

SKRIPSI

**KARAKTERISTIK GEOKIMIA ENDAPAN LATERIT BLOK X PT.
LAWU AGUNG MINING KABUPATEN KONAWE UTARA,
PROVINSI SULAWESI TENGGARA**

Disusun dan diajukan oleh

**AQILAH SYAHRATUN NISA
D061181004**



**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

KARAKTERISTIK GEOKIMIA ENDAPAN LATERIT BLOK X, PT. LAWU AGUNG MINING KABUPATEN KONAWE UTARA PROVINSI SULAWESI TENGGARA

Disusun dan diajukan oleh

AQILAH SYAHRATUN NISA

D061 18 1004

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 6 Oktober 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui

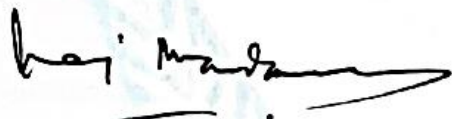
Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Meinarni Thamrin, S.T., M.T

NIP. 19710512 2008 12 2 001



Prof. Dr. Eng. Adi Maulana, S.T., M.Phil

NIP. 19671119 198902 2 001

Mengetahui,
Ketua Departemen Teknik Geologi
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



Dr.-Eng.Hendra Pachri, S.T., M.Eng.
NIP. 197712142005011002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : AQILAH SYAHRATUN NISA

NIM : D061181004

Program Studi : TEKNIK GEOLOGI

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

{KARAKTERISTIK GEOKIMIA ENDAPAN LATERIT BLOK X PT. LAWU
AGUNG MINING KABUPATEN KONAWE UTARA, PROVINSI SULAWESI
TENGGARA}

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan 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 mmenjadi 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.

Makassar, 03 Oktober 2023

Menyatakan



Aqilah Syahratun Nisa

ABSTRAK

AQILAH SYAHRATUN NISA *Karakteristik Geokimia endapan Laterit Blok X PT. Lawu Agung Mining, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara (dibimbing oleh Meinarni Thamrin dan Adi Maulana)*

Daerah penelitian termasuk dalam wilayah PT. Lawu Agung Mining yang terletak di daerah Mandiodo, Kecamatan Molawe, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara. Daerah penelitian tersusun oleh batuan ultramafik yang merupakan sumber utama nikel. Tujuan penelitian untuk mengetahui karakteristik mineralogi dan geokimia profil laterit pada daerah penelitian. Sumber data pada penelitian ini merupakan data hasil pengeboran 25 titik bor pada blok X. Metode yang digunakan adalah melakukan pengamatan di lapangan dan pengambilan data *drillhole*, analisis petrografi dan geokimia menggunakan XRF (*X-Ray Fluorescence spectrometry*). Data diolah dengan menggunakan *software Arcgis* dan *Microsoft excel*. Berdasarkan hasil penelitian, profil laterit daerah penelitian dibagi menjadi 3 zona yaitu zona limonit dengan mineral yang dijumpai hematit, geotit, mangan dan unsur yang dominan yaitu Fe (42.97%). Zona transisi hingga saprolit dengan mineral yang dominan geotit, *garnierite*, mangan dan unsur yang dominan yaitu Ni (2.35) dan Co (0.20%). Zona saprolit hingga *bedrock* dengan mineral yang dijumpai yaitu *olivine*, piroksin, serpentin, dan unsur yang dominan yaitu SiO₂ (80.22%) dan MgO (87.77%). Hasil dari analisa petrografi diketahui bahwa batuan dasar pada daerah penelitian merupakan batuan *lherzolite* terserpentinisasi dan *dunite* terserpentinisasi. Berdasarkan karakteristik mineralogi dan geokimia diketahui bahwa tipe nikel laterit pada daerah penelitian termasuk kedalam *type hydrous silicate deposit*.

Kata Kunci : Batuan dasar; Geokimia; Limonit; Nikel; Saprolit

ABSTRACT

AQILAH SYAHRATUN NISA. *Geochemical Characteristics of Laterite Deposit Block X PT Lawu Agung Mining, Konawe Utara Regency, Southeast Sulawesi Province (supervised by Meinarni Thamrin and Adi Maulana).*

The study area is included in the area of PT Lawu Agung Mining, which is located in the Mandiodo area, Molawe District, Konawe Utara Regency Southeast Sulawesi Province. The research area is composed of ultramafic rocks which are the main source of nickel. The purpose of the study was to determine the mineralogical and geochemical characteristics of the laterite profile in the study area. The data source in this study is the drilling data of 25 drill points in block X. The method used was field observation and drillhole data collection, petrographic and geochemical analysis using XRF (X-Ray Fluorescence spectrometry). Data is processed using Arcgis and Microsoft excel software. Based on the research results, the laterite profile of the study area is divided into 3 zones, namely the limonite zone with minerals found in hematite, goetite, manganese and the dominant element is Fe (42.97%). Transition zone to saprolite with dominant minerals goetite, garnierite, manganese and dominant elements Ni (2.35%) and Co (0.20%). Saprolite to bedrock zone with the minerals found are olivine, pyroxine, serpentine, and the dominant elements are SiO₂ (80.22%) and MgO (87.77%). The results of petrographic analysis show that the bedrock in the study area is serpentinized lherzolite and serpentinized dunite. Based on mineralogical and geochemical characteristics, it is known that the type of nickel laterite in the research area belongs to the hydrous silicate deposit type.

Keywords: *Bedrock; Geochemistry; Nickel; Limonite; Saprolite*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK	ii
<i>ABSTRACT</i>	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
KATA PENGANTAR	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	2
1.5. Ruang Lingkup	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Geologi Regional.....	4
2.2. Batuan Ultramafik	8
2.3. Serpentinisasi.....	10
2.4. Endapan Laterit.....	10
2.5. Profil Laterit	11
2.6. Nikel Laterit.....	12
2.7. Faktor Pengontrol Laterit.....	18
BAB III METODE PENELITIAN.....	20

3.1. Lokasi Penelitian	20
3.2. Metode Penelitian.....	20
3.3. Tahapan Pendahuluan.....	21
3.4. Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	21
3.5. Tahapan Pengambilan Data	21
3.6.Tahapan Analisis Data.....	22
3.7. Pembuatan Peta.....	28
3.8. Penyusunan Laporan.....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1. Karakteristik Profil Nikel Laterit dan Petrografi Batuan Dasar	30
4.2. Karakteristik Geokimia Endapan Laterit	34
4.3. Hubungan Ni Terhadap Unsur-unsur Lainnya	44
4.4.Klasifikasi Endapan Nikel Laterit Blok X.....	52
BAB V PENUTUP.....	54
5.1. Kesimpulan.....	54
5.2. Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Peta Geologi Regional Lembar Lasusua – Kendari	4
Gambar 2 Generalisasi profil laterit	12
Gambar 3 Distribusi vertikal mineral yang umum pada penampang nikel laterit	14
Gambar 4 Distribusi global deposit nikel laterit, pembagian tipe deposit berdasarkan peta morphoclimatic (modifikasi Budel dalam BUTT dan Morris 2005)	15
Gambar 5 <i>Clay silicate deposit</i> , Murin Australia (Butt dan Morris 2005)	15
Gambar 6 <i>Oxide deposit</i> , Goro New Caledonia (Butt dan Morris 2005)	17
Gambar 7 <i>Silicate deposit</i> , New Caledonia (Butt dan Morris 2005).....	17
Gambar 8 Tipe-tipe Laterit (Elias,2005)	18
Gambar 9 Peta tunjuk lokasi penelitian.....	20
Gambar 10 Proses pengeboran.....	23
Gambar 11 Contoh foto core box.....	23
Gambar 12 Tahapan pengeringan sampel	24
Gambar 13 Klasifikasi batuan ultramafic menurut IUGS dalam Streckeisen (1976)	28
Gambar 14 Diagram alir tahapan penelitian.....	29
Gambar 15 Kenampakan profil laterit daerah penelitian	30
Gambar 16 Kenampakan profil laterit hasil pengeboran	31
Gambar 16 Kenampakan batuan peridotit.....	32
Gambar 17 Kenampakan mikroskopis sayatan ASN/1-TA	32
Gambar 18 Kenampakan mikroskopis sayatan ASN/2-TA	32
Gambar 19 Kenampakan mikroskopis sayatan ASN/3-TA	33
Gambar 20 Kenampakan mikroskopis sayatan ASN/4-TA	33
Gambar 21 Profil vertikal laterit unsur pada grup A	38
Gambar 22 Profil vertikal laterit unsur pada grup B	41

Gambar 23 Profil vertikal laterit unsur pada grup C	44
Gambar 24 Grafik linear hubungan Ni-Fe Grup A, B, dan C	46
Gambar 25 Grafik linear hubungan Ni-Co Grup A, B, dan C	47
Gambar 26 Grafik linear hubungan Ni-MgO Grup A, B, dan C.....	49
Gambar 27 Grafik linear hubungan Ni-SiO ₂ Grup A, B, dan C.....	50
Gambar 28 Grafik linear hubungan Ni-CaO Grup A, B, dan C.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Pengelompokan titik bor	35
Tabel 2 Rata-rata nilai unsur setiap kedalaman profil laterit pada Grup A	36
Tabel 3 Data statistik unsur pada lapisan limonit grup A	37
Tabel 4 Data statistik unsur pada lapisan saprolit grup A	37
Tabel 5 Data statistik unsur pada lapisan <i>bedrock</i> grup A	37
Tabel 6 Rata-rata nilai unsur setiap kedalaman profil laterit pada Grup A	39
Tabel 7 Data statistik unsur pada lapisan limonit grup B	41
Tabel 8 Data statistik unsur pada lapisan saprolit grup B	41
Tabel 9 Data statistik unsur pada lapisan <i>bedrock</i> grup B	41
Tabel 10 Rata-rata nilai unsur setiap kedalaman profil laterit pada Grup A	42
Tabel 11 Data statistik unsur pada lapisan limonit grup C	43
Tabel 12 Data statistik unsur pada lapisan saprolit grup C	43
Tabel 13 Data statistik unsur pada lapisan <i>bedrock</i> grup C	43
Tabel 14 Parameter endapan nikel laterit	52
Tabel 15 Koordinat x, y, z dan total kadar unsur Ni pada setiap titik bor	53

DAFTAR LAMPIRAN

Deskripsi Petrografi

Peta Stasiun

Peta Sebaran Titik Bor

Peta Sebaran Ni Pada Limonit

Peta Sebaran Ni Pada Saprolit

Peta Sebaran Ni Pada Bedrock

KATA PENGANTAR

Penulis panjatkan puji dan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas izin, rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulisan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Karakteristik Geokimia Endapan Laterit Blok X PT. Lawu Agung Mining ”** dapat diselesaikan.

Dalam proses penyusunan sampai dengan terselesaikannya skripsi penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu sampai terselesaikannya skripsi ini.

Teristimewa penulis haturkan terimakasih kepada Nenek Hj. Marwiyah, Kakek H. Nurdin, Ibunda Darnawati, Ayahanda Adnan selaku orang tua yang selama ini memberikan kasih sayang, dukungan dan doa yang tak henti-hentinya kepada penulis.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan laporan ini, khususnya kepada :

1. Ibu Meinarni Thamrin, S.T., M.T. sebagai pembimbing penulis yang telah banyak memberikan arahan dan saran kepada penulis dalam menyelesaikan laporan Skripsi ini.
2. Bapak Prof. Dr. Eng. Adi Maulana, S.T., M. Phil sebagai dosen pembimbing penulis yang telah banyak memberikan arahan dan saran kepada penulis dalam menyelesaikan laporan Skripsi ini..
3. Bapak Prof. Dr. Adi Tonggiroh, ST., MT. sebagai dosen penguji I yang telah meluangkan waktu dan tenaganya dalam proses penyusunan laporan tugas akhir ini.
4. Bapak Baso Rezki Maulana, ST., MT. sebagai dosen penguji II yang telah meluangkan waktu dan tenaganya dalam proses penyusunan laporan tugas akhir ini.
5. Bapak Dr. Eng. Hendra Pachri, S.T.,M.Eng sebagai Ketua Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

7. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Geologi angkatan 2018 (Xenolith) yang telah banyak memberikan dukungan serta semangat dalam pembuatan skripsi ini.
8. Himpunan Mahasiswa Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin (HMG FT-UH) yang telah memberikan wawasan dan pengalaman serta menjadi wadah pengembangan *softskill* dan *hardskill*.
9. Saudari Meivya Dwi Tumba yang telah menemani dan banyak membantu selama penulis melakukan pengambilan data di lokasi penelitian.
10. Saudari Fadilah Ramadhani yang telah menemani dan banyak membantu juga menyemangati penulis dalam penyusunan laporan.
11. Saudari seperjuangan Sitti Aisyah Nawir, Christy Ambarwati, Natasya Septianti, Satriana Lorenza Yosandri, Miftahul Gamara dan Andi Ahmad Abdillah yang telah membantu dan memberi semangat kepada penulis.
12. Berbagai pihak yang penulis tidak dapat sebutkan satu per satu, atas segala bantuan maupun dorongan yang diberikan selama ini.

Penulis menyadari bahwa laporan Pemetaan ini masih memiliki banyak kekurangan, oleh karenanya saran dan masukan sangat diharapkan oleh penulis demi perbaikan laporan Pemetaan ini. Akhir kata, semoga laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat dan dapat dijadikan referensi pembaca dalam kegiatan penelitian selanjutnya.

Makassar, 03 Oktober 2023

Penulis

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara penghasil nikel terbesar kedua dunia setelah Rusia yang memberikan sumbangan sekitar 15% dari jumlah produksi nikel dunia pada tahun 2010. Salah satu daerah penghasil nikel di Indonesia berada pada daerah Konawe Utara, Sulawesi Tenggara. Endapan laterit Konawe Utara di Sulawesi Tenggara merupakan sumber logam nikel di Indonesia yang telah ditambang. Identifikasi sebaran nikel laterit sangat penting untuk diketahui agar mempermudah proses eksplorasi lanjut dari suatu endapan.

Endapan nikel laterit mempunyai beberapa faktor penting dalam terjadinya proses pembentukan endapan laterit seperti litologi, geomorfologi, iklim dan tektonik suatu daerah. Berdasarkan faktor tersebut dapat diketahui hubungan antara karakteristik kimia, mineralogi, dan genesis dari endapan nikel laterit (Brand *et.al.*,1998).

Kecamatan Molawe, Desa Mandiodo terletak di Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara, Berdasarkan Peta Geologi Regional, daerah penelitian termasuk dalam Lembar Lasusua yang mana daerah tersebut sebagian besar tersusun atas batuan ultramafik yang berumur Kapur. Endapan laterit daerah penelitian terbentuk melalui proses pelapukan yang intensif terhadap batuan ultramafik yang mengandung nikel (peridotit, serpentinit) dimana batuan ini banyak mengandung mineral olivin, piroksen, magnesium silikat dan besi silikat, yang pada umumnya mengandung 0,30% nikel. Batuan tersebut sangat mudah dipengaruhi oleh pelapukan lateritik (Boldt,1967). Pelapukan pada batuan ultramafik menyebabkan unsur-unsur yang terdapat dalam batuan yang bersifat *mobile* akan terendapkan pada bagian bawah laterit, sedangkan unsur –unsur yang memiliki mobilitas rendah (Ni, Fe, Co^{+1} , Mn^{-1}) akan mengalami pengkayaan residual. Hal ini akan mempengaruhi komposisi mineralogi dan volume setiap unsur selama proses pelapukan endapan laterit. Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka hal tersebutlah yang melatarbelakangi penulis melakukan penelitian dalam

penyelesaian tugas akhir dengan judul **“Karakteristik Geokimia Endapan Laterit Pada Blok X.”**

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik profil laterit pada daerah penelitian.
2. Bagaimana karakteristik geokimia profil laterit pada daerah penelitian.
3. Bagaimana hubungan Ni terhadap unsur-unsur lainnya pada Blok X PT. Lawu Agung Mining.
4. Bagaimana tipe endapan dan distribusi kadar unsur Ni pada Blok X PT. Lawu Agung Mining

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Mengetahui karakteristik profil laterit berdasarkan zonasinya di Blok X PT. Lawu Agung Mining.
2. Mengetahui karakteristik geokimia dari profil laterit pada Blok X PT. Lawu Agung Mining.
3. Mengetahui hubungan Ni terhadap unsur-unsur lainnya pada Blok X PT. Lawu Agung Mining
4. Mengetahui tipe endapan dan distribusi kadar unsur Ni pada Blok X PT. Lawu Agung Mining. .

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini secara umum sebagai referensi yang berkaitan dengan proses kesetimbangan massa unsur selama proses pelapukan kimia endapan laterit dan mengetahui karakteristik setiap *layer* (lapisan) endapan laterit pada PT. Lawu Agung Mining.

1.5. Ruang Lingkup

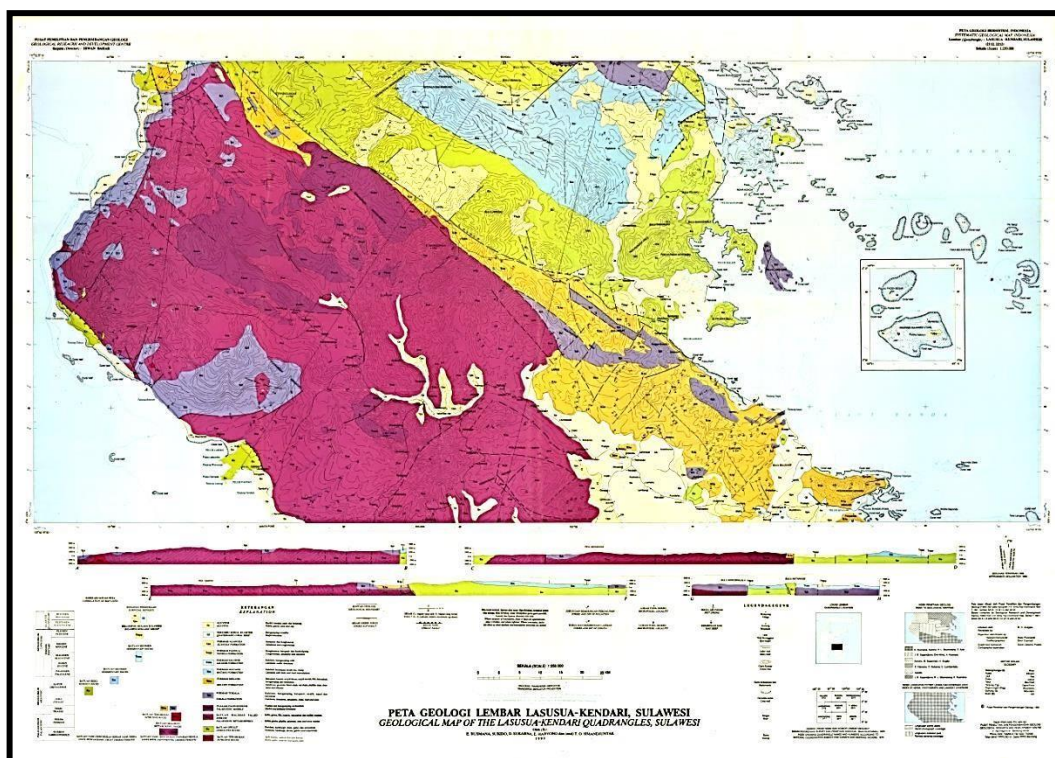
Pada penelitian yang dilakukan, penulis membatasi ruang lingkup yang akan diangkat yaitu karakteristik mineralogi dan geokimia profil laterit pada Blok X PT.

Lawu Agung Mining berdasarkan hasil analisa laboratorium dan analisa petrografi sampel batuan (dunit).

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Regional

Pembahasan geologi regional terdiri dari penjelasan mengenai stratigrafi, tektonika, dan struktur geologi regional. Pembahasan tersebut berdasarkan (Rusmana dkk., 1993) yang melakukan pemetaan geologi Lembar Lasusua–Kendari, Sulawesi dengan skala 1 : 250.000.



Gambar 1 Peta Geologi Regional Lembar Lasusua-Kendari, Sulawesi

2.1.1 Stratigrafi Regional

Formasi batuan penyusun lembar Lasusua–Kendari dari yang paling muda adalah sebagai berikut:

Aluvium (Qa) terdiri atas kerikil, kerakal, pasir lempung dan lumpur. Satuan ini merupakan hasil dari endapan sungai, rawa dan endapan pantai. Umur satuan ini adalah holosen.

Terumbu Koral Kuarter (Ql) merupakan batugamping terumbu dengan kandungan fosil berupa ganggang dan cangkang moluska. Umur dari satuan ini adalah Plistosen – Holosen dan terendapkan pada lingkungan laut dangkal

Formasi Alangga (Qpa) terdiri atas batupasir dan konglomerat. Umur dari formasi ini adalah Plistosen dan lingkungan pengendapannya pada daerah darat – payau. Formasi ini menindih tak selaras formasi yang lebih tua yang masuk ke dalam kelompok molasa Sulawesi.

Formasi Pandua (Tmpp) terdiri atas konglomerat, batupasir dan batulempung dengan sisipan lanau. Umur dari formasi ini adalah Miosen Akhir sampai Pliosen.

Formasi Salodik (Tems) terdiri atas kalsilitit dan batugamping oolit. Kalsilitit, berwarna putih kelabu sampai kelabu, berbutir halus, padat, perlapisan baik, dengan tebal tiap lapisan antara 10 dan 30 cm.

Berdasarkan kandungan fosil *Globorotalia* sp., *Globigerina* sp., *Chiloguinebelina* sp., *Discocyclina* sp., *Nummulites* sp., *Operculina* sp., *Globigerinoides altiapertura* BOLLI, *Globigerinoides trilobus* (REUSS), *Globigerinoides immaturus* LEROY, *Globigerinoides sacculiferus* (BRADY), *Globigerina* sp., *Globorotalia* sp., *Praeorbulina* sp., *Lepidocyclina* sp., dan *Spiroclypeus* sp.; dan napal *Globoquadrina altispira* (CUSHMAN & JARVIS), *Sphaeroidinellopsis seminulina* (SCHWAGER), *Globigerinoides immaturus* LEROY, *Globigerinoides altiapertura* BOLLI, *Globigerinoides trilobus* (REUSS), *Globigerina binaensis* KOCH, *Globigerina* sp. dan *Globigerinita* sp. (Budiman, 1980; hubungan tertulis), di dalam kalsilitit, Formasi Salodik diduga berumur Eosen Akhir – Miosen Awal dengan lingkungan pengendapan pada laut dangkal dan terbuka. Tebal formasi ini diperkirakan sekitar 250 meter.

Formasi Matano (Km) terdiri atas kalsilitit yang bersisipan dengan serpih dan rijang. Kalsilitit, berbutir halus, berwarna kelabu, padat dan keras, lapisannya baik, tebal lapisan berkisar antara 10 - 15 cm. Serpih, berwarna kelabu, berlapis baik, padat. Tebal tiap lapisannya mencapai 5 cm. Rijang, berupa sisipan dalam batugamping dan napal. Tebal sisipan mencapai 10 cm, berwarna merah sampai coklat kemerahan. Berdasarkan kandungan fosil *Heterohelix* sp., dalam kalsilitit, dan *Radiolaria* dalam rijang, Formasi Matano diduga berumur Kapur Akhir dengan lingkungan pengendapan pada laut dalam. Tebal formasi ini diperkirakan sekitar 550 meter.

Batuan Ofiolit (Ku) terdiri atas peridotit, dunit dan serpentinit. Serpentinit

berwarna kelabu tua sampai kehitaman; padu dan pejal. Batumannya bertekstur afanitik dengan susunan mineral antigorit, lempung dan magnetit. Umumnya memperlihatkan struktur kekar dan cermin sesar yang berukuran megaskopis. Dunit, kehitaman; padu dan pejal, bertekstur afanitik. Mineral penyusunnya ialah olivin, piroksen, plagioklas, sedikit serpentin dan magnetit; berbutir halus sampai sedang. Mineral utama olivin berjumlah sekitar 90%. Tampak adanya penyimpangan dan pelengkungan kembaran yang dijumpai pada piroksen, mencirikan adanya gejala deformasi yang dialami oleh batuan ini. Di beberapa tempat dunit terserpentinkan kuat yang ditunjukkan oleh struktur sisa seperti rijangan barik-barik mineral olivin dan piroksen, serpentin dan talkum sebagai mineral pengganti. Peridotit terdiri atas jenis harzburgit dan lherzolit. Harzburgit, hijau sampai kehitaman, holokristalin, padu dan pejal. Mineralnya halus sampai kasar, terdiri atas olivin (60%) dan piroksen (40%). Di beberapa tempat menunjukkan struktur perdaunan. Hasil penghabluran ulang pada mineral piroksen dan olivin mencirikan batas masing-masing kristal bergerigi. Lherzolith, hijau kehitaman; holokristalin, padu dan pejal. Mineral penyusunnya ialah olivin (45%), piroksen (25%), dan sisanya epidot, yakut, klorit, dan bijih dengan mineral berukuran halus sampai kasar. Satuan batuan ini diperkirakan berumur Kapur.

Formasi Meluhu (TRJm) terdiri atas batupasir, kuarsit, serpih hitam, serpih merah, filit, batusabak, batugamping dan batulanau. Batupasir telah termetamorfkan lemah, batugamping mengandung fosil *Halobia* sp. dan *Daonella* sp. Umur dari formasi ini adalah Trias Tengah sampai Jura. Formasi ini menindih tak selaras batuan malihan paleozoikum dan menjemari dengan formasi Tokala.

Formasi Tokala (TRJt) terdiri atas kalsilit, batugamping, batupasir, serpih dan napal. Kalsilit berwarna kelabu muda, kelabu sampai merah jambu, berbutir halus, sangat padu, serta memiliki perlapisan yang baik, dengan kekar yang diisi urat kalsit putih kotor. Umumnya telah mengalami pelipatan kuat; tidak jarang ditemukan sinklin dan antiklin, serta lapisan yang hampir tegak (melebihi 80 derajat). Setempat terdaunkan. Batu gamping, mengandung fosil *Halobia*, *Amonit* dan *Belemnit*. Batupasir berukuran halus sampai kasar, berwarna kelabu kehijauan sampai merah kecoklatan terakut lempung dan oksida besi lunak, setempat padat, mengandung sedikit kuarsa, berlapis baik. Serpih dan napal

berwarna kelabu sampai kekabu tua, memiliki perlapisan baik, tebal lapisan antara 10 – 20 cm. Lempung pasir, berwarna kelabu sampai kecoklatan, perlapisan baik, tebal lapisan antara 1 – 10 cm berselingan dengan batuan yang disebutkan terdahulu. Formasi ini diperkirakan berumur Trias–Jura Awal dengan lingkungan pengendapan pada laut dangkal (neritik). Tebal formasi ini diperkirakan lebih dari 1000 meter.

Pualam Paleozoikum (Pzmm) terdiri atas pualam dan batugamping terdaunkan. Satuan ini merupakan batugamping yang telah mengalami metamorfosa lanjut yang ditandai dengan struktur mendaun. Umur satuan ini diperkirakan Karbon sampai Perm.

Batuan Malihan Paleozoikum (Pzm) terdiri atas sekis, gneis, filit, batusabak dan sedikit pualam. Satuan ini diperkirakan berumur karbon sampai perm dan mempunyai hubungan menjemari dengan satuan pualam paleozoikum (*Pzmm*).

Batuan Terobosan (PTR (g)) terdiri atas aplit kuarsa, andesit dan latit kuarsa. Satuan ini menerobos satuan batuan malihan paleozoikum dan diperkirakan berumur Perm.

2.1.2 Struktur Geologi Regional

Struktur geologi Lembar Lasusua – Kendari memperlihatkan ciri kompleks tumbukan dari pinggiran benua yang aktif. Berdasarkan struktur, himpunan batuan, biostratigrafi dan umur, daerah ini dapat dibagi menjadi 2 domain yang sangat berbeda, yakni: 1) allochton : ofiolit dan malihan , dan 2) autochton: batuan gunungapi dan pluton Tersier dan pinggiran benua Sundaland, serta kelompok molasa Sulawesi. Lembar Lasusua, sebagaimana halnya daerah Sulawesi bagian timur, memperlihatkan struktur yang sangat rumit. Hal ini disebabkan oleh pengaruh pergerakan tektonik yang telah berulang kali terjadi di daerah ini.

Struktur geologi yang dijumpai di daerah tersebut adalah sesar, lipatan dan kekar. Sesar dan kelurusan umumnya berarah barat laut – tenggara searah dengan Sesar geser jurus mengiri Lasolo. Sesar Lasolo aktif hingga kini, yang dibuktikan dengan adanya mata air panas di Desa Sonai, Kecamatan Pondidaha pada batugamping terumbu yang berumur Holosen dan jalur sesar tersebut di tenggara Tinobu. Sesar tersebut diduga ada kaitannya dengan Sesar Sorong yang aktif

kembali pada Kala Oligosen (Simandjuntak, dkk., 1983).

Sesar naik ditemukan di daerah Wawo, sebelah barat Tampakura dan di Tanjung Labuandala di selatan Lasolo; yaitu beranjaknya batuan ofiolit ke atas Batuan Malihan Mekonga, Formasi Meluhu dan Formasi Matano. Sesar Anggowala juga merupakan sesar utama, sesar mendatar menganan (dextral), mempunyai arah baratlaut – tenggara. Kekar terdapat pada semua jenis batuan. Pada batugampingkekar ini tampak teratur yang membentuk kelurusan (E. Rusmana dkk, 1993). Kekar pada batuan beku umumnya menunjukkan arah tak beraturan.

2.2 Batuan Ultramafik

Menurut Ahmad (2002), batuan Ultramafik merupakan batuan yang terdiri dari mineral–mineral yang bersifat mafik (ferromagnesium), seperti olivin, piroksen, hornblend dan mika. Semua batuan ultramafic 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 cumulus yang terdiri dari atas harzburgite, lherzolite, wehrlite dan websterite. Peridotit tersusun atas mineral – mineral holokristalin dengan ukuran medium – kasar dan berbentuk anhedral. Komposisinya terdiri dari olivine dan piroksen. Mineral asesorisnya berupa plagioklas, hornblende, biotit, dan garnet.

2. Piroksenit

Menurut Ahmad (2002), piroksenit merupakan kelompok batuan ultramafic monomineral dengan kandungan mineral yang hampir sepenuhnya adalah piroksen. Dalam hal ini Piroksenit diklasifikasikan lebih lanjut termasuk ke dalam Piroksen ortorombik atau monoklin.

- Orthopyroxenites: Bronzitites
- 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 forsterite atau kristolit, terdapat sebagai sill atau korok – korok halus (dalam dimensi kecil). Ahmad (2002), menyatakan bahwa dunit memiliki komposisi mineral hampir seluruhnya adalah monomineralic olivine (umumnya magnesia olivine), mineral asesorisnya meliputi kromit, magnetit, limenit 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 olivin anhedral yang saling mengikat.

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

5. Serpentin

Serpentine merupakan batuan hasil alterasi hidrotermal dari batuan ultramafik, dimana mineral – mineral olivin dan piroksen jika alterasi akan membentuk mineral serpentin. Serpentin sangat umum memiliki komposisi batuan berupa monomineralic serpentin, batuan tersebut dapat terbentuk dari serpentinisasi dunit, peridotit (Ahmad, 2002). Serpentine dapat dihasilkan dari mantel oleh hidrasi dari mantel ultramafik (mantel peridotit dan dunit). Di bawah pegunungan tengah samudera (*mid oceanic ridge*) pada temperatur <500°C.

2.3 Serpentinisasi

Serpentinisasi menurut Palandri dan Reed (2004) adalah suatu reaksi eksotermis, hidrasi dimana air bereaksi dengan mineral mafik seperti olivin dan piroksen untuk menghasilkan lizardit, antigorite 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 olivine (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 Mg, namun tinggi akan unsur Fe, dan terdapat unsur Ni yang berasal langsung dari mantel 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.

2.4 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 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 saprolite 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 sulfida 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)

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 goethite, hematite, tremolite 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 inti batuan sisa yang keras, pengisian celah oleh mineral – mineral garnierit, kalsedon–nikel dan kuarsa, sedangkan serpentin 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, serpentin, atau peridotit terserpentinisasi.

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	0.02 to 0.1	25 to 40	5 to 15
	SAPROLITE/ GARNIERITE/ SERPENTINE	1.8 to 3		10 to 25	15 to 35
	FRESH ROCK	0.3	0.01	5	35 to 45

Gambar 2 Generalisasi profil laterit (Elias, 2002)

2.6 Nikel Laterit

Endapan nikel laterit terbentuk dari hasil proses pelapukan yang sangat intensif di daerah tropis pada batuan yang mengandung nikel seperti dunit (olivin), peridotit (olivin+piroksen) dan serpentin. Proses pelapukan pada batuan asal tersebut (olivin+piroksen) dan serpentin. Proses pelapukan pada batuan asal tersebut (laterisasi) menyebabkan nikel berubah menjadi larutan dan diserap oleh mineral–mineral oksida besi yang membentuk garnierite pada lapisan saprolite

(Golightly, 1981 dalam Maulana, 2017)

Mineral piroksen dan olivine pada batuan asalnya mengalami proses serpentinisasi oleh akibat adanya interaksi dengan air laut (*seawater*) atau selama proses *low-grade metamorphism* atau alterasi. Pada beberapa kasus proses serpentinisasi terjadi sebelum adanya proses laterisasi. Alterasi olivin akibat proses hidrasi akan menyebabkan perubahan menjadi silika amorphous, serpentin dan limonit

a. Genesis Endapan Nikel Laterit

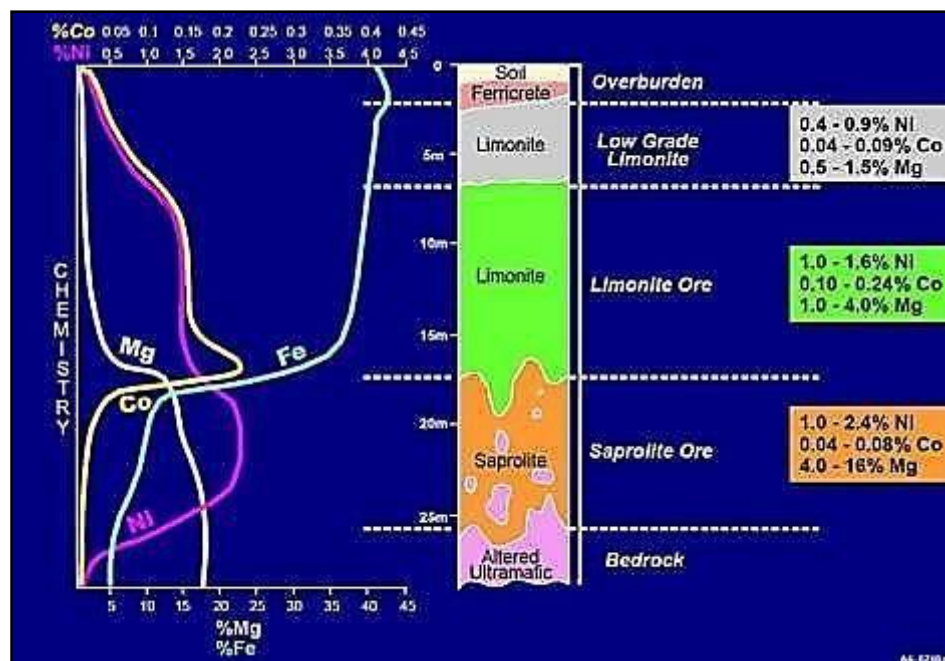
Proses pelapukan dimulai pada batuan ultramafik (peridotit, dunit, serpentinite) yang banyak mengandung mineral olivine, piroksen, magnesium silikat, dan besi silikat dengan kandungan nikel kira-kira sebesar 0.30%. proses laterisasi pada endapan nikel laterit diartikan sebagai proses pencucian pada mineral yang mudah larut dan mineral silika dari profil laterit pada lingkungan yang bersifat proses laterisasi pada unsur Fe, Cr, Al, Ni, dan Co.

Air permukaan yang mengandung CO₂ dari atmosfer dan terkayakan kembali oleh material-material organik di permukaan meresap ke bawah permukaan tanah sampai pada zona pelindihan (*leaching zone*), tempat terjadinya fluktuasi airtanah berlangsung. Akibat fluktuasi ini, airtanah yang kaya CO₂ akan mengalami kontak dengan zona saprolite yang masih mengandung batuan asal dan melarutkan mineral-mineral yang tidak stabil seperti olivine, serpentin dan piroksen. Unsur Mg, Si, dan Ni akan larut dan terbawa dengan aliran airtanah 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 tinggal 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 garnierite [(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 garnierite. Apabila proses ini berlangsung terus-menerus maka akan terjadi proses pengayaan supergen (*supergene enrichment*). Zona pengayaan supergen ini terbentuk di zona saprolite.

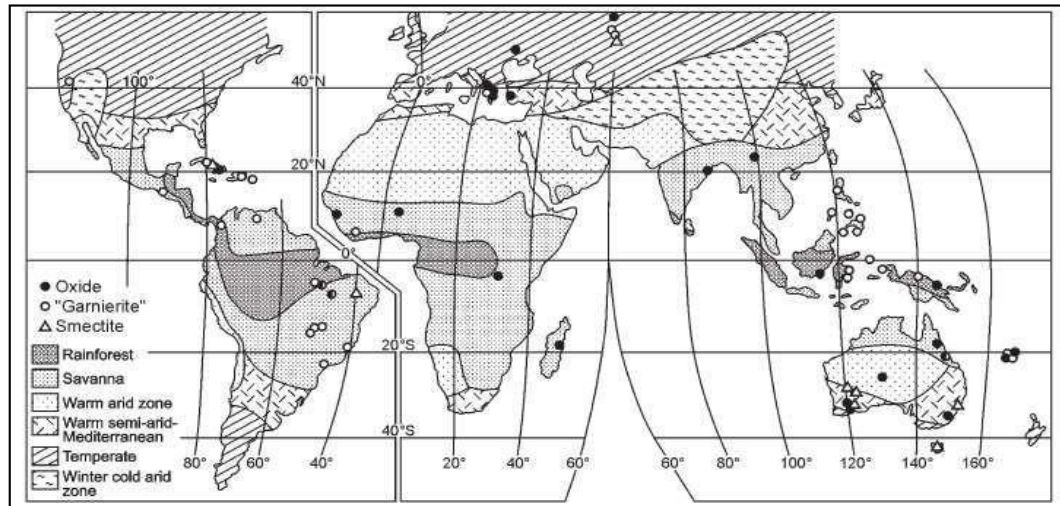
Dalam satu penampang vertikal profil laterit dapat juga terbentuk zona pengayaan yang lebih dari satu, hal tersebut dapat terjadi karena muka airtanah yang selalu berubah-ubah, terutama bergantung dari perubahan musim. Di bawah zona pengayaan supergen terdapat zona mineralisasi primer yang tidak terpengaruh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



Gambar 3 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 deposit*, terbentuk dari semua pergantian iklim. (Butt dan Morris, 2005).

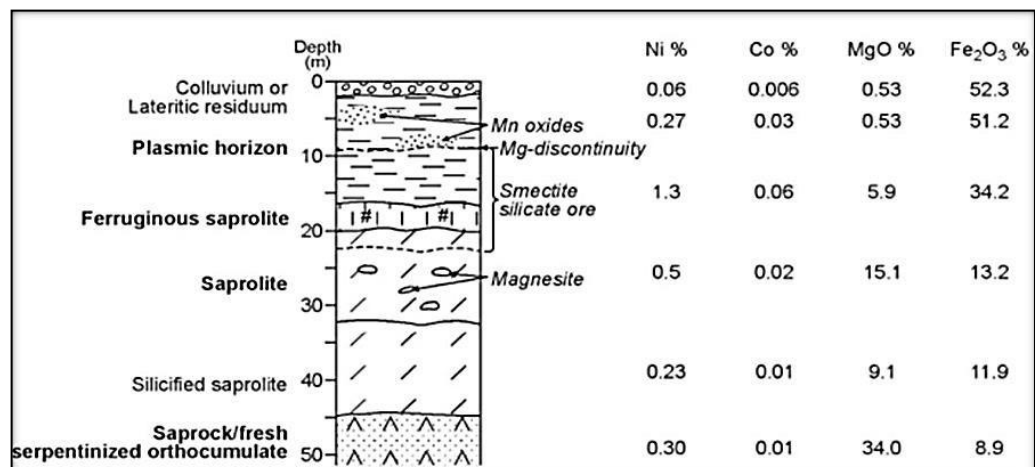
Terdapat hubungan antara tipe deposit dimana *Hydrous silicates* melimpah pada iklim tropis yang sekarang mirip dengan iklim lokal. *Oxide and clay silicate deposits* terbentuk dari semua pergantian iklim. (Butt dan Morris, 2005).



Gambar 4 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 (nontronite) mendominasi.



Gambar 5 Clay silicate deposit, Murin Australia (Butt dan Morris, 2005)

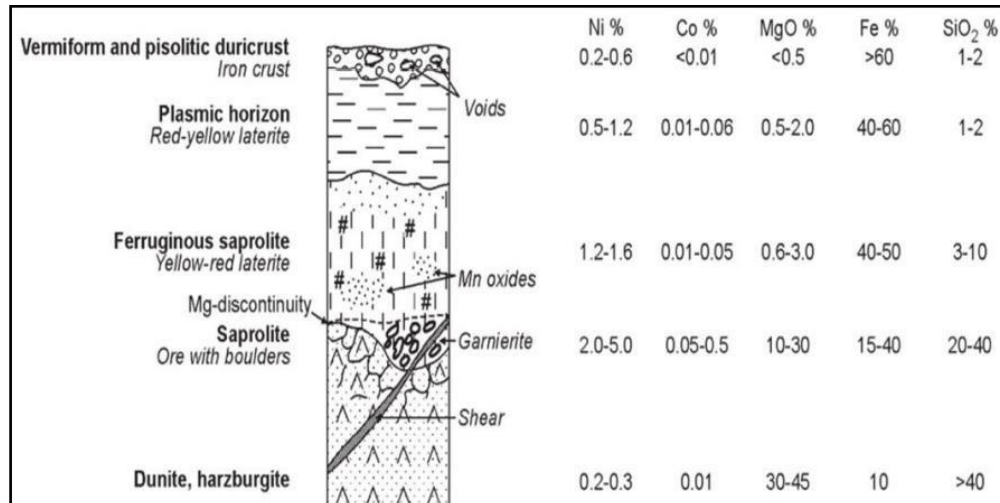
Silika sisa dari pembentukan nontonit kemudian terendapkan sebagai nodul opal atau kalsedon dalam lempung. Profil laterit seperti ini biasanya ditindih oleh

lapisan tipis yang kaya Fe oksida di bagian atasnya dan didasari oleh lapukan saprolite yang mengandung serpentin dan nontronite (Elias, 2005).

Clay silicate deposit didominasi oleh nontronite dan montmorilonit tampak lebih mudah terbentuk dari batuan ultramafik yang mengandung mikroskopis seperti ortokumosis daripada orthopyroxene, karena konsentrasi Ca, Na, dan Al awal yang lebih tinggi.

B. *Oxides Deposit*

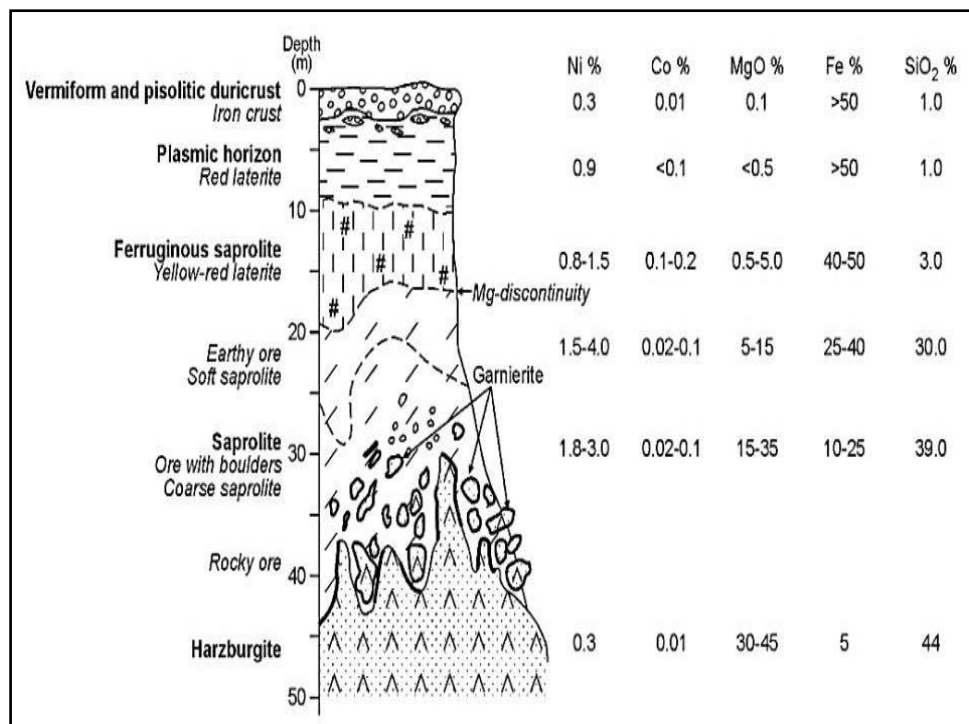
Oxides deposit adalah produk akhir yang paling umum dari laterisasi batuan ultramafic. Dengan adanya air, mineral pembentuk batuan primer (terutama olivine dan atau serpentin, *orthopyroxene* dan yang kurang umum adalah *clinopyroxene*) dipecah oleh hidrolisis yang melepaskan unsur penyusunnya sebagai ion dalam larutan berair. Olivin 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 olivine. *Orthopyroxene* dan serpentin *hidrolisis* setelah olivin, juga melepaskan Mg, Si dan digantikan oleh pseudomorph goethitik. Awalnya, sementara mineral ferromagnesium yang ada tetap tidak bermain dan mendukung lapisan batu, transformasi tekstur isovoluetrik dan batuan primer, namun seiring dengan hancurnya mineral primer, bergantung pada tekstur primer yang hilang karena pemadatan yang menghasilkan goethite dengan tekstur massif. 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).



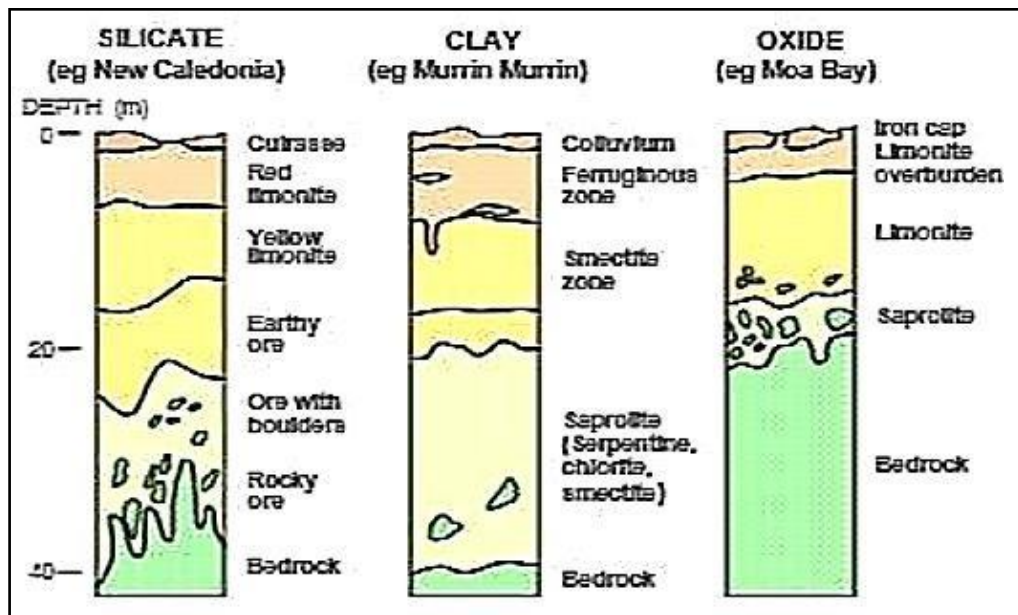
Gambar 6 *Oxide deposit, Goro New Caledonia (Butt dan Morris, 2005)*

C. *Hydrous Silicate Deposit*

Laterit silika terbentuk pada kondisi dimana terjadinya pengangkatan secara perlahan namun konsisten dan muka airtanah rendah yang stabil pada profil laterit. Pelapukan yang terjadi dalam waktu lama menghasilkan zona saprolite 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 saprolite yang di dalamnya juga terdapat mineral-mineral alterasi seperti serpentin, smectit, dan garnierit (Elias, 2005).



Gambar 7 *Silicate deposit, New Caledonia (Butt dan Morris, 2005)*



Gambar 8 Tipe-tipe Laterit (Elias, 2005)

2.7 Faktor Pengontrol Laterit

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

1. 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

2. Topografi

Topografi akan mempengaruhi pola aliran air. Kelerengan dan relief mempengaruhi intensitas air yang masuk ke dalam tanah atau batuan dan muka airtanah (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, 2009) 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 tanahlaterit sulit terbentuk.

3. PH

Menurut (Ahmad, 2009) 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.

4. Tektonik

Tektonisme dapat menghasilkan pengangkatan yang menyebabkan tanah atau batuan tersingkap dan mempercepat proses erosi, menurunkan muka airtanah, dan merubah relief. Untuk menghasilkan pembentukan endapan laterit yang stabil diperlukan kondisi tektonik yang stabil karena dapat mengurangi proses erosi dan memperlambat gerak airtanah (Elias, 2005)

5. 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).

6. Batuan Asal

Batuan ultramafik merupakan batuan yang paling cocok untuk menghasilkan laterit Ni – Fe karena memiliki proporsi mineral ferromagnesian yang tinggi