

Karakteristik Endapan Nikel Laterit Pada Daerah X, Kabupaten Kolaka Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara

Muh Gifaricandrabayu¹, Obrin Trianda², Al Hussein Flowers Rizqi³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Geologi, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Korespondensi : obrin@itny.ac.id.

ABSTRAK

Indonesia merupakan penghasil nikel terbesar di dunia dengan total produksi 1jt merik ton alias menyumbang 37.04% nikel dunia pada tahun 2021 (USGS) serta memiliki cadangan nikel 21 juta metrik ton yang menyebar di seluruh pulau-pulau di Indonesia mulai dari Sulawesi, Maluku, hingga ke Papua yang berasal dari nikel laterit dan nikel sulfida. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik pada tiap zona baik secara lateral maupun vertical mulai dari top soil, limonit, transisi, sampai saprolit. Metode penelitian yang digunakan yaitu pengambilan data permukaan dan analisis laboratorium. Endapan laterit di daerah penelitian memiliki 3 zona lateritisasi yang dapat dijumpai di yaitu: zona top soil memiliki ketebalan ± 2 meter, Zona limonit memiliki ketebalan ± 6 meter, Zona saprolite terbagi atas dua yakni Earthly Saprolite dan Rocky Saprolite dengan ketebalan ± 11 meter. Zona Top Soil ini memiliki kadar nikel 0,4% Ni Sedangkan kadar Fe pada zona Top Soil yaitu 22%. Zona limonit ini memiliki kadar nikel pada kisaran 0,4-1,2 % Ni, kadar Fe pada zona limonit bervariasi dari 22%-40%. Zona saprolit memiliki kadar nikel pada kisaran 1,4-3,40 % Ni, sedangkan kadar Fe pada zona saprolit bervariasi dari 17%-28% .

Kata kunci: Geologi, Nikel, Saprolit.

ABSTRACT

Indonesia is the world's largest nickel producer with a total production of 1 million metric tons, aka contributing 37.04% of world nickel in 2021 (USGS) and has nickel reserves of 21 million metric tons which are spread across all the islands in Indonesia, starting from Sulawesi, Maluku, to Papua which comes from nickel laterite and nickel sulfide. The purpose of this study was to determine the characteristics based on field descriptions for each zone, both laterally and vertically, starting from topsoil, limonite, transition, to saprolite. The research method used is surface data collection and laboratory analysis (petrography and XRF). Laterite deposits in the study area have 3 lateralized zones which can be found: the top soil zone has a thickness of ± 2 meters, the limonite (red limonite) zone has a thickness of ± 6 meters, the saprolite zone is divided into two, namely Earthly Saprolite and Rocky Saprolite with a thickness of ± 11 meters. The Top Soil zone has nickel content in the range of 0.4% Ni the Fe content in the Top Soil zone is 22%. This limonite zone has a nickel content in the range of 0.4-1.2% Ni, while the Fe content in the limonite zone varies from 22% -40%. The saprolite zone has nickel content in the range of 1.4-3.40% Ni, while the Fe content in the saprolite zone varies from 17%-28%.

Keyword: Geology, Nickel, Saprolite.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan penghasil nikel terbesar di dunia dengan total produksi 1jt merik ton alias menyumbang 37.04% nikel dunia pada tahun 2021 [6] serta memiliki cadangan nikel 21 juta metrik ton yang menyebar di seluruh pulau-pulau di Indonesia mulai dari Sulawesi, Maluku, hingga ke Papua yang berasal dari nikel laterit dan nikel sulfida. Daerah penelitian berada di pulau Sulawesi yang dimana nikel yang dihasilkan merupakan nikel laterit yang merupakan hasil pelapukan dari batuan ultramafik berupa peridotit, hazburgit atau dunit sebagai pembawa unsur Ni, umumnya terjadi di daerah tropis sampai sub-tropis.

Endapan nikel laterit di pulau Sulawesi tersebar mulai dari Sulawesi Tengah yang meliputi Kabupaten Banggai, Kabupaten Poso, Kabupaten Morowali dan Kabupaten Morowali Utara. Sulawesi Selatan meliputi Kabupaten Soroako, Kabupaten Luwu Timur, dan Kabupaten Barru, Sulawesi Tenggara yang meliputi Kabupaten Kolaka Utara dan Kabupaten Konawe Tonggih [5]. Sehingga studi mengenai karakteristik endapan nikel menarik untuk di bahas karena tiap daerah memiliki karakteristik yang berbeda-beda mulai dari perbedaan iklim, Geomorfologi, Litologi penyusun, dan Struktur Geologi.

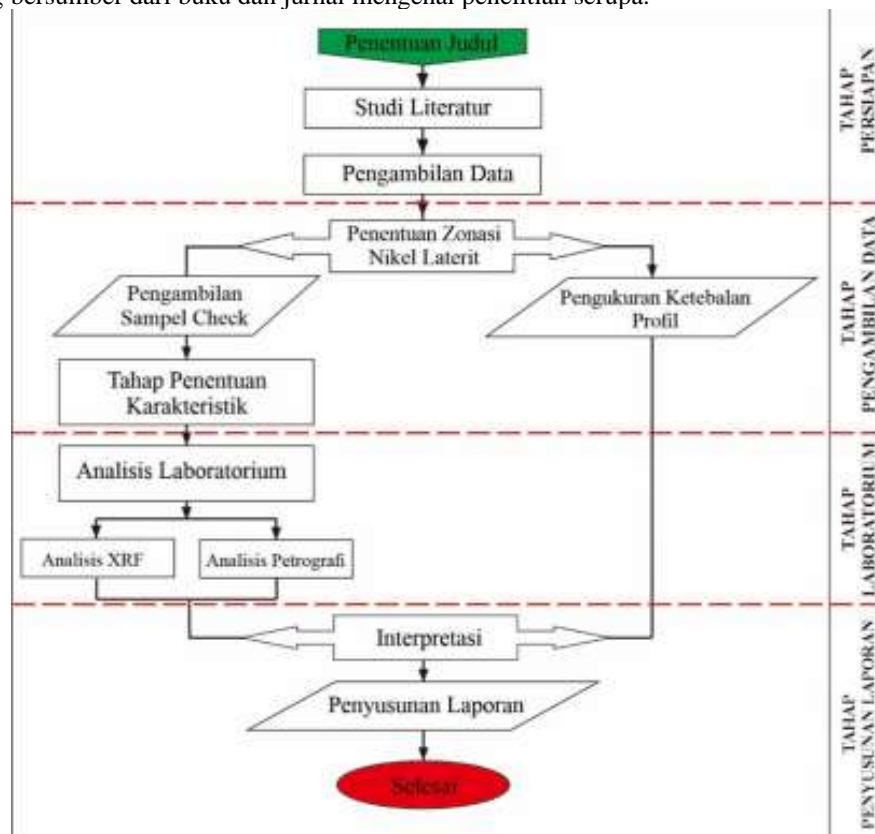
Berdasarkan peta geologi lembar Kendari-Susua (Rusmana, Dkk, 1993) daerah penelitian berada pada formasi Kompleks Ultramafik (Ku). Seperti yang diketahui nikel laterit merupakan unsur hasil dari proses pelapukan dan pengkayaan (enrichment) dari mineral ultramafic. Berdasarkan latar belakang tersebut penelitian yang berjudul Karakteristik Endapan Nikel Laterit Pada Daerah X, Kabupaten Kolaka Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara menarik untuk di bahas, Penulis akan mengidentifikasi karakteristik tiap profil mulai dari top soil sampai ke zona saprolit.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan di permukaan yang dimana memfokuskan pada pengambilan data seperti sampel per layer dan batuan penyusun yang kemudian dilakukan analisis laboratorium dengan menggunakan XRF yang dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik unsur kimia sedangkan mikroskop digunakan untuk melakukan analisis petrografi sehingga dapat di tentukan jenis/nama batuan asalnya. Tahapan nya meliputi tahap persiapan, tahap pengambilan data, tahap laboratorium dan tahap penyusunan laporan (Gambar 1).

Tahap Persiapan

Tahapan ini merupakan tahapan pertama dalam penelitian ini melalui pengumpulan data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Peta RBI, Peta Geologi Regional skala 1: 250.000 dan data yang diperoleh dari berbagai sumber tertulis seperti literature, artikel, tulisan ilmiah. Data sekunder yang dipakai dalam penelitian ini berupa studi pustaka, yaitu mengumpulkan data-data atau hasil tulisan ilmiah sebelumnya mengenai penelitian karakteristik endapan nikel laterit. Selain itu peneliti juga mengumpulkan beberapa referensi yang bersumber dari buku dan jurnal mengenai penelitian serupa.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Tahap Pengambilan Data

Tahapan ini merupakan tahapan kedua dalam penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data berupa pengambilan sample check pada tiap profil mulai dari top soil, limonit, transisi, saprolite dan bedrock, kemudian dilakukan pengukuran ketebalan tiap zona. Adapun alat yang digunakan dalam tahap ini yaitu kamera, palu geologi, sekop/shovel, karung, spidol dan roll meter (Gambar 2).



Gambar 2. Proses pengambilan sampel check.

Tahap Laboratorium

Tahap analisis yang selanjutnya dilakukan analisis laboratorium yaitu analisis XRF yang dilakukan untuk mengetahui kadar dari nikel laterit dan mineral logam lainnya. Analisis dilakukan di Laboratorium Geo Gea Mineralindo, Kendari (2021). Analisis XRF dilakukan pada Zona Top Soil, Zona Limonit, dan Zona Saprolit. Sample yang akan dianalisis XRF terlebih dahulu di haluskan dan di quartering, Kemudian di keringkan dalam oven dan selanjutnya dilakukan tahap crushing untuk menghaluskan sampel. Sampel yang telah dihaluskan sampai 100 mesh kemudian dibuat bentuk palp, selanjutnya dimasukkan kedalam XRF selama 30 menit persampel (Gambar 3). Data hasil analisis yang dihasilkan berupa persentasi unsur Ni dan unsur logam lainnya dan tahap yang terakhir yaitu mengukur ketebalan tiap zona.



Gambar 3. Tahap mixing (a), tahap pengeringan (b), tahap crushing dan menghaluskan (c) tahap menimbang sampel pulp (d), tahap pressing untuk membentuk keping (e) dan tahap analisis laboratorium (f).

Tahap Interpretasi

Tahap ini dilakukan untuk pengolahan data yang kemudian mengkompilaskannya dengan data geologi dan data laboratorium. Interpretasi yang akan dilakukan yaitu menentukan karakteristik tiap zona yang berhubungan dengan pembentukan endapan nikel laterit, dan menentukan ketebalan zona-zonatersebut.

Tahap Penyusunan Laporan

Tahapan ini merupakan tahap terakhir dalam penelitian guna mempresentasikan hasil dari rangkaian pemetaan geologi pada lokasi penelitian.

HASIL DAN ANALISIS

Geomorfologi daerah penelitian

Geomorfologi daerah penelitian memiliki kemiringan lereng rata - rata 29.4% yang mengindikasikan daerah penelitian berada pada daerah yang relatif curam (Van Zuidam 1979). Berdasarkan hasil interpretasi tersebut pembahasan mengenai karakteristik endapan nikel laterit di daerah penelitian merupakan hal yang menarik, karena secara umum pengkayaan unsur nikel pada daerah lain mengalami pengkayaan unsur pada

daerah yang relatif landai, namun pada daerah penelitian unsur nikel mengalami pengkayaan (enrichment) pada daerah yang relatif curam (Gambar 4).



Gambar 4. Kemiringan lereng di daerah penelitian.

Stratigrafi daerah penelitian

Berdasarkan hasil pemetaan lapangan daerah penelitian terdapat 1 litologi yaitu berupa batuan ultramafik memiliki tebal kurang lebih 7 meter (Gambar 5) dengan ciri fisik secara megaskopis di lapangan yaitu warna lapuk hitam ke abu-abuan warna segar hijau gelap, tekstur batuan terdiri dari granularitasnya fanerik, derajat kristalisasinya holokristalin, keseragaman butir hipokristalin, relasi inequigranular dengan bentuk kristal euhedral-subhedral. Struktur masif. Dengan komposisi mineral secara megaskopis berupa, piroksen, antigorite dan mineral serpentin. Nama batuan yaitu peridotit O'dunn & sill [1].



Gambar 5. Kenampakan ciri litologi pada satuan peridotit

Profil nikel laterit daerah penelitian

Endapan laterit di daerah penelitian memiliki 4 (empat) zona lateritisasi yang dapat dijumpai di yaitu: zona top soil memiliki ketebalan ± 2 meter di dominasi oleh mineral lempung dan goethite kaya akan Fe. Zona limonit (red limonite) memiliki ketebalan ± 6 meter di dominasi oleh hematite, mangan, goethite dan terdapat juga mineral maghemite. Zona saprolite terbagi atas dua yakni *Earthly Saprolite* dan *Rocky Saprolite*, yang unik dari saprolite di lokasi ini yaitu di beberapa lokasi ditemukan saprolite bertipe *floating* (menggantung) yang sudah mengalami pelapukan berukuran ± 2 meter dan boulder ini bersifat spot.



Gambar 6. Profil endapan nikel laterit daerah penelitian.

Dari hasil deskripsi lapangan berdasarkan visualisasinya, zona saprolit di lokasi ini dicirikan oleh kenampakan fisik dengan ciri khas warna coklat kekuningan, coklat kehijauan dan kuning kehijauan, ukuran butir pasir halus samapi kerakal. Dijumpai adanya fraksi material yang lebih kasar yang merupakan hasil pelapukan yang belum sempurna seperti bongkah batuan dasar, biasanya dijumpai mineral seperti serpentin, talk, olivin, garnierit, krisopras dan mineral-mineral hidrous silika lainnya. Pada umumnya saprolite yang mendominasi pada daerah penelitian merupakan rocky saprolit yaitu zona saprolit yang kaya akan fragmen batuan dasar yang masih tersisa. Ketebalan zona saprolit mencapai ±11 meter.

Karakteristik endapan nikel laterit daerah penelitian

Endapan laterit nikel daerah penelitian memiliki 4 (empat) zonasi. Dari atas ke bawah zonasi tersebut terbagi menjadi: top soil, limonit, transisi, dan saprolite. Namun zona transisi hanya berkembang bersifat spot yaitu berupa yellow limonite yang terdapat diantara zona limonit (red limonite) dan zona saprolite. Berdasarkan regional lembar susua-kendari daerah penelitian masuk pada formasi Ku (Kompleks Ultramafik).

a. Karakteristik Zona Top Soil

Pada zona top soil kenampakan fisik mencirikan berukuran pasir sedang-pasir kasar berwarna coklat kehitaman (Gambar 7) masih menampakan akar tumbuhan. Struktur tidak teramati dengan kandungan organik yang tinggi dan oksida besi berupa nodul-nodul Fe maupun tanah. Ketebalan top soil berkisar 2 meter dan umumnya tidak mengandung nikel yang berarti. Variasi ketebalan laterit di daerah penelitian relatif dikendalikan oleh bentuk geomorfik area setempat dimana pada kondisi lereng dengan gradien >26,4%, tanah laterit dijumpai relatif tipis.



Gambar 7. Zona top soil yang tersingkap di permukaan pada *sample check* 44.

Hasil analisa geokimia zona Top Soil di dasarkan pada kelimpahan kandungan unsur kimia (baik elemen utama maupun elemen minor). Terdapat 10 unsur kimia yang dapat di amati yaitu Ni, Co, Fe, Mg,O, SiO, CaO, Al₂O₃, dan Cr₂O₃ Al Best, 2003 dalam Riko dkk., [2]. Menunjukkan zona Top Soil ini memiliki kadar nikel pada kisaran 0,7% Ni (Tabel 1). Sedangkan kadar Fe pada zona Top Soil yaitu 43%.

Tabel 1. Komposisi unsur kimia zona top soil.

KODE SAMPEL	Unsur kimia dalam (%)								ZONA
	Ni	Co	Fe	MgO	SiO	CaO	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	
SC_44_JK	0.78	0.11	43.13	-1.12	11.08	0.04	11.25	2.53	TOP SOIL

Karakteristik Zona Limonit

Zona ini terletak di bawah zona Top Soil dengan ketebalan sekitar 6 meter. Kenampakan fisik lapangan mencirikan materialnya lunak didominasi oleh mineral lempung, memiliki warna kuning kecoklatan (Gambar 8), dominasi oleh mineral goethite yang memberikan ciri warna kuning, hematit yang memberikan ciri warna merah gelap dan maghemite yang mencirikan warna merah terang. Zona transisi adalah zona saprolit ke zona limonit. Dijumpai secara spot pada profil laterit di bagian utara endapan nikel laterit daerah penelitian berupa. Zona ini berupa yellow limonite (Gambar 5.7). secara setempat pada bagian yang belum runtuh ketebalan zona transisi berkisar antara 1 meter.

**Gambar 8.** Zona top soil yang tersingkap di permukaan pada *sample check 56*

Hasil analisa geokimia zona limonit di dasarkan pada kelimpahan kandungan unsur kimia (baik elemen utama maupun elemen minor). Terdapat 10 unsur kimia yang dapat di amati yaitu Ni, Co, Fe, Mg,O, SiO, CaO, Al₂O₃, dan Cr₂O₃ Al Best, 2003 dalam Riko dkk., [2]. Menunjukkan zona limonit ini memiliki kadar nikel pada kisaran 0,4-1,2 % Ni, sedangkan kadar Fe pada zona limonit bervariasi dari 22%-40%. Kandungan zona transisi berkisar antara 1.05 % Ni lebih tinggi dibandingkan zona red limonite di atasnya. (Tabel 2) dengan ketebalan rata-rata 4-6 meter.

Tabel 2. Komposisi unsur kimia zona limonit

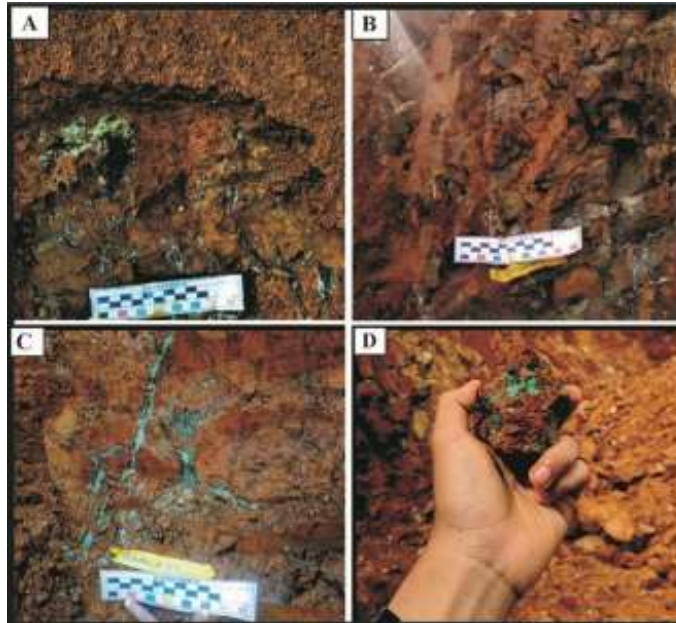
KODE SAMPEL	Unsur kimia dalam (%)								ZONA
	Ni	Co	Fe	MgO	SiO	CaO	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	
SC_56_JK	0.69	0.1	33.29	0.54	30	0.06	7.62	1.33	LIMONIT
SC_59_JK	0.78	0.11	43.13	-1.12	11.08	0.04	11.25	2.53	LIMONIT
SC_54_JK	0.92	0.13	41.52	-0.29	14.44	0.04	10.43	2.92	LIMONIT
SC_60_JK	1.08	0.12	30.46	1.21	16.69	0.03	7.75	2.21	TRANSISI

Karakteristik Zona Saprolit

Zona ini terletak pada bagian bawah zona Limonit dengan ketebalan sekitar 7 meter. Tekstur zona saprolit ini berbutir halus soft saprolite (Gambar 9A) hingga sangat kasar dan keras rocky saprolite (Gambar 9B). Soft saprolite memiliki warna kuning ke coklatan dengan teksturnya berukuran batupasir kasar. struktur sekundernya tidak teramati, dengan komposisi mineral yaitu serpentin, manganit, olivine yang sudah lapuk dan idingsite. *Rocky Saprolite* Memiliki karakteristik warna yang bervariasi diantaranya kuning kecoklatan, kuning kehijauan, hingga berwarna kuning. Tekstur zona saprolit ini berbutir kasar *Coarse Grain – Boulder* dan memiliki tekstur yang keras dan masih memperlihatkan

tekstur batuan asal. Secara megaskopis komposisi mineral yang dapat diamati yaitu serpentin, krisopras, garnierite, geotit, hematit, mangan dan mineral kuarsa sebagai vein.

Pada zona saprolit ini dijumpai urat-urat antara lain garnerit, silica, dan krisopras. Zona saprolit kaya akan unsur-unsur Ni, Co, dan Cr. Secara kimiawi zona saprolit ditandai dengan kelimpahan unsur Mg dan Ni serta berkurangnya unsur Fe. Hal tersebut disebabkan Mg dan Ni biasanya terakumulasi dalam mineral hydrous silika yang berasal dari leaching mineral primer penyusun batuan ultramafik. Unsur Ni pada zona saprolit biasanya berasosiasi dengan mineral olivin, serpentin dan mineral hydrous silika seperti krisopras (Gambar 9 C) dan garnierite (Gambar 9 D). Unsur yang bersifat immobile seperti Fe biasanya berkurang pada zona ini karena Fe biasanya terakumulasi sebagai residual enrichment pada zona limonit.



Gambar 9. Ciri fisik saprolit yang menunjukkan *Soft saprolite* (sc 45) (A). Ciri fisik yang menunjukkan *rocky saprolit* (sc 52) (B). Ciri fisik saprolite yang rekahan-rekahan terisi oleh mineral krisopras (sc 50) (C). Ciri fisik yang memperlihatkan garnierite (sc 58) (D).

Hasil analisa geokimia zona saprolit di dasarkan pada kelimpahan kandungan unsur kimia (baik elemen utama maupun elemen minor). Terdapat 10 unsur kimia yang dapat di amati yaitu Ni, Co, Fe, Mg,O, SiO, CaO, Al₂O₃, dan Cr₂O₃ Al Best, 2003 dalam Riko dkk., [2]. Menunjukkan zona saprolit memiliki kadar nikel pada kisaran 1,4-3,40 % Ni, sedangkan kadar Fe pada zona saprolit bervariasi dari 17%-28% (Tabel 3).

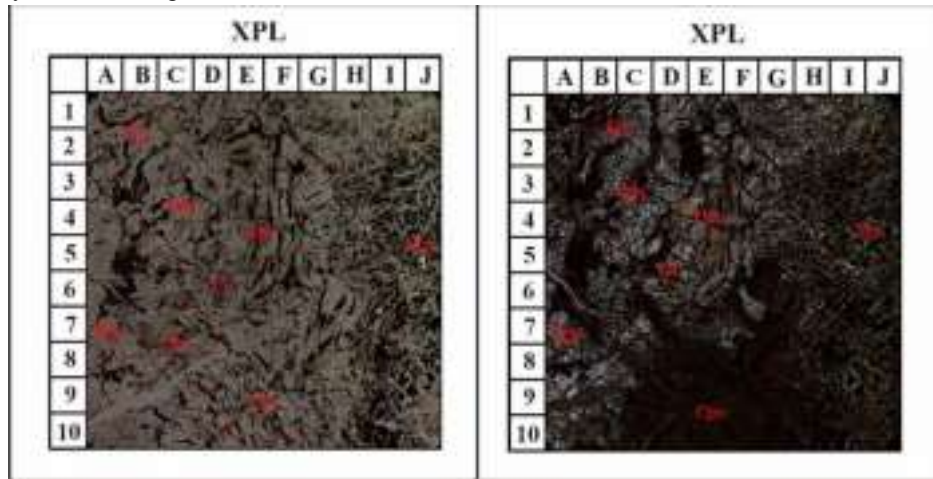
Tabel 3. Komposisi unsur kimia zona saprolite

KODE SAMPEL	Unsur kimia dalam (%)								ZONA
	Ni	Co	Fe	MgO	SiO	CaO	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	
SC_45_JK	2,47	0,1	27,52	3,48	19,51	0,2	8,49	1,61	SAPROLIT
SC_49_JK	1,45	0,09	28,62	28,62	27,43	0,06	5,93	1,79	SAPROLIT
SC_50_JK	2,3	0,06	22,41	3,56	36,77	0,07	3,05	1,44	SAPROLIT
SC_51_JK	1,67	0,05	16,18	11,35	56,3	0,38	1,82	0,56	SAPROLIT
SC_52_JK	2,12	0,04	16,66	12,03	44,26	0,45	2,71	0,88	SAPROLIT
SC_55_JK	1,67	0,06	17,88	7,2	43,17	0,18	4,88	1,03	SAPROLIT
SC_58_JK	3,4	0,04	15,93	10,85	55,42	0,5	2,45	0,52	SAPROLIT
SC_62_JK	2,06	0,08	28,08	5,07	23,6	0,18	8,29	1,72	SAPROLIT



Karakteristik Zona Bedrock

Karakteristik bedrock pada daerah penelitian berdasarkan deskripsi mikroskopis memiliki struktur masif dengan tekstur meliputi ukuran kristal fanerik, derajat kristalisasi holokristalin, relasi iquegranular, bentuk kristal subhedral-anhedral, Komposisi mineral secara mikroskopis yaitu Orthopiroksen (19%), Olivin (21%), Serpentin (58%), dan Opaq (2%). Berdasarkan komposisi mineralnya dapat di interpretasikan jenis batuan nya yaitu Harzburgite (Streckeisen, [4]).



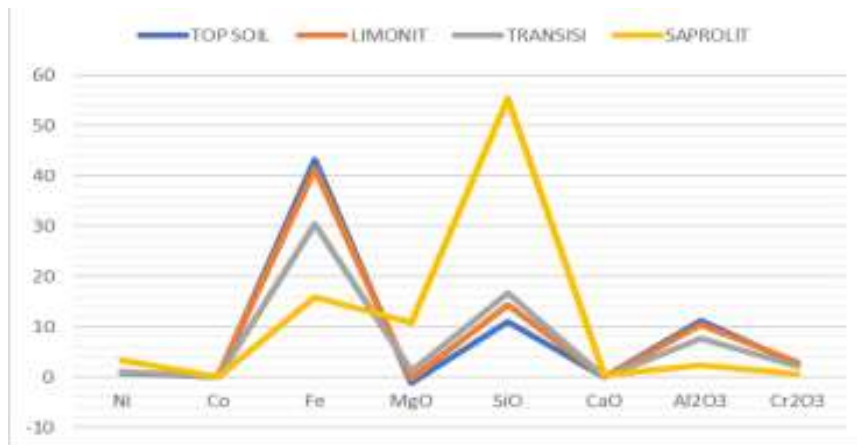
Gambar 10. Petrografi pada bedrock. Sebelah kiri foto PPL dan sebelah kanan foto XPL

Pola Distribusi Unsur Kimia

Berdasarkan hasil Analisa laboratorium, pengayaan masing-masing dari unsur tiap zona endapan nikel laterit di daerah penelitian dengan mengambil pola dari nilai rata-rata unsur Ni, Co, Fe, Mg,O, SiO, CaO, Al2O3, dan Cr2O3. Dilakukan untuk melihat korelasi pola antara unsur zona nikel laterit (Gambar 11).

Pada zona overburden yang terdiri atas zona top soil, limonit, dan zona transisi merupakan tempat hasil laterisasi yang menyebabkan terakumulasinya unsur residual. Dapat dilihat dengan tinggi nya unsur Fe dan Al2O3. Pengkayaan (*Enrichment*) Fe dikarenakan unsur ini memiliki tingkat mobilitas yang rendah (*immobile*) tidak mudah larut ketika terjadi proses pelapukan sehingga tidak mudah larut, sama seperti Al2O3 bersifat sebagai unsur residual. Unsur Ni dijumpai dalam jumlah yang tidak terlalu tinggi. Hal ini disebabkan Ni memiliki tingkat kelarutan yang terbatas (*limited solubility*), sehingga unsur Ni terus masuk turun ke dalam melewati rekahan karena sifatnya mudah bergerak.

Zona saprolit merupakan tempat terkumpul nya unsur kimia akibat proses laterisasi. Kehadiran Ni tinggi dikarenakan memiliki tingkat mobilitas yang terbatas yang kemudian membawa mineral yang dapat mengisi rekahan seperti krisopras, kemudian unsur SiO pada zona ini memiliki jumlah yang tinggi dibanding dengan zona overburden dikarenakan unsur SiO memiliki tingkat mobilitas yang tinggi.



Gambar 11. Grafik perbandingan kandungan unsur kimia

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan karakteristik nikel daerah penelitian, dapat disimpulkan bahwa daerah penelitian terbagi atas 3 zona yaitu :

1) Top Soil.

Pada zona top soil kenampakan fisik mencirikan berukuran pasir sedang-pasir kasar berwarna coklat kehitaman (Gambar 5.5) masih menampakan akar tumbuhan. Zona Top Soil ini memiliki kadar nikel pada kisaran 0,7% Ni Sedangkan kadar Fe pada zona Top Soil yaitu 44%.

2) Limonit.

Zona ini terletak di bawah zona Top Soil dengan ketebalan sekitar 6 meter. Kenampakan fisik lapangan mencirikan materialnya lunak didominasi oleh mineral lempung, memiliki warna kuning kecoklatan didominasi oleh mineral goethite yang memberikan ciri warna kuning, hematit yang memberikan ciri warna merah gelap dan maghemite yang mencirikan warna merah terang. Zona limonit ini memiliki kadar nikel pada kisaran 0,4-1,2 % Ni, sedangkan kadar Fe pada zona limonit bervariasi dari 22%-40%.

3) Saprolite

Saprolit terbagi atas dua yakni *Earthly Saprolite* dan *Rocky Saprolite*, yang unik dari saprolite di lokasi ini yaitu di beberapa lokasi ditemukan saprolite bertipe floating (menggantung) yang sudah mengalami pelapukan berukuran ± 2 meter dan boulder ini bersifat spot. kadar nikel pada kisaran 1,4-3,40 % Ni, sedangkan kadar Fe pada zona saprolit bervariasi dari 17%-28%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Obrin Trianda. S.T.,M.T dan Bapak Al Hussein Flowers Rizqi. S,T.,M.Eng yang telah membimbing saya dalam melakukan penyusunan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada pihak PT. Geo Gea Mineralindo sebagai media kerja praktek sehingga penulis dapat melakukan penelitian yang berjudul “Karakteristik Endapan Nikel Laterit Pada Daerah X, Kabupaten Kolaka Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara”.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] O’Dunn, S., & Sill, W.D., (1986), Exploring Geology: Introductory Laboratory Activities, A Peek Publication.
- [2] Riko A I K, Kamaruddin H, Rosana M F, dan Yuningsih E T.(2019). Geokimia Endapan Nikel Laterit di Tambang Utara, Kecamatan Pomalaa, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara. Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral,20(2),hal 85 – 92.
- [3] Rusmana, E., Sukido, Sukarna, D., Haryono, E., Simandjuntak, T.O. 1993. Keterangan Peta Geologi Lembar Lasusua – Kendari, Sulawesi Tenggara, skala 1:250.000. Puslitbang Geologi, Bandung.
- [4] Streckeisen, A.L. 1973. Classification of The Common Igneous Rocks by Meansof Their Chemical Composition: A Provisional Attempt. Neues Jahrbuch For Mineralogie, Monatshefte
- [5] Tonggiroh, A., Mustafa, M., dan Suharto. 2012. Analisis Pelapukan Serpentin dan Endapan Nikel Laterit Daerah Pallangga Kabupaten Konawe Selatan Sulawesi Tenggara. Prosiding 2012 Hasil Penelitian Fakultas Teknik. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- [6] US Geological Survey. (2021) Nickel Statistics and Information. Amerika Van Zuidam, R.A. & Van Zuidam-Cancelado, F.I. 1979. Terrain analysis and classification using aerial photographs. A geomorphological approach. ITC Textbook of Photo Interpretation. ITC. Enschede.