

**PENGARUH KANDUNGAN SILIKA (SiO₂) DAN MAGNESIUM OKSIDA (MgO)
TERHADAP KADAR NIKEL LATERIT DI PT. TIRAN INDONESIA,
KONAWA UTARA**

*(The Effect Of Silica (SiO₂) On Laterite Nickel Content In PT. Tiran Indonesia,
North Konawe)*

Leily Aulia, Khaerani Qafita*, A. Suryanto, Ummu Kalsum

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, Jl. Urip Sumaharjo No.Km5
Panaikang, Panakukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231, Indonesia

Inti Sari

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kandungan silika (SiO₂) dan MgO terhadap kadar nikel dalam ore melalui analisis data laboratorium berupa data XRF (X-Ray Fluorescence). Sampel ore nikel diambil masing-masing 5 ID untuk satu macam lapisan endapan menggunakan skop 125 D lalu diikat kantong sampel menggunakan pita berwarna dan diberi kode sampel, kemudian dilakukan preparasi dan analisa terhadap sampel. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa silika dan magnesnia memiliki pengaruh kuat terhadap kadar nikel dalam ore. Dimana didapatkan bahwa pada korelasi silika (SiO₂) dan Nikel (Ni) begitu pula untuk korelasi magnesnia (MgO) dan Nikel (Ni) yaitu menunjukkan bahwa bijih nikel terkonsentrasi oleh SiO₂ dan MgO. Dimana dapat juga dilihat pada grafik menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar silika (SiO₂) maka semakin rendah kadar nikel (Ni), begitu pula untuk kadar magnesnia (MgO) yang semakin tinggi maka kadar nikel semakin rendah. Dengan menunjukkan nilai R mendekati angka -1 dengan jumlah rata-rata sebesar -0.9405 dan nilai koefisien determinasi sebesar 88.52% untuk Silika, dan jumlah R rata-rata sebesar -0.9314 dan nilai koefisien determinasi sebesar 87.12% untuk Magnesnia

Abstract

This research was conducted to determine the effect of silica (SiO₂) and MgO content on nickel levels in ore through laboratory data analysis in the form of XRF (X-Ray Fluorescence) data. Nickel ore samples were taken, 5 IDs each for one type of deposit layer using a 125 D scope, then the sample bags were tied using colored ribbon and given a sample code, then preparation and analysis were carried out on the samples. Based on the research results, it shows that silica and magnesnia have a strong influence on nickel content in ore. Where it was found that the correlation of silica (SiO₂) and Nickel (Ni) was also the same for the correlation of magnesnia (MgO) and Nickel (Ni), which showed that nickel ore was concentrated by SiO₂ and MgO. Where it can also be seen in the graph shows that the higher the silica (SiO₂) content, the lower the nickel (Ni) content, likewise, the higher the magnesnia (MgO) content, the lower the nickel content. By showing the R value approaching -1 with an average value of -0.9405 and a coefficient of determination value of 88.52% for Silica, and an average R number of -0.9314 and a coefficient of determination value of 87.12% for Magnesnia

Kata Kunci: Koefisien korelasi dan determinasi, MgO, Ore Nikel, SiO₂, X-Ray Fluorescence

Key Words : Correlation and determination coefficient, MgO, Nickel Ore, SiO₂, X-Ray Fluorescence

Published by

Department of Chemical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Universitas Muslim Indonesia, Makassar

Address

Jalan Urip Sumohardjo km. 05 (Kampus 2 UMI)
Makassar- Sulawesi Selatan

Email :

jmpe@umi.ac.id

***Corresponding Author**

khaeraniqafita27@gmail.com



Journal History

Paper received : 15 Juni 2024

Received in revised : 10 Juli 2024

Accepted : 18 Juli 2024

PENDAHULUAN

Nikel adalah unsur yang terbentuk secara alami dan memiliki ciri mengilap serta berwarna putih keperak-perakan. Nikel merupakan salah satu dari lima unsur logam yang paling umum dijumpai di bumi dan ditemui secara luas terutama di kerak bumi. Nikel juga merupakan penghantar (konduktor) listrik dan panas yang cukup baik. Adapun persebaran bijih nikel di Indonesia banyak ditemukan di Pulau Sulawesi, Kepulauan Maluku dan Halmahera, Papua, serta sedikit di Kalimantan. Hingga saat ini, sebagian besar nikel yang diproduksi di Indonesia akan diekspor, sedangkan pemanfaatan di dalam negeri terbilang masih rendah. Produk nikel yang diekspor antara lain dalam bentuk bijih nikel [1].

Ore adalah endapan bahan galian yang dapat diekstrak mineral berharganya secara ekonomis baik itu logam maupun bukan logam. Bijih diekstraksi melalui penambangan, kemudian hasilnya dimurnikan lagi untuk mendapatkan unsur-unsur yang bernilai ekonomis. Bijih Nikel merupakan salah satu barang tambang yang penting di dunia. Manfaatnya yang begitu besar dalam dunia industri dan teknologi, seperti pembuatan logam anti karat, campuran dalam pembuatan *stainless steel*, baterai *nickel-metal hybride*, dan berbagai jenis barang lainnya. Permintaan nikel akan terus meningkat tiap tahunnya seiring dengan pertumbuhan pesat industri dan teknologi [2].

Silika (SiO_2) merupakan senyawa terbanyak penyusun kerak bumi pada saat ini yaitu sebesar 60,6 %. Silika bisa didapatkan dari pasir, batuan maupun tanah silika yang jumlahnya melimpah di Indonesia atau dari limbah penghancuran gelas dan kaca, juga dari bahan organik seperti abu sekam padi, dan abu tebu. Dalam bentuk aplikasinya, silika seringkali dibuat dalam bentuk gelas, kristal, gel, aerogel, fumed silika, dan silika koloid (Aerosil). Silika dalam table periodik termasuk golongan IV yang memiliki sifat ketahanan abrasi yang baik, isolator Listrik yang baik, dan stabilitas termal yang tinggi [3].

Keberadaan senyawa maupun unsur lain termasuk silika (SiO_2) dalam ore nikel laterit merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kadar nikel yang dihasilkan oleh suatu ore. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis yang benar benar akurat dan presisi, analisis yang benar benar akurat dan presisi dapat dilakukan dengan menggunakan alat *X-Ray Fluorescence* [4].

Sebelumnya telah terdapat beberapa penelitian terkait dari variabel penelitian kami yaitu: Analisis Korelasi MgO dan SiO_2 Terhadap Nikel Pada Endapan Nikel Laterit Daerah Ussu, Kecamatan Malili, Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan. [5] hasil penelitian menunjukkan bahwa %Ni semakin menurun pada saat mendekati ultramafic sedangkan % SiO_2 semakin naik, begitu pula pada MgO, semakin tinggi kadar MgO maka semakin rendah kadar bijih nikel begitupun sebaliknya.

Pada peneliti lainnya yang membahas “Analisis perbandingan kadar MgO dan SiO_2 pada nikel kadar rendah di kabupaten kolaka dan kabupaten kolaka utara [6], dimana hasil penelitiannya menunjukkan bahwa ditinjau dari tipe endapan pembentukan laterit, kolaka terindikasi sebagai tipe *oxidus deposit* dimana memiliki kadar SiO_2 tinggi dan kadar MgO yang rendah, sedangkan Kolaka Utara terindikasi sebagai tipe *hydrous silicate* deposit dimana memiliki kadar SiO_2 yang rendah dan kadar MgO yang tinggi.

Menurut latar belakang diatas dan beberapa hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pada daerah yang memiliki ciri fisik batuan dimana kandungan mineral silika SiO_2 yang berbeda di setiap daerah tergantung kondisi geologinya, sehingga hal tersebut melatar belakangi penelitian dan penulisan tugas akhir ini yang berjudul “Pengaruh Silika (SiO_2) Terhadap Kadar Nikel Laterit Dalam Ore di PT Tiran Indonesia, Konawe Utara”.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di ruang Preparasi dan Laboratorium Nikel PT. Tiran Indonesia di daerah Konawe Utara, Sulawesi Tenggara pada bulan Maret hingga April 2024.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *Jaw Crusher*, *Drying Oven*, *Double Roll*, *Pulverizer*, *Press pellet*, *Splitter*, *Scoup JIS*, *Sieve Test* dan *Energy Dispersive X-Ray Fluorescence (EDXRF) type Epsilon 4*.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Sampel Ore Nikel.

Prosedur Penelitian

Pengambilan Sampel *Check*

Sebelum diambil sampel *check* di lapangan, terlebih dahulu diperhatikan daerah endapan bijih. Setelah itu, sampel diambil menggunakan skop 125 D lalu diikat kantong sampel menggunakan pita berwarna dan diberi kode sampel agar sampel tidak tumpah (JIS M-8109-1996).

Preparasi Sampel Basah

Sampel dengan material yang mengandung batuan dipisahkan dan diperkecil ukurannya dengan cara manual menggunakan palu atau menggunakan mesin *jaw crusher* sehingga diperoleh ukuran partikel -10mm, kemudian sampel dilakukan pencampuran sebanyak 3kali agar sampel menjadi homogen.

Sampel kemudian diratakan dan di matriks ukuran 5x6, lalu setiap *cell* diambil sampelnya 2 kali menggunakan sekop 30D lalu diletakkan pada masing-masing talang. Sampel kemudian digabung dan dilakukan matriks lagi dengan ukuran 4x5 dan diambil lagi sampelnya menggunakan sekop 15D, setelah melewati tahapan matriks, kemudian sampel dikeringkan pada oven dengan suhu 105°C selama 8 jam (JIS M-8109-1996).

Preparasi Sampel Kering

Sampel yang telah kering kemudian masuk ke proses perkecil ukuran hingga -3 mm dengan menggunakan alat *Double Roll Crusher*. Sampel kemudian dibagi menjadi sampel *Original* dan sampel *Backup* atau arsip menggunakan alat *splitter*.

Sampel *Original* kemudian di lanjutkan proses pengecilan ukuran hingga berukuran 200 mesh dengan menggunakan alat *Pulverizer* yang kemudian dilakukan pengayakan dengan menggunakan ayakan 200 *mesh* dengan jumlah minimal sampel yang lolos yaitu 95% dari total sampel.

Sampel kemudian di matriks dengan ukuran 4x5 lalu pada setiap *cell* diambil 2 sampel untuk sampel *Original* dan sampel arsip menggunakan skop 1D. Lalu sampel *Original* ditimbang dan dimasukkan ke dalam *cup aluminium* sebanyak ± 10 gr untuk dilanjutkan proses pembuatan lempengan berbentuk koin dengan menggunakan alat *press pellet* yang kemudian dilanjutkan untuk proses analisa (JIS M-8109-1996).

Analisa Sampel

Sampel yang berbentuk lempengan koin kemudian dianalisa dengan menggunakan *Energy Dispersive X-Ray Fluorescence (EDXRF) type Epsilon 4*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

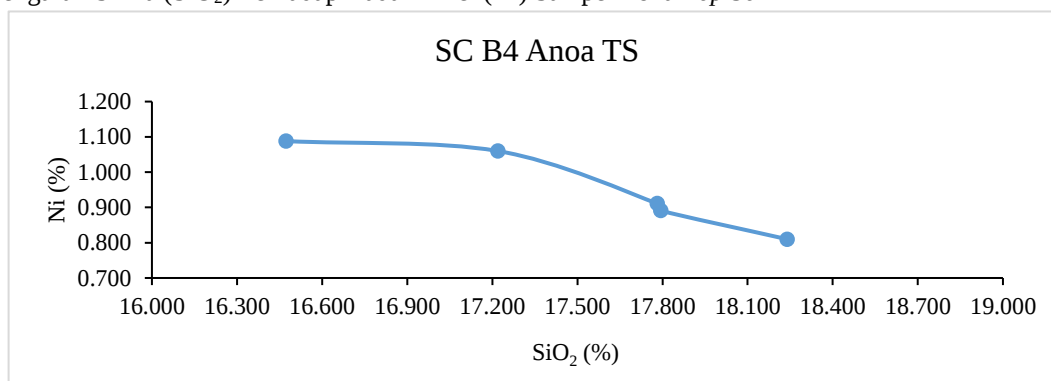
Berdasarkan endapan profil Nikel Laterit, zona gradasi pada tambang nikel terbagi atas 4 yaitu *Top Soil* / tanah penutup, *Zona Limonite*, *Zona Saprolite*, dan *Bedrock*/batuan dasar

Pada penelitian ini menggunakan sampel dengan mengambil masing-masing 5 ID untuk satu macam lapisan endapan, dengan *Hole ID* Sampel yaitu SC B4 Anoa TS 01-05, SC B4 Anoa LM 01-05, SC B4 Anoa SPR 01-05, dan SC B4 Anoa BRK 01-05, dimana ID ini dilakukan sampling berdasarkan pada ore dengan karakteristik yang berbeda untuk membandingkan pengaruh Silika (SiO_2) dan MgO terhadap kadar Nikel (Ni) dalam setiap lokasi atau titik pengambilan ore. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menggunakan alat *Energy Dispersive X-Ray Fluorescence (EDXRF) type Epsilon 4* di Laboratorium PT Tiran Indonesia, diperoleh hasil berikut :

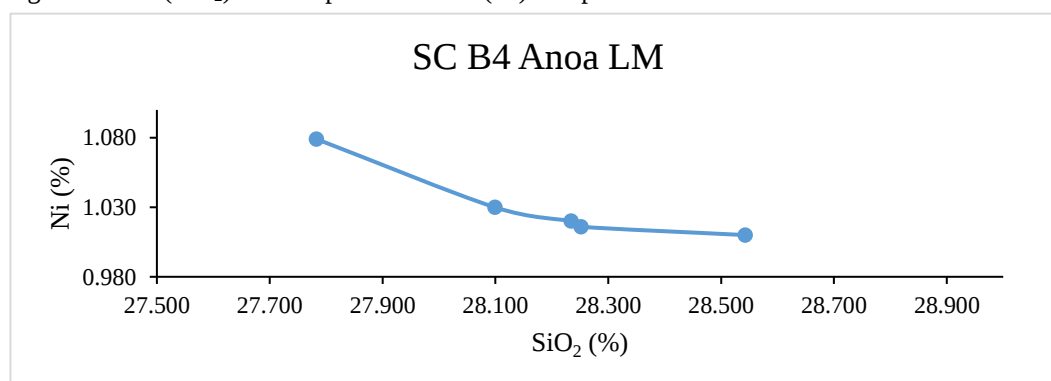
Pengaruh Silika (SiO_2) Terhadap Kadar Nikel (Ni)

Tabel 1 Data Analisa Pengaruh SiO_2 Sample Zona *Top Soil*

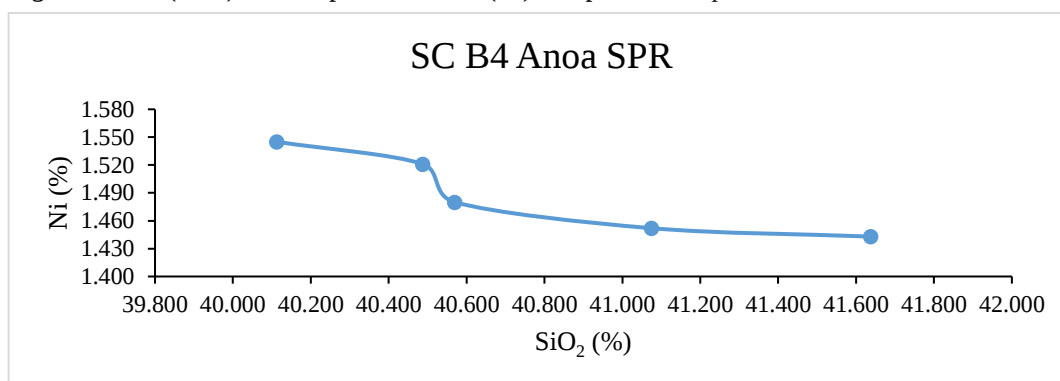
Sample ID	SiO_2 (%)	Ni (%)
SC B4 ANOA TS 03	18.239	0.810
SC B4 ANOA TS 04	17.794	0.891
SC B4 ANOA TS 02	17.781	0.911
SC B4 ANOA TS 05	17.219	1.060
SC B4 ANOA TS 01	16.473	1.088

Grafik Pengaruh Silika (SiO_2) Terhadap Kadar Nikel (Ni) Sampel Zona *Top Soil***Gambar 1** Grafik Pengaruh Silika (SiO_2) Terhadap Kadar Nikel (Ni) Sampel Zona *Top Soil***Tabel 2** Data Analisa Pengaruh SiO_2 Sample Zona *Limonite*

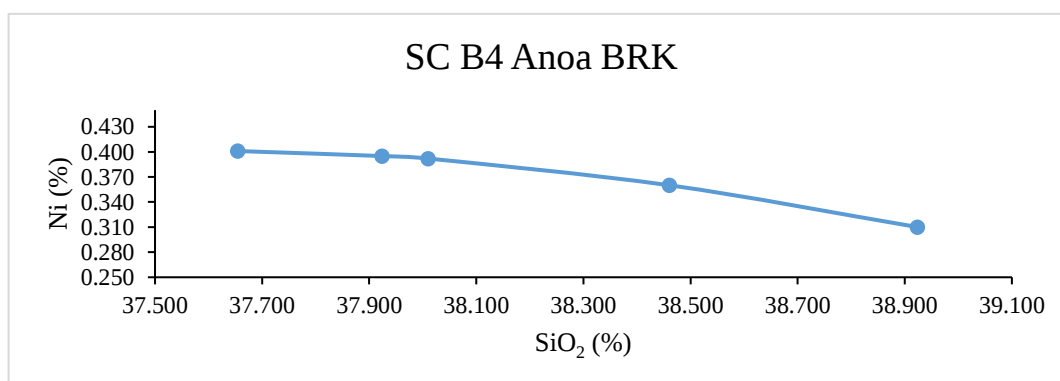
Sample ID	SiO_2 (%)	Ni (%)
SC B4 ANOA LM 03	28.543	1.010
SC B4 ANOA LM 02	28.252	1.016
SC B4 ANOA LM 04	28.234	1.020
SC B4 ANOA LM 01	28.099	1.030
SC B4 ANOA LM 05	27.783	1.079

Grafik Pengaruh Silika (SiO_2) Terhadap Kadar Nikel (Ni) Sample Zona *Limonite***Gambar 2** Grafik Pengaruh Silika (SiO_2) Terhadap Kadar Nikel (Ni) Sample Zona *Limonite***Tabel 3** Data Analisa Pengaruh SiO_2 Sample Zona *Saprolite*

Sample ID	SiO_2 (%)	Ni (%)
SC B4 ANOA SPR 04	41.638	1.443
SC B4 ANOA SPR 01	41.075	1.452
SC B4 ANOA SPR 03	40.570	1.480
SC B4 ANOA SPR 02	40.488	1.521
SC B4 ANOA SPR 05	40.113	1.545

Grafik Pengaruh Silika (SiO_2) Terhadap Kadar Nikel (Ni) Sample Zona *Saprolite***Gambar 3** Grafik Pengaruh Silika (SiO_2) Terhadap Kadar Nikel (Ni) Sample Zona *Saprolite***Tabel 4** Data Analisa Pengaruh SiO_2 Sample *Bedrock*

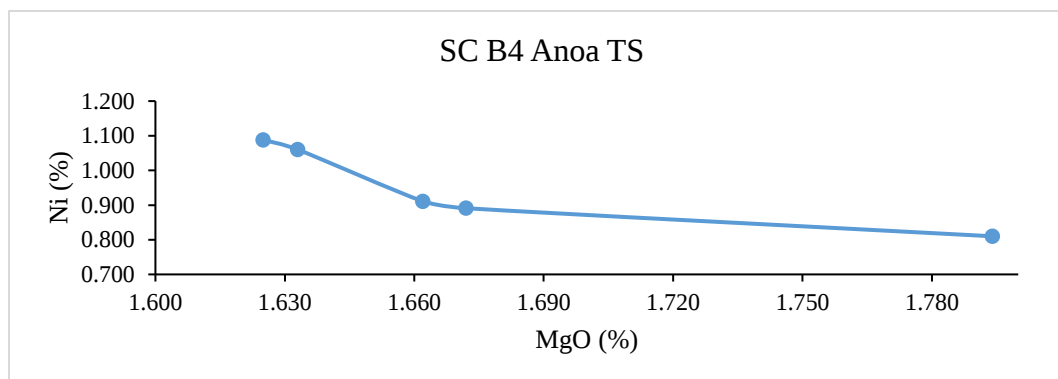
Sample ID	SiO_2 (%)	Ni (%)
SC B4 ANOA BRK 02	38.924	0.310
SC B4 ANOA BRK 04	38.461	0.360
SC B4 ANOA BRK 01	38.010	0.392
SC B4 ANOA BRK 05	37.924	0.395
SC B4 ANOA BRK 03	37.655	0.401

Grafik Pengaruh Silika (SiO_2) Terhadap Kadar Nikel (Ni) Sample *Bedrock***Gambar 4** Grafik Pengaruh Silika (SiO_2) Terhadap Kadar Nikel (Ni) Sample *Bedrock*

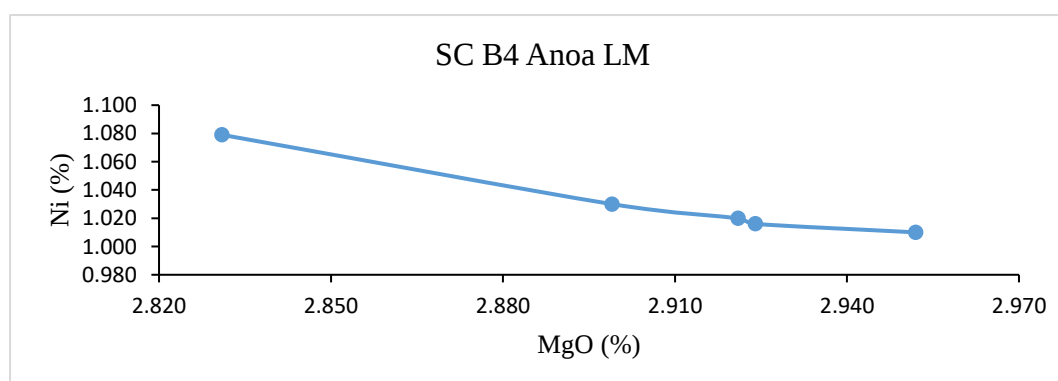
Berdasarkan data yang diperoleh dari beberapa kode sample, maka didapatkan bahwa pada korelasi silika (SiO_2) dan Nikel (Ni) menunjukkan bahwa bijih nikel terkonsentrasi oleh SiO_2 , dimana dapat dilihat pada grafik tersebut menunjukkan bahwa kadar Ni semakin menurun pada saat mendekati ultramafik, sedangkan unsur SiO_2 semakin naik, maka dapat diinterpretasikan bahwa kadar SiO_2 mempengaruhi peningkatan dan penurunan kadar bijih nikel, hal ini disebabkan karena Silika (SiO_2) memiliki sifat adsorben yang dapat mengikat logam-logam berat terutama logam-logam transisi [7].

Pengaruh Magnesium Oksida (MgO) Terhadap Kadar Nikel (Ni)**Tabel 5** Data Analisa Pengaruh MgO Sample Zona Top Soil

Sample ID	MgO (%)	Ni (%)
SC B4 ANOA TS 03	1.794	0.810
SC B4 ANOA TS 04	1.672	0.891
SC B4 ANOA TS 02	1.662	0.911
SC B4 ANOA TS 05	1.633	1.060
SC B4 ANOA TS 01	1.625	1.088

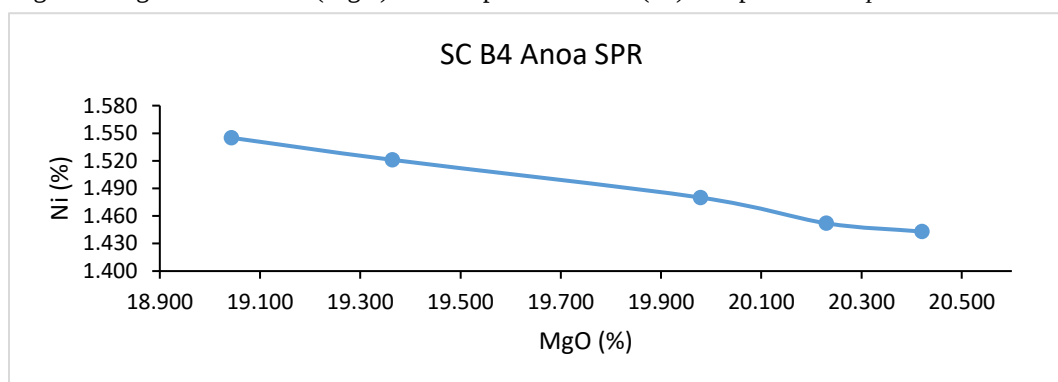
Grafik Pengaruh Magnesium Oksida (MgO) Terhadap Kadar Nikel (Ni) Sample Zona *Top Soil***Gambar 4** Grafik Pengaruh Magnesium Oksida (MgO) Terhadap Kadar Nikel (Ni) Sample Zona *Top Soil***Tabel 6** Data Analisa Pengaruh MgO Sample Zona *Limonite*

Sample ID	MgO (%)	Ni (%)
SC B4 ANOA LM 03	2.952	1.010
SC B4 ANOA LM 02	2.924	1.016
SC B4 ANOA LM 04	2.921	1.020
SC B4 ANOA LM 01	2.899	1.030
SC B4 ANOA LM 05	2.831	1.079

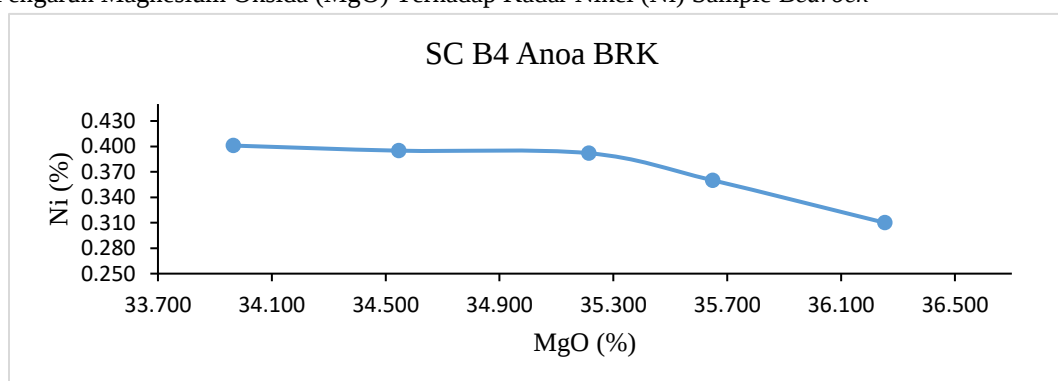
Grafik Pengaruh Magnesium Oksida (MgO) Terhadap Kadar Nikel (Ni) Sample Zona *Limonite***Gambar 5** Grafik Pengaruh Magnesium Oksida (MgO) Terhadap Kadar Nikel (Ni) Sample Zona *Limonite*

Tabel 7 Data Analisa Pengaruh MgO Sample Zona *Saprolite*

Sample ID	MgO (%)	Ni (%)
SC B4 ANOA SPR 04	20.421	1.443
SC B4 ANOA SPR 01	20.230	1.452
SC B4 ANOA SPR 03	19.979	1.480
SC B4 ANOA SPR 02	19.364	1.521
SC B4 ANOA SPR 05	19.043	1.545

Grafik Pengaruh Magnesium Oksida (MgO) Terhadap Kadar Nikel (Ni) Sample Zona *Saprolite***Gambar 6** Grafik Pengaruh Magnesium Oksida (MgO) Terhadap Kadar Nikel (Ni) Sample Zona *Saprolite***Tabel 8** Data Analisa Pengaruh MgO Sample *Bedrock*

Sample ID	MgO (%)	Ni (%)
SC B4 ANOA BRK 02	36.254	0.310
SC B4 ANOA BRK 04	35.650	0.360
SC B4 ANOA BRK 01	35.214	0.392
SC B4 ANOA BRK 05	34.547	0.395
SC B4 ANOA BRK 03	33.965	0.401

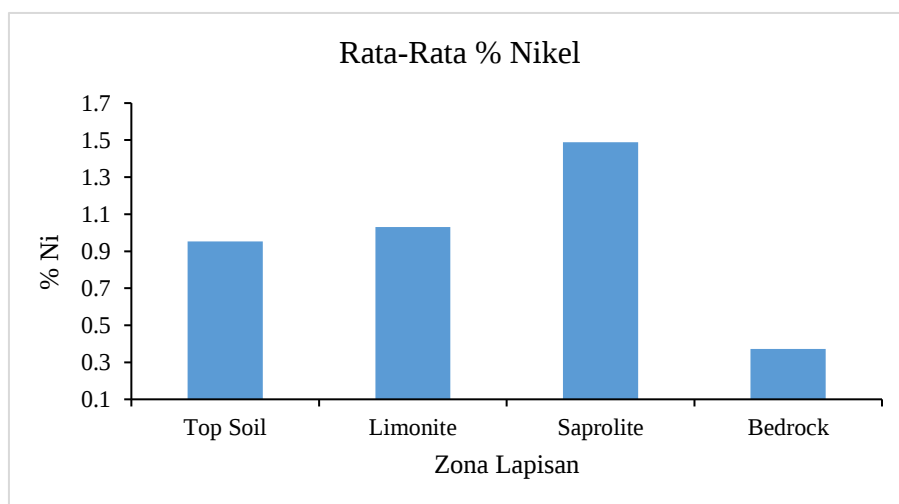
Grafik Pengaruh Magnesium Oksida (MgO) Terhadap Kadar Nikel (Ni) Sample *Bedrock***Gambar 7** Grafik Pengaruh Magnesium Oksida (MgO) Terhadap Kadar Nikel (Ni) Sample *Bedrock*

Berdasarkan data yang diperoleh dari beberapa kode sample, maka didapatkan bahwa hubungan MgO terhadap bijih nikel yaitu berbanding terbalik. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar MgO maka semakin rendah kadar bijih nikel begitupun sebaliknya, dimana dapat diinterpretasikan bahwa kadar bijih nikel (Ni) terkonsentrasi oleh MgO yang menyebabkan pembentukan MgO berbanding terbalik terhadap keterdapatan bijih nikel.

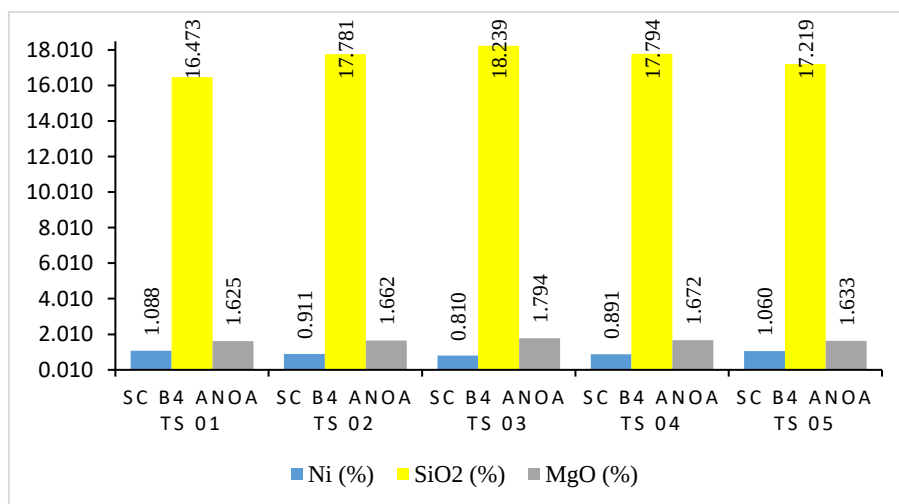
Pengaruh Zona Lapisan Endapan Terhadap Kadar Nikel**Tabel 9** Data Kadar Nikel Pada Masing-Masing Zona Lapisan Endapan

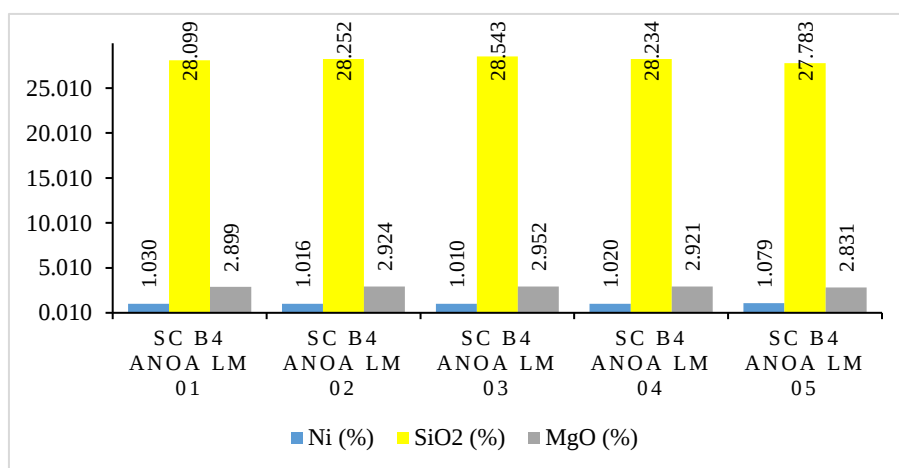
Zona	Kode Sampel	Rata-rata % Ni
<i>Top Soil</i>	SC B4 ANOA TS	0.952
<i>Limonite</i>	SC B4 ANOA LM	1.031
<i>Saprolite</i>	SC B4 ANOA SPR	1.488
<i>Bedrock</i>	SC B4 ANOA BRK	0.372

Grafik Pengaruh Zona Lapisan Endapan Terhadap Kadar Nikel

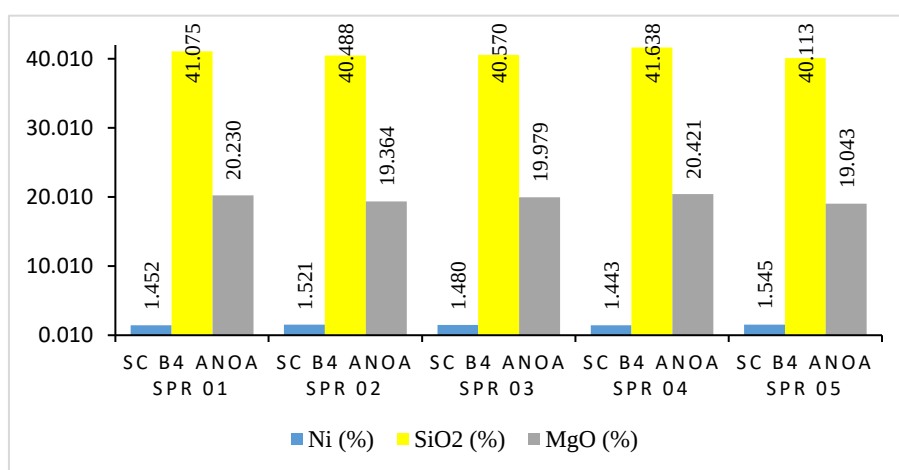
**Gambar 8** Grafik Pengaruh Zona Lapisan Endapan Terhadap Kadar Nikel

Berdasarkan data yang diperoleh, kadar unsur Ni mengalami peningkatan seiring bertambahnya kedalaman, dan memiliki kadar paling tinggi pada zona *saprolite*. Hal ini terjadi karena unsur Ni bersifat *semi-mobile*, dimana akan terlarutkan oleh air hujan yang bersifat agak asam. Kemudian akan terjadi proses pengkonsentrasian kembali ketika unsur Ni bertemu dengan air tanah yang bersifat basa. Penurunan kadar unsur Ni terjadi ketika telah mencapai zona batuan dasar (*bedrock*). Hal tersebut terjadi karena kandungan unsur Ni di batuan *ultramafic* hanya berkisar antara 0.06 – 0.39 % dimana pada zona tersebut lebih cenderung tinggi kadar MgO.

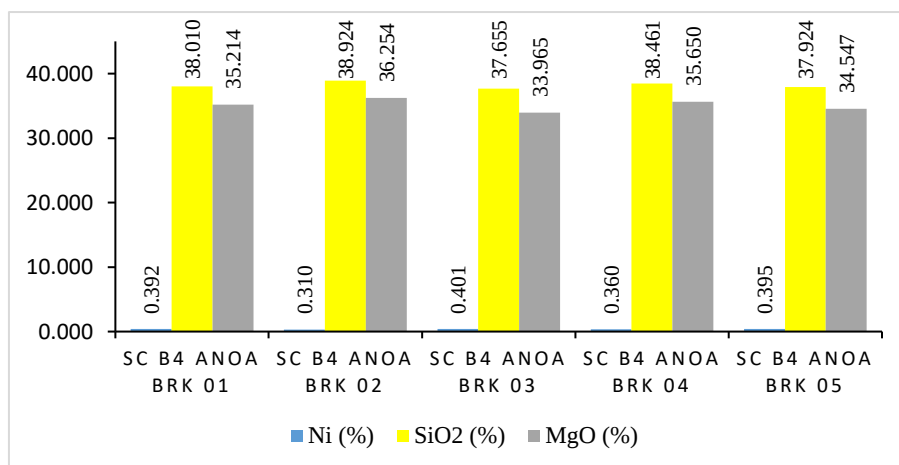
Data Nikel (Ni), Silika (SiO₂) dan Magnesium Oksida (MgO) pada Tiap Zona Lapisan Endapan**Gambar 10** Grafik Data Nikel (Ni), Silika (SiO₂) dan Magnesium Oksida (MgO) pada Zona *Top Soil*



Gambar 11 Grafik Data Nikel (Ni), Silika (SiO₂) dan Magnesium Oksida (MgO) pada Zona *Limonite*



Gambar 12 Grafik Data Nikel (Ni), Silika (SiO₂) dan Magnesium Oksida (MgO) pada Zona *Saprolite*



Gambar 13 Grafik Data Nikel (Ni), Silika (SiO₂) dan Magnesium Oksida (MgO) pada Zona *Bedrock*

Berdasarkan data Nikel (Ni), Silika (SiO₂) dan Magnesium Oksida (MgO) pada tiap zona, dapat disimpulkan bahwa kandungan Silika (SiO₂) mendominasi disetiap zona yang ada, kemudian disusul oleh Magnesium Oksida (MgO), hal ini menandakan Silika (SiO₂) lebih mempengaruhi kadar Nikel (Ni).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Korelasi Silika (SiO_2) dan Nikel (Ni) menunjukkan bahwa bijih nikel terkonsentrasi oleh SiO_2 . Dimana dapat dilihat pada masing-masing grafik tersebut menunjukkan bahwa kadar Ni semakin menurun pada saat mendekati ultramafik, sedangkan unsur SiO_2 semakin naik hal ini dapat diinterpretasikan bahwa kadar SiO_2 mempengaruhi peningkatan dan penurunan kadar bijih nikel.
2. Hubungan MgO terhadap bijih nikel sama dengan hubungan SiO_2 yaitu berbanding terbalik. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar MgO maka semakin rendah kadar bijih nikel begitupun sebaliknya, dimana dapat diinterpretasikan bahwa kadar bijih nikel (Ni) terkonsentrasi oleh MgO yang menyebabkan pembentukan MgO berbanding terbalik terhadap keterdapatan bijih nikel.
3. Pengaruh penyebaran kadar Silika (SiO_2) dan MgO sangat berpengaruh terhadap naik turunnya kadar Nikel (Ni) pada masing-masing profil endapan nikel laterit.
 - a. Zona *Top Soil* dengan rerata kadar nikel 0.952 %, kadar silika 17.501 %, dan kadar magnesium oksida 1.677 %
 - b. Zona *Limonite* dengan rerata kadar nikel 1.031 %, kadar silika 28.182 %, dan kadar magnesium oksida 2.905 %
 - c. Zona *Saprolite* dengan rerata kadar nikel 1.488 %, kadar Silika 40.777 %, dan kadar magnesium oksida 19.807 %
 - d. Zona *Bedrock* dengan rerata kadar nikel 0.372 %, kadar silika 38.195 %, dan kadar magnesium oksida 35.126 %
4. Berdasarkan hasil penelitian kadar Nikel (Ni) tertinggi diperoleh dari Zona *Saprolite* dengan rerata kadar nikel 1.488 %, dan kadar nikel terendah diperoleh dari Zona *Bedrock* dengan rerata kadar nikel 0.372 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Muslim Indonesia dan pihak Departemen QAQC PT. Tiran Indonesia sebagai tempat pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fathoni, Muhammad Wildanil, and M Zaki Mubarak. 2015. "Studi Perilaku Pelindian Bijih Besi Nikel Limonit Dari Pulau Halmahera Dalam Larutan Asam Nitrat." *Majalah Metalurgi* 30(3): 115–24.
- [2] Rao, Mingjun, Tao Zhang, Guanghui Li, Qun Zhou, Jun Luo, Xin Zhang, Zhongping Zhu, Zhiwei Peng, and Tao Jiang. 2020. "Solvent Extraction of Ni and Co from the Phosphoric Acid Leaching Solution of Laterite Ore by P204 and P507." *Metals* 10(4): 4–5. doi:10.3390/met10040545.
- [3] Febriana. 2020. "Effect of Sulfur Addition to Nickel Recovery of Laterite Ore." *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*: 14–20.
- [4] Wahab, Wahab, Erwin Anshari, Marwan Zam Mili, WD. Rizky Awaliah Nafiu, Muh. Nuzul Khaq, Daniyatno Daniyatno, Firdaus Firdaus, and Yayat Iman Sutriyatna. 2021. "Studi Pengaruh Variabel Proses Dan Kinetika Ekstraksi Nikel Dari Bijih Nikel Laterit Menggunakan Larutan Asam Sulfat Pada Tekanan Atmosferik." *Jurnal Rekayasa Proses* 15(1): 37. doi:10.22146/jrekpros.61533.
- [5] Mukhaimin. 2021. *Analisis Korelasi MgO Dan SiO2 Terhadap Nikel Pada Endapan Nikel Laterit Daerah Ussu, Kecamatan Malili, Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- [6] Dzakir, La Ode, Muhamad Karnoha Amir, Yogi La Ode Prianata, and Muhammad Ilham Kadar. 2022. "Analisis Perbandingan Kadar MgO Dan SiO2 Pada Nikel Kadar Rendah Di Kabupaten Kolaka Dan Kabupaten Kolaka Utara." *Jurnal Geomine* 10(1): 43–50. doi:10.33536/jg.v10i4.1080.
- [7] Adrianto, Rian. 2020. *Pengaruh Silika (SiO2) Terhadap Kadar Nikel Laterit (Ni) Dalam Ore Di PT. Harvest Construction Mining Service*. Makassar: ATIM.