

SKRIPSI

**PENGARUH BATUAN DASAR TERHADAP KADAR UNSUR NIKEL
PADA PROFIL LATERIT BLOK “X” PT. CERIA NUGRAHA
INDOTAMA DAERAH WOLO KABUPATEN KOLAKA PROVINSI
SULAWESI TENGGARA**

Disusun dan diajukan oleh:

**EGI JIM
D61116506**



**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**PENGARUH BATUAN DASAR TERHADAP KADAR UNSUR NIKEL
PADA PROFIL LATERIT BLOK "X" PT. CERIA NUGRAHA
INDOTAMA DAERAH WOLO KABUPATEN KOLAKA PROVINSI
SULAWESI TENGGARA**

Disusun dan diajukan oleh :

**EGI JIM
D61116506**

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

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Dr. Eng. Asri Jaya, HS.S.T.,M.T
NIP. 196909241998021001

Pembimbing Pendamping,



Dr. Ulva Ria Irfan, S.T., M.T
NIP. 197006061994122001

Ketua Program Studi,



Dr. Eng. Asri Jaya, HS.S.T.,M.T
NIP. 196909241998021001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Egi Jim
NIM : D61116506
Program Studi : Teknik Geologi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya yang berjudul

**PENGARUH BATUAN DASAR TERHADAP KADAR UNSUR NIKEL
PADA PROFIL LATERIT BLOK "X" PT. CERIA NUGRAHA
INDOTAMA DAERAH WOLO KABUPATEN KOLAKA PROVINSI
SULAWESI TENGGARA**

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

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

Makassar, 19 Oktober 2021

Yang Menyatakan



Egi Jim

SARI

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran batuan dasar terhadap perkembangan endapan Ni Laterit di blok x PT. ceria nugraha indotama Pulau Sulawesi, Indonesia. Sampel diperoleh dari data coring yang akan dilakukan analisis mineralogi dan geokimia. Petrografi batuan dasar dilakukan untuk menganalisis komposisi mineral, dan tekstur batuan kemudian dikorelasikan dengan sebaran unsur geokimia dari metode x- ray fluorescence di setiap zona laterit. Batuan dasar di daerah penelitian terdiri dari peridotit dan dunit batuan peridotit daerah penelitian terbagi atas tiga yaitu harzburgite, lherzolite, dan wehrlite Sebaran unsur pada daerah penelitian menunjukkan bahwa unsur MgO, dan SiO₂, mengalami penurunan yang signifikan menuju profil laterit atas sedangkan Fe diperkaya di zona limonit dan Ni diperkaya secara nyata di zona saprolit Batuan dasar yang kaya olivin dan tingkat serpentinisasi yang rendah menghasilkan konsentrasi Ni yang tinggi pada profil laterit, terutama pada lapisan saprolit. Ini berarti bahwa karakteristik batuan dasar dan derajat serpentinisasi bertanggung jawab atas perkembangan nikel.

Kata kunci: Ni-Laterit, serpentinisasi, mineralogi, geokimia, batuan dasar

ABSTRACT

This study aims to analyze the basic role of the development of Ni Laterite in block x PT. cheerful nugraha indotama Sulawesi Island, Indonesia. Samples obtained from coring data will be analyzed for mineralogy and geochemistry. Bedrock petrography was carried out to analyze mineral composition, and rock texture then correlated with the distribution of geochemical elements from the x-ray fluorescence method in each laterite zone. The bedrock in the study area consists of peridotite and dunite. The significant rock peridotite in the study area is divided into three, namely harzburgite, lherzolite, and wehrlite. The distribution of elements in the study area shows that the elements MgO, and SiO₂, have decreased towards the upper laterite profile while Fe is enriched in the zone. Limonite and Ni are significantly enriched in the saprolite zone. The bedrock is rich in olivine and the serpentinization level results in a high concentration of Ni in the laterite profile, especially in the saprolite layer. This means that the characteristics of the bedrock and the degree of serpentinization are responsible for the development of nickel.

Keywords: *Ni-Laterite, serpentinization, mineralogy, geochemistry, bedrock*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan SKRIPSI yang berjudul “PENGARUH BATUAN DASAR TERHADAP KADAR UNSUR NIKEL PADA PROFIL LATERIT BLOK “X” PT. CERIA NUGRAHA INDOTAMA DAERAH WOLO KABUPATEN KOLAKA PROVINSI SULAWESI TENGGARA”

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

1. Kedua Orang Tua atas dukungannya baik moril maupun materil serta doa restu yang senantiasa terucapkan tiada henti yang kemudian menjadi sumber semangat bagi penulis selama ini.
2. PT. Ceria Nugraha Indotama yg telah memberikan kesempatan Magang.
3. Bapak Herriadi Wachyudin sebagai pembimbing Magang di PT. Ceria Nugraha Indotama yang telah membimbing selama masa magang.
4. Bapak Rivaldi Octavianus H. sebagai pembimbing Magang di PT. Ceria Nugraha Indotama yang telah membimbing selama masa magang.
5. Bapak Ariwansyah amal sebagai pembimbing Magang di PT. Ceria Nugraha Indotama yang telah membimbing selama masa magang.
6. Muhammad Hasrul sebagai pembimbing Magang di PT. Ceria Nugraha Indotama yang telah membimbing selama masa magang.
7. Bapak Dr. Eng. Asri Jaya, S.T, M.T sebagai pembimbing dan ketua Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

8. Ibu Dr. Ulva Ria Irfan, S.T., M.T. sebagai pembimbing dan penasehat akademik yang telah membimbing selama masa perkuliahan.
9. Bapak Ir. Agustinus T.,M.Si yang telah banyak memberikan saran dan masukan
10. Bapak Dr. Adi Tonggiroh, S.T.,M.T yang telah banyak memberikan saran dan masukan
11. Bapak dan Ibu dosen Pada Jurusan Teknik Geologi Universitas Hasanuddin atas segala bimbingan, bantuan dan nasehatnya.
12. Rekan-rekan di PT. Ceria Nugraha Indotama yang telah banyak membantu selama pembuatan Skripsi ini
13. Rekan-rekan mahasiswa geologi yang telah banyak membantu selama pembuatan Skripsi ini
14. Rekan-rekan mahasiswa Teknik geologi universitas tadulako yang telah banyak membantu selama pembuatan Skripsi dan pemetaan ini

Namun penyusun sadar akan masih banyaknya kekurangan yang terdapat dalam Skripsi ini, untuk itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan dari semua pembaca, sebagai acuan bagi penyusun untuk perbaikan dalam pembuatan Skripsi selanjutnya.

Akhir kata penulis mohon maaf kepada semua pihak apabila terdapat kesalahan kata dalam Skripsi ini dan semoga Skripsi ini dapat berguna bagi semua pihak yang menggunakannya. Amin.

Makassar, 23 Juli 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	Error! Bookmark not defined.
SARI	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	13
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 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Lokasi Penelitian dan Kesempaan Daerah	3
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Geologi Regional.....	5
2.1.1 Geomorfologi	5
2.1.2 Stratigrafi.....	6
2.1.3 Struktur Geologi	8
2.2 Landasan Teori	9
2.2.1 Batuan Ultramafik	9
2.2.2 Ofiolit	11
2.2.3 Serpentinisasi.....	14
2.2.4 Endapan Laterit	15
2.2.5 Profil Laterit	24
2.2.6 Faktor Pengontrol Laterit	27

BAB III METODE DAN TAHAP PENELITIAN.....	30
3.1 Tahapan Pendahuluan.....	30
3.1.1 Studi Literatur.....	30
3.1.2 Observasi lapangan.....	31
3.2 Tahapan Pengambilan Data.....	31
3.3 Tahapan Analisis Data.....	31
3.3.2 Analisa Laboratorium.....	32
3.4 Penyusunan Laporan	33
3.5 Diagram Alir.....	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Geologi Daerah Penelitian.....	35
4.1.1 Batuan Ultramafik Daerah Penelitian.....	35
4.1.2 Struktur Geologi Daerah Penelitian.....	46
4.2 Karakteristik Endapan Nikel Laterit.....	48
4.2.1 Karakteristik Permukaan Endapan Nikel Laterit.....	48
4.2.2 Karakteristik Endapan Nikel Laterit bawah permukaan	55
4.3 Karakteristik X-Ray Fluoresence pada Blok X PT Ceria Nugraha Indotama.....	57
4.3.1 Zona Limonit.....	58
4.3.2 Zona Saprolit	59
4.3.3 Zona Bedrock	61
4.4 Pengaruh Bedrock Terhadap Kadar Unsur Ni.....	63
BAB V PENUTUP	78
5.1 Kesimpulan.....	78
5.2 Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 lokasi PT. Ceria Nugraha Indotama	4
Gambar 2. 1 Korelasi Satuan Lembar Lasusua Kendari (Simandjuntak, dkk., 1983)	7
Gambar 2.2 Peta Geologi Regional Lembar Lasusua-Kendari (Simandjuntak,dkk,1983)	9
Gambar 2 . 3 Sifat fisik ofiolit menurut Penrose Field Conference	13
Gambar 2 . 4 Pembentukan Ofiolit (Ahmad, 2009)	14
Gambar 2 . 5 Distribusi vertikal mineral yang umum pada penampang nikel laterit (Elias, 2002).....	20
Gambar 2 . 6 Distribusi global deposit nikel laterit, pembagian tipe deposit berdasarkan peta morphoclimatic (modifikasii Budel dalam Butt dan Morris 2005)	21
Gambar 2 . 7 Clay silicate deposit, Murrin Australia (Butt dan Morris, 2005)....	22
Gambar 2 . 8 Profil laterit deposit oxida, Goro New Caledonia (Butt dan Morris,2005)	23
Gambar 2 . 9 Hydrous silicate deposit, New Caledonia (Troly, dkk,1979)	24
Gambar 2 . 10 Tipe laterit (Elias, 2005)	24
Gambar 2 . 11 Generalisasi profil laterit (Elias,2002).....	26
Gambar 3. 1 Diagram Alir Metode dan Tahapan Penelitian	34
Gambar 4.1 Kenampakan litologi Peridotit pada stasiun 01 dengan arah foto N 65°E.....	36

Gambar 4.2 Kenampakan litologi peridotit dengan tingkat pelapikan yang tinggi pada stasiun 02 dengan arah foto N 65° E.....	37
Gambar 4.3 kenampakan Petrografis batuan <i>Lherzolite</i>	37
Gambar 4.4 kenampakan Petrografis batuan <i>harzburgite</i>	39
Gambar 4.5 kenampakan Petrografis batuan <i>harzburgite</i>	41
Gambar 4.6 Kenampakan litologi Peridotit pada stasiun 04 dengan arah foto N 275°E.....	43
Gambar 4.7 Kenampakan litologi peridotit dengan tingkat pelapikan yang tinggi pada stasiun 05 dengan arah foto N 65° E.....	44
Gambar 4.8 kenampakan Petrografis batuan <i>dunite</i>	44
Gambar 4.9 Struktur kekar pada litologi Peridotit difoto ke arah N165°E.....	47
Gambar 4.10 Kenampakan rekahan batuan pada sampel <i>Core box</i>	47
Gambar 4.11 Profil Laterit Daerah Penelitian	48
Gambar 4.12 Kenampakan lapisan tanah penutup pada area tambang PT Ceria Nugraha Indotama dengan ketebalan sekitar 1,5 meter dengan arah foto N 135° E	55
Gambar 4.13 Kenampakan lapisan <i>Limonit</i> pada area tambang PT Ceria Nugraha Indotama dengan ketebalan sekitar 1 meter dengan arah foto N 235o E.....	Error!
Bookmark not defined.	
Gambar 4.14 Kenampakan lapisan <i>Saprolit</i> penutup pada area tambang PT. ceria nugraha indotama dengan ketebalan sekitar 1,5 meter dengan arah foto N 135° E	Error! Bookmark not defined.

Gambar 4.15 Singkapan Batuan Ultramafik Peridotit pada area tambang PT Ceria Nugraha Indotama.....	51
Gambar 4.16 Core Zona <i>Saprolit</i>	56
Gambar 4.17 Core Zona Soft <i>Saprolit</i>	57
Gambar 4.18 Core Zona <i>Rocky Saprolit</i>	57
Gambar 4.19 Grafik Assay Unsur Ni (%), Fe (%), MgO (%), SiO ₂ (%), pada lapisan <i>Limonit</i>	59
Gambar 4.20 Grafik Assay Unsur Ni (%), Fe (%), MgO (%), SiO ₂ (%), pada lapisan <i>Saprolit</i>	61
Gambar 4.21 Grafik Assay Unsur Ni (%), Fe (%), MgO (%), SiO ₂ (%), pada lapisan <i>Bedrock</i>	63
Gambar 4.22 Profil Laterit pada Hole Id EX 12	64
Gambar 4.23 Profil Laterit pada Hole Id EX 08	65
Gambar 4.24 Profil Laterit pada Hole Id EX 11	66
Gambar 4.25 Profil Laterit pada Hole Id EX 09	67
Gambar 4.26 Profil Laterit pada Hole Id EX 15	68
Gambar 4.27 Profil Laterit pada Hole Id EX 13	69
Gambar 4.28 Profil Laterit pada Hole Id EX 14	70
Gambar 4.29 Profil Laterit pada Hole Id EX 04	71
Gambar 4.30 Profil Laterit pada Hole Id EX 05	72
Gambar 4.31 Profil Laterit pada Hole Id EX 06	73
Gambar 4.32 Profil Laterit pada Hole Id EX 07	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Peran beberapa elemen selama pelapukan laterit (Ahmad, 2009).....	16
Tabel 4.1	Data hasil analisis XRF rata- rata unsur pada lapisan <i>Limonit</i>	58
Tabel 4.2	Data hasil analisis XRF rata- rata unsur pada lapisan <i>Saprolit</i>	60
Tabel 4.3	Data hasil analisis XRF rata- rata unsur pada lapisan <i>Bedrock</i>	62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Secara regional, geologi Pulau Sulawesi terkenal dengan sebaran batuan ultrabasa yang cukup luas dengan potensi mineral yang dimilikinya, termasuk mineral nikel. Sebaran Batuan ultrabasa ini dikenal dengan istilah ESO (*East Sulawesi Ophiolite*), dan mineral yang berpotensi masuk dalam kelompok endapan mineral laterit, yaitu nikel laterit, kobal laterit, besi laterit dan krom.

Nikel merupakan salah satu barang tambang penting di dunia. Manfaatnya yang begitu besar bagi kehidupan sehari-hari, seperti pembuatan logam anti karat, campuran pada pembuatan stainless steel, baterai nickel-metal hybride, dan berbagai jenis barang lainnya. Keserbagunaan ini pula yang menjadikan nikel sangat berharga dan memiliki nilai jual tinggi di pasaran 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 batuan tersebut antara lain olivine, piroksin, dan amphibole (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).

Wilayah Indonesia Timur khususnya pada daerah Sulawesi Tenggara memiliki potensi sumberdaya mineral berupa endapan nikel laterit yang terbentuk

dari hasil pelapukan batuan ultrabasa seperti peridotit, dunit, serpentinit. Endapan ini memiliki potensi yang menguntungkan untuk ditambang. Untuk menambangnya dibutuhkan informasi dan data yang akurat. Atas dasar tersebut maka penulis mencoba untuk mengikuti penelitian di PT. Ceria Nugraha Indotama untuk mengetahui Karakteristik Bedrock Dan Terhadap Sebaran Laterit Blok “X” Pt. Ceria Nugraha Indotama Daerah Wolo Kabupaten Kolaka Provinsi Sulawesi Tenggara.

1.2 Rumusan masalah

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

1. Bagaimana karakteristik profil laterit pada daerah penelitian?
2. Bagaimana karakteristik *bedrock* pada daerah penelitian?
3. Bagaimana karakteristik geokimia endapan nikel laterit pada daerah penelitian?
4. Bagaimana hubungan bedrock dengan profil laterit?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan profil laterit daerah penelitian.
2. Menganalisis *bedrock* daerah penelitian
3. Mengetahui karakteristik geokimia endapan nikel laterit pada daerah penelitian.
4. Menentukan hubungan antara *bedrock* dengan profil laterit daerah penelitian.

1.4 Batasan Masalah

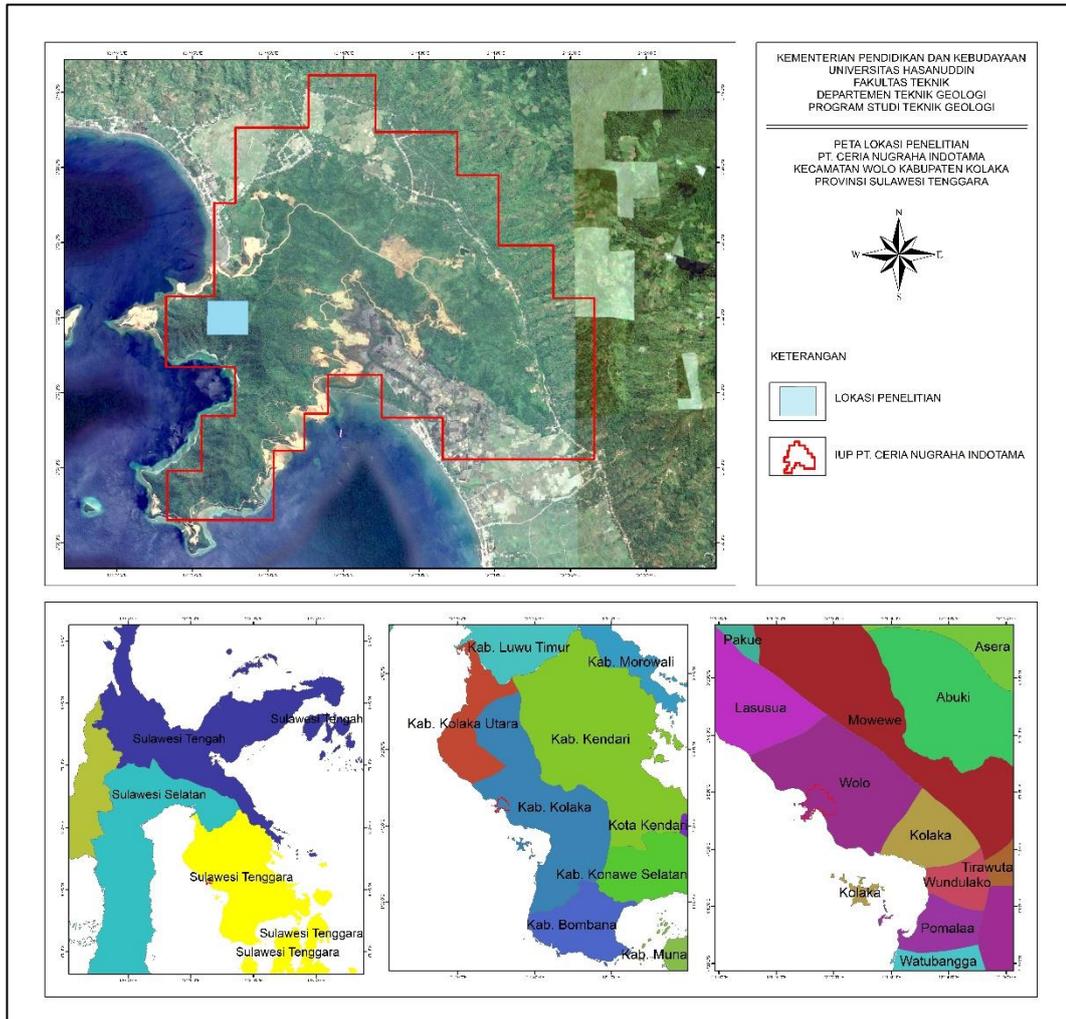
Batasan Penelitian ini dilakukan terbatas pada karakteristik fisik profil laterit dan *Bedrock* permukaan dan bawah permukaan endapan nikel laterit, karakteristik geokimia endapan laterit pada blok X PT Ceria Nugraha Indotama melalui analisa sampel pemboran (core) dan analisa laboratorium berupa analisa XRF dan petrografi.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai bahan acuan atau referensi untuk mengetahui kondisi geologi pada daerah penelitian serta mengetahui perencanaan eksploitasi bahan tambang nikel laterit pada blok “X” PT. Ceria Nugraha Indotama dan untuk di daerah lain.

1.6 Lokasi Penelitian dan Kesampaian Daerah

Secara administratif daerah penelitian termasuk dalam Daerah kawasan tambang PT. CERIA NUGRAHA INDOTAMA yang terletak di Kecamatan Wolo Kabupaten Kolaka Provinsi Sulawesi Tenggara. Daerah penelitian termasuk dalam Lembar Wolo nomor 2112- 32 Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1 : 50.000 yang diterbitkan BAKOSURTANAL edisi I tahun 1988 (Cibinong, Bogor). Daerah penelitian mencakup luas wilayah kurang lebih 51,84 km². Yang di mana wilayah tersebut dapat di tempuh melalui jalur transportasi udara dari Makassar dan Kendari. Penerbangan dari Makassar ke Pomalaa ditempuh sekitar 50 menit. Angkutan darat dari Pomalaa ke lokasi tambang ditempuh sekitar dua jam.



Gambar 1. 1 lokasi PT. Ceria Nugraha Indotama

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Regional

Pembahasan geologi regional terdiri dari penjelasan mengenai geomorfologi stratigrafi, dan struktur geologi regional. Pembahasan tersebut berdasarkan Simandjuntak, dkk (1997) yang melakukan pemetaan geologi Lembar Lasusua-Kendari, Sulawesi dengan skala 1:250.000.

2.1.1 Geomorfologi

Geomorfologi pada daerah penelitian dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu Dataran Aluvial, Perbukitan Bergelombang Rendah, dan Perbukitan Bergelombang Tinggi. Dataran Aluvial berkembang terutama di sekitar Sungai Wolo yang mengalir ke arah selatan dengan topografi yang relative datar menempati sekitar 10% daerah penelitian. Sedangkan morfologi Perbukitan Bergelombang Rendah menempati sebagian besar daerah penelitian dan sekitar 70% berupa perbukitan kecil dengan kelerengan landai 10° sampai dengan 25°. Morfologi ini memanjang timurlaut-baratdaya dan dipotong oleh dataran aluvial di sekitar Sungai Wolo pada bagian barat, serta mengelilingi Perbukitan Bergelombang Tinggi yang mengelompok di bagian tengah daerah penelitian. Perbukitan Bergelombang Tinggi tersebut menempati hampir 20% daerah penelitian memiliki kelerengan yang terjal hingga 70° di beberapa tempat.

Pada dataran aluvial laterit tidak berkembang, hanya dijumpai erosi laterit yang tertransportasi ke daerah tersebut. Pada bagian lereng bukit morfologi

perbukitan bergelombang dengan kelerengan 20° umumnya keterdapatan zona lateritnya relatif tipis, akan tetapi pada bagian perbukitan bergelombang relative datar dengan kelerengan berkisar 10° sampai dengan 15° zona laterit berkembang lebih baik Pada Zona Perbukitan Bergelombang Tinggi lateritisasi juga tidak dapat berkembang dengan baik. Bahkan di beberapa tempat dapat dijumpai singkapan batuan dasar yang muncul ke permukaan. Namun demikian, di dataran yang relatif landai pada Zona Perbukitan Bergelombang Tinggi tersebut masih dapat dijumpai lateritisasi berkembang secara terbatas.

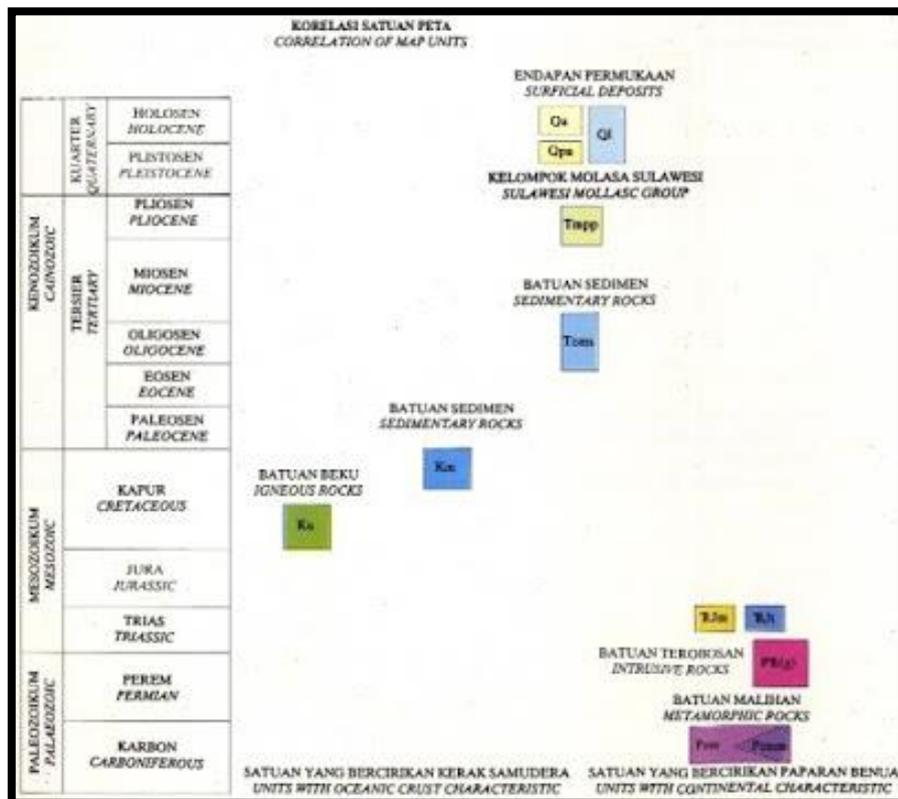
2.1.2 Stratigrafi

Secara umum stratigrafi regional daerah penelitian termasuk pada lembar Lasusua-Kendari, pada daerah penelitian terdapat dua satuan batuan 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.

Batuan Ofiolit (Ku) terdiri atas peridotit, dunit dan serpentinit. Serpentinit berwarna kelabu tua sampai kehitaman; padu dan pejal. Batuannya 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, piroksin, plagioklas, sedikit serpentinit dan magnetit; berbutir halus sampai sedang. Mineral utama olivin berjumlah sekitar 90%. Tampak adanya penyimpangan dan pelengkungan kembaran yang dijumpai pada piroksin,

mencirikan adanya gejala deformasi yang dialami oleh batuan ini. Di beberapa tempat dunit terserpentinkan kuat yang ditunjukkan oleh struktur sisa seperti rijang dan barik-barik mineral olivin dan piroksin, 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 piroksin (40%). Di beberapa tempat menunjukkan struktur perdaunan. Hasil penghabluran ulang pada mineral piroksin dan olivin mencirikan batas masing-masing kristal bergerigi. Lherzolith, hijau kehitaman; holokristalin, padu dan pejal. Mineral penyusunnya ialah olivin (45%), piroksin (25%), dan sisanya epidot, yakut, klorit, dan bijih dengan mineral berukuran halus sampai kasar. Satuan batuan ini diperkirakan berumur Kapur.



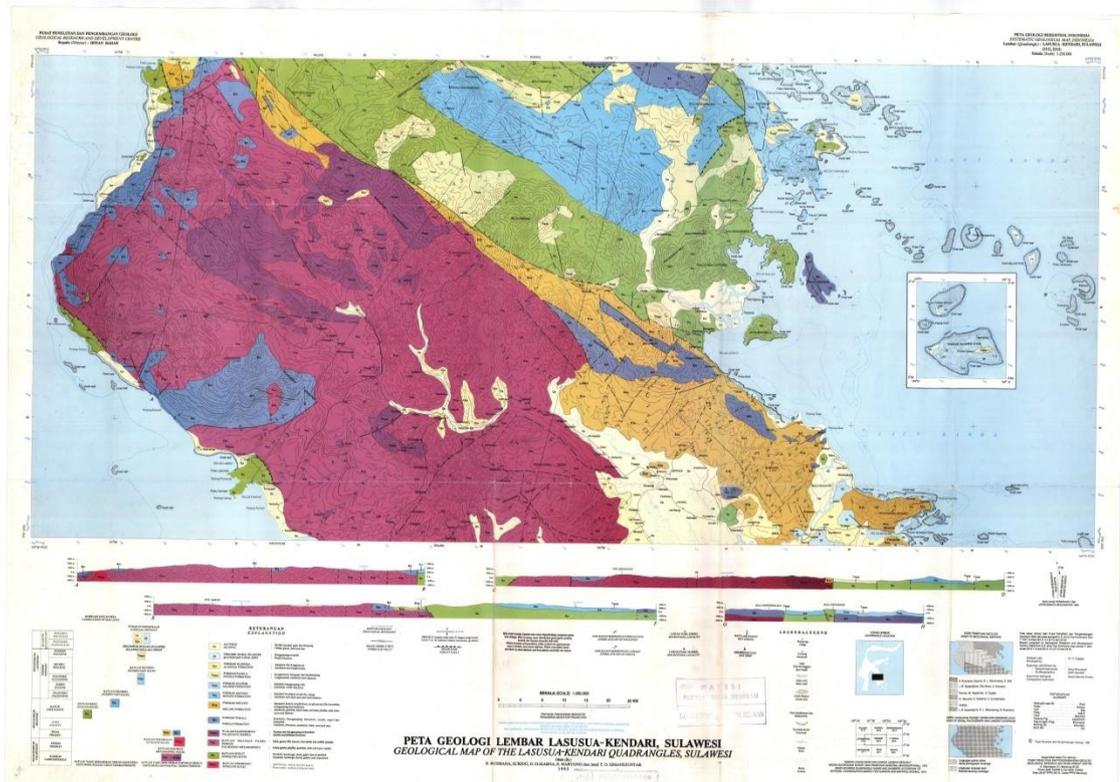
Gambar 2. 1 Korelasi Satuan Lembar Lasusua Kendari (Simandjuntak, dkk., 1983)

2.1.3 Struktur Geologi

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 kegiatan adalah sesar, lipatan dan kekar. Sesar dan kelurusan umumnya berarah baratlaut–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 batugamping kekar ini tampak teratur yang membentuk kelurusan (E. Rusmana dkk, 2010). Kekar pada batuan beku umumnya menunjukkan arah tak beraturan.



Gambar 2.2 Peta Geologi Regional Lembar Lasusua-Kendari (Simandjuntak,dkk,1983)

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: Bronzites
- 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.

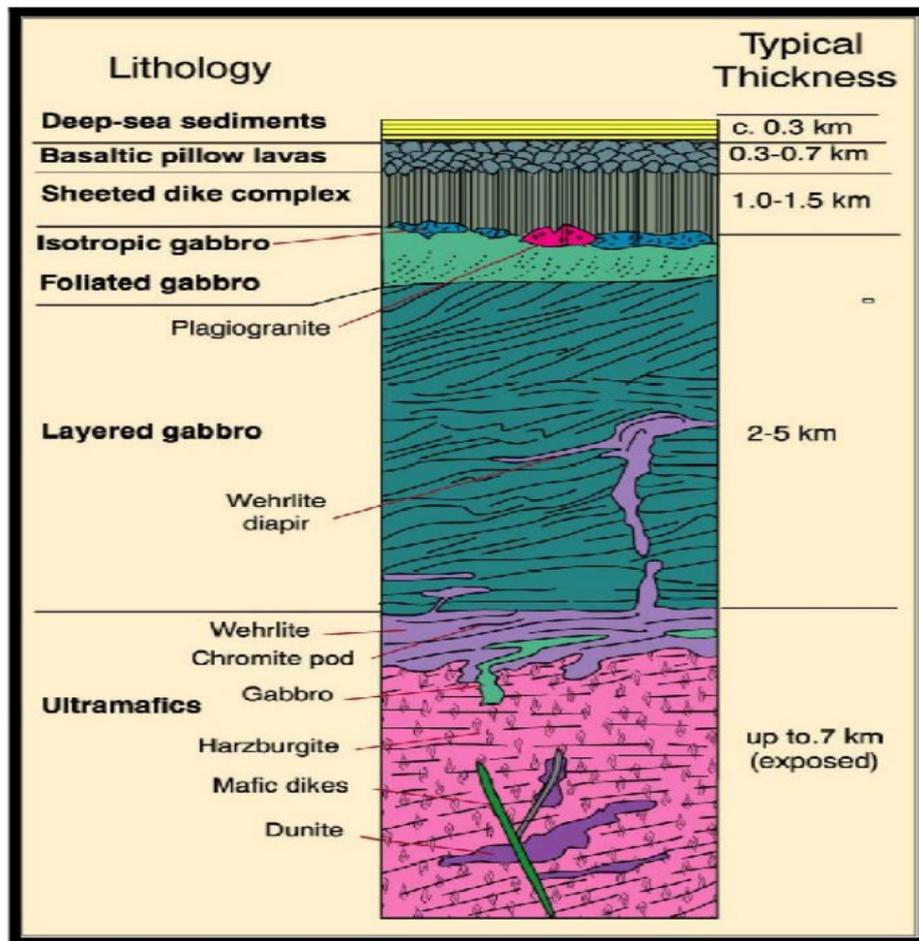
2.2.2 Ofiolit

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).

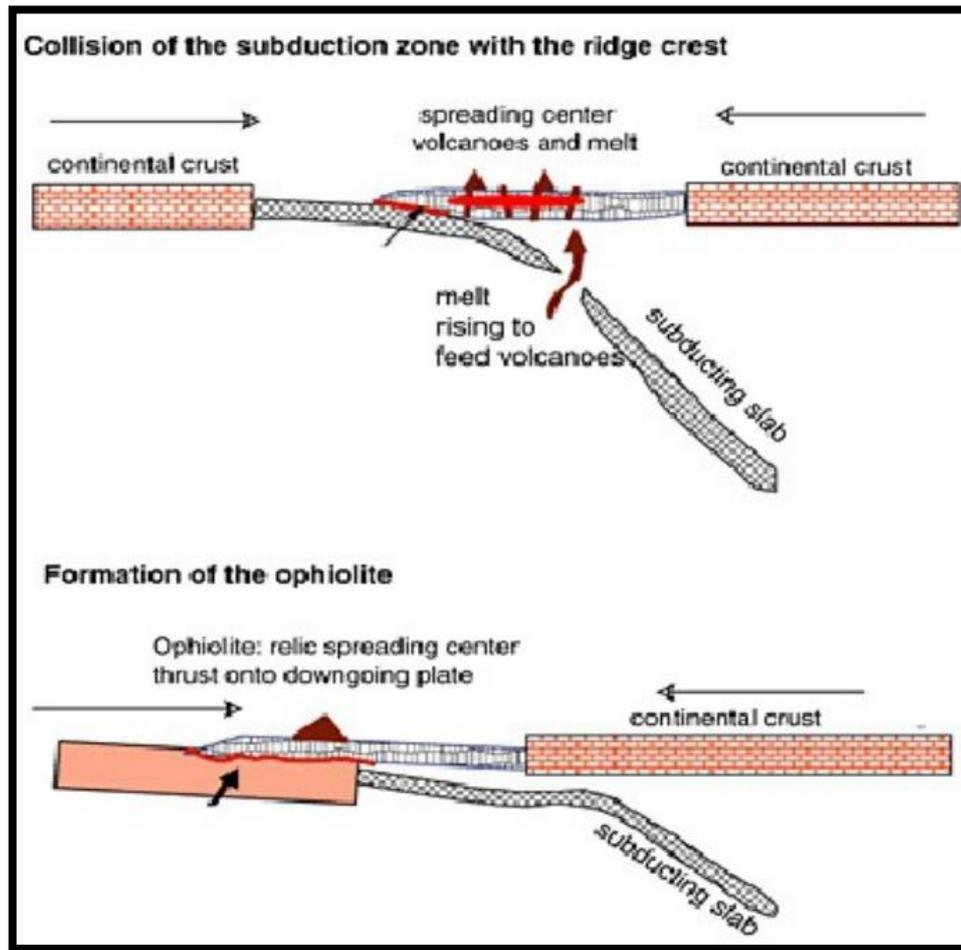
Secara ideal penampang ofiolit ditunjukkan dalam gambar 2.3 yang memperlihatkan susunan litologi penyusun ofiolit



Gambar 2.3 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: kompleks ultramafik, kompleks gabro berlapis dan gabro massif, kompleks 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 2.4.



Gambar 2 . 4 Pembentukan Ofiolit (Ahmad, 2009)

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 CO₂ 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

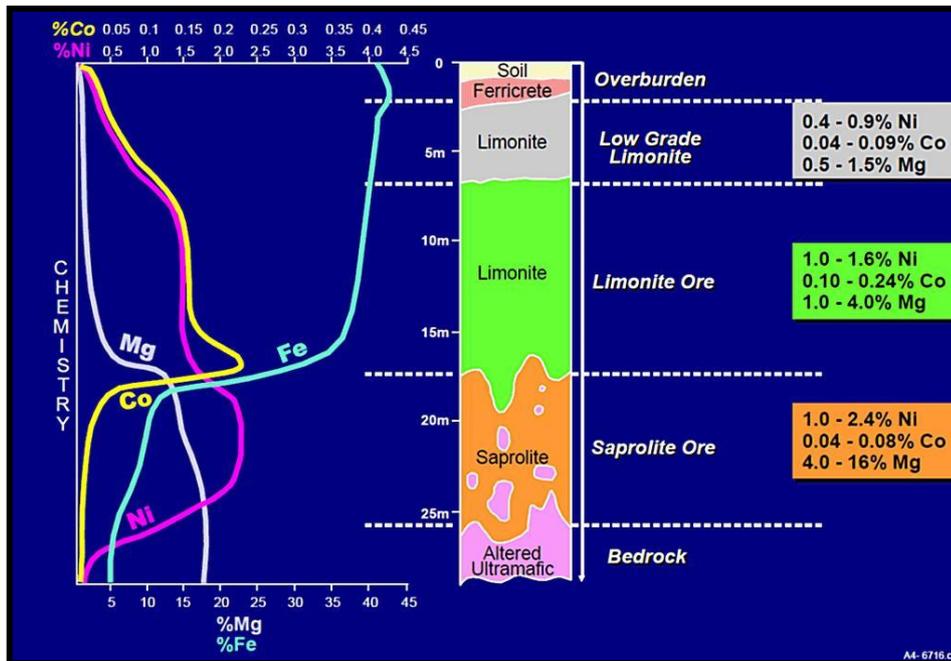
tanah, sedangkan magnesium, nikel, dan silika akan tetap tertinggal di dalam larutan dan bergerak turun selama suplai air yang masuk ke dalam tanah terus berlangsung. Rangkaian proses ini merupakan proses pelapukan dan pelindihan/*leaching*.

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 $[(\text{Ni},\text{Mg})_6\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8]$ 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

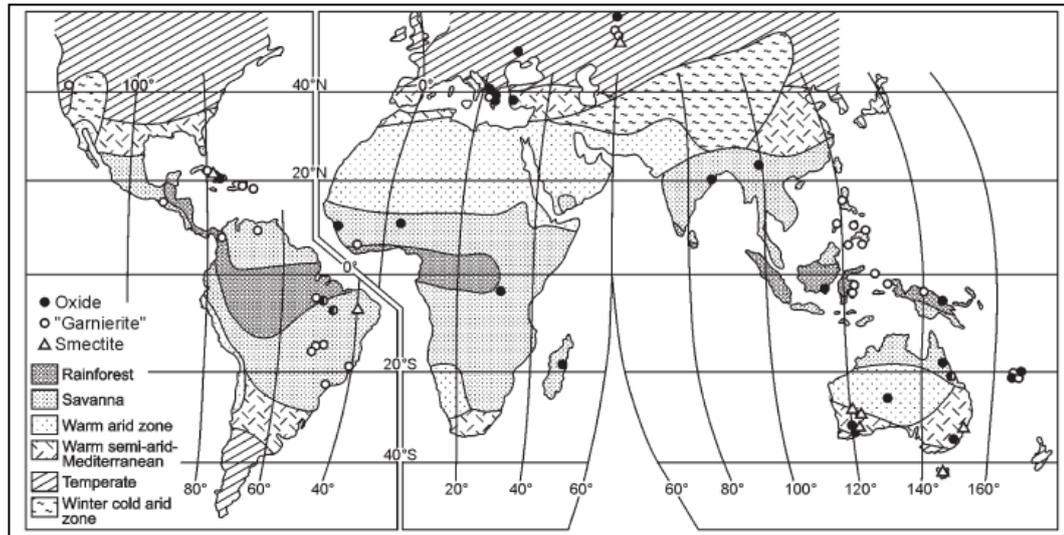
oleh proses oksidasi maupun pelindihan, yang sering disebut sebagai zona batuan dasar (*bedrock*) (Maulana, 2017).



Gambar 2.5 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).

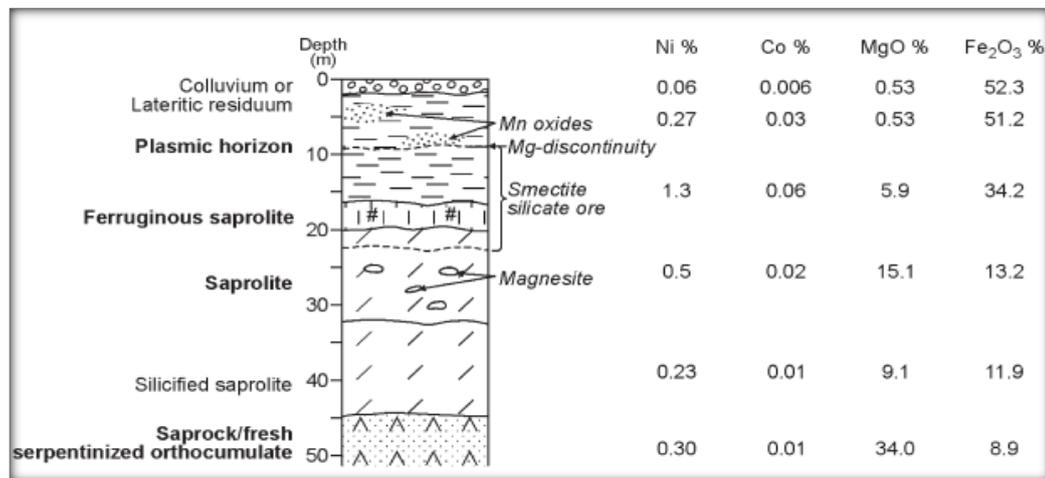


Gambar 2.6 Distribusi global deposit nikel laterit, pembagian tipe deposit berdasarkan peta morphoclimatic (modifikasi **Budel** dalam **Butt dan Morris 2005**)

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.

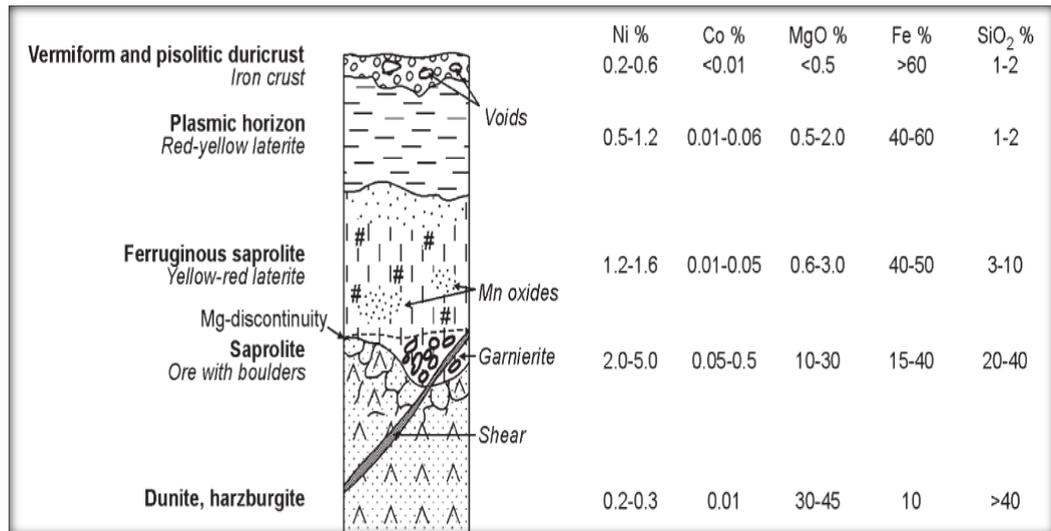


Gambar 2.7 Clay silicate deposit, Murrin Australia (Butt dan Morris, 2005)

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, Mg²⁺-nya benar-benar tercuci dan hilang karena air tanah, dan Si sebagian besar tercuci dan dibuang. Fe²⁺ 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

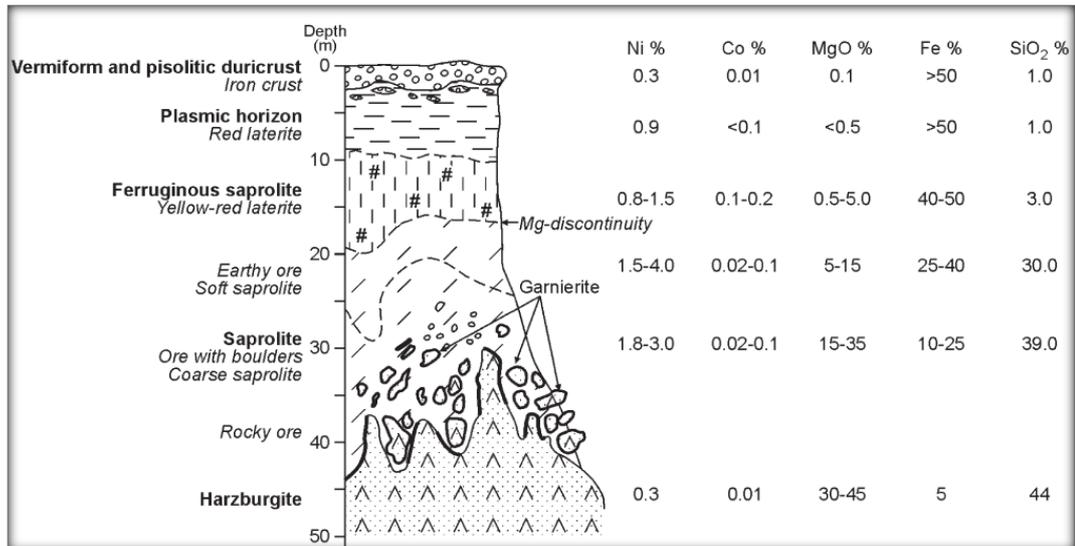
pemadatan yang menghasilkan *goethite* dengan tekstur masif. Transformasi mineralogi yang melibatkan hilangnya Mg dan konsentrasi residu Fe menghasilkan tren kimia yang jelas dan familiar pada laterit Mg yang menurun ke atas dan Fe meningkat ke atas melalui profil laterit. (Butt dan Morris, 2005).



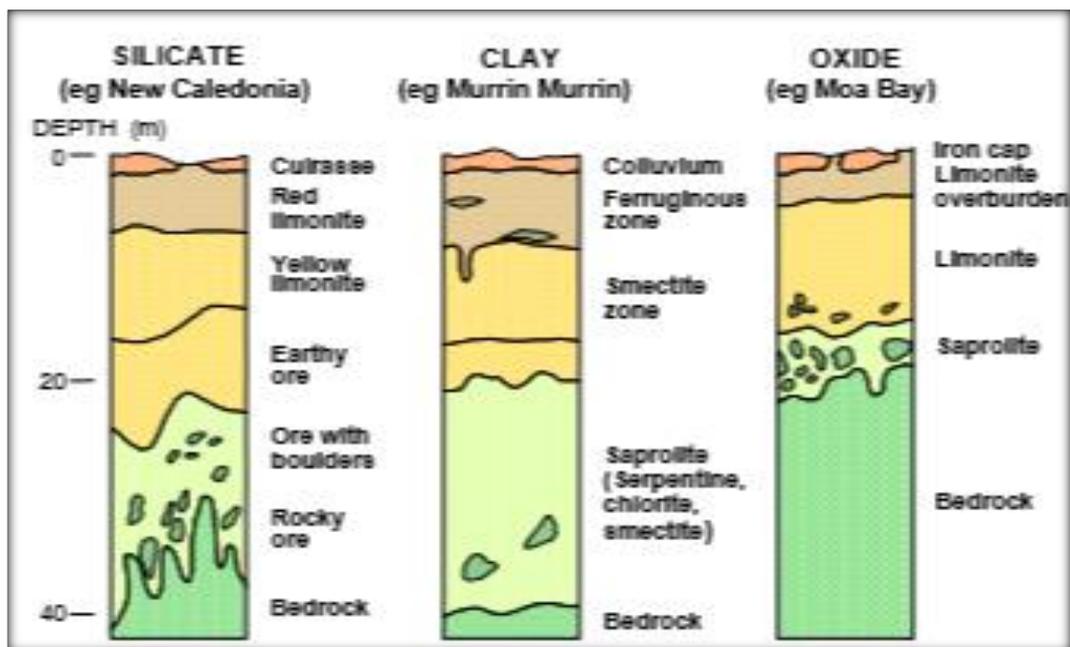
Gambar 2 . 8 Profil laterit deposit oxida, Goro New Caledonia (Butt dan Morris,2005)

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 2.9 Hydrous silicate deposit, New Caledonia (Trolly, dkk,1979)



Gambar 2.10 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 serpentininit 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, serpentininit, 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	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 . 11 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