

SKRIPSI

**KARAKTERISTIK ENDAPAN NIKEL LATERIT PADA BLOK X
PT MULIA PASIFIC RESOURCE KECAMATAN PETASIA
KABUPATEN MOROWALI UTARA
PROVINSI SULAWESI TENGAH**

Disusun dan diajukan oleh

REYNALDI SETIAWAN POMBALAWO

D611 15 013



**DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

SKRIPSI

**KARAKTERISTIK ENDAPAN NIKEL LATERIT PADA BLOK X
PT MULIA PASIFIC RESOURCE KECAMATAN PETASIA
KABUPATEN MOROWALI UTARA
PROVINSI SULAWESI TENGAH**

Disusun dan diajukan oleh

REYNALDI SETIAWAN POMBALAWO

D611 15 013



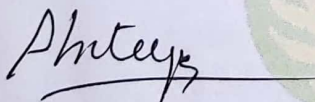
**DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**KARAKTERISTIK ENDAPAN NIKEL LATERIT PADA BLOK X
PT MULIA PASIFIC RESOURCE KECAMATAN PETASIA
KABUPATEN MOROWALI UTARA
PROVINSI SULAWESI TENGAH****Disusun dan diajukan oleh****REYNALDI SETIAWAN POMBALAWO****D611 15 013**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 28 Januari 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

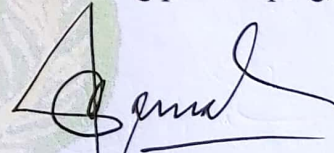
Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Adi Tonggiroh, S.T., M.T
NIP. 19650928 200003 1 002

Pembimbing pendamping,



Ir. Jamal Rauf Husain, M.T
NIP. 19580316 198810 1 001

Ketua Departemen,



Dr. Eng. Asri Jaya HS, S.T., M.T
NIP. 19690924199802 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini

:

Nama : Reynaldi Setiawan Pombalawo
NIM : D611 15 013
Program Studi : Teknik Geologi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

**Karakteristik Endapan Nikel Laterit Pada Blok X
PT Mulia Pasific Resource Kecamatan Petasia
Kabupaten Morowali Utara
Provinsi Sulawesi Tengah**

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

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

Makassar, Februari 2021

Yang Menyatakan



(Reynaldi Setiawan Pombalawo)

SARI

Secara administratif daerah penelitian terletak pada daerah eksplorasi PT. Mulia Pasific Resource Kecamatan Petasia Kabupaten Morowali Utara Provinsi Sulawesi Tengah. Secara geografis terletak pada koordinat 6°50'0.00" LS - 7°00'0.00" LS dan 120°35'0.00" BT - 120°45'0.00" BT. Tujuan penelitian untuk mengetahui karakteristik endapan nikel laterit pada Blok X PT Mulia Pasific Resource melalui analisa sampel pemboran (*core*) dan analisa laboratorium berupa metode XRF (*X-Ray Fluorescence*) dan petrografi.

Berdasarkan penelitian diperoleh karakteristik endapan nikel laterit permukaan dan di bawah permukaan pada Blok X PT Mulia Pasific Resource terbagi menjadi lapisan penutup atau *top soil* yang memiliki fragmen oksida dengan kedalaman rata-rata 0-2 meter dan material corenya berupa *clay*. Lapisan limonit memiliki fragmen *ultramafic* yang tidak terkonsolidasi berbentuk *subrounded-rounded* berukuran 2-20 cm dengan kedalaman rata-rata 3-9 meter, materialnya juga berupa *clay* dan mineral yang dijumpai berupa mineral hematit dan geotit. Lapisan saprolit umumnya tidak menunjukkan batas horizontal namun mengikuti pola pelapukan batuan, memiliki fragmen *ultramafic* berbentuk angular-subangular berukuran 2-30 cm dengan kedalaman rata-rata 10-20 meter, materialnya berupa *sandy-rocky*, didominasi oleh mineral olivin dan mineral serpentin sedangkan mineral piroksin dan chrysopras serta mineral-mineral silika dijumpai dalam jumlah sedang-tidak dominan. Pada daerah penelitian didapatkan kadar rata-rata pada zona Bedrock Ni (0,79%), Fe (12,54%), Co (0,01%), MgO (22,49%), SiO₂ (32,40%), CaO (1,28%). Pada zona Saprolit kadar rata-rata Ni (1,71%), Fe (23,58%), Co (0,04%), MgO (9,80%), SiO₂ (22,87%), CaO (0,41%) serta pada zona limonit memiliki kadar rata-rata Ni (1,17%), Fe (33,60%), Co (0,06%), MgO (3,87%), SiO₂ (10,16%), CaO (0,24%). Hal tersebut menunjukkan distribusi unsur pada setiap lapisan yang mana MgO, SiO₂ dan CaO sangat berkurang ke arah atas profil (zona limonit) sedangkan Fe terkayakan secara residual di zona limonit dan pengkayaan absolut unsur Ni dan Co terjadi di zona saprolit. Berdasarkan analisis petrografi, sampel *bedrock* menunjukkan bahwa mineral yang hadir didominasi oleh mineral olivine (90%), serpentin (5%), Piroksin (3%) dan mineral opa (2%) sehingga dapat disimpulkan batuan asalnya adalah Dunit. Penyebaran Ni pada bagian timur laut – selatan daerah penelitian memiliki kadar nikel 0,30 – 1,7 %, sedangkan pada bagian selatan – barat laut daerah penelitian memiliki kadar nikel 0,30 – 2 % bahkan terdapat juga kadar nikel > 2 %, namun hanya bersifat setempat.

Kata kunci : Karakteristik, Nikel Laterit, Geokimia, Batuan Dasar, Serpentinisasi, Morowali

ABSTRACT

Administratively, the research area is located in PT. MULIA PASIFIC RESOURCE, district of Petasia, Morowali Utara regency, Central Sulawesi Province. Astronomically, located on coordinate 6°50'0.00" - 7°00'0.00" South Latitude (LS) and 120°35'0.00" - 120°45'0.00" east longitude (BT). The purpose of research is to know characteristics of laterite deposits in X Block PT Mulia Pasific Resource through core drilling sample analysis and laboratory analysis used XRF (X-Ray Fluorescence) method and petrography analysis.

Based on research obtained characteristics of laterite nickel deposits in X Block of PT Mulia Pasific Resource are divided into top soil which has oxide fragments with an average depth of 0-2 meters and the core material is clay. The limonite layer has unconsolidated ultramafic fragments in the form of subrounded- rounded measuring 2-20 cm with an average depth 3-9 meters, its material is clay and consist hematite and goetite minerals. The saprolite layer generally does not show horizontal boundaries but follows a rock weathering pattern, has angular-subangular ultramafic fragments measuring 2-30 cm with an average depth of 10-20 meters, the material is sandy-rocky, dominated by olivine and serpentine minerals while minerals of pyroxine, chrysopras and silica are found in moderate-not dominant amounts. Based on research obtained levels, in the Bedrock with average levels of Ni (0.79%), Fe (12.54%), Co (0.01%), MgO (22.49%), SiO₂ (32.40%), CaO (1.28%). In the Saprolite layer, the average levels of Ni (1.71%), Fe (23.58%), Co (0.04%), MgO (9.80%), SiO₂ (22.87%), CaO (0, 41%) and in the limonite layer, the average levels of Ni (1.17%), Fe (33.60%), Co (0.06%), MgO (3.87%), SiO₂ (10,16 %) and CaO (0.24%). This shows the distribution of elements in each layer where MgO, SiO₂ and CaO are greatly reduced towards the upper profile (limonite zone) while Fe is residually enriched in the limonite layer and absolute enrichment of Ni and Co elements occurs in the saprolite layer. Based on petrographic analysis, bedrock samples indicate that the minerals present are dominated by olivine (90%), serpentine (5%), Pyroxene (3%) and opaque minerals (2%) so that it can be concluded that the bedrock is dunit. The distribution of Ni in the northeast - south of the research area has a nickel content of 0.30 - 1.7%, while in the south - northwest part of the research area it has a nickel content of 0.30 - 2% and there is also a nickel content of > 2%, but local only in nature

Keywords : Characteristics, Laterite nickel, Geochemistry, bedrock, serpentinization, Morowali

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Karakteristik Endapan Nikel Laterit Pada Blok X PT Mulia PAsific Resource Kecamatan Petasia Kabupaten Morowali Utara Provinsi Sulawesi Tengah”**.

Pada kesempatan ini penulis tidak lupa ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membimbing, mengarahkan, dan membantu penulis dalam menyusun laporan ini, antara lain :

1. Bapak Dr. Adi Tonggiroh, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing Satu pada Penelitian ini.
2. Bapak Ir. Jamal Rauf Husain, M.T sebagai Dosen Pembimbing Dua pada Penelitian ini.
3. Bapak Dr. -Eng. Asri Jaya HS, S.T, M.T. sebagai Ketua Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
4. Bapak Dr. Ir. Kaharuddin MS, MT selaku Penasehat Akademik yang telah banyak memberikan masukan dan saran selama mengenyam pendidikan di Departemen Teknik Geologi.
5. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin yang telah memberikan bimbingannya selama perkuliahan.
6. Staf Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin yang selama ini selalu membantu dalam pengurusan administrasi di kampus.

7. Kedua orang tua atas segala bantuan materil dan moril yang senantiasa tercurah kepada penulis.
8. Bapak Ervian Hadi S.T selaku Kepala Teknik Tambang PT Mulia Pasific Resources tempat penulis melakukan kerja praktek untuk pengambilan data dalam penelitian ini.
9. Bapak Yulianus ST, Yanuar Zulharman ST, Abdi Hidayat ST, Wawan Setiawan ST dan Andri Marianti ST selaku pembimbing dalam pelaksanaan kerja praktek dan tugas akhir di PT Mulia Pasific Resources.
10. Rekan-rekan mahasiswa Geologi angkatan 2015 (AGATE).
11. Himpunan Mahasiswa Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin (HMG FT-UH).
12. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas segala bantuan dan dorongan yang diberikan selama ini.

Penulis mengharapkan adanya saran dan kritik dari pembaca yang bersifat membangun demi perbaikan laporan ini. Segala kesalahan serta kekeliruan yang ada tidak luput dari keterbatasan penulis sebagai manusia biasa yang memiliki banyak kekurangan.

Akhir kata, semoga laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca, khususnya bagi penulis. Amin

Makassar, Januari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
SARI.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Geologi Regional	5
2.1.1 Stratigrafi Regional	5
2.1.2 Tektonika Regional	6
2.1.3 Sumberdaya Mineral dan Energi.....	7
2.1.4 Struktur Geologi Regional	7
2.2 Landasan Teori.....	8
2.2.1 Batuan Ultramafik	8
2.2.2 Ofiolit	10
2.2.3 Serpentinisasi	13
2.2.4 Endapan Laterit	14

2.2.5 Profil Laterit	23
2.2.6 Faktor Pengontrol Laterit	26
BAB III METODE PENELITIAN.....	29
3.1 Metode Penelitian.....	29
3.2 Tahapan Penelitian	30
3.3 Metode Analisis Data	30
3.3.1 Analisis Data Pengeboran (<i>Coring</i>)	30
3.3.2 Analisis Laboratorium.....	31
3.3.2.1 Analisis Petrografi	31
3.3.2.2. Analisis XRF.....	34
3.4 Penyusunan Laporan	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
4.1. Geologi Daerah Penelitian.....	38
4.1.1 Batuan Ultramafik Daerah Penelitian	38
4.1.2 Struktur Geologi Daerah Penelitian	40
4.2 Karakteristik Endapan Nikel Laterit.....	41
4.2.1 Karakteristik Permukaan Endapan Nikel Laterit.....	41
4.2.2 Karakteristik Endapan Nikel Laterit Bawah Permukaan	49
4.2.3 Karakteristik Kimia (Analisis XRF)	53
4.2.4 Karakteristik Petrografi Batuan Dasar	59
4.3 Pola Distribusi Ni-Fe.....	62
4.3.1 Pola Distribusi Ni-Fe pada titik bor yang mengandung <i>Ore</i>	62
4.3.2 Distribusi Ni Daerah Penelitian.....	66
BAB V PENUTUP	73
5.1 Kesimpulan.....	73
5.2 Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	76

LAMPIRAN

Peta Sebaran Titik Bor Pengamatan

Peta Sebaran Data Titik Bor

Peta Sebaran Kadar Ni

Peta Geologi

Tabel Deskripsi Sayatan Tipis

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal
1.1 Peta Tunjuk Lokasi Daerah Penelitian	4
2.1 Peta geologi daerah penelitian diambil dari Peta Geologi Regional Lembar Poso, Sulawesi (Simandjuntak, 1997)	8
2.2 Sifat Fisik Ofiolit menurut Penrose Field Conference	12
2.3 Pembentukan Ofiolit	13
2.4 Distribusi <i>vertical</i> mineral yang umum pada penampang nikel laterit ...	19
2.5 Distribusi Global deposit Nikel Laterit, Pembagian tipe deposit berdasarkan peta morphoclimatic (modifikasii Budel dalam Butt dan Morris 2005)	20
2.6 Clay Silicate Deposits, Murrin Australia (Butt dan Morris,2005)	21
2.7 Profil laterit deposit oxida, Goro New Caledonia (Butt dan Morris,2005).....	22
2.8 Hydrous Silikat deposit, New Caledonia (Troly, dkk, 1979).....	23
2.9 Tipe Laterit (Elias, 2005)	23
2.10 Generalisasi profil laterit.....	26
3.1 Penghalusan batuan menggunakan gerinda berputar.....	32
3.2 Alat XRF S8 TIGER yang digunakan untuk analisa geokimia sampel ..	35
3.3 Diagram Alir Penelitian	37
4.1 Kenampakan Litologi Dunit pada Stasiun 01 dengan arah foto N 65°E...38	38
4.2 Kenampakan litologi dunit pada stasiun 02 dengan arah foto N 65° E.....	39
4.3 Struktur kekar pada litologi Dunit difoto ke arah N165°E.....	40
4.4 Kenampakan rekahan batuan pada sampel <i>Core</i> IMN25X-0	41
4.5 Profil Laterit Daerah Penelitian	42
4.6 Kenampakan lapisan tanah penutup pada area tambang PT Mulia Pasific Resource dengan ketebalan sekitar 1,5 meter dengan arah foto N 135°	43
4.7 Kenampakan lapisan limonit penutup pada area tambang PT Mulia Pasific Resource dengan ketebalan sekitar 1 meter dengan arah foto	

	N 235° E	44
4.8	Kenampakan lapisan saprolit penutup pada area tambang PT Mulia Pasific Resource dengan ketebalan sekitar 1,5 meter dengan arah foto N 135° E	46
4.9	Singkaplan Batuan Ultramafik Dunit pada area tambang Pt Mulia Pasific Resource	48
4.10	<i>Core Zone</i> Limonit	50
4.11	<i>Core Zone Soft</i> Saprolit.....	51
4.12	<i>Core Zone Rocky</i> Saprolit	51
4.13	Grafik Assay Unsur Ni (%), Fe (%), Co (%), MgO (%), SiO ₂ (%), CaO(%) pada lapisan <i>bedrock</i>	54
4.14	Grafik Assay Unsur Ni (%), Fe (%), Co (%), MgO (%), SiO ₂ (%), CaO(%) pada lapisan saprolit.....	56
4.15	Grafik Assay Unsur Ni (%), Fe (%), Co (%), MgO (%), SiO ₂ (%), CaO(%) pada lapisan limonit.....	57
4.16	Kenampakan sayatan tipis <i>bedrock</i> sampel BD18-79 dengan komposisi mineral terdiri dari olivin (Ol) dan serpentin (Srp) dengan perbesaran total 20X.....	59
4.17	Kenampakan sayatan tipis <i>bedrock</i> sampel A27-84 dengan komposisi mineral terdiri dari olivin (Ol) dan serpentin (Srp) dengan perbesaran total 20X.....	60
4.18	Kenampakan sayatan tipis <i>bedrock</i> sampel BD18-80 dengan komposisi mineral terdiri dari olivin (Ol) dan serpentin (Srp) dengan perbesaran total 20X.....	61
4.19	Peta sebaran <i>Ore</i> pada daerah penelitian	71
4.20	Distribusi Ni pada daerah penelitian	72

DAFTAR TABEL

Tabel	Hal
2.1 Peran beberapa elemen selama pelapukan laterit.....	15
4.1 Data hasil analisis XRF rata- rata unsur pada lapisan bedrock.....	55
4.2 Data hasil analisis XRF rata- rata unsur pada lapisan saprolit.....	56
4.3 Data hasil analisis XRF rata- rata unsur pada lapisan limonit	58
4.4 Kadar rata-rata Ni – Fe pada lapisan limonit kelompok titik bor yang mengandung <i>ore</i>	62
4.5 Kadar rata-rata Ni – Fe pada lapisan saprolit kelompok titik bor yang mengandung <i>ore</i>	64
4.6 Sebaran <i>ore</i> pada daerah penelitian.....	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan letak geologistnya Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumberdaya alam, terutama bahan tambang yang merupakan sumberdaya alam yang tidak dapat diperbaharui. Salah satu contoh sumberdaya alam tersebut yang sangat penting adalah Nikel. Nikel merupakan salah satu sumberdaya alam yang memiliki banyak manfaat seperti pembuatan logam anti karat, campuran pada pembuatan *stainless steel* dan berbagai jenis barang lainnya. Keserbagunaan ini pula yang menjadikan nikel sangat berharga dan memiliki nilai jual tinggi di pasar dunia. Setidaknya sejak 1950 permintaan akan nikel rata-rata mengalami kenaikan 4% tiap tahun, dan diperkirakan sepuluh tahun mendatang terus mengalami peningkatan (Dalvi, Bacon, dan Osborn, 2004).

Bijih nikel diperoleh dari endapan nikel laterit yang terbentuk akibat pelapukan batuan ultramafik yang mengandung nikel 0,2 – 0,4 % (Golightly, 1981). Jenis-jenis mineral yang terlapukan dalam batuan tersebut antara lain olivin, piroksin, dan amphibol (Rajesh, 2004). Nikel laterit umumnya ditemukan pada daerah tropis, dikarenakan iklim yang mendukung terjadinya pelapukan, selain topografi, *drainase*, tenaga tektonik, batuan induk, dan struktur geologi (Elias, 2001).

Keberadaan endapan nikel laterit umumnya banyak tersebar pada daerah-daerah seperti di Provinsi Sulawesi Selatan dijumpai pada daerah Soroako Kabupaten Luwu Timur dan Daerah Palakka Kabupaten Barru. Selain itu,

endapan nikel laterit juga dijumpai di daerah Sulawesi Tengah yaitu Kabupaten Morowali, Kabupaten Luwuk Banggai dan Provinsi Sulawesi Tenggara (Tonggiroh, 2012).

Tentunya keberadaan endapan nikel laterit tersebut, memiliki perbedaan karakteristik pada masing-masing daerah. Perbedaan tersebut dapat diketahui dari sifat fisik yang nampak di atas permukaan meliputi jenis laterit, litologi dan kondisi morfologi. Selain itu perbedaan sifat kimia berupa persentase kandungan unsur-unsur kimianya. Oleh karena itu dilakukan penelitian ini untuk mengetahui "Karakteristik endapan nikel laterit pada blok X PT Mulia Pacific Resources di Kecamatan Petasia Kabupaten Morowali Utara Provinsi Sulawesi Tengah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini ialah sebagai berikut:

- 1 Bagaimana karakteristik fisik permukaan dan bawah permukaan endapan nikel laterit pada daerah penelitian.
- 2 Bagaimana karakteristik kimia dan petrografi batuan dasar endapan laterit pada daerah penelitian
- 3 Bagaimana sebaran Ni pada daerah penelitian?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui karakteristik fisik endapan nikel laterit daerah penelitian.

2. Mengetahui karakteristik geokimia endapan nikel laterit pada daerah penelitian.
3. Mengetahui karakteristik petrografi batuan dasar pada daerah penelitian
4. Mengetahui sebaran Ni pada daerah penelitian

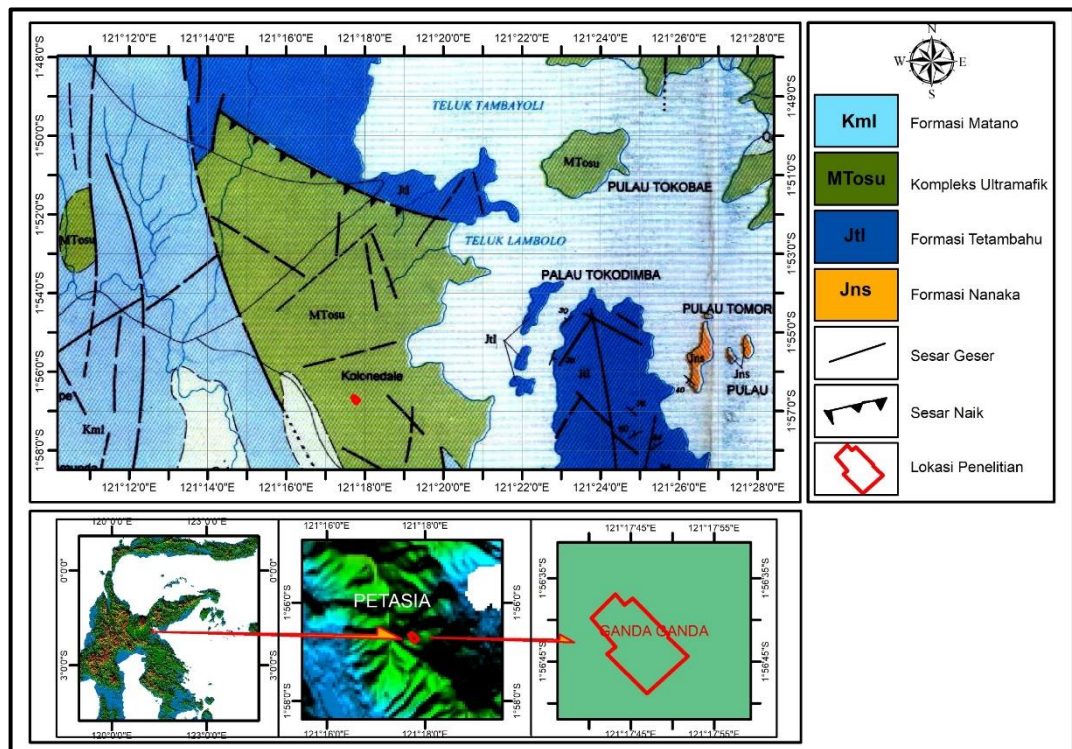
1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini dilakukan terbatas pada karakteristik fisik permukaan dan bawah permukaan endapan nikel laterit, karakteristik geokimia endapan laterit pada blok X PT Mulia Pasific Resource melalui analisa sampel pemboran (core) dan analisa laboratorium berupa analisa XRF dan petrografi.

1.5 Lokasi dan Waktu Penelitian

Secara administratif daerah penelitian termasuk dalam wilayah Kecamatan Petasia Kabupaten Morowali Utara Provinsi Sulawesi Tengah. Secara astronomis terletak pada koordinat $120^{\circ} 35' 00''$ Bujur Timur sampai $06^{\circ}50'00''$ Lintang Selatan dan $120^{\circ} 45' 00''$ Bujur Timur sampai $07^{\circ}00'00''$ Lintang Selatan.

Daerah penelitian dapat ditempuh dengan menggunakan kendaraan roda empat maupun roda dua serta dengan menggunakan pesawat, dengan jarak tempuh sejauh kurang lebih 800 Km menuju Sulawesi Tengah, dengan waktu tempuh ± 17 (tujuh belas) jam. Penelitian lapangan dilaksanakan selama satu bulan dari bulan September sampai Oktober 2019.



Gambar 1.1 Peta Tunjuk Lokasi Penelitian (BAKOSURTANAL, 1991)

I.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini secara umum sebagai referensi yang berkaitan dengan karakteristik fisik endapan nikel, karakteristik geokimia setiap zona pada endapan laterit, karakteristik petrografi serta sebaran endapan nikel laterit.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Regional

Pembahasan geologi regional terdiri dari penjelasan mengenai stratigrafi, tektonika, sumberdaya mineral dan energi, dan struktur geologi regional. Pembahasan tersebut berdasarkan Simandjuntak, dkk (1997) yang melakukan pemetaan geologi Lembar Poso, Sulawesi dengan skala 1 : 250.000.

2.1.1 Stratigrafi Regional

Stratigrafi daerah penelitian menurut Simandjuntak, dkk (1997) pada Peta Geologi Lembar Poso, Sulawesi yaitu sebagai berikut :

MTosu KOMPLEKS ULTRAMAFIK merupakan bagian dari jalur ofiolit Sulawesi terdiri atas harzburgit, lherzolit, wherlit, websterit, dunit, piroksenit dan serpentinit. Satuan ini diduga telah mengalami beberapa kali pengalihempatan sejak kapur sampai Miosen Tengah.

Kml FORMASI MATANO terdiri atas batugamping hablur, kalsilit, argilit dan serpih dengan sisipan rijang dan batusabak. Batugamping mengandung fosil *Heterohelix* sp., sedangkan rijang mengandung radiolaria. Fosil - fosil tersebut menunjukkan umur Kapur Akhir dan lingkungan pengendapan laut dalam. Tebal formasi mencapai 1000 m.

Qal ALUVIUM dan ENDAPAN PANTAI terdiri atas pasir, lempung, lumpur kerikil dan kerakal.

2.1.2 Tektonika Regional

Di daerah Poso dan sekitarnya terdapat 3 mendala geologi yang memiliki ciri batuan dan sejarah pencenangaan yang berbeda yaitu ; Mendala Sulawesi Barat dibagian barat, Mendala Sulawesi Timur di bagian tengah dan timur dan Mendala Banggai - Sula di bagian paling timur. Sejarah tektonik yang menyatukan ketiga mendala tersebut dapat diuraikan mulai Jaman Kapur, yaitu saat Mendala Sulawesi Timur bergerak ke barat mengikuti gerakan penunjaman landai ke arah barat di bagian timur Mendala Sulawesi Barat. Penunjaman ini mengakibatkan terbentuknya bancuh tektonik dan dan sekis glaukupan. Fase tektonik berikutnya pada Oligosen, yaitu saat benua mikro Banggai - Sula bergerak ke barat seiring terjadinya sesar besar mendatar (Sesar Sorong), sementara penunjaman di bagian timur Mendala Sulawesi Barat masih berlanjut. Pada Miosen Tengah ketiga mendala menyatu dengan kontak tektonik dan sebagian batuan dari bagian timur Mendala Sulawesi mencuat ke atas Mendala Banggai - Sula. Pada akhir Miosen Tengah sampai Pliosen terjadi pengendapan sedimen molas secara tak selaras di atas ketiga mendala tersebut, serta terjasi batuan terobosan granit di Mendala Sulawesi Barat. Pada Plio-Plistosen seluruh daerah tersebut mengalami penerobosan oleh granit yang sebelumnya hanya terjadi di Mendala Sulawesi Barat. Setelah itu diikuti pengangkatan di seluruh daerah hingga menghasilkan kenampakan bentang alam seperti sekarang.

2.1.3 Sumberdaya Mineral dan Energi

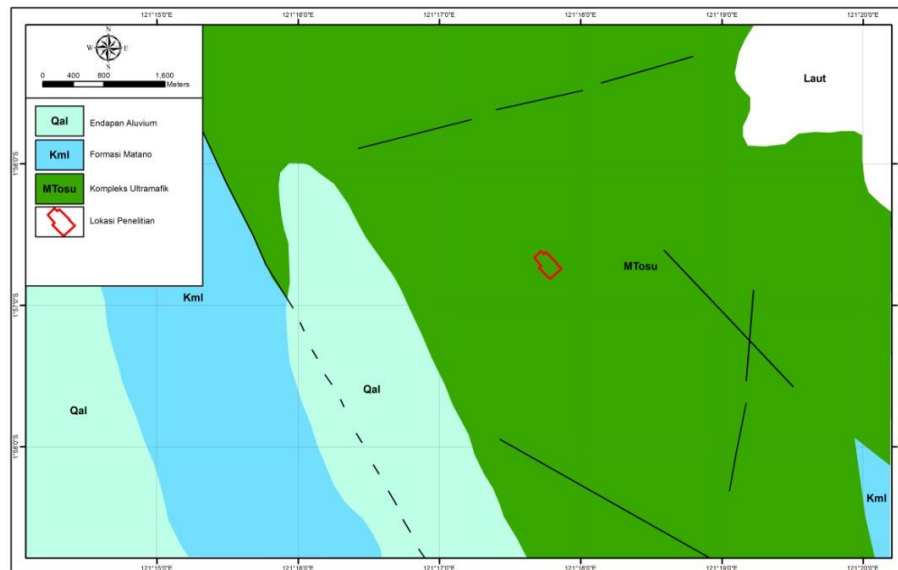
Bahan galian yang dijumpai antara lain berupa nikel, kromit, bijih besi, emas, tembaga, batugamping, basal andesit, granit, pasir dan kerikil. Nikel, kromit dan bijih besi dijumpai dalam batuan ultrabasa. Emas primer diduga terdapat di daerah batuan terobosan granit, sedang emas sekunder dijumpai di beberapa sungai. Endapan pirotit yang cukup besar di sepanjang Sungai Webose ditemukan oleh Badan Kerjasama Teknik Luar Negeri Jepang pada tahun 1972 - 1973. Disamping itu juga dijumpai kalkopirit dalam granit biotit dan sekis biotit dengan kadar tembaga sekitar 0,05% sampai 0,14%. Batubara dan lignit dijumpai berupa kanta dalam Formasi Tomata, tebalnya beberapa meter.

2.1.4 Struktur Geologi Regional

Adanya beberapa fase tektonik yang terjadi selama dan sesudah proses penyatuan ketiga mendala geologi menyebabkan terbentuknya struktur geologi yang cukup rumit di daerah ini. Sesar, lipatan maupun struktur geologi lainnya dihasilkan dalam beberapa generasi yang berbeda. Sesar naik utama yang dapat diamati di daerah ini adalah sesar naik berarah hampir Utara - Selatan, termasuk sesar yang memisahkan Mendala Sulawesi Barat dengan Mendala Sulawesi Timur (Sesar Poso) dan juga Sesar Wekuli.

Disamping itu juga dijumpai zona sesar mendatar besar (Sesar Palu - Koro) yang berarah Barat laut - Tenggara. Sesar ini diduga masih aktif sampai sekarang. Lipatan yang dijumpai merupakan hasil dari beberapa pencenangan yang berbeda sehingga memberikan bentuk dan pola yang berbeda dari lipatan tegak sampai

rebah, dari lipatan tertutup sampai terbuka. Diduga paling tidak ada empat generasi pembentukan lipatan.



Gambar 2.1 Peta geologi daerah penelitian diambil dari Peta Geologi Regional Lembar Poso, Sulawesi (Simandjuntak, 1997)

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Batuan Ultramafik

Menurut Ahmad (2002), Batuan Ultramafik merupakan batuan yang terdiri dari mineral-mineral yang bersifat mafik (ferromagnesian), seperti olivin, piroksin, hornblend dan mika. Semua batuan ultramafik memiliki indeks warna $>70\%$.

Perlu diperhatikan bahwa istilah “ultrabasa” dan “ultramafik” tidak identik. Sebagian besar batuan ultramafik juga ultrabasa, sementara tidak semua batuan ultrabasa yang ultramafik. Dengan demikian batuan yang kaya akan feldspathoid merupakan ultrabasa namun bukan batuan ultramafik, karena tidak mengandung mineral ferromagnesian (Ahmad, 2002).

Berikut adalah jenis – jenis dari batuan ultramafik, antara lain:

1. Peridotit

Peridotit biasanya membentuk suatu kelompok batuan ultramafik yang disebut ofiolit, umumnya membentuk tekstur kumulus yang terdiri dari atas harsburgit, lertzolit, werlite dan dunit. Peridotit tersusun atas mineral – mineral holokristalin dengan ukuran medium – kasar dan berbentuk anhedral. Komposisinya terdiri dari olivin dan piroksin. Mineral asesorisnya berupa plagioklas, hornblende, biotit dan garnet.

2. Piroksinit

Menurut Ahmad (2002), piroksinit merupakan kelompok batuan ultramafik monomineral dengan kandungan mineral yang hampir sepenuhnya adalah piroksin. Dalam hal ini Piroksinit diklasifikasikan lebih lanjut apakah masuk kedalam Piroksin ortorombik atau monoklin.

- a. Orthopyroxenites: Bronzitites
- b. Clinopyroxenites: Diopsidites; diallagites

3. Hornblendit

Hornblendit merupakan batuan ultramafik monomineral dengan komposisi mineral sepenuhnya hornblende.

4. Dunit

Merupakan batuan yang hampir murni olivin (90-100%), umumnya hadir sebagai forsterit atau kristolit, terdapat sebagai sill atau korok-korok halus (dalam dimensi kecil). Ahmad (2002), menyatakan bahwa dunit memiliki komposisi mineral hampir seluruhnya adalah monomineralik olivine (umumnya magnesia

olivin), mineral asesorisnya meliputi kromit, magnetit, ilmenit dan spinel. Pembentukan dunit berlangsung pada kondisi padat atau hampir padat (pada temperatur yang tinggi) dalam larutan magma dan sebelum mendingin pada temperatur tersebut, batuan tersebut siap bersatu membentuk massa olivine anhedral yang saling mengikat.

Terbentuk batuan yang terdiri dari olivine murni (dunit) misalnya, membuktikan bahwa larutan magma (liquid) berkomposisi olivine memisah dari larutan yang lain.

5. Serpentin

Serpentin merupakan batuan hasil alterasi hidrotermal dari batuan ultramafik, dimana mineral-mineral olivin dan piroksin jika teralterasi akan membentuk mineral serpentin. Serpentin sangat umum memiliki komposisi batuan berupa monomineralik serpentin, batuan tersebut dapat terbentuk dari serpentinisasi dunit, peridotit (Ahmad, 2002). Serpentin dapat dihasilkan dari mantel oleh hidrasi dari mantel ultramafik (mantel peridotit dan dunit). Dibawah pegunungan tengah samudera (*mid Oceanic Ridge*) pada temperatur <500°C.

2.2.2 Ofiolit

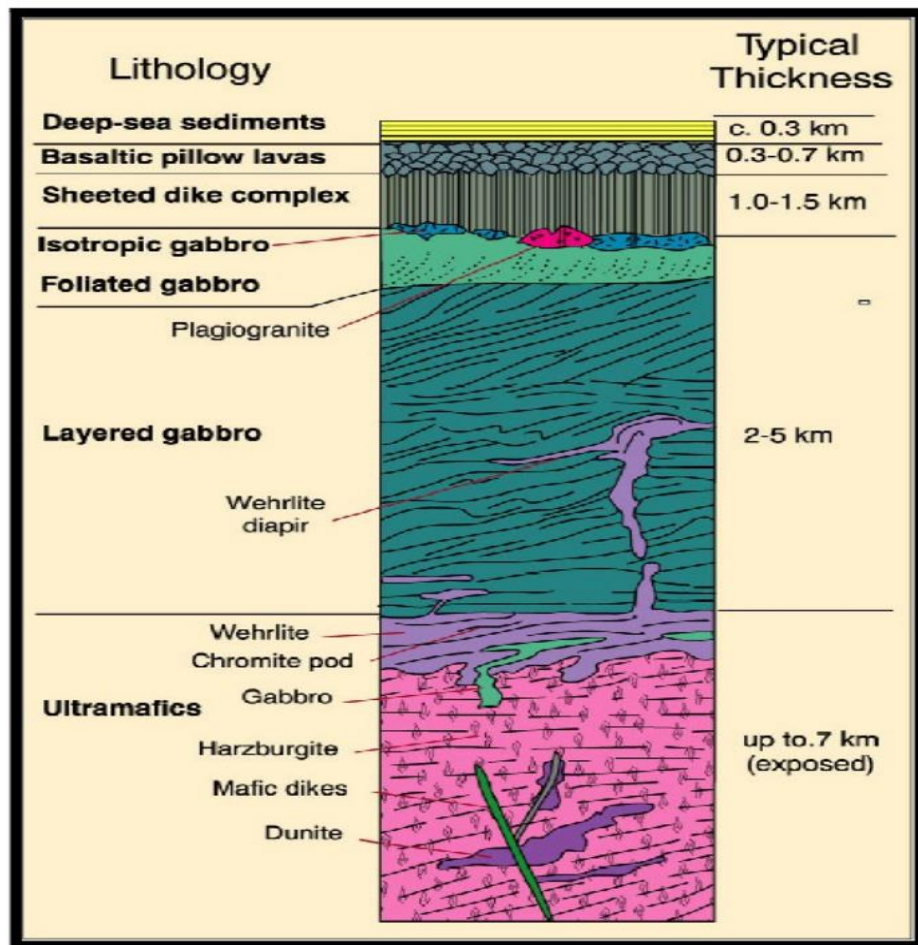
Ofiolit merupakan kompleks batuan dengan berbagai karakteristik dari layer ultramafik, dengan ketebalan dari beberapa ratus meter sampai beberapa kilometer bersusun atau berlapis dengan batuan gabro dan batuan *dolerite*, dan pada bagian atanya tersusun oleh *pillow* lava dan breksi, sering berasosiasi dengan batuan sediment pelagik (Ringwood, 1975). Sedangkan menurut Hutchison (1983), ofiolit

merupakan kumpulan khusus dari batuan mafik-ultramafik dengan batuan beku sedikit kaya asam sodium dan khas berasosiasi dengan batuan sediment laut dalam.

Definisi ofiolit menurut Penrose Field Conference, (1972) adalah sekelompok batuan yang berkomposisi mafik sampai ultramafik yang sekuennya dari bawah ke atas, yaitu :

1. Kompleks ultramafik (peridotit termetamorfik), terdiri dari lherzolit, hazburgit dan dunit. Umumnya batuan memperlihatkan struktur tektonik metamorfik (banyak atau sedikit terserpentinisasi).
2. Kompleks gabro berlapis dan gabro massif. Gabro memiliki tekstur cumulus (mencakup peridotit cumulus serta piroksenit). Komplek gabro biasanya sedikit terdeformasi dibandingkan dengan kompleks ultramafik.
3. Kompleks retas berkomposisi mafik (diabas).

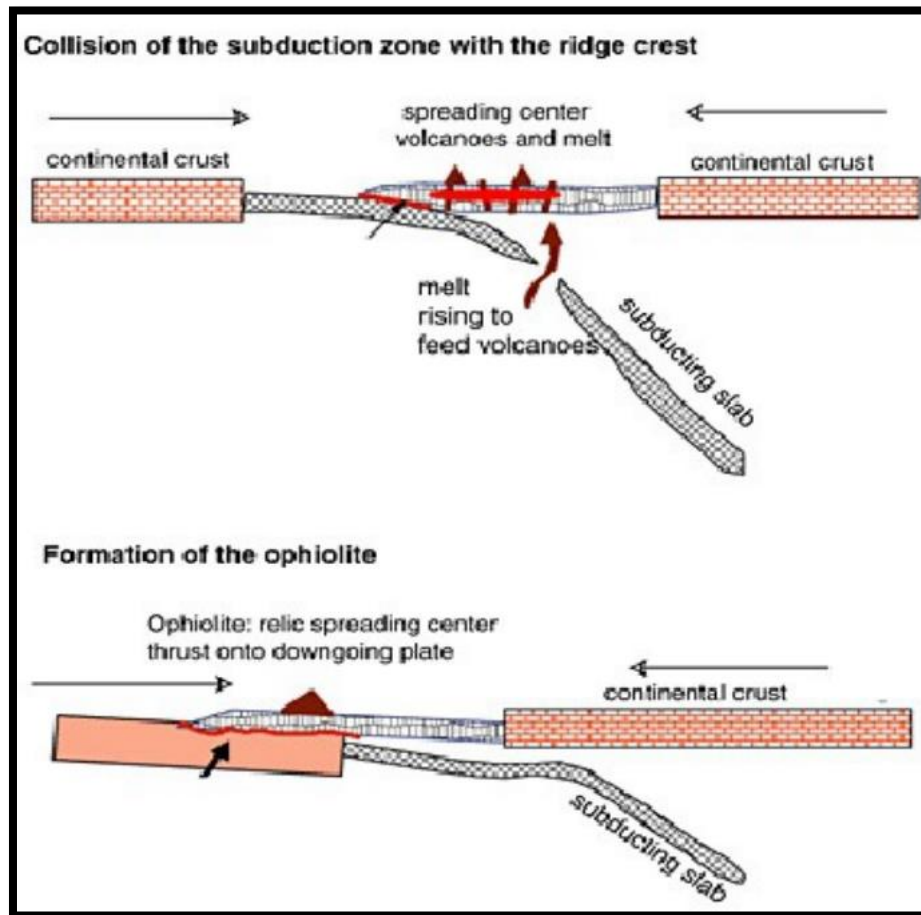
Secara ideal penampang ofiolit ditunjukkan dalam gambar 2.2 yang memperlihatkan susunan litologi penyusun ofiolit



Gambar 2.2 Sifat fisik ofiolit menurut Penrose Field Conference

Secara litostratigrafi, ofiolit merupakan sekelompok batuan yang berkomposisi mafik sampai ultramafik dengan sekuen dari bawah ke atas, disusun oleh: komplek ultramafik, komplek gabro berlapis dan gabro massif, komplek retas berkomposisi mafik (diabas) dan kelompok batuan vulkanik berkomposisi mafik bertekstur bantal / basalt (Penrose Field Conference, 1972).

Berikut ditunjukkan diagram pembentukan ofiolit pada *subduction zone* dengan pematang kerak (*ridge crust*) pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Pembentukan Ofiolit

2.2.3 Serpentinisasi

Serpentinisasi menurut Palandri dan Reed (2004) adalah suatu reaksi eksotermis, hidrasi di mana air bereaksi dengan mineral mafik seperti olivin dan piroksen untuk menghasilkan lizardit, antigorit dan / atau krisotil.

Menurut Ahmad (2006) ada beberapa hal terjadinya proses serpentinisasi adalah adanya penambahan air, adanya pelarutan magnesia (atau penambahan silika), adanya pelepasan besi dalam olivin (Fe, Mg), konversi besi yang lepas dari ikatan ferro (Fe^{2+}) menjadi ferri (Fe^{3+}) untuk membentuk magnetit berbutir halus. Akibatnya batuan terserpentinisasi umumnya akan menjadi lebih magnetik. Peran

atau kemunculan mineral serpentin pada batuan dasar penghasil laterit terkadang memberikan dampak yang sangat signifikan terhadap karakterisasi tanah laterit yang ada.

Secara umum batuan dasar penghasil tanah laterit merupakan batuan-batuan ultramafik dimana batuan yang rendah akan unsur Si, namun tinggi akan unsur Fe, Mg dan terdapat unsur Ni yang berasal langsung dari mantle bumi. Kehadiran mineral serpentin pada batuan ultramafik menjadi suatu peranan penting dalam pembentukan karakteristik tanah laterit yang ada terutama pada pengkayaan unsur logam Ni pada tanah laterit. Proses serpentinisasi akan menyebabkan perubahan tekstur mineralogi dan senyawa pada mineral olivin maupun piroksen pengurangan atau perubahan komposisi unsur Mg, Ni dan Fe pada mineralnya.

2.2.4 Endapan Laterit

Laterit deposit atau endapan laterit diartikan sebagai hasil dari proses pelapukan yang intensif di daerah humid, *warm* maupun *tropic* dan kaya akan mineral lempung yang bersifat kaolinitic serta Fe- dan Al- *oxide/hydroxide*. Endapan laterit pada umumnya menampakkan bidang perlapisan yang baik sebagai hasil reaksi antara air hujan yang masuk ke dalam formasi dan kelembaban tanah yang naik ke atas permukaan (Maulana, 2013)

Laterit menurut Evans (1993) adalah produk sisa dari pelapukan kimia batuan beku ultrabasa berupa dunit, peridotit, harzburgit dan batuan ultrabasa lainnya di permukaan bumi, dimana berbagai mineral asli atau primer mengalami ketidakstabilan karena adanya air kemudian larut atau pecah dan membentuk

mineral baru yang lebih stabil. Laterit penting sebagai induk untuk endapan bijih ekonomis. Contoh terkenal dari endapan bijih laterit yaitu bauksit dan endapan bijih besi.

Laterit merupakan sumber dari beberapa mineral ekonomis diantaranya bauxite dan nikel (Ni), mangan (Mn), tembaga (Cu), emas (Au) dan *platinum group element* (PGE). Bagian paling bawah dari profil laterit disebut dengan zona saprolit yang merupakan zona pelapukan tinggi dimana tekstur primer dan *fabric* dari batuan asalnya masih dapat dilihat. Akibat fluida yang bersifat *oxidized* dan asam, maka bagian paling bawah dari zona ini dicirikan dengan tidak stabilnya *sulfide* dan karbonat dengan hasil pencucian atau *leaching* dari logam-logam *chalcophile* dan unsur-unsur alkalin. Bagian bawah dari zona saprolit ini dicirikan dengan terurainya mineral-mineral feldspar dan ferromagnesian, sementara Si dan Al akan tetap tinggal pada mineral lempung (*kaolinite* dan *halloysite*). (Maulana, 2013).

Perilaku berbagai unsur selama proses lateralisasi pada dasarnya dikendalikan oleh dua faktor, yaitu: (Ahmad, 2009)

- a. Sifat kimia tertentu dari unsur itu sendiri (geokimia)
- b. Kondisi lingkungan yang berlaku (suhu, curah hujan, kondisi batuan, kondisi pH, dll.)

Tabel 2.1 Peran beberapa elemen selama pelapukan laterit (Ahmad, 2009)

<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	Very little	<i>Highly mobile. Leached away</i>

Mg	Oliv > Opx > Cpx	<i>Highly mobile. Mostly leached away. Some stays behind as clay minerals</i>
K	Very little	<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, ferrihydrite, xanthosiderite & esmeraldaite)</i>

- a. Ca. Kalsium memiliki sifat yang sangat larut dalam air tanah di daerah tropis.
- b. Mg. Magnesium sangat larut dalam air tanah. Dalam kondisi tropis basah, magnesia dapat dengan cepat keluar dari profil laterit. Namun, di bawah kondisi iklim basah-kering, beberapa magnesia dalam bentuk lempung dalam profil laterit mungkin terhambat.
- c. Si. Silika memiliki kelarutannya lebih rendah dari magnesia, silika sering kali dapat diendapkan dalam zona saprolitik dari profil laterit di mana magnesia

secara aktif masuk ke dalam larutan.

- d. Fe. Kelarutan zat besi sangat bervariasi tergantung pada keadaan valensinya, dimana zat besi (Fe^{++}) cukup larut dalam air tanah sedangkan zat besi (Fe^{+++}) sangat tidak larut.
- e. Al. Alumina adalah salah satu unsur yang tidak bergerak yang ada dalam profil laterit selama air tanah berada pada kisaran pH 4,5 hingga 9,5 (sebagian besar air tanah memang termasuk dalam kisaran ini)
- f. Cr. Kromium dalam kromit tidak larut dalam air tanah dan sangat stabil, bertahan sebagai kromit di zona limonit laterit.
- g. Mn dan Co memiliki mobilitas agak rendah di perairan asam dan cenderung bergerak ke bawah profil laterit. Namun, mereka mencapai tingkat ketidaksuburan mereka lebih cepat (dan lebih awal dari nikel) dan diendapkan baik di bagian bawah zona limonit atau di bagian atas zona saprolit. Konsentrasi kobalt umumnya mengikuti mangan dalam profil laterit.

Genesa dari endapat laterit dimulai dari pelapukan batuan ultramafik (peridotit, dunit, serpentinit) yang banyak mengandung mineral olivin, piroksin, magnesium silikat, dan besi silikat dengan kandungan nikel kira-kira sebesar 0.30%. Proses laterisasi pada endapan nikel laterit diartikan sebagai proses pencucian pada mineral yang mudah larut dan mineral silika dari profil laterit pada lingkungan yang bersifat asam, hangat, dan lembap, serta membentuk konsentrasi endapan hasil pengayaan proses laterisasi pada unsur Fe, Cr, Al, Ni, dan Co.

Air permukaan yang mengandung CO_2 dari atmosfer dan terkayakan kembali oleh material-material organik di permukaan meresap ke bawah

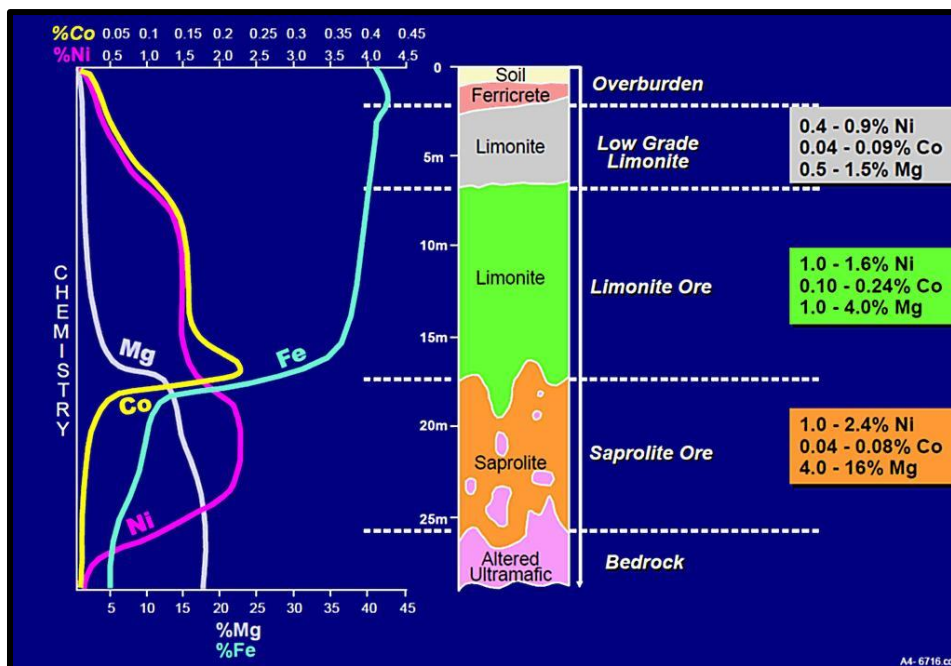
permukaan tanah sampai pada zona pelindian (*leaching zone*), tempat terjadinya fluktuasi air tanah berlangsung. Akibat fluktuasi ini, air tanah yang kaya CO₂ akan mengalami kontak dengan zona saprolit yang masih mengandung batuan asal dan melarutkan mineral-mineral yang tidak stabil seperti olivin/serpentin dan piroksin. Unsur Mg, Si, dan Ni akan larut dan terbawa sesuai dengan aliran air tanah dan akan membentuk mineral-mineral baru pada proses pengendapan kembali. Endapan besi yang bersenyawa dengan oksida akan terakumulasi dekat dengan permukaan tanah, sedangkan magnesium, nikel, dan silika akan tetap tertinggal di dalam larutan dan bergerak turun selama suplai air yang masuk ke dalam tanah terus berlangsung. Rangkaian proses ini merupakan proses pelapukan dan pelindihan/*leaching*.

Pada proses pelapukan lebih lanjut magnesium (Mg), Silika (Si), dan Nikel (Ni) akan tertinggal di dalam larutan selama air masih bersifat asam. Tetapi jika dinetralisasi karena adanya reaksi dengan batuan dan tanah, maka zat-zat tersebut akan cenderung mengendap sebagai mineral hidrosilikat (Ni-magnesium hidrosilicate) yang disebut mineral garnierit [(Ni,Mg)₆Si₄O₁₀(OH)₈] atau mineral pembawa Ni.

Adanya suplai air dan saluran untuk turunnya air, dalam hal ini berupa kekar atau rekahan pada batuan, maka Ni yang terbawa oleh air akan turun ke bawah, lambat laun akan terkumpul di zona ketika air sudah tidak dapat turun lagi dan tidak dapat menembus batuan dasar (*bedrock*). Ikatan dari Ni yang berasosiasi dengan Mg, SiO, dan H akan membentuk mineral garnierit. Apabila proses ini berlangsung terus-menerus maka yang akan terjadi adalah proses pengayaan supergen/supergen

enrichment. Zona pengayaan supergen ini terbentuk di zona saprolit (*saprolite zone*).

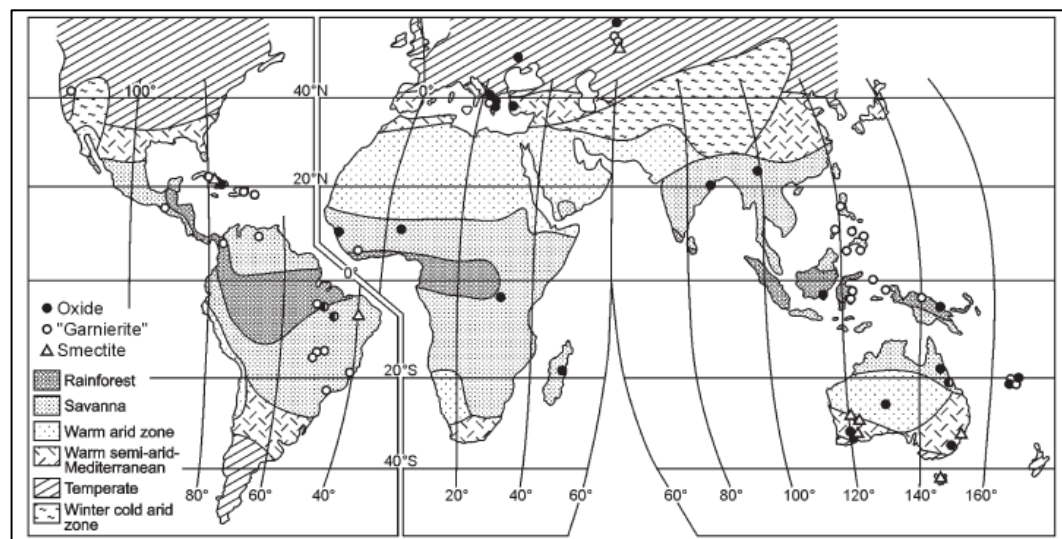
Dalam satu penampang vertikal profil laterit dapat juga terbentuk zona pengayaan yang lebih dari satu, hal tersebut dapat terjadi karena muka air tanah yang selalu berubah-ubah, terutama bergantung dari perubahan musim. Di bawah zona pengayaan supergen terdapat zona mineralisasi primer yang tidak terpengaruh oleh proses oksidasi maupun pelindihan, yang sering disebut sebagai zona batuan dasar (*bedrock*) (Maulana, 2017).



Gambar 2.4 Distribusi vertikal mineral yang umum pada penampang nikel laterit (Elias, 2002)

Brand, dkk (1998) membedakan tiga jenis deposit pokok, berdasarkan mineralisasi bijih yaitu *Hydrous Silicate Deposit*, *Clay Silicate Deposit* dan *Oxides Deposit*.

Terdapat hubungan antara tipe deposit dimana *Hydrous silicates* melimpah pada iklim tropis yang sekarang mirip dengan iklim lokal. *Oxide and clay silicate deposits* terbentuk dari semua pergantian iklim. (Butt dan Morris, 2005).



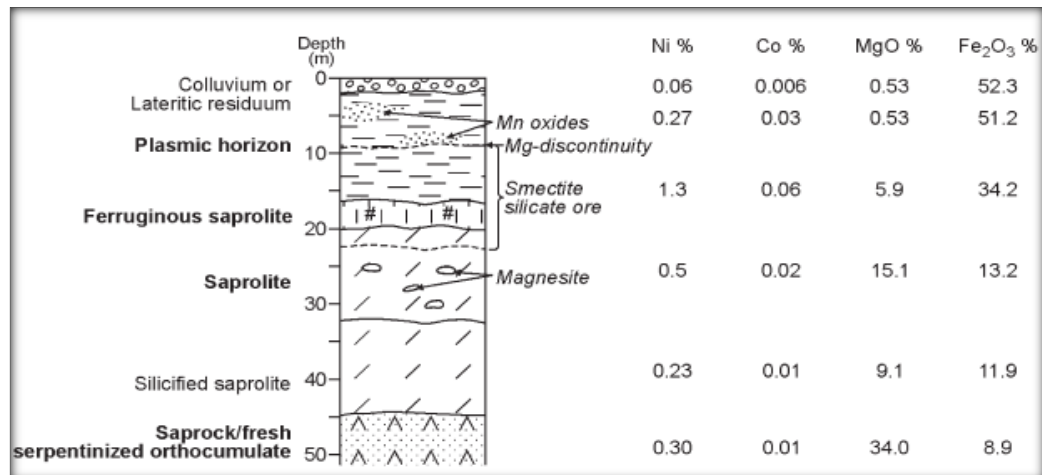
Gambar 2.5 Distribusi global deposit nikel laterit, pembagian tipe deposit berdasarkan peta morphoclimatic (modifikasi Budel dalam Butt dan Morris 2005)

A. *Clay Silicate Deposit*

Kondisi pelapukan yang tidak berjalan dengan baik seperti pada iklim dingin dan iklim panas, silika tidak tercuci sebagaimana di lingkungan tropis lembab. Silika tersebut kemudian bergabung bersama Fe dan Al membentuk zona dimana lempung smektit (nontronit) mendominasi. Silika sisa dari pembentukan nontronit kemudian terendapkan sebagai nodul opal atau kalsedon dalam lempung. Profil laterit seperti ini biasanya ditindih oleh lapisan tipis yang kaya Fe oksida di bagian atasnya dan didasari oleh lapukan saprolit yang mengandung serpentin dan nontronit (Elias, 2005).

Clay silicate deposit didominasi oleh nontronite dan montmorilonite tampak lebih mudah terbentuk dari batuan ultramafik yang mengandung mikroskopis,

seperti ortokumosis komatiitik dari pada orthopyroxene, karena konsentrasi Ca, Na, dan Al awal yang lebih tinggi.

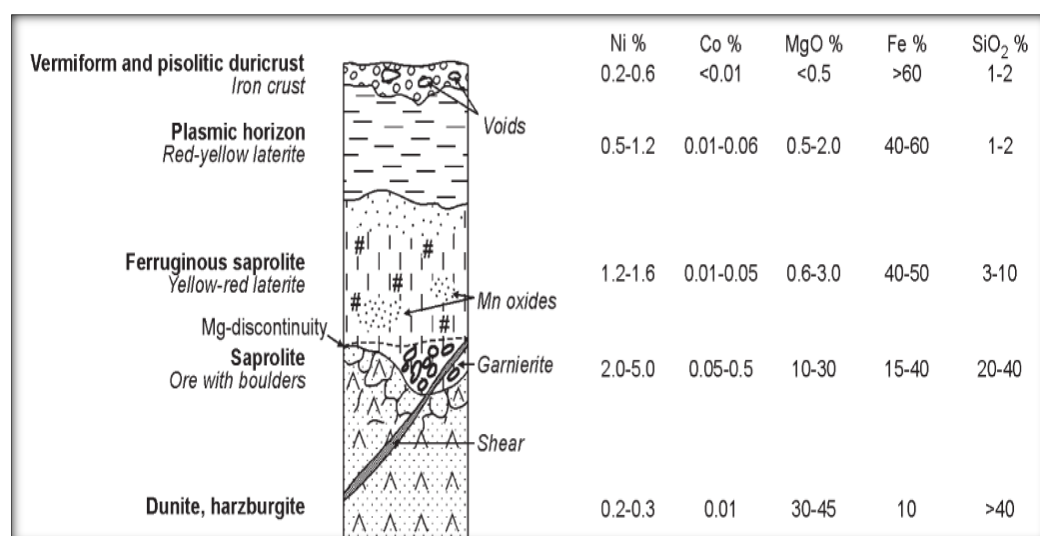


Gambar 2.6 Clay silicate deposit, Murrin Australia (Butt dan Morris, 2005)

B. Oxides Deposit

Oxides deposit adalah produk akhir yang paling umum dari lateritisasi batuan ultramafik. Dengan adanya air, mineral pembentuk batuan primer (terutama olivin dan / atau serpentin, *orthopyroxene* dan yang kurang umum adalah *clinopyroxene*) dipecah oleh hidrolisis yang melepaskan unsur penyusunnya sebagai ion dalam larutan berair. Olivine adalah mineral yang paling tidak stabil dan merupakan yang pertama mengalami pelapukan; Di lingkungan tropis yang lembab, Mg^{2+} -nya benar-benar tercuci dan hilang karena air tanah, dan Si sebagian besar tercuci dan dibuang. Fe^{2+} juga dilepaskan namun dioksidasi dan diendapkan sebagai hidroksida besi, awalnya bersifat amorf atau kurang kristalin tapi secara progresif mengkristal ulang dengan tanaman *goethite* yang membentuk pseudomorph setelah olivin. *Orthopyroxene* dan *serpentine* hidrolisis setelah olivin, juga melepaskan Mg, Si dan digantikan oleh pseudomorph goethitik. Awalnya, sementara mineral ferromagnesium yang ada tetap tidak bermanning dan mendukung lapisan batu,

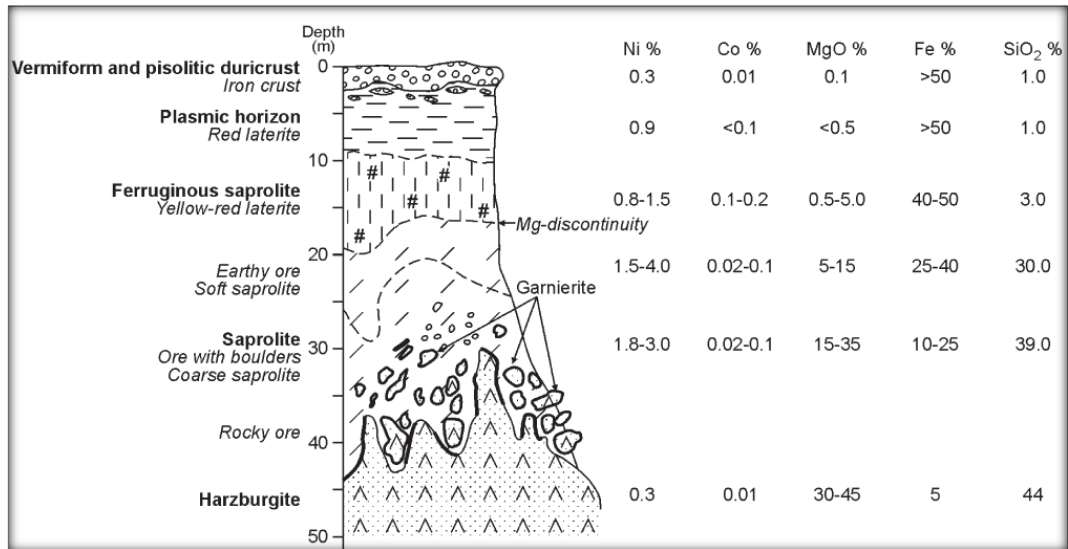
transformasi tekstur isovolumetrik dan batuan primer, namun seiring dengan hancurnya mineral primer, bergantung pada tekstur primer yang hilang karena pemadatan yang menghasilkan *goethite* dengan tekstur masif. Transformasi mineralogi yang melibatkan hilangnya Mg dan konsentrasi residu Fe menghasilkan tren kimia yang jelas dan familiar pada laterit Mg yang menurun ke atas dan Fe meningkat ke atas melalui profil laterit. (**Butt dan Morris, 2005**).



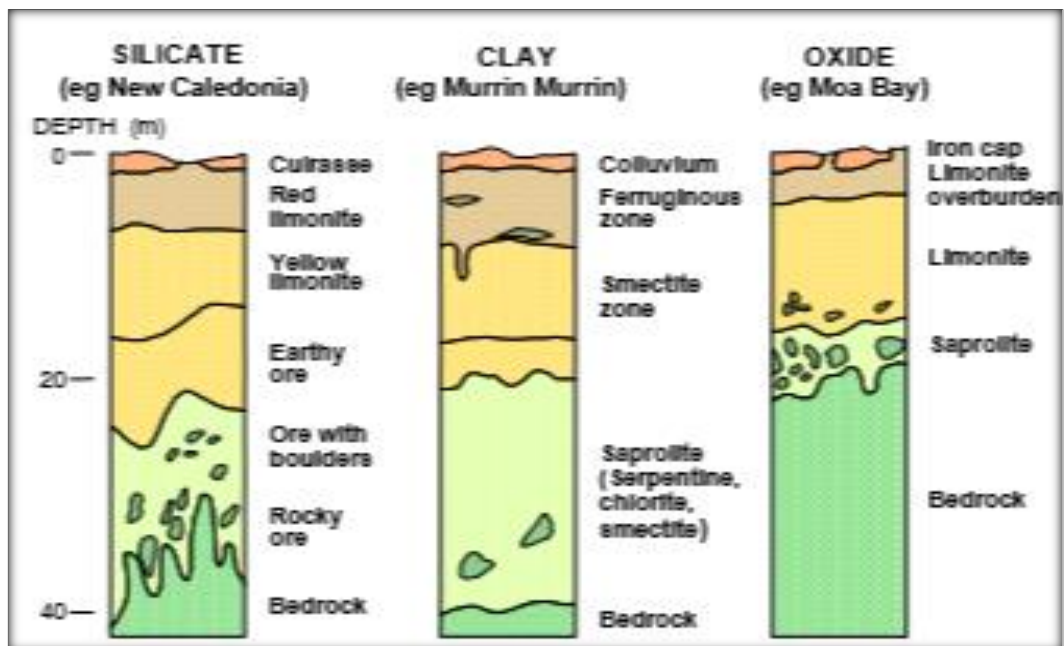
Gambar 2.7 Profil laterit deposit oksida, Goro New Caledonia (**Butt dan Morris, 2005**)

C. *Hydrous Silicate Deposit*

Laterit silika terbentuk pada kondisi dimana terjadinya pengangkatan secara perlahan namun konsisten dan muka air tanah rendah yang stabil pada profil laterit. Pelapukan yang terjadi dalam waktu lama menghasilkan zona saprolit yang tebal yang mungkin ditutupi oleh lapisan limonit yang tipis tergantung dari intensitas erosi pada bagian atas profil laterit. Laterit silikat memiliki karakteristik dengan pengayaan Ni pada zona saprolit yang di dalamnya juga terdapat mineral-mineral alterasi seperti serpentin, smektit, dan garnierit (**Elias, 2005**).



Gambar 2.8 Hydrous silicate deposit, New Caledonia (Troly, dkk,1979)



Gambar 2.9 Tipe laterit (Elias, 2005)

2.2.5 Profil Laterit

Pelapukan kimia pada batuan ultrabasa biasanya disertai dengan fraksinasi dari elemen-elemen menjadi tipe yang larut dan tidak larut dalam air. Elemen-elemen yang larut dalam air nantinya akan tercuci keluar dari sistem pelapukan

sementara elemen-elemen yang tidak larut dalam air akan tertinggal sebagai pengayaan residu. Proses pelapukan kimia pada akhirnya akan menghasilkan pembentukan profil laterit dengan urutan laterit termuda pada bagian bawah dan laterit tertua pada bagian atas.

Menurut Golightly (1979) profil laterit dibagi menjadi 4 zonasi, yaitu:

1. Zona Limonit (LIM)

Zona ini berada paling atas pada profil dan masih dipengaruhi aktivitas permukaan dengan kuat. Zona ini tersusun oleh humus dan limonit. Mineral-mineral penyusunnya adalah goethit, hematit, tremolit dan mineral-mineral lain yang terbentuk pada kondisi asam dekat permukaan dengan relief relatif datar. Secara umum material-material penyusun zona ini berukuran halus (lempung-lanau), sering dijumpai mineral stabil seperti spinel, magnetit dan kromit.

2. Zona *Medium Grade Limonite* (MGL)


Sifat fisik zona *Medium Grade Limonite* (MGL) tidak jauh berbeda dengan zona *overburden*. Tekstur sisa batuan induk mulai dapat dikenali dengan hadirnya fragmen batuan induk, yaitu peridotit atau serpentinit. Rata-rata berukuran antara 1-2 cm dalam jumlah sedikit. Ukuran material penyusun berkisar antara lempung-pasir halus. Ketebalan zona ini berkisar antara 0-6 meter. Umumnya singkapan zona ini terdapat pada lereng bukit yang relatif datar. Mineralisasi sama dengan zona limonit dan zona saprolit, yang membedakan adalah hadirnya kuarsa, lihopirit, dan opal.

3. Zona Saprolit

Zona saprolit merupakan zona bijih, tersusun atas fragmen-fragmen batuan induk yang teralterasi, sehingga mineral penyusun, tekstur dan struktur batuan dapat dikenali. Derajat serpentinisasi batuan asal laterit akan mempengaruhi pembentukan zona saprolit, dimana peridotit yang sedikit terserpentinisasi akan memberikan zona saprolit dengan batuan sisa yang keras, pengisian celah oleh mineral – mineral garnierit, kalsedon-nikel dan kuarsa, sedangkan serpentinit akan menghasilkan zona saprolit yang relatif homogen dengan sedikit kuarsa atau garnierit.

4. Zona batuan induk (*Bedrock zone*)

Zona batuan induk berada pada bagian paling bawah dari profil laterit. Batuan induk ini merupakan batuan yang masih segar dengan pengaruh proses-proses pelapukan sangat kecil. Batuan induk umumnya berupa peridotit, serpentinit, atau peridotit terserpentinisasikan.

SCHEMATIC LATERITE PROFILE	COMMON NAME	APPROXIMATE ANALYSIS (%)			
		Ni	Co	Fe	MgO
	RED LIMONITE	<0.8	<0.1	>50	<0.5
	YELLOW LIMONITE	0.8 to 1.5	0.1 to 0.2	40 to 50	0.5 to 5
	TRANSITION	1.5 to 4		25 to 40	5 to 15
	SAPROLITE/ GARNIERITE/ SERPENTINE	1.8 to 3	0.02 to 0.1	10 to 25	15 to 35
	FRESH ROCK	0.3	0.01	5	35 to 45

Gambar 2.10 Generalisasi profil laterit (Elias,2002)

2.2.6 Faktor Pengontrol Laterit

Terdapat beberapa faktor yang dapat mengontrol pembentukan endapan nikel laterit, yaitu:

a) Iklim

Iklim memiliki peran penting dalam terbentuknya endapan laterit. Temperatur yang hangat dan curah hujan yang tinggi dan ditambah dengan aktivitas biogenik yang tinggi akan mempercepat proses pelapukan kimia. Daerah beriklim tropis dengan temperatur lebih dari 20°C yang cenderung tetap sepanjang tahun merupakan daerah yang sangat ideal untuk pembentukan endapan laterit (Ahmad, 2006). Menurut Ellias (2005) curah hujan menentukan jumlah air yang melewati

tanah, sehingga mempengaruhi intensitas pencucian. Sebenarnya tingkat curah hujan dapat bervariasi yang nantinya akan membentuk tanah laterit yang berbeda-beda pula

b) Topografi

Topografi akan mempengaruhi pola aliran air. Kelerengan dan relief mempengaruhi intensitas air yang masuk ke dalam tanah atau batuan dan muka air tanah (Elias, 2005). Topografi / morfologi yang tidak curam tingkat kelerengannya, maka endapan laterit masih mampu untuk ditopang oleh permukaan topografi sehingga tidak terangkut semua oleh proses erosi ataupun ketidakstabilan lereng (Maulana, 2013). Menurut (Ahmad, 2008) tanah laterit membutuhkan topografi yang tidak begitu curam. Permukaan tanah yang curam akan mempercepat erosi pada tanah laterit. Topografi yang terlalu datar dengan drainase yang buruk juga tidak begitu bagus, hal ini menyebabkan pencucian berjalan kurang maksimal sehingga tanah laterit sulit terbentuk.

c) PH

Menurut (Ahmad, 2008) kelarutan mineral akan meningkat di perairan yang memiliki kadar pH yang rendah. Dengan demikian, air yang sedikit asam akan mempercepat proses pelapukan kimia. Air asam banyak terbentuk pada iklim tropis basah melalui hujan asam alami.

d) Tektonik

Tektonisme dapat menghasilkan pengangkatan yang menyebabkan tanah atau batuan tersingkap dan mempercepat proses erosi, menurunkan muka air tanah, dan merubah relief. Untuk menghasilkan pembentukan endapan laterit yang stabil

diperlukan kondisi tektonik yang stabil karena dapat mengurangi proses erosi dan memperlambat gerak air tanah (Elias, 2005)

e) Struktur

Struktur geologi memiliki peran penting dalam pembentukan endapan laterit. Adanya struktur geologi seperti sesar dan kekar akan membuat batuan menjadi permeabel sehingga memudahkan air untuk dapat masuk ke dalam batuan. Masuknya air ke dalam batuan akan memudahkan proses pelapukan kimia sehingga laterisasi dapat berjalan dengan baik (Elias, 2005).

f) Batuan Asal

Laterit Ni – Fe menurut (Ahmad, 2006) dapat berkembang pada batuan yang mengandung mineral ferromagnesian yang cukup. Oleh karena itu batuan ultramafik merupakan batuan yang paling cocok untuk menghasilkan laterit Ni – Fe karena memiliki proporsi mineral ferromagnesian yang tinggi