unsur Nikel dan Besi pada Endapan Nikel Laterit di Kabupaten Buton Tengah-Sulawesi Tenggara. J Geosapta. 7(2):103–14.
13. Elias M. (2002). Nickel Laterite Deposits-Geological Overview, Resources and Exploitation.
14. Yatini Y, Getsimany C. (2024). Delineation of Nickel Laterite Deposits in "DCV" Block Southeast Sulawesi Based on Data Analysis of Ground Penetrating Radar (GPR) Method. Jambura Geosci Rev. 6(1):1–9.
15. Pranata RY, Djamaluddin D, Asmiani N, Thamsi AB. (2017). Analisis Perbandingan Kadar Nikel berdasarkan Perencanaan terhadap Realisasi Penambangan. J Geomine. 5(3):143–6.
16. Rentier ES, Cammeraat LH. (2022). The environmental impacts of river sand mining. Sci Total Environ. 838(155877):1–7.
17. Fernandes F de L, Vargas FGRGC, Chieregati AC. (2020). Heterogeneity test for optimising nickel sampling protocols. REM – Int Eng J. 2020;73(2):171–8.
18. Waheed A. (2008). Nickel Laterites: Fundamental of Chemistry, Mineralogy, Weathering Process, Formation and Exploration.
19. Ramadhan R, Nursanto E, Amri NA. (2022). Technical Study of Nickel Ore Material Losses to Calculate the Optimization of Shipment Ratio at Mining PT. Bukit Makmur Istindo Nikeltama. J Technol Civil, Electr Mech Geol Mining, Urban Des. 7(2):71–80.
20. Jafar N, Erwin MA, Djamaluddin D. (2016). Analisis Perbandingan Kandungan Unsur Nikel (Ni) dan Besi (Fe) dari Data Titik Bor dengan Realisasi Penambangan. J Geomine. 4(2):63–6.

http://dx.doi.org/10.20527/jg.v11i1.18915