

PENGARUH DILUSI TERHADAP VARIASI KADAR NIKEL (NI) PADA PROSES PENAMBANGAN NIKEL LATERIT DI PT X, SULAWESI TENGGARA

I Putu Benayaka Hananduta¹, Irfan Marwanza², Suliestyah³

Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi, Universitas Trisakti,
Jakarta, Indonesia ^{1,2,3}

Email: Bena.yaka20@gmail.com

Informasi	Abstract
Volume : 3 Nomor : 8 Bulan : Agustus Tahun : 2026 E-ISSN : 3062-9624	<i>Dilution is one of the main factors affecting nickel grade variation during lateritic nickel mining because it causes the mixing of ore with low-grade ore or waste material, resulting in a reduction in ore quality. This study aimed to analyze the effect of dilution on nickel (Ni) grade variation during the lateritic nickel mining process at PT X, Southeast Sulawesi, and to identify the operational factors contributing to dilution. A quantitative descriptive method with an ex post facto approach was employed by comparing nickel grades obtained from test pit sampling and stockpile re-sampling. A total of 20 test pit samples and 20 stockpile samples were analyzed using X-Ray Fluorescence (XRF). The results showed that the average nickel grade decreased from 1.427% Ni in the test pit to 1.377% Ni in the stockpile, with an average difference of 0.050% Ni, indicating that dilution occurred during the mining and material handling processes. Field observations revealed that relatively narrow mining faces, inadequate implementation and supervision of selective mining along the ore boundary, and water accumulation on the pit floor were the main operational factors contributing to dilution. The findings indicate that nickel grade variation is influenced not only by the characteristics of the ore deposit but also by the effectiveness of operational control during mining activities. Therefore, improving grade control practices and implementing more effective selective mining are essential to minimize dilution and maintain consistent nickel ore quality throughout the mining process.</i> Keyword: dilution, nickel grade, selective mining, grade control, lateritic nickel.

Abstrak

Dilusi merupakan salah satu faktor yang memengaruhi variasi kadar nikel pada proses penambangan nikel laterit karena menyebabkan tercampurnya material bijih (ore) dengan material berkadar rendah (low grade ore) atau material non-bijih (waste), sehingga kualitas bijih mengalami penurunan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh dilusi terhadap variasi kadar nikel (Ni) pada proses penambangan nikel laterit di PT X, Sulawesi Tenggara, serta mengidentifikasi faktor-faktor operasional yang berkontribusi terhadap terjadinya dilusi. Penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan ex post facto melalui perbandingan kadar nikel hasil test pit sampling dan re-sampling stockpile. Sebanyak 20 sampel test pit dan 20 sampel stockpile dianalisis menggunakan metode X-Ray Fluorescence (XRF). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kadar nikel mengalami penurunan dari 1,427% Ni pada test pit menjadi 1,377% Ni pada stockpile, dengan rata-rata selisih sebesar 0,050% Ni, yang mengindikasikan terjadinya dilusi selama proses penambangan dan material handling. Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa kondisi front penambangan yang relatif sempit, kurang optimalnya penerapan dan pengawasan selective mining terhadap ore boundary, serta adanya genangan air pada pit floor merupakan faktor-faktor yang meningkatkan potensi dilusi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi kadar nikel tidak hanya dipengaruhi oleh karakteristik

endapan, tetapi juga oleh efektivitas pengendalian operasional selama proses penambangan. Oleh karena itu, penerapan *grade control* dan *selective mining* yang lebih optimal diperlukan untuk meminimalkan dilusi dan menjaga konsistensi kualitas bijih nikel.

Kata Kunci: dilusi, kadar nikel, *selective mining*, *grade control*, nikel laterit.

A. PENDAHULUAN

Nikel laterit merupakan salah satu komoditas mineral strategis yang memiliki peranan penting sebagai bahan baku industri baja nirkarat (*stainless steel*) dan baterai kendaraan listrik. Seiring meningkatnya permintaan global terhadap nikel, kegiatan penambangan dituntut mampu menghasilkan bijih dengan kualitas yang sesuai dengan spesifikasi yang dipersyaratkan oleh industri pengolahan maupun smelter. Oleh karena itu, pengendalian kualitas (*quality control*) selama proses penambangan menjadi aspek penting untuk menjaga konsistensi kadar bijih yang dihasilkan.

Salah satu permasalahan yang sering dijumpai pada penambangan nikel laterit adalah terjadinya perubahan kadar nikel antara hasil *test pit sampling* di front penambangan dan kadar material setelah dipindahkan ke *stockpile*. Perubahan kadar tersebut umumnya dipengaruhi oleh proses penanganan material (*material handling*) yang meliputi kegiatan penggalian, pemuatan (*loading*), pengangkutan (*hauling*), dan penumpukan (*stockpiling*).

Pada tahapan tersebut berpotensi terjadi dilusi (*dilution*), yaitu tercampurnya bijih dengan material berkadar lebih rendah atau material non-ore sehingga menyebabkan penurunan kadar nikel yang berpengaruh terhadap kualitas bijih. Kondisi ini dapat meningkatkan risiko tidak tercapainya spesifikasi kadar yang telah ditetapkan serta berdampak pada proses pengendalian kualitas dan pengiriman bijih ke smelter.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji perubahan kadar bijih nikel selama proses penambangan. Perbedaan kadar antara pit dan *stockpile* dipengaruhi oleh metode pengambilan sampel dan preparasi sampel. (Maulana, Thamsi and Chalik, 2024) menunjukkan bahwa penurunan kadar nikel dipengaruhi oleh kondisi operasional seperti genangan air, kontaminasi material pada alat muat dan alat angkut, serta kesalahan dalam proses sampling.

Sementara itu, (Wicaksono and Aminah, 2024) menganalisis perbedaan kadar antara *test pit* dan *re-check* menggunakan analisis statistik serta merekomendasikan metode pengambilan sampel yang lebih representatif untuk meningkatkan keakuratan data kadar. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada identifikasi perbedaan kadar atau evaluasi metode sampling, sedangkan kajian mengenai pengaruh dilusi terhadap variasi kadar nikel pada proses penambangan masih relatif terbatas.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini memiliki kebaruan dengan memfokuskan analisis pada pengaruh dilusi terhadap variasi kadar nikel (Ni) selama proses penambangan nikel laterit melalui perbandingan kadar hasil *test pit sampling* dan *re-sampling stockpile*. Analisis dilakukan berdasarkan data hasil pengujian laboratorium menggunakan metode *X-Ray Fluorescence* (XRF) serta didukung dengan pengamatan terhadap kondisi operasional di lapangan yang berpotensi menyebabkan terjadinya dilusi. Dengan pendekatan tersebut, penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran mengenai besarnya perubahan kadar nikel akibat dilusi sehingga dapat menjadi dasar dalam upaya pengendalian kualitas bijih selama proses penambangan.

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis variasi kadar nikel (Ni) antara hasil *test pit sampling* dan *re-sampling stockpile*, menganalisis pengaruh dilusi terhadap perubahan kadar nikel selama proses penambangan nikel laterit, serta mengidentifikasi faktor-faktor operasional yang menyebabkan terjadinya dilusi sehingga dapat memberikan rekomendasi dalam mendukung pengendalian kualitas bijih pada kegiatan penambangan di PT X, Sulawesi Tenggara.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan *ex post facto*, yaitu pendekatan yang menganalisis hubungan antarvariabel berdasarkan kondisi yang telah terjadi tanpa memberikan perlakuan terhadap objek penelitian. Pendekatan ini dipilih untuk mengevaluasi pengaruh dilusi terhadap variasi kadar nikel (Ni) yang terjadi selama proses penambangan nikel laterit melalui perbandingan kadar antara hasil *test pit sampling* dan *re-sampling stockpile*.

Penelitian dilaksanakan pada area penambangan nikel laterit PT X, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara. Objek penelitian berupa bijih nikel laterit yang berasal dari front penambangan (*test pit*) dan material yang telah mengalami proses pemuatan (*loading*), pengangkutan (*hauling*), serta penumpukan (*stockpiling*). Data yang digunakan merupakan data primer hasil pengambilan sampel selama kegiatan operasional penambangan sesuai dengan rancangan penelitian pada skripsi ini.

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode *grab sampling*. Sebanyak 20 sampel diambil pada lokasi *test pit* untuk merepresentasikan kadar awal bijih sebelum proses penambangan, sedangkan 20 sampel *re-sampling* diambil pada material di *stockpile* untuk memperoleh kadar nikel setelah material mengalami proses *material handling*. Setiap sampel

diberi kode identifikasi sesuai lokasi pengambilan, kemudian dipreparasi dan dianalisis menggunakan X-Ray Fluorescence (XRF) untuk memperoleh kadar nikel (Ni). Metode XRF dipilih karena mampu memberikan hasil analisis unsur secara cepat, akurat, dan banyak digunakan dalam karakterisasi bijih nikel laterit (Rikal and Gala, 2025).

Peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi Global Positioning System (GPS) untuk menentukan koordinat titik pengambilan sampel, sekop dan sendok sampel berbahan *stainless steel*, kantong sampel beserta label identifikasi, kamera untuk dokumentasi lapangan, serta perangkat X-Ray Fluorescence (XRF) sebagai instrumen analisis kadar nikel. Pengolahan data dilakukan menggunakan Microsoft Excel untuk menghitung nilai rata-rata kadar nikel dan selisih kadar antara sampel *test pit* dan *stockpile*.

Tahapan penelitian diawali dengan studi pendahuluan yang meliputi pengumpulan informasi mengenai kondisi lokasi penelitian, sistem penambangan yang diterapkan, serta mekanisme pengendalian kadar (*grade control*) pada area penambangan nikel laterit PT X. Selanjutnya dilakukan observasi lapangan untuk mengidentifikasi kondisi front penambangan, batas ore boundary, kondisi pit floor, aktivitas *loading*, *hauling*, dan *stockpiling*, serta faktor-faktor operasional yang berpotensi menyebabkan terjadinya dilusi. Observasi ini juga bertujuan untuk menentukan titik-titik pengambilan sampel yang dianggap mewakili kondisi material sebelum dan sesudah proses penambangan.

Tahap berikutnya adalah pengambilan sampel pada lokasi test pit dan stockpile menggunakan metode *grab sampling*. Setiap sampel diberi kode identifikasi berdasarkan lokasi dan urutan pengambilan agar memudahkan proses penelusuran (*traceability*) selama analisis. Sampel kemudian dikemas menggunakan kantong sampel yang telah diberi label untuk menghindari kesalahan identifikasi maupun kontaminasi selama proses transportasi menuju laboratorium.

Sebelum dilakukan analisis kadar, seluruh sampel menjalani proses preparasi yang meliputi pengeringan, penghancuran (*crushing*), homogenisasi, dan penghalusan hingga ukuran yang sesuai dengan persyaratan analisis menggunakan X-Ray Fluorescence (XRF). Tahapan preparasi dilakukan untuk memperoleh sampel yang homogen sehingga hasil analisis kadar nikel lebih representatif terhadap kondisi material di lapangan. Selanjutnya, seluruh sampel dianalisis menggunakan metode XRF untuk memperoleh kadar nikel (Ni) sebagai parameter utama penelitian.

Hasil pengujian kadar nikel kemudian dikelompokkan berdasarkan pasangan sampel test pit dan stockpile sehingga dapat dibandingkan perubahan kadar sebelum dan sesudah material

mengalami proses penambangan. Data hasil analisis laboratorium selanjutnya direkapitulasi ke dalam tabel dan diolah menggunakan Microsoft Excel untuk menghitung nilai rata-rata kadar nikel, selisih kadar pada setiap pasangan sampel, serta total penurunan kadar nikel yang terjadi selama proses penambangan.

Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan membandingkan nilai rata-rata kadar nikel (Ni) hasil *test pit sampling* dan *re-sampling stockpile*.

Selisih kadar nikel pada setiap pasangan sampel digunakan sebagai indikator untuk mengevaluasi variasi kadar yang terjadi akibat proses penambangan. Selain itu, dilakukan analisis terhadap besarnya penurunan kadar pada setiap sampel untuk mengetahui pola perubahan kadar nikel yang terjadi setelah material mengalami proses *material handling*.

Tahap interpretasi dilakukan dengan menghubungkan hasil analisis kadar terhadap kondisi operasional yang diamati selama penelitian. Interpretasi difokuskan pada identifikasi faktor-faktor penyebab dilusi, seperti kondisi front penambangan yang relatif sempit, kurang optimalnya penerapan selective mining, ketidaktepatan dalam mempertahankan ore boundary, proses loading, hauling, dan stockpiling, serta adanya genangan air pada pit floor yang berpotensi menyebabkan pencampuran material berkadar rendah dengan bijih.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis terhadap 20 pasangan sampel menunjukkan bahwa seluruh sampel mengalami penurunan kadar nikel setelah material dipindahkan dari *test pit* menuju *stockpile*. Berdasarkan Tabel 1, total kadar nikel pada sampel *test pit* sebesar 28,570% Ni, sedangkan total kadar nikel pada *stockpile* sebesar 27,546% Ni. Rata-rata kadar nikel mengalami penurunan dari 1,427% Ni pada *test pit* menjadi 1,377% Ni pada *stockpile*, dengan rata-rata selisih sebesar 0,050% Ni per sampel.

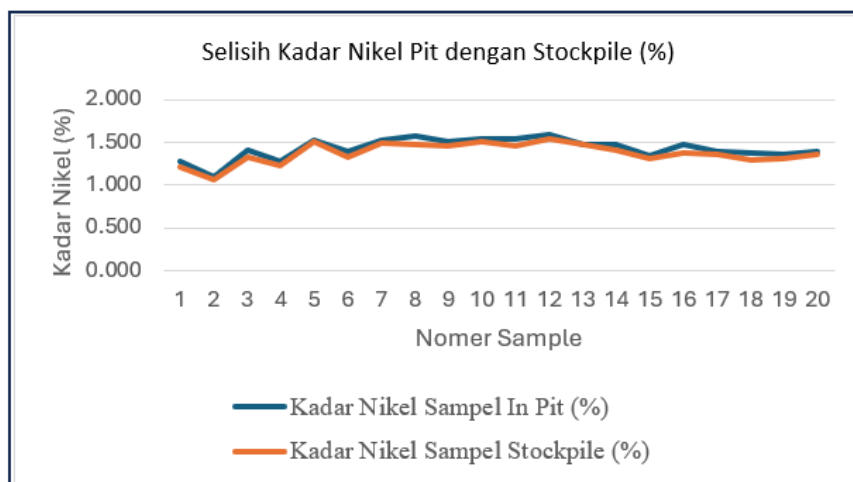
Tabel 1. Perbandingan Kadar Nikel (%) Sampel Pit dengan Stockpile

No	Kadar Nikel Sampel Pit (%)	Kadar Nikel Sampel Pada Stockpile (%)	Selisih Kadar Nikel (%)
1	1.279	1.217	0.062
2	1.090	1.070	0.020
3	1.410	1.329	0.081
4	1.272	1.229	0.043
5	1.531	1.514	0.017
6	1.392	1.321	0.071
7	1.520	1.487	0.033
8	1.580	1.484	0.096
9	1.514	1.461	0.053

10	1.540	1.515	0.025
11	1.542	1.457	0.085
12	1.595	1.548	0.047
13	1.483	1.479	0.004
14	1.483	1.416	0.067
15	1.343	1.304	0.038
16	1.474	1.384	0.090
17	1.393	1.361	0.032
18	1.370	1.295	0.075
19	1.365	1.307	0.057
20	1.395	1.366	0.029
Jumlah	28.570	27.546	1.024
Rata -Rata	1.427	1.377	0.050

Penurunan kadar terbesar terjadi pada sampel nomor 8 sebesar 0,096% Ni, diikuti sampel nomor 16 sebesar 0,090% Ni dan sampel nomor 11 sebesar 0,085% Ni. Sebaliknya, penurunan kadar terkecil terjadi pada sampel nomor 13 sebesar 0,004% Ni. Variasi nilai selisih tersebut menunjukkan bahwa perubahan kadar nikel tidak terjadi secara seragam pada setiap sampel, tetapi dipengaruhi oleh kondisi operasional selama proses penambangan. Meskipun demikian, seluruh sampel memperlihatkan pola yang sama, yaitu kadar nikel pada *stockpile* selalu lebih rendah dibandingkan kadar pada *test pit*. Hasil ini mengindikasikan bahwa proses penambangan dan penanganan material memberikan pengaruh terhadap kualitas bijih yang dihasilkan.

Perbedaan kadar nikel antara *test pit* dan *stockpile* mengindikasikan adanya pengaruh dilusi selama proses penambangan. Dilusi merupakan kondisi ketika material bijih (*ore*) bercampur dengan material berkadar rendah (*low grade ore*) atau material non-bijih (*waste*), sehingga kadar rata-rata bijih mengalami penurunan dibandingkan kondisi awal pada front penambangan. Pada penelitian ini, indikasi tersebut ditunjukkan oleh penurunan kadar nikel yang terjadi pada seluruh sampel dengan rata-rata sebesar 0,050% Ni setelah material mengalami proses *loading*, *hauling*, dan *stockpiling*.



Gambar 1. Grafik Selisih Kadar Nikel Pit dengan Stockpile (%)

Berdasarkan hasil observasi lapangan, salah satu faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya dilusi adalah kondisi front penambangan yang relatif sempit (Gambar 1). Keterbatasan ruang kerja menyebabkan operator *excavator* mengalami kesulitan dalam melakukan penggalian secara selektif sesuai batas *ore*. Dalam kondisi tersebut, *bucket excavator* berpotensi mengambil material bijih bersamaan dengan material berkadar lebih rendah yang berada di sisi front penambangan. Akibatnya, material yang dikirim menuju *stockpile* tidak sepenuhnya terdiri atas bijih sesuai target kadar sehingga menyebabkan penurunan kadar nikel.



Gambar 2. Front penambangan

Selain kondisi front penambangan, penerapan selective mining yang kurang optimal juga menjadi faktor yang meningkatkan potensi terjadinya dilusi. *Selective mining* bertujuan memisahkan material bijih dari material berkadar rendah berdasarkan batas *ore boundary* yang telah ditentukan oleh tim *grade control*. Namun, hasil pengamatan menunjukkan bahwa

pada beberapa lokasi penggalian dilakukan sangat dekat dengan batas *ore*, sehingga material berkadar rendah berpotensi ikut terambil bersama bijih. Kurangnya pengawasan terhadap penerapan *selective mining* menyebabkan batas antara *ore* dan *waste* tidak selalu dapat dipertahankan selama proses penggalian. Kondisi tersebut meningkatkan kemungkinan terjadinya *ore dilution*, sehingga kadar nikel pada material yang diterima di *stockpile* menjadi lebih rendah dibandingkan kadar awal pada *test pit*. Faktor lain yang turut memengaruhi dilusi adalah proses material handling, yang meliputi kegiatan *loading*, *hauling*, dan *stockpiling*. Pada setiap tahapan tersebut terdapat peluang terjadinya pencampuran material apabila material berkadar rendah masih menempel pada *bucket excavator*, bak *dump truck*, maupun dasar *stockpile*. Selain itu, perpindahan material yang dilakukan secara berulang juga meningkatkan kemungkinan tercampurnya bijih dengan material pengotor sehingga menyebabkan variasi kadar nikel sebelum material dikirim ke fasilitas pengolahan.

Kondisi lingkungan juga memberikan pengaruh terhadap proses *grade control*. Selama penelitian berlangsung, curah hujan menyebabkan lantai front penambangan menjadi berlumpur dan tergenang sehingga batas visual antara *ore* dan *waste* menjadi kurang jelas. Kondisi tersebut menyulitkan operator *excavator* dalam mempertahankan penggalian secara selektif, sehingga peluang material berkadar rendah ikut tergali bersama bijih menjadi lebih besar. Dengan demikian, curah hujan secara tidak langsung meningkatkan potensi terjadinya dilusi melalui penurunan efektivitas *grade control* di lapangan.

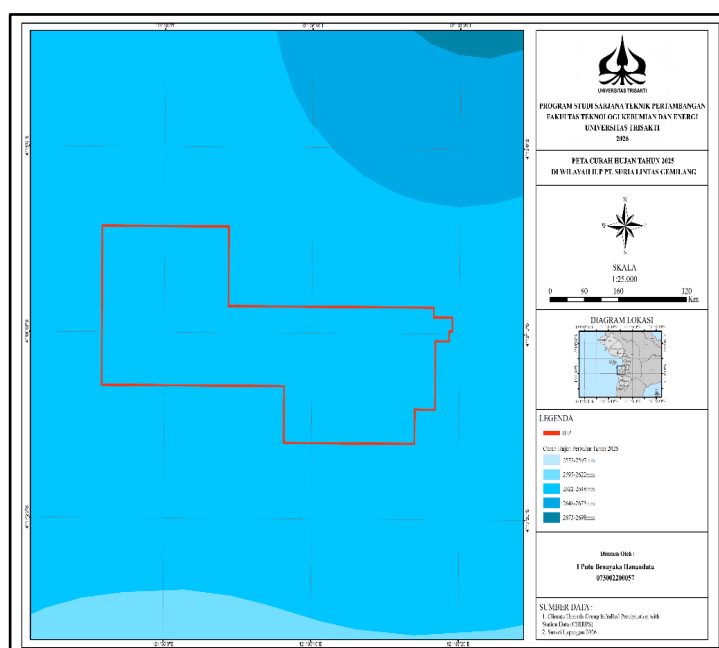
Hasil penelitian ini sejalan dengan (Akhmad, Purnomo and Putra, 2022) yang melaporkan bahwa perubahan kadar nikel antara front penambangan dan *stockpile* dipengaruhi oleh terjadinya dilusi selama proses penanganan material. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa kegiatan *loading*, *hauling*, dan *stockpiling* berpotensi menurunkan kadar nikel apabila tidak didukung oleh pengendalian kualitas yang baik.



Gambar 3. Genangan Air pada Front Penambangan

Temuan ini juga konsisten dengan (Maulana, Thamsi and Chalik, 2024) yang menyatakan bahwa perubahan kadar bijih tidak hanya dipengaruhi oleh proses *material handling*, tetapi juga oleh kondisi operasional di lapangan, seperti genangan air (*waterlogging*), pengerukan lantai (*stockpile floor*), kebersihan *bucket excavator* dan bak *dump truck*, serta kesalahan dalam pengambilan dan preparasi sampel. Faktor-faktor tersebut meningkatkan potensi pencampuran material berkadar rendah dengan bijih sehingga menyebabkan penurunan kadar nikel pada *stockpile*.

Selain itu, penelitian (Ardhana, Thamsi and Anshariah, 2025) menunjukkan bahwa perubahan kadar nikel antara *front* penambangan dan *stockpile* dipengaruhi oleh beberapa faktor operasional, antara lain penyebaran *ore* yang heterogen, posisi *waste* yang berada di atas *ore*, curah hujan selama kegiatan penambangan, keterampilan operator, dan proses pengambilan sampel. Curah hujan yang tinggi menyebabkan kondisi *pit floor* menjadi berlumpur dan tergenang sehingga batas visual antara *ore* dan *waste* menjadi kurang jelas. Kondisi tersebut meningkatkan risiko pengambilan material di luar batas *ore* dan memperbesar peluang terjadinya dilusi.



Gambar 4. Peta Curah Hujan IUP Operasi PT.X

Berdasarkan hasil observasi pada penelitian ini, kondisi tersebut juga ditemukan pada lokasi penelitian. Front penambangan yang relatif sempit membatasi ruang gerak *excavator*, sehingga operator mengalami kesulitan dalam menerapkan *selective mining* secara optimal. Di sisi lain, genangan air pada *pit floor* mengurangi kejelasan batas *ore boundary*, sehingga

material berkadar rendah lebih mudah ikut tergali bersama bijih. Kombinasi kedua kondisi tersebut meningkatkan peluang terjadinya *ore dilution*, yang ditunjukkan oleh penurunan rata-rata kadar nikel dari 1,427% Ni pada *test pit* menjadi 1,377% Ni pada *stockpile*. Hasil ini mengindikasikan bahwa variasi kadar nikel pada lokasi penelitian tidak hanya dipengaruhi oleh karakteristik endapan, tetapi juga oleh efektivitas pengendalian operasional selama proses penambangan.

Penelitian Sepulveda dan Marques (2026) turut memperkuat temuan tersebut dengan menjelaskan bahwa ketidakpastian batas kontak pada endapan nikel laterit meningkatkan risiko *internal dilution*, terutama apabila penerapan *selective mining* dan pengawasan terhadap *ore boundary* tidak dilakukan secara konsisten. Oleh karena itu, pengelolaan dimensi front penambangan yang memadai, peningkatan pengawasan *grade control*, serta pengendalian kondisi *pit floor* menjadi faktor penting untuk meminimalkan dilusi dan menjaga konsistensi kadar nikel yang dikirim ke *stockpile*.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa dilusi berpengaruh terhadap variasi kadar nikel (Ni) pada proses penambangan nikel laterit di PT X, Sulawesi Tenggara. Hasil analisis terhadap 20 pasangan sampel menunjukkan bahwa rata-rata kadar nikel mengalami penurunan dari 1,427% Ni pada *test pit* menjadi 1,377% Ni pada *stockpile*, dengan rata-rata selisih sebesar 0,050% Ni. Penurunan kadar tersebut menunjukkan bahwa dilusi yang terjadi selama proses penambangan menyebabkan tercampurnya material bijih (*ore*) dengan material berkadar rendah (*low grade ore*) atau material non-bijih (*waste*), sehingga meningkatkan variasi kadar nikel pada *stockpile*. Dilusi dipengaruhi oleh beberapa faktor operasional, yaitu kondisi front penambangan yang relatif sempit, kurang optimalnya penerapan dan pengawasan *selective mining*, kurang terjaganya *ore boundary*, proses *loading*, *hauling*, dan *stockpiling*, serta adanya genangan air pada *pit floor* yang menyulitkan identifikasi batas bijih. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa efektivitas pengendalian operasional selama proses penambangan merupakan faktor penting dalam meminimalkan dilusi dan menjaga konsistensi kadar nikel.

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar PT X meningkatkan pengendalian dilusi melalui penerapan *selective mining* yang lebih konsisten, pengawasan terhadap *ore boundary* oleh tim *grade control*, pengelolaan front penambangan agar ruang kerja alat gali lebih memadai, serta pengendalian proses *material handling* pada tahapan *loading*, *hauling*, dan

stockpiling untuk mengurangi pencampuran material berkadar rendah dengan bijih. Selain itu, perbaikan sistem drainase pada area penambangan perlu dilakukan untuk meminimalkan genangan air pada *pit floor* yang dapat mengganggu identifikasi batas *ore*. Penelitian selanjutnya disarankan mengevaluasi pengaruh tingkat dilusi terhadap parameter kualitas bijih lainnya maupun dampaknya terhadap efisiensi *grade control* dan proses penambangan sehingga strategi pengendalian kualitas bijih dapat dikembangkan secara lebih komprehensif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada PT X, Sulawesi Tenggara atas izin, dukungan, dan kesempatan yang diberikan selama pelaksanaan penelitian serta penyediaan data yang diperlukan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan selama proses penelitian hingga penyusunan artikel ini

E. DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad, I., Purnomo, H. and Putra, B.P. (2022) "Analisis Perubahan Kadar Bijih Nikel Laterit Dari Front Penambangan Ke Stockpile di PT . Wahyu Anggi Selaras ," 2022(November), pp. 84–87.
- Ardhana, Muh.R., Thamsi, A.B. and Anshariah, A. (2025) "Perbandingan Kadar Endapan Nikel Laterit Pada Front Penambangan Dengan Stockpile Pada PT Ceria Nugraha Indotama," Journal of Engineering Science and Technology Applications, 1(2), pp. 27–33. Available at: <https://doi.org/10.58227/jesta.v1i2.182>.
- Maulana, W., Thamsi, A.B. and Chalik, C.A. (2024) "Analisis Perbedaan Kadar Nikel Antara Front Penambangan dan Stockpile Pada PT Rockstone Multi Mining Indonesia Analysis of the difference in Nickel Grade Between the Mining Front and Stockpile at PT Rockstone Multi Mining Indonesia," 2(2), pp. 56–64. Available at: <https://doi.org/10.58227/jesta.https>.
- Rikal, M.R. and Gala, S. (2025) "Analisis Nikel dan Besi pada Bijih Nikel Laterit Menggunakan XRF dengan Metode Pressed Powder dan Pressed Pellet," Journal of Research and Education Chemistry (JREC), 7(2), pp. 1–12. Available at: <http://journal.uir.ac.id/index.php/jrec>.
- Wicaksono, B.R. and Aminah, S. (2024) "Analisis Perbedaan Kadar Bijih Nikel Laterit antara Hasil Sampling Test Pit dan Re-check di Front Everest PT . Antam TBK . UBPN Kolaka," 28(2), pp. 13–20. Available at: <https://doi.org/10.25042/jpe.112024.03>.