



Interval Sampling on Limonite Ore Layer (Study : CV Sulawesi Cahaya Mineral)

Pengambilan Sampel Interval pada Lapisan Bijih Limonite (Studi : CV. Sulawesi Cahaya Mineral)

Rahmawaty Arsyad^{a,1,*}, Arianto Passalli Sarjono^{a,2}

^a Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Teknologi Sulawesi, Jl Talasalapang No 51A, Makassar, 90222, Indonesia

¹ rahmawaty11@gmail.com*; ² ari.ps85@gmail.com

* corresponding author

ARTICLE INFO

Article history

Received : December 7, 2024

Revised : February 15, 2025

Accepted : July 25, 2025

Published : August 5, 2025

Kata Kunci: Pengambilan Sampel Interval; Bijih Limonite; Kualitas Bijih; Eksploitasi Mineral.

Keywords: Interval Sampling; Limonite Ore; Ore Quality; Mineral Exploration Mining.

ABSTRAK/ABSTRACT (10PT)

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis teknik pengambilan sampel interval pada lapisan bijih limonit untuk menentukan kualitas dan komposisi mineral yang terkandung di dalamnya. Proses pengambilan sampel interval digunakan untuk memperoleh representasi yang lebih akurat mengenai variasi kandungan mineral di berbagai kedalaman lapisan bijih. Sampel yang diambil akan dianalisis melalui metode laboratorium untuk mengukur kadar Fe, Al, SiO₂, dan kandungan mineral lainnya yang relevan. Teknik ini diharapkan dapat memberikan informasi yang lebih tepat tentang potensi bijih limonit, serta membantu dalam perencanaan eksploitasi dan pemrosesan bijih secara efisien. Hasil dari penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi dalam pengembangan metode sampling yang lebih efektif untuk kegiatan pertambangan bijih besi limonit di masa depan.

This study aims to analyze the interval sampling technique on the limonite ore layer to determine the quality and mineral composition contained within it. The interval sampling process is used to obtain a more accurate representation of the mineral content variations at different depths of the ore layer. The collected samples will be analyzed in the laboratory to measure the levels of Fe, Al, SiO₂, and other relevant minerals. This technique is expected to provide more precise information about the potential of limonite ore, assisting in efficient exploitation and processing planning. The results of this research are anticipated to contribute to the development of more effective sampling methods for future iron ore mining operations. The findings will support the mining industry in optimizing exploration and extraction techniques, ensuring better resource management and economic sustainability.

1. Pendahuluan

Indonesia kaya akan sumber daya alam, termasuk nikel, yang tersebar di wilayah seperti Maluku Utara, Papua, Kalimantan Tenggara, dan Sulawesi [1]. PT. Adhita Nikel Indonesia terlibat dalam penambangan nikel, dimulai dari land clearing hingga pengangkutan bijih menggunakan dump truck

dan backhoe. Salah satu masalah utama adalah perubahan kadar nikel (Ni) dan besi (Fe) akibat pencampuran material non-ekonomis (dilution).

Sulawesi memiliki endapan nikel laterit yang terbagi dalam zona bedrock, saprolite, limonite, dan top soil, terbentuk akibat pelapukan batuan ultramafik [2], [3], [4]. Bijih nikel laterit terdiri dari limonit yang terletak di kedalaman 0-3 meter dengan kadar Ni rendah ($<1,5\%$), dan saprolit di kedalaman 3-9 meter dengan kadar Ni lebih tinggi (1,8-2,0%) [5]. Limonit, dengan kadar Fe tinggi dan kadar Ni rendah, berada pada lapisan dangkal dan homogen, mendorong penelitian ini, [6]. Pengolahan limonit diharapkan memberikan nilai tambah.

Proses pelapukan batuan ultramafik mengarah pada pengkayaan nikel di zona saprolit dan limonit [7], yang terbentuk akibat pelapukan kimiawi terhadap batuan peridotit, mengkaya logam seperti Co, Mn, Fe, dan Ni [8], [9]. Pembentukan nikel laterit dipengaruhi oleh morfologi, pelapukan, dan batuan asalnya [10]. Proses lateritisasi memegang peranan penting [11], dimulai dengan pelapukan peridotit [12].

Sampling dilakukan pada lapisan limonit dengan metode truck sampling di lokasi Backstop, menggunakan 86 sampel dan XRF untuk menganalisis enam unsur. Metode ini dipilih karena kemudahan dan kecepatan dibandingkan press manual.

2. Metode Penelitian

Penelitian tentang studi Interval Sampling pada Layer Limonite Ore metode analisa ROA WDXRF dilaksanakan di Kawasan Industry pertambangan Nikel yang dikelola di IUP SCM (Sulawesi Cahaya Mineral), berada di Kecamatan Rounta, Kabupaten Konawe, Sulawesi Tenggara. Waktu penelitian selama 2 bulan (September – November 2023).

Desain Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental yang menggunakan pendekatan kuantitatif. Desain penelitian melibatkan pengambilan sampel dari material bijih limonit yang diangkut menggunakan truk. Setiap sampel dianalisis untuk menentukan kadar unsur utama seperti nikel (Ni), besi (Fe), Al_2O_3 , Co, MgO dan SiO_2 dan pengotor [13].

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di lokasi tambang nikel laterit yang mengandung lapisan limonit. Lokasi pengambilan sampel dipilih berdasarkan area tambang aktif dengan variasi distribusi material.

Populasi dan Sampel

Populasi adalah seluruh material bijih limonit yang terdapat di lokasi penelitian dan sampel adalah material bijih limonit yang diangkut menggunakan 10 truk sebagai unit sampling. Setiap truk diambil sampel pada interval tertentu untuk menghasilkan total increment.

Prosedur Penelitian

A. Persiapan

1. Menentukan jumlah truk dan interval pengambilan sampel.
2. Memastikan alat sampling seperti *truck probe*, GPS, dan kantong sampel dalam kondisi siap pakai.
3. Menyusun standar keselamatan kerja untuk tim peneliti di lapangan.

B. Pengambilan Sampel

1. Penentuan Titik Sampling:
 - Setiap truk dibagi menjadi 8 titik sampling (4 sudut, 2 sisi, dan 2 titik tengah).

- Kedalaman penetrasi probe disesuaikan hingga mencapai dasar lapisan bijih limonit.
2. Pengambilan Increment:
- Gunakan *truck probe* untuk mengambil increment pada titik yang telah ditentukan.
 - Total increment dikumpulkan hingga memenuhi standar jumlah minimal.
3. Homogenisasi dan Komposit Sampel:
- Campurkan semua increment dari satu truk untuk menghasilkan *gross sample*.
 - Lakukan *split sampling* untuk mendapatkan sub-sample yang digunakan dalam analisis laboratorium.

3. Hasil dan Pembahasan

Studi interval sampling dilakukan pada material MGLO dimana hasil yang ditampilkan berdasarkan hasil Analisa dari WDXRF dengan menampilkan 4 parameter yang menjadi fokus utama dalam studi ini. Parameter yang dimaksud yaitu Ni, Fe, Al₂O₃, Co, MgO dan SiO₂. Dalam studi ini data yang ditampilkan sebanyak 86 sample yang berasal dari 3 Area Pit yang sama yang merupakan hasil Analisa ROA.

A. Diagram Alir Penelitian



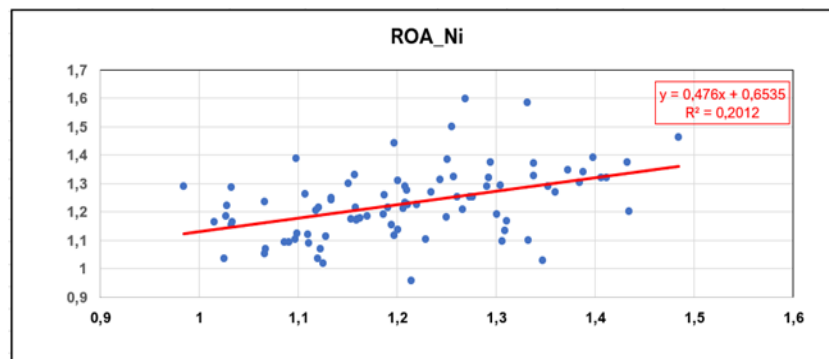
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

B. Analisis Parameter Ni

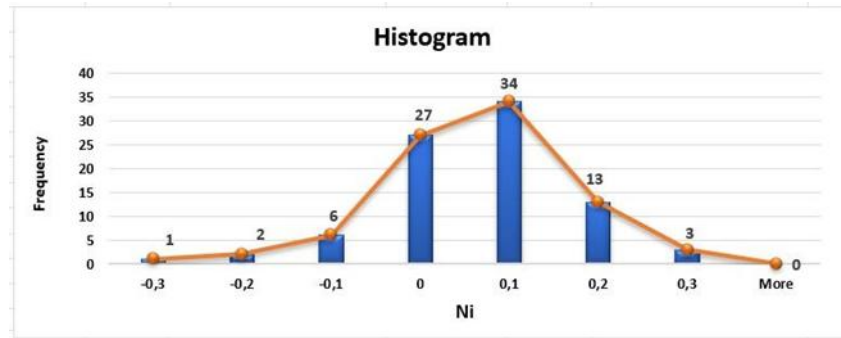
Nilai statistik dasar dan perbedaan korelasi sebaran Interval 4 vs 2 DT pada parameter Ni

Tabel 1. Nilai ROA Paramater Ni

<i>ROA_Ni</i>	
Mean	0,02
Standard Error	0,01
Median	0,01
Mode	-0,02
Standard Deviation	0,12
Sample Variance	0,02
Kurtosis	0,58
Skewness	0,09
Range	0,65
Minimum	-0,32
Maximum	0,33
Sum	1,68
Count	86
Confidence Level(95.0%)	0,03

**Gambar 2.** Grafik Linear Paramater Ni***Distribusi jangkauan dan histogram perbedaan persentase – Ni*****Tabel 2.** Nilai Frekuensi Analisis Parameter Ni

<i>Ni</i>	<i>Frequency</i>	<i>Frequency</i>	<i>Cumulative %</i>
-0,3	1	1	1,16%
-0,2	2	2	3,49%
-0,1	6	6	10,47%
0	27	27	41,86%
0,1	34	34	81,40%
0,2	13	13	96,51%
0,3	3	3	100,00%
More	0	0	100,00%



Gambar 3. Grafik Histogram Parameter Ni

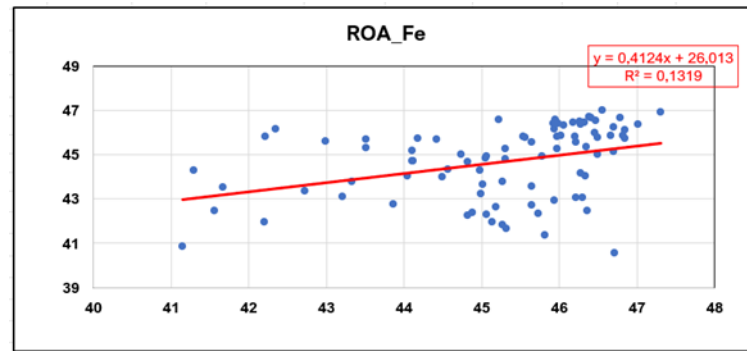
Berdasarkan tabel 1. Analisa ROA sebanyak 86 sample dari perbandingan 86 sampel dalam persentase Ni, perbedaan rata-ratanya adalah -0,02. Grafik linear $R^2 = 0,2012$. Pada tabel 3. Nilai frekuensi analisis mencapai 34 yang ditunjukkan pulapada gambar 25. grafik histogramnya. Hal ini menunjukkan hasil perbedaan sampling inteval parameter Ni per 4 DT dan 2 DT yang dilakukan analisis pada alat XRF Epsilon tidak jauh beda, yang menunjukkan persentase Nikel pada interval 2 DT yang lebih tinggi.

C. Analisis Unsur Fe

Nilai Statik dasar dan perbedaan korelasi sebar Interval 4 vs 2 DT pada paramater Fe

Tabel 3. Nilai ROA Paramater Fe

ROA_Fe	
Mean	-0,56
Standard Error	0,19
Median	-0,23
Mode	-0,17
Standard Deviation	1,75
Sample Variance	3,06
Kurtosis	0,94
Skewness	-0,36
Range	9,98
Minimum	-6,17
Maximum	3,81
Sum	-48,20
Count	86
Confidence Level(95.0%)	0,37

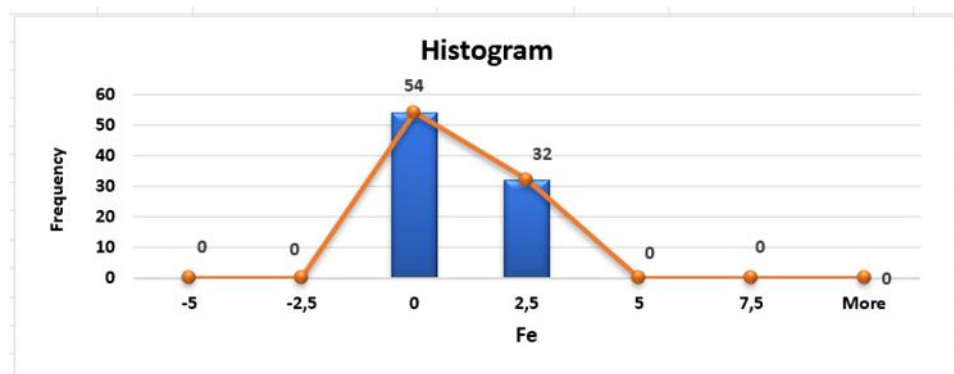


Gambar 4. Grafik Linear Paramater Fe

Distribusi jangkauan dan histogram perbedaan persentase – Fe

Tabel 4. Nilai Frekuensi Analisis Parameter Fe

Fe	Frequency	Frequency	Cumulative %
-5	0	0	0,00%
-2,5	0	0	0,00%
0	54	54	62,79%
2,5	32	32	100,00%
5	0	0	100,00%
7,5	0	0	100,00%
More	0	0	100,00%



Gambar 5. Grafik Histogram Parameter Fe

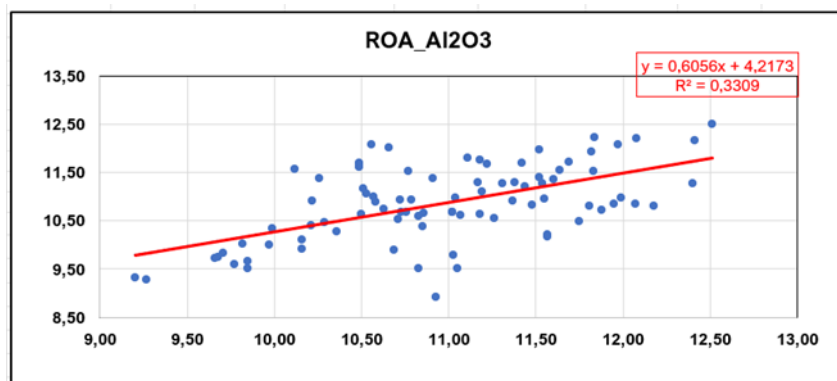
Berdasarkan tabel 4. Analisa ROA sebanyak 86 sample dari perbandingan 86 sampel dalam persentase Fe, perbedaan rata-ratanya adalah 0.56. Grafik linear $R^2 = 0,1319$. Pada tabel 5. Nilai frekuensi analisis mencapai 54 yang ditunjukkan pula pada gambar 27. grafik histogramnya. Hal ini menunjukkan hasil perbedaan sampling interval parameter Fe per 4 DT dan 2 DT yang dilakukan analisis pada alat XRF Epsilon berbeda signifikan, yang menunjukkan persentase Fe pada interval 2 DT yang lebih tinggi.

D. Analisis Unsur Al₂O₃

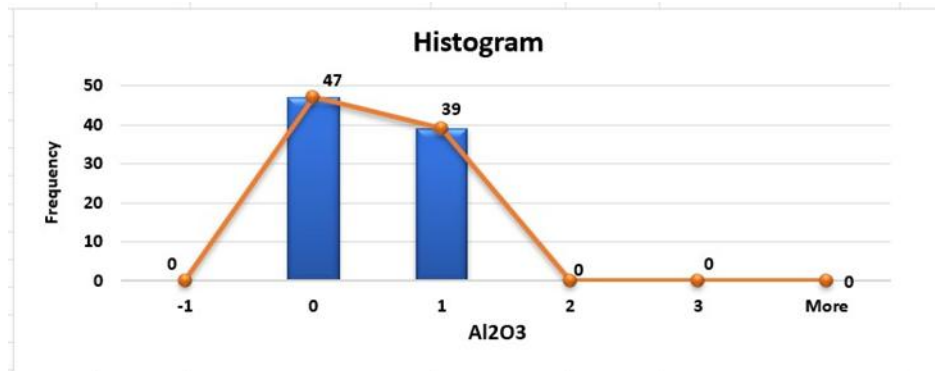
Nilai Statik dasar dan perbedaan korelasi sebar Interval 4 vs 2 DT pada paramater Al₂O₃

Tabel 5. Nilai ROA Paramater Al₂O₃

ROA_Al2O3	
Mean	-0,11
Standard Error	0,08
Median	-0,06
Mode	0,12
Standard Deviation	0,71
Sample Variance	0,50
Kurtosis	0,26
Skewness	-0,16
Range	3,53
Minimum	-2,02
Maximum	1,51
Sum	-9,11
Count	86
Confidence Level(95.0%)	0,15

**Gambar 6.** Grafik Linear Paramater Al₂O₃**Distribusi jangkauan dan histogram perbedaan persentase – Al₂O₃****Tabel 6.** Nilai Frekuensi Analisis Parameter Al₂O₃

Al₂O₃	Frequency	Frequency	Cumulative %
-1	0	0	0,00%
0	47	47	54,65%
1	39	39	100,00%
2	0	0	100,00%
3	0	0	100,00%
More	0	0	100,00%



Gambar 7. Kurva Histogram Parameter Al₂O₃

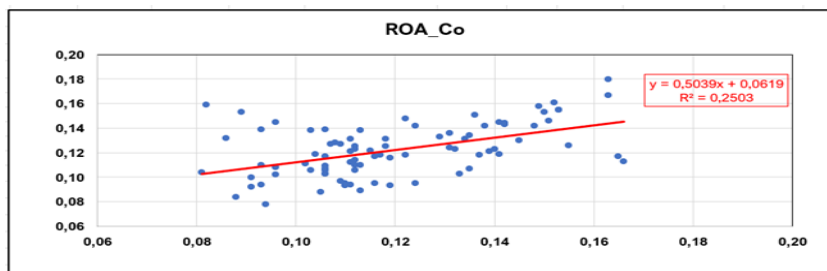
Berdasarkan tabel 6. Analisa ROA sebanyak 86 sample dari perbandingan 86 sampel dalam persentase Al₂O₃, perbedaan rata-ratanya adalah 0.11. Grafik linear R² =0,3309. Pada tabel 7. Nilai frekuensi analisis mencapai 47 yang ditunjukkan pula pada gambar 29. grafik histogramnya. Hal ini menunjukkan hasil perbedaan sampling interval parameter Al₂O₃ per 4 DT dan 2 DT yang dilakukan analisis pada alat XRF Epsilon tidak jauh berbeda, yang menunjukkan persentase Al₂O₃ pada interval 4 DT yang lebih tinggi.

E. Analisis Parameter Co

Nilai Statik dasar dan perbedaan korelasi sebar Interval 4 vs 2 DT pada paramater Co.

Tabel 7. Nilai ROA Paramater Co

ROA_Co	
Mean	0,002593023
Standard Error	0,002285287
Median	0,002
Mode	0,001
Standard Deviation	0,021192883
Sample Variance	0,000449138
Kurtosis	2,098591875
Skewness	0,591850857
Range	0,13
Minimum	-0,053
Maximum	0,077
Sum	0,223
Count	86
Confidence Level(95.0%)	0,004543764

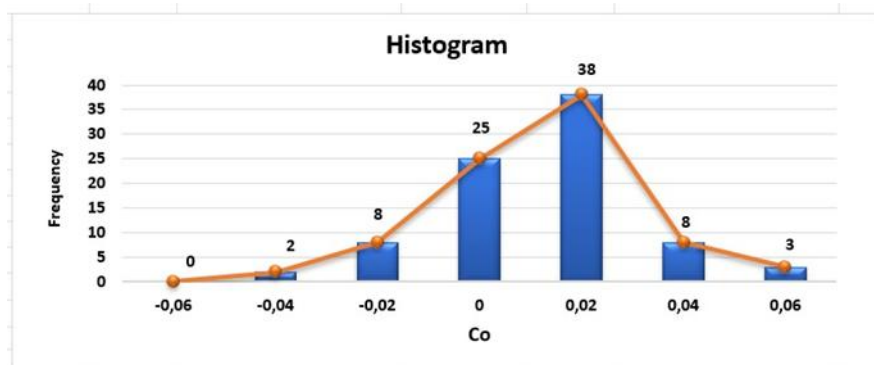


Gambar 8. Grafik Linear Paramater Co

Distribusi jangkauan dan histogram perbedaan persentase – Al₂O₃

Tabel 8. Nilai Frekuensi Analisis Parameter Co

Co	Frequency	Frequency	Cumulative %
-0,06	0	0	0,00%
-0,04	2	2	2,33%
-0,02	8	8	11,63%
0	25	25	40,70%
0,02	38	38	84,88%
0,04	8	8	94,19%
0,06	3	3	97,67%
0,08	2	2	100,00%
0,1	0	0	100,00%
0,12	0	0	100,00%
More	0	0	100,00%



Gambar 9. Grafik Histogram Parameter Co

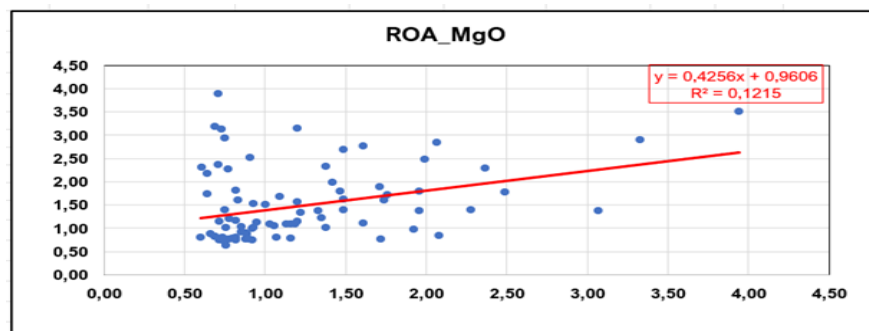
Berdasarkan tabel 8. Analisa ROA sebanyak 86 sample dari perbandingan 86 sampel dalam persentase Co, perbedaan rata-ratanya adalah 0.00. Grafik linear $R^2 = 0,2503$. Pada tabel 9. Nilai frekuensi analisis mencapai 38 yang ditunjukkan pulapada gambar 31. grafik histogramnya. Hal ini menunjukkan hasil perbedaan sampling intreval parameter Co per 4 DT dan 2 DT yang dilakukan analisis pada alat XRF Epsilon sama.

F. Analisis Unsur MgO

Nilai Statik dasar dan perbedaan korelasi sebar Interval 4 vs 2 DT pada paramater MgO

Tabel 9. Nilai ROA Paramater MgO

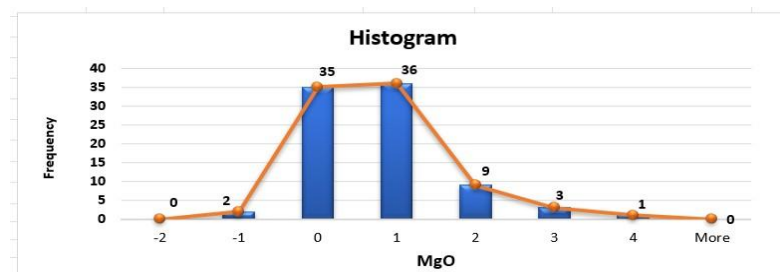
<i>ROA_MgO</i>	
Mean	0,27
Standard Error	0,09
Median	0,05
Mode	0,05
Standard Deviation	0,81
Sample Variance	0,66
Kurtosis	2,26
Skewness	1,14
Range	4,86
Minimum	-1,69
Maximum	3,17
Sum	23,40
Count	86
Confidence Level(95.0%)	0,17

**Gambar 10.** Kurva Linear Paramater MgO

Distribusi jangkauan dan histogram perbedaan persentase – Mg

Tabel 10. Nilai Frekuensi Analisis Parameter MgO

<i>MgO</i>	<i>Frequency</i>	<i>Frequency</i>	<i>Cumulative %</i>
-2	0	0	0,00%
-1	2	2	2,33%
0	35	35	43,02%
1	36	36	84,88%
2	9	9	95,35%
3	3	3	98,84%
4	1	1	100,00%
More	0	0	100,00%

**Gambar 11.** Kurva Histogram Parameter MgO

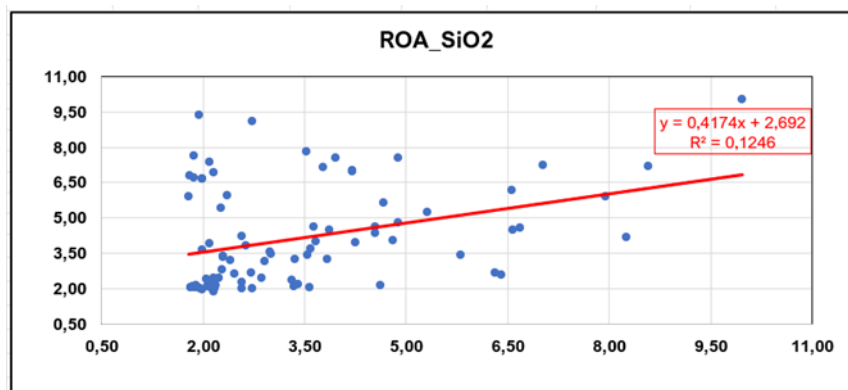
Berdasarkan tabel 10. Analisa ROA sebanyak 86 sample dari perbandingan 86 sampel dalam persentase MgO, perbedaan rata-ratanya adalah -0.27. Grafik linear $R^2 = 0,1215$. Pada tabel 11. Nilai frekuensi analisis mencapai 36 yang ditunjukkan pula pada gambar 33. grafik histogramnya. Hal ini menunjukkan hasil perbedaan sampling interval parameter Co per 4 DT dan 2 DT yang dilakukan analisis pada alat XRF Epsilon berbeda, yang menunjukkan persentase MgO pada interval 2DT yang lebih tinggi.

G. Analisis Parameter SiO₂

Nilai Statik dasar dan perbedaan korelasi sebar Interval 4 vs 2 DT pada paramater SiO₂

Tabel 11. Nilai ROA Paramater SiO₂

ROA_SiO2	
Mean	0,71
Standard Error	0,24
Median	0,14
Mode	0,08
Standard Deviation	2,25
Sample Variance	5,06
Kurtosis	0,79
Skewness	0,81
Range	11,51
Minimum	-4,09
Maximum	7,42
Sum	61,06
Count	86
Confidence Level(95.0%)	0,48



Gambar 12. Kurva Linear Paramater SiO₂

Distribusi jangkauan dan histogram perbedaan persentase – SiO₂

Tabel 12. Nilai Frekuensi Analisis Parameter SiO₂

SiO ₂	Frequency	Frequency	Cumulative %
-5	0	0	0,00%
-2,5	3	3	3,49%
0	31	31	39,53%
2,5	34	34	79,07%
5	14	14	95,35%
7,5	4	4	100,00%
10	0	0	100,00%
More	0	0	100,00%



Gambar 13. Grafik Histogram Parameter SiO₂

Berdasarkan tabel 12. Analisa ROA sebanyak 86 sample dari perbandingan 86 sampel dalam persentase SiO₂, perbedaan rata-ratanya adalah -0.72. Grafik linear $R^2 = 0,1246$. Pada tabel 13. Nilai frekuensi analisis mencapai 34 yang ditunjukkan pula pada gambar 35. grafik histogramnya. Hal ini menunjukkan hasil perbedaan sampling interval parameter SiO₂ per 4 DT dan 2 DT yang dilakukan analisis pada alat XRF Epsilon berbeda, yang menunjukkan persentase MgO pada interval 2DT yang lebih tinggi.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan kesimpulan :

1. Dari data yang terkumpul pembacaan hasil analisa dari 6 unsur yang ditampilkan terlihat relative kurang baik. Penyebaran titik pada kurva tidak terlihat hasil yang presisi sehingga penyebarannya tidak beraturan.
2. Data presisi kadar Ni, Fe, Al₂O₃, Co, MgO dan SiO₂ pada layer limonite medium grade pada interval sampling per 4 DT dengan 40 Ritase yaitu Ni = 1,21%; Fe = 45,23%; Al₂O₃ = 10,98; Co = 0,11%; MgO = 1,18 dan SiO₂ = 3,37%
3. Data presisi kadar Ni, Fe, Al₂O₃, Co, MgO dan SiO₂ pada layer limonite medium grade pada interval sampling per 4 DT dengan 40 Ritase yaitu Ni = 1,23%; Fe = 44,68%; Al₂O₃ = 10,68; Co = 0,12%; MgO = 1,46 dan SiO₂ = 4,08%
4. Data different yang diperoleh dari data yang terkumpul sangat kecil. Dapat dilihat dari table berikut :

Interval sampling	Average Different					
	Ni	Fe	Al ₂ O ₃	Co	MgO	SiO ₂
4 DT : 2 DT	-0,02	0,56	0,11	0	-0,27	-0,72

5. Secara kumulatif deviasi dari 6 parameter pada table terlihat sangat kecil namun jika dibandingkan dengan kurva penyebarannya terlihat cukup signifikan.

5. Ucapan Terima Kasih

Terimakasih untuk Ketua dan Sekretaris Prodi Teknik Industri Universitas Teknologi Sulawesi atas segala support dalam penelitian ini. Dekan Fakultas Teknik atas segala masukan.

6. Referensi

- [1] Zulkifli, H. Masalah Dilusi dalam Penambangan Nikel Laterit. *Jurnal Teknik Pertambangan*, 30(2), 190-202. 2014
- [2] Rahman, A. Kajian Geologi Nikel Laterit di Sulawesi. *Jurnal Geologi dan Sumber Daya Alam*, 17(4), 55-70. 2015
- [3] Jafar, A. Studi Geologi Nikel Laterit di Sulawesi. *Jurnal Geologi Indonesia*, 42(3), 88-102. 2016
- [4] Santoso, B., et al. Studi Pengolahan Nikel Laterit di Indonesia. *Jurnal Teknologi Pertambangan*, 39(2), 34-45. 2017
- [5] Elias, P. Geologi dan Pembentukan Endapan Nikel Laterit. *Geology Journal*, 32(2), 45-60. 2002
- [6] Arif, F. Analisis Kadar Nikel pada Limonite dan Saprolite di Lokasi Tambang Nikel. *Jurnal Teknik Pertambangan*. 2016
- [7] Musnajam, H. Pengaruh Pelapukan terhadap Pengkayaan Mineral Nikel. *Jurnal Mineral dan Geologi*, 18(1), 12-20. 2012
- [8] Syafrizal, I., et al. Karakteristik Mineral Nikel Laterit dan Pengkayaannya. *Journal of Mining and Metallurgy*, 15(1), 14-25. 2011
- [9] Cahit, D., et al. Karakterisasi Nikel Laterit dan Potensi Pengolahannya. *Journal of Mineral Processing*. 2017
- [10] Kurniadi, D., et al. Faktor-faktor Pembentukan Nikel Laterit di Sulawesi. *Journal of Earth Science*, 28(1), 22-33. 2017
- [11] Tonggiroh, S., et al. Lateritisasi dan Pembentukan Endapan Nikel di Indonesia. *Jurnal Sumber Daya Alam*, 27(2), 50-60. 2012
- [12] Sundari, T., & Woro, I. Proses Lateritisasi Batuan Peridotit di Sulawesi. *Jurnal Geologi Tropis*, 5(3), 78-88. 2012
- [13] O'Connor, D., et al. "The effect of precalcination on the reducibility of limonitic ore in a H₂/CO₂ atmosphere." *Minerals*, 7(11), 176. 2017