

SKRIPSI

**KARAKTERISTIK MINERALOGI DAN GEOKIMIA TIPE
ENDAPAN NIKEL LATERIT FRONT X PT ANTAM TBK.
UBPN KOLAKA, PROVINSI SULAWESI TENGGARA**

Disusun dan di ajukan oleh

**ALDHY WAHYUDIN YUSUF
D061 19 1109**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

KARAKTERISTIK MINERALOGI DAN GEOKIMIA TIPE ENDAPAN NIKEL LATERIT FRONT X PT ANTAM TBK. UBPN KOLAKA, PROVINSI SULAWESI TENGGARA

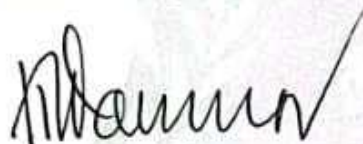
Disusun dan diajukan oleh

Aldhy Wahyudin Yusuf
D061191109

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Geologi
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 24.10.2024.
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

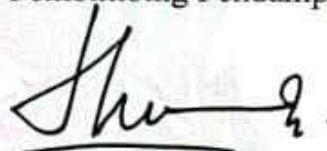
Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Prof. Dr. rer.nat. Ir. A. M. Imran
NIP 19630605198903 1 005


Pembimbing Pendamping,



Dr. Ir. Safri Burhanuddin, DEA.
NIP 19610724198810 1 001

Ketua Program Studi,




Dr. Eng. Hendra Pachri, S.T., M.Eng.
NIP 19771214 200501 1 002



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aldhy Wahyudin Yusuf
NIM : D061 19 1109
Program Studi : Teknik Geologi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**“KARAKTERISTIK MINERALOGI DAN GEOKIMIA TIPE ENDAPAN
NIKEL LATERIT FRONT X PT ANTAM TBK. UBPN KOLAKA,
PROVINSI SULAWESI TENGGARA “**

Adalah karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 1 April 2024



ABSTRAK

ALDHY WAHYUDIN YUSUF. Karakteristik Mineralogi Dan Geokimia Tipe Endapan Nikel Laterit Pada Front X PT. Antam Tbk. UBPN Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara (dibimbing oleh Prof. Dr. rer.nat. Ir. A. M. Imran dan Dr. Ir. Safri Burhanuddin, DEA)

PT Antam Tbk, UBPN Kolaka, adalah salah satu perusahaan tambang nikel yang berlokasi di daerah Pomalaa, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara. Secara geografis, daerah penelitian ini terletak antara $121^{\circ}38'2''E$ - $121^{\circ}38'12''E$ dan $4^{\circ}11'12''S$ - $4^{\circ}11'20''S$. Daerah penelitian terletak di kecamatan Pomalaa yang tersusun atas batuan ultramafik yang termasuk dalam anggota Kompleks Ultramafik (Ku) dengan umur Kapur. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui berbagai mineral yang terkandung dalam endapan laterit, mengetahui zona distribusi unsur-unsur, serta hubungan antara unsur *major* dan minor terhadap profil endapan Ni laterit serta mengetahui bagaimana tipe endapan Ni laterit daerah penelitian. Sampel penelitian berupa *soil* laterit dan *bedrock*. Analisis mineralogi dilakukan sampel *soil* laterit dengan menggunakan metode XRD dan pengamatan secara megaskopis pada profil nikel laterit serta analisis petrografi terhadap *bedrock*. Kemudian Analisis karakteristik geokimia endapan nikel laterit dilakukan dengan metode XRF untuk mengetahui persentase unsur Ni, Fe, Co, CaO, SiO₂, MgO, Al₂O₃ dan Cr₂O₃.

Berdasarkan penelitian di simpulkan bahwa profil laterit daerah penelitian terbagi menjadi *red limonite*, *yellow limonite*, *saprolite* dan *Bedrock*. Hasil analisis XRD pada zona *red limonite* terdiri dari mineral *hematite*, *gutit*, *maghemite*, magnetit dan *chromite*. pada zona *yellow limonit* didominasi oleh mineral *gutit*, *maghemite*, magnetit, silika dan *chromite*. Pada zona *saprolit* terdapat *serpentin*, *enstatit*, *klorit*, *talca*, silika, dan magnetit. Pada zona *bedrock* terdapat mineral *piroksin*, *kromit*, *olivin*, serta *serpentine*, dengan jenis batuan dasar *hazburgit*. Berdasarkan analisis deskriptif, kadar SiO₂, MgO dan CaO akan mengalami peningkatan ke bawah profil laterit, sedangkan kadar Al₂O₃, Fe dan Cr₂O₃ akan mengalami penurunan ke bawah profil laterit, sedangkan kadar Nikel akan naik sampai pada zona *saprolit* dan akan menurun di zona *bedrock*. Pada lapisan *Limonit (red limonite dan yellow limonite)* didominasi oleh mineral *Goetit (Fe,Ni)O(OH)* dengan kadar Ni 0,86-1,46%, sedangkan pada lapisan *saprolit* didominasi oleh mineral *hydrous Mg-Ni silikat (Serpentine, Talc, Chlorite)* dengan kadar Ni yang lebih tinggi yaitu 1,64-2,20%. Berdasarkan kelimpahan mineral tersebut, maka endapan nikel laterit daerah penelitian termasuk kedalam tipe endapan *hydrous silicate deposits*.

Kata kunci: Nikel laterit, mineral, unsur, kadar, mineralogi, geokimia.



ABSTRACT

ALDHY WAHYUDIN YUSUF. *Mineralogical and Geochemical Characteristics of Nickel Laterite Deposit Types on Front X PT. Antam Tbk. UBPN Kolaka, Southeast Sulawesi Province (supervised by Prof. Dr. rer.nat. Ir. A. M. Imran and Dr. Ir. Safri Burhanuddin, DEA)*

PT Antam Tbk, UBPN Kolaka, is a nickel mining company located in the Pomalaa area, Kolaka Regency, Southeast Sulawesi Province. Geographically, this area is located between 4°11'30" - 4°17'30" South Latitude and 121°31'30" - 121°37 East Longitude. The Pomalaa area is composed of ultramafic rocks which are members of the Ultramafic Complex (Ku) with a Cretaceous age. This research aims to identify various constituent minerals, determine the abundance zones of elements and compounds, as well as the relationship between major and minor elements on the profile of laterite nickel deposits and determine the types of laterite nickel deposits in the research area. Research data consists of laterite soil and bedrock samples. Mineralogical analysis was carried out on laterite soil samples using the XRD method and megascopic observation of the laterite nickel profile as well as petrographic analysis of the bedrock. Then analysis of the geochemical characteristics of laterite nickel deposits was carried out using the XRF method to determine the percentage of the elements Ni, Fe, Co, CaO, SiO₂, MgO, Al₂O₃ and Cr₂O₃.

Based on the research, it was concluded that the laterite profile of the research area was divided into red limonite, yellow limonite, saprolite and Bedrock. The results of XRD analysis in the red limonite zone are dominated by the minerals hematite, gutite, maghemite, magnetite and chromite. The yellow limonite zone is dominated by the minerals gutite, maghemite, magnetite, silica and chromite. In the saprolite zone there are serpentine, enstatite, chlorite, talc, silica and magnetite. In the bedrock zone there are minerals pyroxine, chromite, olivine and serpentine, with the basic rock type being hazburgite. Based on descriptive analysis, SiO₂, MgO and CaO levels will increase towards the bottom of the laterite profile, while Al₂O₃, Fe and Cr₂O₃ levels will decrease towards the bottom of the laterite profile, while Ni levels will increase up to the saprolite zone and will decrease in the bedrock zone. The Limonite layer (red limonite and yellow limonite) is dominated by the mineral Goethite (Fe,Ni)O(OH) with a Ni content of 0.86-1.46%, while the saprolite layer is dominated by the hydrous Mg-Ni silicate mineral (Serpentine, Talc, Chlorite) with higher Ni content, namely 1.64-2.20%. Based on the abundance of these minerals, the laterite nickel deposits in the research area are classified as hydrous silicate deposits.

Keywords: *Nickel laterite, minerals, elements, grade, mineralogy, geochemistry.*



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
KATA PENGANTAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan.....	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Ruang Lingkup.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Geologi Regional	4
2.2. Nikel Laterit	8
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	18
3.2 Metode Penelitian	19
3.3 Tahap Penelitian.....	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Kondisi Geologi Daerah Penelitian.....	28
4.2 Karakteristik Profil Endapan Nikel Laterit Daerah Penelitian.....	32
4.3 Analisis Mineralogi X-Ray Diffraction	45
4.4 Analisis Geokimia X-Ray Fluorescence.....	52
4.5 Karakteristik Tipe Endapan Nikel Laterit Daerah Penelitian	58
BAB V PENUTUP	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	65



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Klasifikasi morfologi Lengan Tenggara Sulawesi Menurut Kamaruddin et al. (2018)	4
Gambar 2 Peta Geologi Regional Lembar Kolaka, Sulawesi Tenggara (Simandjuntak dkk, 1993).....	5
Gambar 3 Gambar 3 Korelasi satuan lembar Kolaka Menurut Simandjuntak (1993)	6
Gambar 4 Geologi regional pulau sulawesi yang menunjukkan sebaran Ofiolit Sulawesi Timur (Kadarusman dkk., 2004).....	7
Gambar 5 Profil nikel tipe <i>hydrous silicate</i> (Freyssnet et al, 2005).....	11
Gambar 6 Profil nikel tipe <i>clay silicate</i> (Freyssnet et al, 2005).....	12
Gambar 7 Profil nikel tipe <i>oxide deposits</i> (Freyssnet et al, 2005)	13
Gambar 8 Skema transformasi mineral akibat pelapukan batuan dasar (batuan ultramafik) (Nahon, et al., 1992).....	15
Gambar 9 Lokasi Peneltian	18
Gambar 10 Proses pengayakan sampel dan penghancuran menggunakan jaw crusher -20 mm.....	20
Gambar 11 Sampel dimatriks 4x5 dan diambil menggunakan sendok 30D	20
Gambar 12 Sampel dioven selama 4,5 jam pada suhu 105°C.....	20
Gambar 13 Proses Pengayakan sampel -10 mm dan penghancuran menggunakan jaw crusher -10 mm	21
Gambar 14 Sampel dimatriks 4x5 dan diambil menggunakan sendok 15D	21
Gambar 15 Proses Pengayakan sampel -3 mm dan penghancuran menggunakan roll crusher -3 mm.....	22
Gambar 16 Sampel dimatriks 4x5 dan diambil menggunakan sendok 10D	22
Gambar 17 Sampel dioven selama 1,5 jam pada suhu 105°C.....	23
Gambar 18 Sampel dihaluskan menggunakan pulverizer 200 mesh	23
Gambar 19 Sampel dimatriks 4x5 dan diambil menggunakan sendok 1D	24
Gambar 20 Sampel kemudian dimasukkan ke dalam wadah <i>press</i> dengan diameter 4 cm	24
Gambar 21 Sampel dimasukkan kedalam mesin press pellet dengan tekanan 40 Ton	24
Gambar 22 Sampel dioven selama 15 menit pada suhu 105°C.....	25
Gambar 23 Sampel dimasukkan ke mesin <i>X-Ray Flouresence</i>	25
Gambar 24 Diagram alir peneltian	27
Gambar 25 Peta Analisis kemiringan lereng daerah penelitian	28
Gambar 26 Citra satelit daerah penelitian pada tahun 2013 (Google Earth Pro)	29
Gambar 27 Citra satelit daerah penelitian pada tahun 2023 (Google Earth Pro)	29
Gambar 28 Batuan peridotit Stasiun ST-BR01	30
Gambar 29 Kenampakan petrografi sayatan tipis sampel ST-BR01 litologi harzburgite dengan komposisi mineral terdiri dari olivin (OL), ortopiroksin (OPX), lizardite (Liz) dengan tekstur mesh, serpentin Krisotil (Cry) dengan tekstur Vein/veinlet dan kromit (CR).....	31



Gambar 30 <i>Shear Fracture</i> Pada Stasiun ST-BR03	31
Gambar 31 <i>Shear Fracture</i> Pada Stasiun ST-BR01	32
Gambar 32 Profil laterit ST01	32
Gambar 33 Zona limonit	33
Gambar 34 Zona Transisi	33
Gambar 35 Zona Saprolit	34
Gambar 36 Profil laterit ST02	34
Gambar 37 Zona Limonit	35
Gambar 38 Zona Transisi	35
Gambar 39 Zona Saprolit	35
Gambar 40 Profil Laterit ST03	36
Gambar 41 Zona Limonit	37
Gambar 42 Zona Transisi	37
Gambar 43 Zona Saprolit	38
Gambar 44 Profil Laterit ST04	38
Gambar 45 Zona Limonit	39
Gambar 46 Zona Transisi	39
Gambar 47 Zona Saprolit	40
Gambar 48 Profil Laterit ST05	40
Gambar 49 Zona Limonit	41
Gambar 50 Zona Transisi	41
Gambar 51 Zona Saprolit	41
Gambar 52 Profil Laterit ST06	42
Gambar 53 Zona Transisi	42
Gambar 54 Zona Saprolit	43
Gambar 55 Profil Laterit ST07	43
Gambar 56 Zona Limonit	44
Gambar 57 Zona Transisi	44
Gambar 58 Zona Saprolit	45
Gambar 59 Difraktogram keterdapatan mineral hasil XRD pada sampel zona limonit (A. ST-SL01, B.ST-SL02)	46
Gambar 60 Difraktogram keterdapatan mineral hasil XRD pada sampel zona Transisi (A. ST-SY01, B.ST-SY02, C. ST-SY06)	47
Gambar 61 Difraktogram keterdapatan mineral hasil XRD pada sampel zona Saprolit (A. ST-SS01, B.ST-SS02, C. ST-SS06)	48
Gambar 62 Kelompok mineral pada tipe endapan laterit (Charles R. M. Butt & Dominique Cluzel, 2013)	51
Gambar 63 Kelimpahan unsur Minor	53
Gambar 64 Kelimpahan unsur Mayor	53
Gambar 65 Karakteristik berbagai tipe endapan Ni Laterit (Butt, 2005)	58
Gambar 66 Karakteristik tipe endapan laterit pada daerah penelitian	59



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Peran beberapa unsur selama pelapukan laterit	10
Tabel 2 Parameter perbedaan endapan nikel laterit	13
Tabel 3 Klasifikasi mobile element pada endapan Ni laterit	17
Tabel 4 Keterdapatn mineral hasil XRD pada profil laterit	49
Tabel 5 Komposisi Mg dan Ni yang membentuk mineral silikat	52
Tabel 6 Data statistik unsur pada setiap lapisan daerah penelitian	42
Tabel 7 Grafik linear hubungan unsur mayor dan minor pada lapisan laterit.....	55



DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
%	Persen
° ‘ ”	Derajat Menit Detik
>	Lebih dari
±	Kurang Lebih
// - Nikol	Nikol Sejajar
X – Nikol	Nikol Silang
Al ₂ O ₃	Aluminium oksida
CaO	Kalsium Oksida
Co	Kobalt
Cr ₂ O ₃	Cromium Oksida
Fe	Ferrum ‘Besi’
MgO	Magnesium Oksida
Ni	Nikel
SiO ₂	Silika
<i>XRD</i>	<i>X-Ray Diffraction</i>
<i>XRF</i>	<i>X-Ray Fluorescence</i>



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Analisis Kadar XRF	66
Lampiran 2 Peta Stasiun.....	67
Lampiran 3 Peta Analisis Kemiringan Lereng.....	68
Lampiran 4 Deskripsi Petrografi.....	69



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahiim

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan amanat dan karunia-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Karakteristik Mineralogi Dan Geokimia Tipe Endapan Nikel Laterit Front X Pt Antam Tbk. Ubpn Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara”** Pembuatan laporan ini merupakan salah satu tahap untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan pada Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Dalam penyusunan laporan ini, saya banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak yang berperan penting selama penyusunan ini. Pada kesempatan ini, tak lupa saya ucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak, di antaranya:

1. Bapak **Dr. Eng. Hendra Pachri, S.T., M.Eng.** sebagai Ketua Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin sekaligus sebagai Dosen Penguji yang telah meluangkan waktu serta memberikan saran, masukan dan arahan dalam penulisan laporan.
2. Bapak **Prof. Dr. rer.nat. Ir. A. M. Imran**, selaku Dosen Penasihat Akademik sekaligus sebagai Dosen Pembimbing Utama, yang telah meluangkan waktu serta memberikan bimbingan, arahan dan saran dalam penyusunan laporan ini.
3. Bapak **Dr. Ir. Safri Burhanuddin, DEA.**, selaku Dosen Pembimbing Pendamping, yang telah meluangkan waktu serta memberikan bimbingan, arahan dan saran dalam penyusunan laporan ini.
4. Ibu **Prof. Dr. Ir. Rohaya Langkoke, MT.** selaku Dosen Penguji yang telah meluangkan waktu serta memberikan saran, masukan dan arahan dalam penulisan laporan.
5. Bapak **Tamsil Indra Gunawan, S.T.** selaku Pembimbing di PT. Antam Tbk. UBPN Kolaka dalam menyelesaikan laporan ini.
6. Bapak dan Ibu **Dosen Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hsanuddin** yang telah memberikan ilmunya selama penulis menempuh pendidikan perkuliahan.
7. Bapak dan Ibu **Staf Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hsanuddin** yang telah banyak membantu dalam pengurusan administrasi penelitian.
8. Kedua **Orang Tua** tercinta yang telah memberikan dukungan semangat, doa hingga materil.
9. **Warga Himpunan Mahasiswa Geologi FT-UH**, Khususnya Teman Angkatan **Jaeger19 – Teknik Geologi 2019**. Teman seperjuangan dalam segala medan yang telah memberikan dukungan kepada penulis.
10. Semua rekan yang telah membantu penulis sampai detik ini dan belum sempat disebutkan. Terima kasih untuk uluran tangan dan kerendahan hati yang kalian miliki.



Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki banyak kekurangan karena hanya Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang Maha Sempurna sesuai dengan sifat-sifat-Nya, oleh karenanya saran dan masukan sangat diharapkan oleh penulis demi perbaikan tugas akhir ini. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat baik dalam penambahan wawasan dan dapat dijadikan referensi pembaca dalam kegiatan penelitian selanjutnya serta tentunya berkah dan bernilai ibadah di sisi Allah Subhanahu Wa Ta'ala.

Gowa, April 2024

Penulis



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara dengan sumber daya, cadangan dan penghasil nikel laterit terbesar di dunia. Cadangan bijih nikel laterit di Indonesia mencapai 12% cadangan nikel dunia, yang tersebar di Pulau Sulawesi, Maluku, dan pulau-pulau kecil di sekitarnya. Salah satu daerah penghasil nikel di Pulau Sulawesi adalah Kecamatan Pomalaa, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara.

Endapan nikel laterit merupakan hasil pelapukan lanjut dari batuan ultrabasa pembawa Ni-Silikat. Pembentukan endapan nikel laterit dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya adalah batuan asal, iklim, komposisi kimia, topografi, struktur dan waktu (Sutisna, 2006). Berdasarkan faktor-faktor yang memengaruhi pembentukan endapan nikel laterit, dapat dilakukan studi mengenai karakteristik geokimia, mineralogi dan jenis endapan nikel laterit di suatu tempat.

Geologi daerah Pomalaa merupakan bagian dari batuan ultramafik Ofiolit Sulawesi Timur di lengan tenggara Sulawesi. Di daerah tersebut endapan laterit nikel Pomalaa terbentuk dari pelapukan batuan asal ultramafik yang didominasi oleh harzburgit terserpentinisasikan dan memiliki karakteristik tipe endapan laterit nikel *hydrous Mg silicate* (Kamaruddin. H, 2018). Pembentukan endapan nikel laterit sangat dipengaruhi oleh proses pelapukan pada batuan ultramafik. Hal tersebut berpengaruh terhadap karakteristik profil endapan nikel laterit pada suatu daerah, sehingga akan memiliki perbedaan komposisi mineral dan kimia di setiap zona lateritisasi (Kurniadi et al., 2017; Lintjewas dkk., 2019). Endapan laterit nikel Pomalaa secara keseluruhan memiliki lima zonasi perlapisan. Dari atas ke bawah zonasi tersebut terbagi menjadi: pedolit/tanah tutupan (*top soil*), limonit, transisi, saprolit dan batuan dasar. Namun zona transisi hanya berkembang di bagian utara Pomalaa berupa *yellow limonite* yang terdapat diantara zona limonit (*red limonite*) dan zona saprolit. Perbedaan karakteristik endapan laterit dapat diketahui



dan sifat fisik, sifat kimia, serta pengamatan sifat optik pada batuan dasar untuk menentukan jenis batuan dasar pembentuk endapan nikel laterit pada daerah Pomalaa (Arifin dkk., 2015). Perbedaan sifat fisik dapat dilihat dari kenampakan

permukaan batuan, sedangkan sifat kimia berupa kelimpahan unsur dan senyawa pada endapan yang dipengaruhi oleh proses lateritisasi. Sifat kimia dapat ditentukan berdasarkan analisis geokimia, yang digunakan untuk menentukan dan mengetahui kadar unsur dan senyawa mayor dengan kandungan lebih dari 3% seperti MgO, SiO₂, Fe, dan Al, serta unsur minor dengan kandungan kurang dari 3% seperti Ni, Co, Cr, Mn, dan Ca (Rinawan dkk., 2018).

Berdasarkan beberapa latar belakang tersebut maka penelitian ini dengan judul **“Karakteristik Mineralogi Dan Geokimia Tipe Endapan Nikel Laterit Pada Front X PT Antam Tbk, UBPN Kolaka”** dilakukan untuk mengetahui tentang karakteristik endapan nikel laterit dengan data kimia dan geologi untuk menentukan tipe endapan nikel laterit pada daerah penelitian.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kondisi geologi daerah penelitian serta karakteristik mineralogi dan geokimia pada tipe endapan nikel laterit *Front X* PT Antam Tbk, UBPN Kolaka, serta penentuan karakteristik tipe endapan berdasarkan kelimpahan unsur dan mineral pada daerah penelitian.

1.3 Maksud dan Tujuan

Pengambilan data Tugas Akhir ini dimaksudkan untuk mengembangkan keilmuan mahasiswa dan menambah pengalaman dalam bidang mineralogi dan geokimia pada endapan laterit. Tujuan secara khusus, sebagai berikut:

1. Mengetahui karakteristik mineralogi pada zona profil endapan nikel laterit.
2. Mengetahui kelimpahan dan hubungan unsur-unsur pada zona profil endapan nikel laterit.
3. Mengetahui hubungan kelimpahan mineral terhadap ketersediaan unsur Ni pada endapan nikel laterit.
4. Mengetahui karakteristik tipe endapan nikel laterit pada daerah penelitian.



Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai referensi dan rujukan pustaka mengenai karakteristik dan sebaran mineral, tipe endapan, karakteristik kimia unsur

dan senyawa mayor dan minor, serta hubungan kelimpahan dan distribusi kadar berdasarkan zona profil endapan nikel laterit pada PT ANTAM Tbk, UBPN Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara.

1.5 Ruang Lingkup

Penelitian ini dilakukan terbatas pada karakteristik mineralogi dan geokimia pada profil nikel laterit. Analisis mineralogi menunjukkan keterdapatan dan kelimpahan mineral pada zona limonit sampai bedrock untuk mengetahui pengaruh keterdapatan mineral terhadap kadar Ni serta mengetahui tipe endapan profil laterit pada *Front X* PT Antam Tbk, UBPN Kolaka melalui analisa petrografi batuan dasar dan analisa hasil uji XRD. Analisis geokimia dengan menggunakan analisa hasil uji XRF untuk mengetahui kelimpahan unsur-unsur pada profil nikel laterit serta korelasi antara unsur mayor dan minor terhadap lapisan laterit dengan menggunakan metode korelasi regresi linear pada grafik garis.



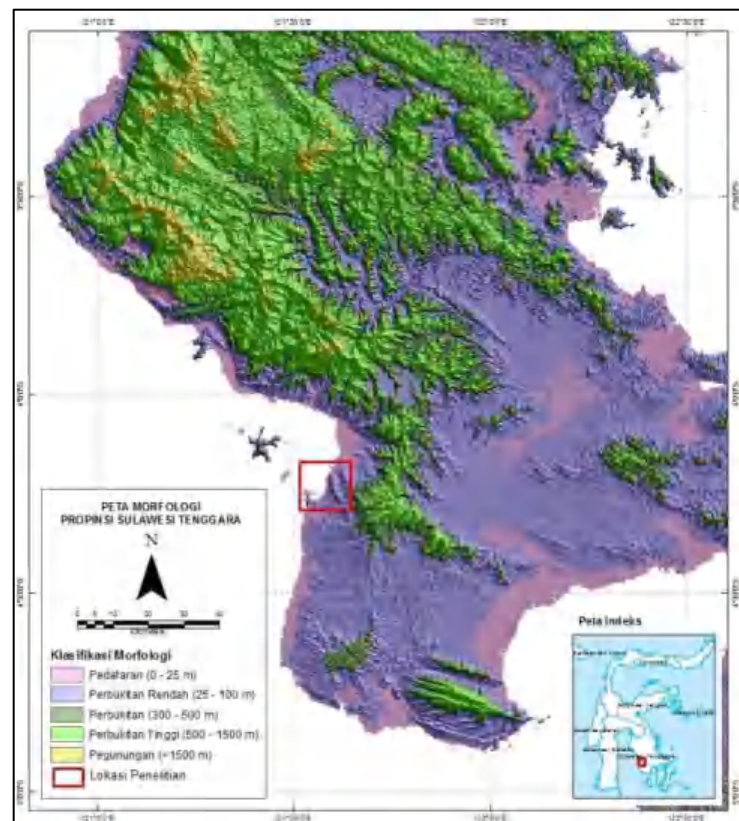
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Regional

Secara Regional, daerah penelitian termasuk dalam Geologi Lembar Kolaka, Sulawesi skala 1:250.000 yang dipetakan oleh Simanjuntak dkk, 1993.

2.1.1 Geomorfologi regional

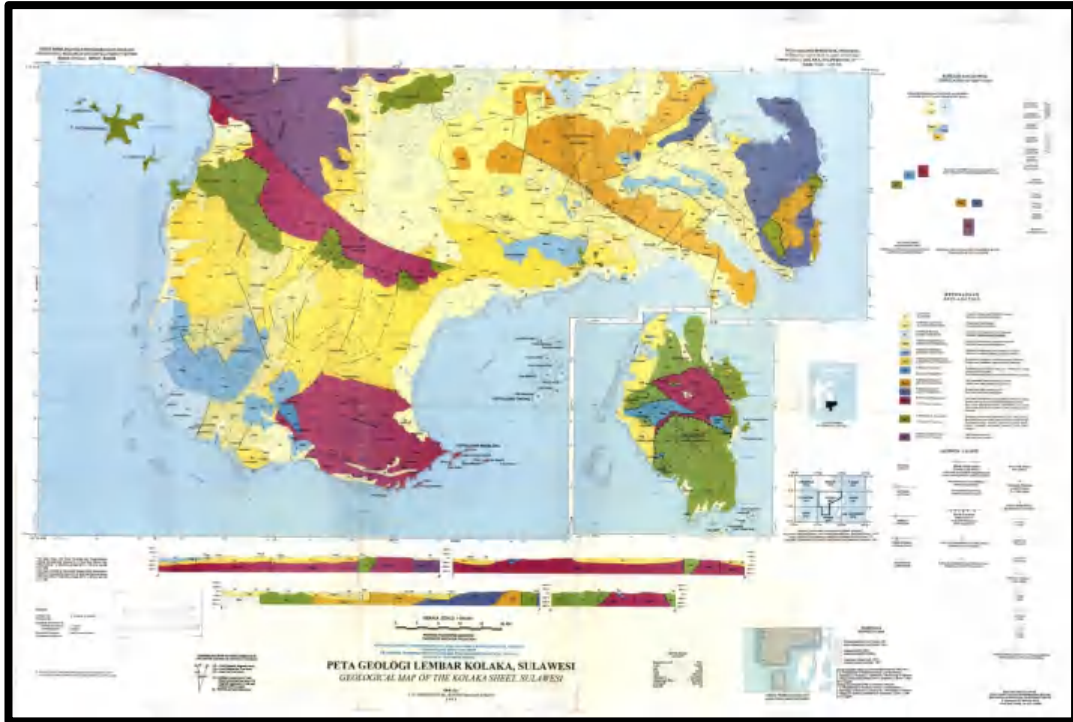
Van Bemmelen (1949) dalam Suroso membagi Lengan Tenggara Sulawesi menjadi tiga bagian, yaitu ujung utara, bagian tengah, dan ujung selatan. Lembar Kolaka menempati bagian tengah dan ujung selatan dari lengan tenggara Sulawesi. Daerah Pomalaa memiliki fisiografi dataran rendah. Simandjuntak dkk, 1993 dalam Kamaruddin et al. 2018, selanjutnya membagi morfologi lengan tenggara Sulawesi ke dalam lima satuan morfologi, yaitu morfologi pegunungan, morfologi perbukitan tinggi, morfologi perbukitan rendah, morfologi pedataran dan morfologi karst (Gambar 1).



1 Klasifikasi morfologi Lengan Tenggara Sulawesi Menurut Kamaruddin et al. (2018)



2.1.2 Stratigrafi regional

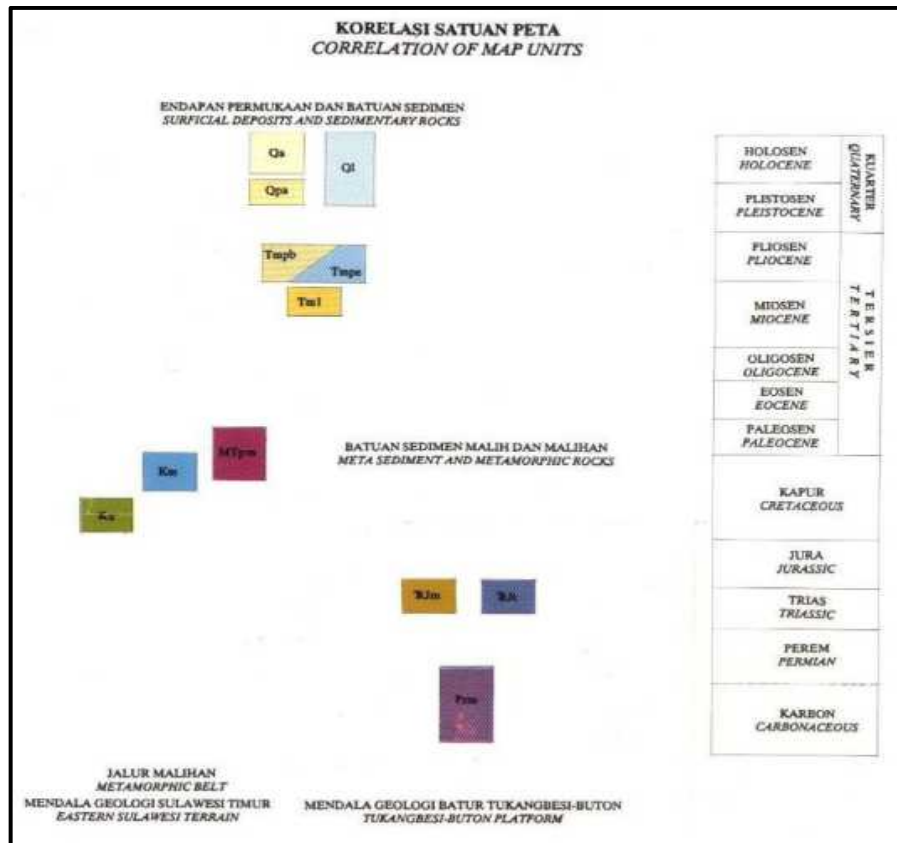


Gambar 2 Peta Geologi Regional Lembar Kolaka, Sulawesi Tenggara (Simandjuntak dkk, 1993)

Seperti telah diuraikan sebelumnya Lengan Tenggara Sulawesi termasuk kawasan pertemuan dua lempeng, yakni lempeng benua yang berasal dari Australia dan lempeng samudra dari Pasifik. Kepingan benua di Lengan Tenggara Sulawesi dinamai Mintakat Benua Sulawesi Tenggara (*Southeast Sulawesi Continental Terrane*) dan Mintakat Matarombeo oleh Surono (1994). Kedua lempeng dari jenis yang berbeda ini bertabrakan dan kemudian ditindih oleh endapan Molasa Sulawesi yang terdiri atas batuan sedimen. Sebagai akibat subduksi dan tumbukan pada *oligosen* akhir hingga *miosen* awal, kompleks *ofiolit* tersesar naikan ke atas mintakat benua.

Formasi batuan penyusun daerah penelitian yang termasuk dalam lembar kolaka yaitu Kompleks Ultramafik (Ku) Terdiri atas *harzburgit*, *dunit*, *wherlit*, *serpentin*, *gabbro*, *basal*, *dolerit*, *diorit*, *mafik meta*, *amphibolit*, *magnesit* dan *rodingit* dan batuan ini diperkirakan berumur kapur.



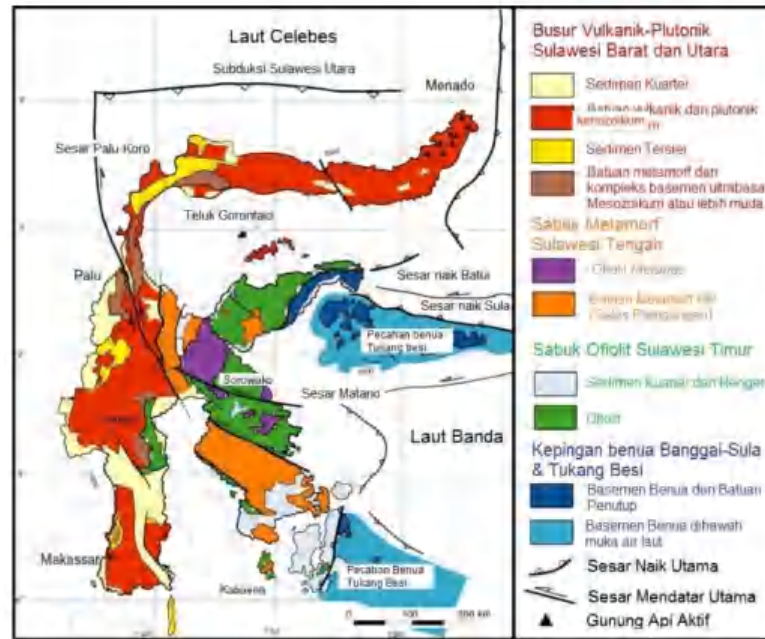


Gambar 3 Korelasi satuan lembar Kolaka Menurut Simandjuntak (1993)

2.1.3 Tektonik geologi regional

Pertemuan antara tiga lempeng Indo-Australia, Pasifik dan Asia menghasilkan kumpulan kompleks kepulauan, cekungan marjinal, fragmen benua dan ofiolit yang tercampur oleh pengaturan batas lempeng yang berulang di Indonesia bagian timur. Konvergensi Lempeng Indo-Australia dari barat daya sebagian besar telah diserap sepanjang sistem parit Busur Sunda, sedangkan konvergensi Lempeng Pasifik dari timur telah berkembang oleh pergerakan sekuensial di sepanjang deretan zona subduksi dan pusat penyebaran yang berumur pendek membentuk kompleks pertemuan antar lempeng di wilayah ini. Sulawesi memiliki bentuk yang khas menyerupai huruf “K” terdiri atas empat semenanjung yang disebut “lengan-lengan” yang terpisahkan oleh teluk yang dalam dan berahung di bagian tengah Sulawesi. Bentuk menyerupai huruf-K tersebut merupakan bentukan hasil tumbukan dan akresi mikroblok yang berasal dari pertemuan dengan tepi Eurasian yang mengikutinya.





Gambar 4 Geologi regional pulau Sulawesi yang menunjukkan sebaran Ofiolit Sulawesi Timur (Kadarusman dkk., 2004)

Secara umum Pulau Sulawesi dapat dibagi menjadi empat provinsi geologi dan metalogeni, yaitu (i) Sulawesi Bagian Utara, (ii) Sulawesi Bagian Barat dan (iii) Sulawesi Bagian Timur serta (iv) Banggai Sula.

(i) Busur Vulkano-Plutonik Sulawesi Barat merupakan material akresi pra-Kapur di bagian barat Sulawesi yang kemudian berkembang menjadi busur vulkanik Neogen; Busur vulkanik terdiri atas kompleks batuan-dasar mid-Mesozoik, busur vulkanik Kapur Akhir- Eosen Tengah, sekuen non-vulkanik batuan karbonat Eosen Atas - Miosen Bawah dan busur vulkanik Miosen - Kuartar. Fase Neogen vulkanik tersebar di bagian barat Sulawesi. (ii) Sabuk Metamorfik Sulawesi Tengah merupakan sabuk batuan metamorfik yang berkembang di Sulawesi bagian tengah dan bagian lengan tenggara. Sabuk metamorfik tersebut terdiri atas kumpulan facies metamorfik sekis hijau dan sekis biru, dengan sekis biru meningkat kelimpahannya ke arah barat. Tepi bagian barat sabuk ini merupakan tempat kumpulan batuan tekanan tinggi terpisahkan dari batuan-batuan sekis temperatur-tinggi, gneis dan granitik. (iii) Kompleks batuan ofiolit yang

sebagai Ofiolit Sulawesi bagian Timur (OST) berkembang di lengan bagian timur dan menerus hingga lengan bagian tenggara Sulawesi. Kompleks tersebut dipisahkan oleh ofiolit bertubuh besar yang telah terganggu dan mengalami



peristiwa tektonik. OST terpisahkan secara geografi ke segmen bagian utara dan selatan. Segmen bagian utara muncul di lengan bagian timur Sulawesi dan mengandung ofiolit yang cukup lengkap meskipun telah mengalami peristiwa tektonik. Batuan ultramafik di kompleks ofiolit tersebut didominasi oleh harzburgit, dunit, werlit, lherzolit, websterit, serpentinit dan piroksenit. Batuan ultramafik pada ofiolit tersebut merupakan sumber yang baik untuk pembentukan laterit sebagaimana yang dijumpai di Pomalaa. Batuan ultramafik di daerah Pomalaa didominasi oleh peridotit yang umumnya berupa harzburgit dan dunit yang sebagian telah mengalami serpentinisasi (Kamaruddin et al. 2018).

2.2 Nikel Laterit

Nikel (Ni) merupakan logam berwarna putih keperakan yang keras dan tahan korosi. Logam ini termasuk material yang cukup reaktif terhadap asam dan lambat bereaksi terhadap udara pada suhu dan tekanan normal. Logam ini termasuk material yang cukup stabil dan tidak dapat bereaksi terhadap oksida, sehingga sering digunakan sebagai koin dan pelapis dalam bentuk paduan. Dalam dunia industri, nikel adalah salah satu logam yang paling penting dan memiliki banyak aplikasi. Deposit nikel di dunia dapat diklasifikasikan dalam dua kelompok, yaitu bijih sulfida dan bijih laterit (oksida dan silikat). Sebesar 72% cadangan nikel dunia merupakan nikel laterit dan baru 42% dari cadangan tersebut yang diproduksi. Meskipun 72% dari tambang nikel berbasis bijih laterit, 60% dari produksi primer nikel berasal dari bijih sulfida. Bijih nikel laterit banyak ditemukan di belahan bumi yang memiliki iklim tropis atau subtropis yang terdiri dari hasil pelapukan batuan ultramafic yang mengandung zat besi dan magnesium kadar tinggi. Deposit laterit berkadar antara 1,0-1,5%. Endapan nikel laterit dengan rata-rata kadar nikel 0,6-1,5% dengan tonase yang jauh lebih besar (Yildirim dkk., 2012). Nikel laterit merupakan salah satu mineral logam hasil dari proses pelapukan kimia batuan ultramafik yang mengakibatkan pengkayaan unsur Ni, Fe, Mn, dan Co secara residual dan sekunder (Burger, 1996). Nikel laterit dicirikan oleh adanya logam ng berwarna coklat kemerahan mengandung Ni dan Fe (Cahit et al., 2017). ah satu faktor yang mempengaruhi pembentukan endapan nikel laterit orfologi, batuan asal dan tingkat pelapukan (Kurniadi et al., 2017). Tingkat



pelapukan yang tinggi sangat berperan terhadap proses lateritisasi (Tonggiroh et al., 2012). Proses terbentuknya nikel laterit dimulai dari proses pelapukan yang intensif pada batuan peridotit, selanjutnya infiltrasi air hujan masuk ke dalam zona retakan batuan dan akan melarutkan mineral yang mudah larut pada batuan dasar. Mineral dengan berat jenis tinggi akan tertinggal di permukaan sehingga mengalami pengkayaan residu seperti unsur Ca, Mg, dan Si. Mineral lain yang bersifat mobile akan terlarutkan ke bawah dan membentuk suatu zona akumulasi dengan pengkayaan (supergen) seperti Ni, Mn, dan Co (Golightly, 1979).

Nikel laterit merupakan endapan mineral yang berasal dari proses pelapukan kimiawi dan pengayaan supergen dengan kondisi suhu cukup tinggi berkisar antara 27 – 31°C, curah hujan yang cukup tinggi, dan dikontrol oleh pergerakan fluktuatif muka air tanah pada saat pembentukannya. Nikel laterit dicirikan oleh adanya logam oksida berwarna coklat kemerahan yang mengandung Ni dan Fe (Cahit et al., 2017). Endapan nikel laterit berasal dari batuan beku ultramafik yang berada di permukaan bumi dan banyak di temukan pada endapan hasil pelapukan batuan beku peridotit yang kaya akan mineral olivin, piroksin dan hornblend, dunit yang kaya akan mineral olivin, piroksinit yang kaya akan mineral ortopiroksin dan klinopiroksin, serta serpentinit yang kaya akan mineral serpentinit (Kusuma dkk., 2019).

Proses pelapukan pada batuan peridotit menyebabkan unsur-unsur dengan mobilitas rendah sampai immobile seperti Ni, Fe dan Co yang mengalami pengayaan secara residual dan sekunder. Perilaku berbagai unsur selama proses laterisasi pada dasarnya dikendalikan oleh dua faktor yaitu sifat kimia tertentu dari unsur itu sendiri (geokimia) dan kondisi lingkungan yang berlaku (suhu, curah hujan, kondisi batuan, dan kondisi pH). Peranan unsur pada pelapukan laterit dapat dilihat pada Tabel 1 (Burger, 1996; Ahmad, 2008).



Tabel 1 Peran beberapa unsur selama pelapukan laterit

<i>Element</i>	<i>Exists in the ultramafics as</i>	<i>Role during lateritic weathering</i>
Ca	Cpx > Opx > Oliv	<i>Highly mobile. Leached away</i>
Na	<i>Very Little</i>	<i>Highly mobile. Leached away</i>
Mg	Oliv > Opx > Cpx	<i>Highly mobile. Mostly leached away. Some stays behind as clay minerals</i>
K	<i>Very Little</i>	<i>Highly mobile. Mostly leached away. Some stays behind as clay minerals</i>
Si	Opx > Cpx > Oliv	<i>Highly mobile. Mostly leached away. Some stays behind as clay minerals and silica boxwork</i>
Mn	Oliv > Opx > Cpx	<i>Semi-mobile. Forms oxide (pyrolusite) and hydroxides (manganite, pyrochroite & psilomelane)</i>
Co	Oliv > Opx > Cpx	<i>Semi-mobile. Follows manganese</i>
Ni	Oliv > Opx > Cpx	<i>Semi-mobile. Forms nickel serpentine, nickel talc, nickel chlorite and nickel clays</i>
Al	Cpx > Opx > Oliv	<i>Non-mobile. Stays behind as boehmite, bauxite & gibbsite</i>
Cr	Cpx > Opx > Oliv	<i>Non-mobile. Stays behind as chromite</i>
Fe	Oliv > Opx > Cpx	<i>Non-mobile. Stays behind as oxides (hematite maghemite) and hydroxides (turgite, goethite, hydrogoethite, limonite, ferrihydrate, xanthosiderite & esmeraldaite)</i>

Sumber: Ahmad, 2008

2.2.1 Klasifikasi Endapan Nikel Laterit

Secara mineralogi nikel laterit dapat dibagi dalam tiga kategori yaitu (Brand et al, 1998):

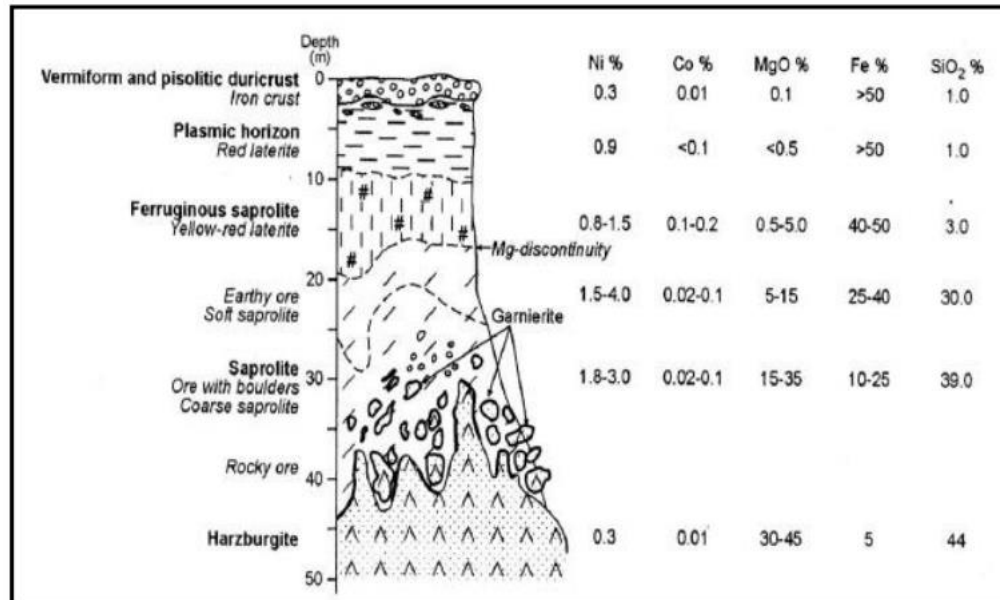
1. *Hydrous silicate deposits.*

Pada endapan tipe *Hydrous Silicate* bagian bawah zona saprolit (horizon bijih) didominasi oleh mineral-mineral hydrous Mg-Ni silikat (Gambar 5) setempat pada zona saprolit, urat-urat halus atau *boxwork* dapat terbentuk. Rekahan dan batas-batas antar butir dapat terisi oleh mineral silikat dan mineral yang kaya

nikel. Sebagai contoh garnierit dapat memiliki kandungan nikel sampai 40%. Nikel akan mengalami pelindian dan limonit pada fase Fe-*vide* akan bergerak turun ke bawah sebelum terendapkan kembali sebagai



Hydrous Silicate mineral atau menggantikan dalam ubahan serpentinit. Pengkayaan Ni melalui proses supergen ini sangat penting untuk pembentukan endapan *Hydrous Silicate* pada kadar yang ekonomis.



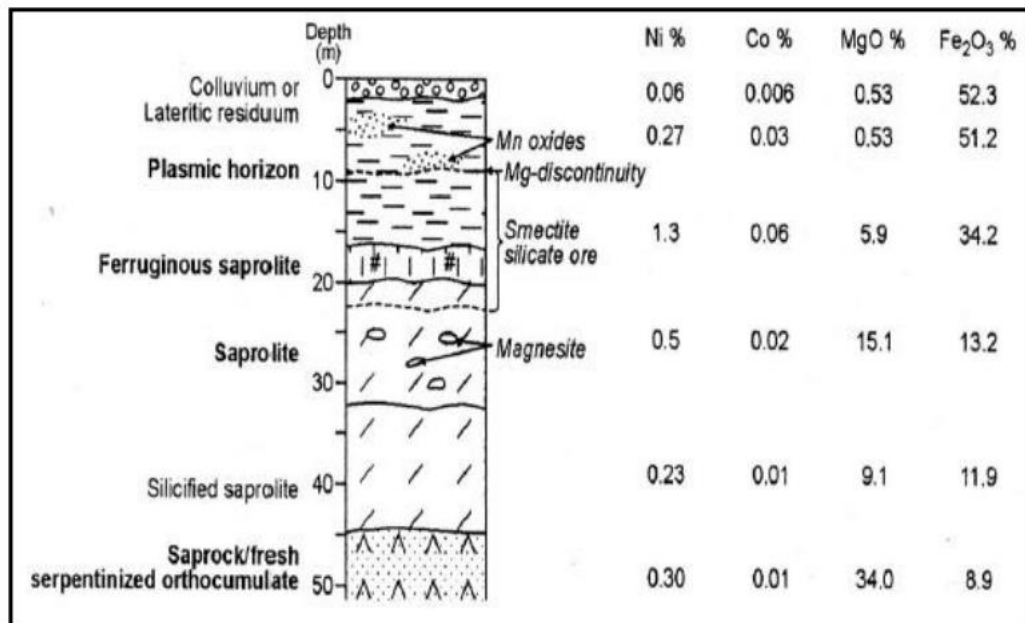
Gambar 5 Profil nikel tipe *hydrous silicate* (Freyssnet et al, 2005)

Pada endapan tipe *Hydrous Silicate*, posisi muka air tanah relatif dalam, kondisi ini menyebabkan infiltrasi air yang dalam sehingga nikel lebih banyak terakumulasi pada zona saprolit bagian bawah.

2. *Clay silicate deposits*

Silika (Si) dari profil laterit, hanya sebagian yang terlindungi oleh air tanah. Silika yang tersisa bersama-sama dengan Fe, Ni, dan Al membentuk mineral lempung seperti *Ni-rich nontronite* pada bagian tengah sampai dengan bagian atas zona saprolit. Serpentin yang kaya dengan nikel juga bisa digantikan (ter-altrasi) oleh smektit pada bagian yang kontak dengan air tanah sehingga larutan-larutan yang terbentuk menjadi jenuh dengan mineral-mineral lempung ini (gambar 6). Secara umum, kadar nikel rata-rata pada tipe endapan ini lebih rendah dibandingkan dengan tipe *Hydrous Silicate*. Pada endapan tipe *clay deposit*, posisi muka air tanah awal relatif lebih dangkal dan drainase terhambat, kondisi ini menyebabkan lapisan lebih sering terendam air sehingga terbentuk lapisan lempung dan Ni pada lapisan lempung tersebut.



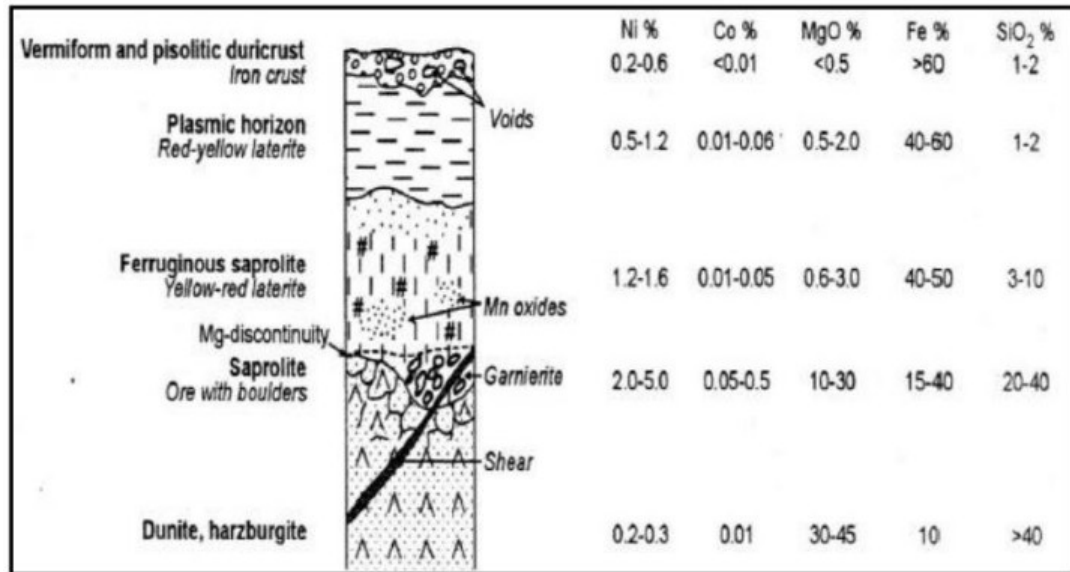


Gambar 6 Profil nikel tipe *clay silicate* (Freyssnet et al, 2005)

3. *Oxide deposits*

Oxide deposits dikenal juga dengan nama endapan limonit, dimana nikel berasosiasi dengan *Fe-oxihydroxide*, dengan mineral utama gutit. Kadang-kadang juga kaya dengan oksida Mn yang kaya dengan Co. Kadar Ni rata-rata pada tipe endapan ini lebih rendah 1.0-1.6%, sehingga memiliki nilai ekonomis yang kurang baik. Pada endapan tipe *oxide deposits* posisi muka air tanah awal relatif dangkal dan drainasenya tidak terhambat (infiltrasi air lancar) sehingga Ni lebih banyak terakumulasi pada zona limonit sampai saprolit bagian atas. Profil endapan tipe *oxide deposits* dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7 Profil nikel tipe *oxide deposits* (Freysnet et al, 2005)

Tabel 2 Parameter perbedaan endapan nikel laterit

Parameter	<i>Hydrous Silicate</i> Deposit	<i>Clay Silicate</i> Deposit	Oxide Deposit
Kadar Ni	Kandungan Ni 1.8-2.5 %	Kandungan Ni 1.0-1.5%	Kandungan Ni 1.0-1.6%
Mineral	Terdapat Silika <i>box-work</i>	Si bersama dengan Fe, Ni, dan Al membentuk mineral lempung	Mineral utamanya <i>Goethite</i>
Posisi Muka air tanah	Posis muka air tanah relatif dalam	Posisi muka air tanah awal relatif lebih rendah dan drainase terhambat.	Posisi muka air tanah relatif dangkla Drainasenya tidak terhambat
Akumulasi Ni	Nikel lebih banyak terakumulasi pada zona saprolit bagian bawah	Lapisan limonit lebih sering terendam ai sehingga terbentuk lapisan lempung	Ni lebih banyak terakumulasi pada zona limonit sampai saprolit bagian atas.



Freysnet et al, 2005

Endapan Ni silika, didominasi oleh *hydrated Mg-Ni silicates* (seperti *Garnierit*), biasanya terdapat di lapisan saprolit (Golightly, 1981; Gleeson, et al., 2003). Endapan *silicate* Ni, didominasi oleh lempung smektit (seperti nontronit), biasanya terdapat di bagian atas saprolit atau pedolit (Golightly, 1981; Gleeson, et al., 2003). Endapan Murrin (Australia Barat) memiliki sumberdaya Ni sebesar 334 Mt dan cadangan 145 Mt, kadar Ni rata-rata 1,07% pada zona lempung (Elias, 2006; Marsh & Anderson, 2011).

Endapan Ni laterit tipe *clay* yang berada di Murrin terdiri atas lima zona yaitu: *unweathered country rock* pada bagian dasar, saprolit, smektit, limonit (lebih dikenal dengan istilah *ferruginous zone*), dan *colluvium* pada bagian atas (Wells & Butt, 2006; Marsh & Anderson, 2011). Endapan oksida, didominasi oleh Fe *oxyhydroxides* (seperti gutit), membentuk lapisan di antara pedolit dan saprolit (Golightly, 1981; Gleeson, et al., 2003).

Endapan Ni laterit di Moa Bay, Cuba adalah contoh dari tipe endapan oksida (Gleeson, et al., 2003). Endapan ini memiliki kadar Ni sebesar 1,27% (Freyssinet, et al., 2005). Endapan tipe oksida ini terbentuk dari proses pelapukan dari batuan peridotit (harzburgit) yang terserpentinisasi dan dunit pada sabuk Mayari-Baracoa ofiolit (Roqué-Rosell, et al., 2010). Profil endapan Ni laterit di Moa Bay terdiri dari *ferricrete cap* berada di atas lapisan limonit yang mengandung gutit, maghemit, hematit, dan gipsit, serta Mn-Ni-Co *oxyhydroxides*. Lapisan limonit berada di atas lapisan saprolite yang terdiri dari lizardit, goethit, magnetit, maghemit, kromit, dan *hydrous Mg silicates*. Lapisan paling bawah adalah protolit yang merupakan peridotit terserpentinisasi dan harzburgit (Roqué-Rosell, et al., 2010; Marsh & Anderson, 2011).

2.2.2 Mineralogi endapan nikel laterit

Mineralogi adalah cabang dari ilmu geologi yang mempelajari tentang mineral, karakteristik bentuk fisik dan komposisi kimianya, sistem kristalografinya, teknik identifikasi dan penggolongan mineral, serta aplikasinya dalam ilmu

dan cabang ilmu lainnya. Studi Mineralogi mempelajari segala hal terkait fisik dan kimia mineral, bertujuan untuk identifikasi jenis mineral dan

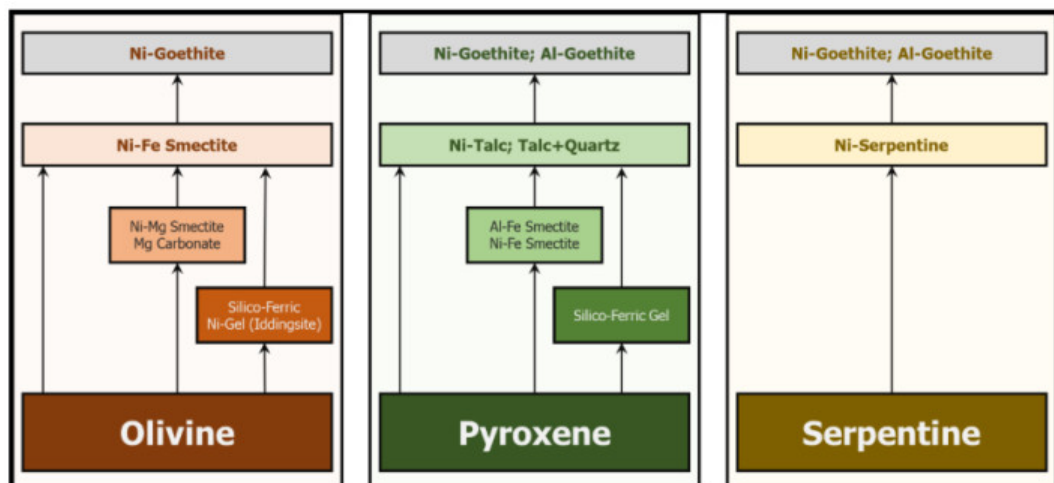


membedakan antara mineral yang satu dengan mineral lainnya (Meirawaty M., 2021).

Mineral-mineral primer pada batuan ultramafik seperti mineral olivin dan piroksin. Mineral olivin dapat menghasilkan mineral sekunder seperti mineral krisotil, magnetit, saponit, nontronit, silika amorf, dan goetit, sedangkan mineral piroksin sebagai mineral primer akan menghasilkan mineral sekunder seperti mineral talk, smektit, dan goetit. Kemudian mineral serpentin sebagai mineral primer akan menghasilkan mineral sekunder seperti mineral smektit dan goetit. Rangkaian pembentukan mineral sekunder selama proses pembentukan laterit berbeda dengan mineral primer. Pelapukan yang terjadi pada olivin dan piroksin lebih kompleks daripada serpentin. Hal ini disebabkan tekstur serpentin yang lebih halus dan komposisi kimia yang lebih homogen dari pada olivin dan piroksin (Tardy, 1997).

Mineral-mineral primer pada batuan ultramafik (*bedrock*) dapat menghasilkan mineral sekunder, sebagai berikut (Nahon, et al., 1990):

1. olivin menjadi krisotil, magnetit, saponit, nontronit, silika, amorf dan goetit.
2. piroksin menjadi talk, smektit dan goetit.
3. serpentin menjadi smektit dan goetit. Mineral primer pada batuan ultramafik yang menghasilkan mineral sekunder dapat diliha pada Gambar 8.



Gambar 8. Skema transformasi mineral akibat pelapukan batuan dasar (batuan ultramafik) (Nahon, et al., 1990)



Rangkaian pembentukan mineral sekunder selama proses pembentukan laterit berbeda dengan mineral primer. Pelapukan kimia yang terjadi pada olivin dan *pyroxene* lebih kompleks dari pada serpentin. Hal ini disebabkan tekstur serpentin yang lebih halus dan komposisi kimia yang lebih homogen daripada olivin dan *pyroxene* (Nahon, et al., 1990).

2.2.3 Geokimia endapan nikel laterit

Profil geokimia endapan nikel laterit merupakan gambaran dari suatu kondisi bahwa perilaku atau kecenderungan pola kelimpahan unsur ke arah bawah permukaan yang dipengaruhi oleh proses lateritisasi. Perilaku tersebut dipengaruhi oleh mobilitas unsur dan senyawa pada profil nikel laterit yang diketahui dari tingkat unsur dan senyawa tertentu yang mengalami perpindahan akibat aliran air tanah. Perilaku yang terjadi selama proses lateritisasi berlangsung pada proses pelindian, proses pengayaan supergen, serta residual unsur (Ahmad, 2008).

Analisis geokimia banyak digunakan untuk mengetahui kadar unsur dalam bentuk oksida mayor dan unsur tunggal seperti Na, Mg, Al, Si, P, K, Ca, Ti, Mn, Fe dan juga menganalisis unsur-unsur minor dan unsur jejak, di antaranya Rb, Sr, Y, Nb, Zr, Cr, Ni, Cu, Zn, Ga, Ba, Pb, Th, La, Ce, Nd, Sm (Wilson, 1989). Lebih dari 99 % batuan terbentuk oleh 11 elemen senyawa utama oksida di antaranya SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , dan P_2O_5 . Masing-masing zona profil nikel laterit ini mempunyai komposisi kimia unsur dan senyawa mayor dengan kandungan lebih besar dari 5% serta unsur dan senyawa minor dengan kandungan yang umumnya kurang dari 3%. Senyawa kimia mayor berupa MgO , FeO , SiO_2 , Al_2O_3 serta unsur dan senyawa minor berupa Ni, Co, Cr_2O_3 , MnO , CaO (Ahmad, 2008).

Selama proses pelapukan berlangsung, beberapa elemen akan tercuci dan elemen lainnya akan terkonsentrasi melalui pengayaan sekunder atau residual. Sebuah pengukuran *mobile element* pada endapan Ni laterit melalui tingkat perpindahan elemen terhadap aliran air. Berikut tabel 3 merupakan tabel klasifikasi

ement pada endapan Ni laterit.



Tabel 3 Klasifikasi *mobile element* pada endapan Ni laterit

Elemen	Mobility	Kategori
Fe ⁺³	-18,1	<i>Residual Enrichment</i>
Cr ⁺³	-16,4	
Al ⁺²	-15,3	
Cu ⁺²	-5,7	
Ni ⁺²	-3,2	<i>Supergenic Enrichment</i>
Co ⁺²	-1,7	
Zn ⁺²	-1,5	
Mn ⁺²	1,3	<i>Leached</i>
Mg ⁺²	3,1	

Sumber: Trescases, 1975 & Golightly, 1981

