

SKRIPSI

**PENGARUH BATUAN DASAR TERHADAP KADAR
ENDAPAN NIKEL LATERIT BERDASARKAN ANALISIS
PETROGRAFI DAN GEOKIMIA
PADA PIT X PT. CERIA NUGRAHA INDOTAMA
DAERAH TOLOWE PONREWARU KABUPATEN KOLAKA
PROVINSI SULAWESI TENGGARA**

Disusun dan diajukan oleh :

**MUHAMMAD ZUHAL
D061 18 1314**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH BATUAN DASAR TERHADAP KADAR ENDAPAN NIKEL LATERIT BERDASARKAN ANALISIS PETROGRAFI DAN GEOKIMIA PADA PIT X PT. CERIA NUGRAHA INDOTAMA DAERAH TOLOWE PONREWARU KABUPATEN KOLAKA PROVINSI SULAWESI TENGGARA

Disusun dan diajukan oleh :

Muhammad Zuhul
D061 18 1314

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal, 09 agustus 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

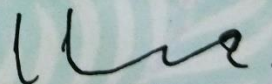
Menyetujui,

Pembimbing Utama



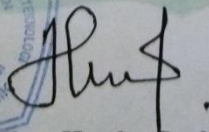
Ilham Alimuddin, S.T., M.Gis., Ph.D
NIP. 19690825 199903 1 001

Pembimbing Pendamping



Dr. Ir. H. Hamid Umar, MS
NIP. 19601202 198111 1 001

Ketua Departemen Teknik Geologi
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Zuhail

NIM : D061181314

Program Studi : Teknik Geologi

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

” Pengaruh Batuan Dasar Terhadap Kadar Endapan Nikel Laterit Berdasarkan Analisis Petrografi dan Geokimia Pada Pit X PT. Ceria Nugraha Indotama Daerah Tolowe Ponrewaru Kabupaten Kolaka 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 menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

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

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

Gowa, 9 Agustus 2023

Yang menyatakan,



(Muhammad Zuhail)

SARI

MUHAMMAD ZUHAL. PENGARUH BATUAN DASAR TERHADAP KADAR ENDAPAN NIKEL LATERIT BERDASARKAN ANALISIS PETROGRAFI DAN GEOKIMIA PADA PIT X PT. CERIA NUGRAHA INDOTAMA DAERAH TOLOWE PONREWARU KABUPATEN KOLAKA PROVINSI SULAWESI TENGGARA.(dibimbing oleh Ilham Alimuddin, S.T., M.Gis., Ph.D dan Dr. Ir. H. Hamid Umar, MS)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari batuan dasar serta peran batuan dasar terhadap perkembangan endapan Ni laterit di pit x PT. Ceria Nugraha Indotama Sulawesi Tenggara, Indonesia. Sampel diperoleh dari data *Coring* pengeboran yang kemudian dilakukan analisis mineralogi secara petrografi serta analisis geokimia secara *X-ray Fluorescence*. Analisis petrografi terhadap 10 sampel batuan dasar untuk mengetahui komposisi mineral dan tekstur batuan, kemudian dikorelasikan dengan sebaran unsur geokimia dari metode *X-ray fluorescence* pada 20 *hole* disetiap zona laterit untuk melihat populasi mobilitas unsur secara umum. Pada pengamatan petrografi 10 sampel batuan didapatkan bahwa jenis batuan dasar di daerah penelitian adalah peridotit dan dunit yang terbagi atas 5 yaitu Harzburgit, Lherzolit, Lherzolit terserpentinisasi, dunit dan dunit terserpentinisasi. Berdasarkan data geokimia dari hasil pengeboran dalam suatu profil endapan laterit yaitu zona limonit, zona saprolit dan zona *bedrock*, sebaran unsur pada daerah penelitian menunjukkan bahwa unsur Fe terkayakan pada zona limonit dan semakin menurun pada zona saprolite dan *bedrock* menunjukkan unsur tersebut tidak *mobile* (*Inmobile*), unsur Ni terkayakan pada zona saprolit dan akan semakin menurun pada zona *bedrock*, dan unsur SiO₂ dan MgO terkayakan pada zona *bedrock*. Pengaruh *bedrock* terhadap Ni pada profil laterit daerah penelitian adalah kadar Ni mengalami peningkatan terhadap batuan-batuan yang telah mengalami alterasi dan batuan yang mengalami serpentinisasi yaitu pada lherzolit terserpentinisasi dan dunit terserpentinisasi. pada batuan dasar dengan jenis dunit dan dunit terserpentinisasi memiliki nilai Ni rata-rata tertinggi dengan nilai 1.38% - 1.45% pada zona saprolite.

Kata Kunci: Ni-laterit, petrografi, geokimia, batuan dasar

ABSTRACT

MUHAMMAD ZUHAL. *EFFECT OF BEDROCK ON LATERITE NICKEL DEPOSIT LEVELS BASED ON PETROGRAPHIC AND GEOCHEMICAL ANALYSIS AT PIT X PT. CERIA NUGRAHA INDOTAMA, TOLOWE PONREWARU REGION, KOLAKA REGENCY, SOUTHEAST SULAWESI PROVINCE.* (Supervised by Ilham Alimuddin, S.T., M.Gis., Ph.D and Dr. Ir. H. Hamid Umar, MS)

This study aims to determine the characteristics of bedrock and the role of bedrock in the development of Ni laterite deposits in pit x PT. Ceria Nugraha Indotama Southeast Sulawesi, Indonesia. Samples were obtained from Coring drilling data which was then carried out mineralogy analysis by petrography and geochemical analysis by X-ray Fluorescence. Petrographic analysis of 10 bedrock samples to determine mineral composition and rock texture, then correlated with the distribution of geochemical elements from the X-ray fluorescence method at 20 holes in each laterite zone to see the general population of elemental mobility. Based on petrographic observations of 10 rock samples, it was found that the types of bedrock in the study area are peridotite and dunit which are divided into 5 namely Harzburgite, Lherzolite, serpentinized Lherzolite, dunit and serpentinized dunit. Based on geochemical data from drilling results in a laterite deposit profile, namely the limonite zone, the saprolite zone and the bedrock zone, the distribution of elements in the study area shows that the Fe element is richest in the limonite zone and decreases in the saprolite and bedrock zones indicating that the element is not mobile (Immobile). Ni elements are richest in the saprolite zone and will increasingly conform to the bedrock zone, and SiO₂ and MgO elements are richest in the bedrock zone. The effect of bedrock on Ni in the laterite profile of the study area was that the Ni content increased in altered and serpentinized rocks, namely serpentinized lherzolite, serpentinized harzburgite and serpentinized dunit. Dunit and serpentinized dunit bedrock has the highest average Ni value with a value of 1.38% - 1.45% in the saprolite zone.

Keywords: *Ni-laterite, petrography, geochemistry, bedrock*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

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 ENDAPAN NIKEL LATERIT BERDASARKAN ANALISIS PETROGRAFI DAN GEOKIMIA PADA PIT X PT. CERIA NUGRAHA INDOTAMA DAERAH TOLOWE PONREWARU 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, yaitu kepada PT. Ceria Nugraha Indotama yg telah memberikan kesempatan Magang, bapak Herriadi Wachyudin dan bapak Rivaldi Octavianus H. sebagai pembimbing Magang di PT. Ceria Nugraha Indotama yang telah membimbing selama masa magang, bapak Ariwansyah Amal dan bapak Muhammad Hasrul sebagai pembimbing Magang di PT. Ceria Nugraha Indotama yang telah membimbing selama masa magang.

Tidak lupa penulis juga ucapkan terimakasih kepada bapak Ilham Alimuddin S.T, M.Gis, Ph.D. sebagai dosen pembimbing akademik sekaligus sebagai dosen pembimbing utama, bapak Dr. Ir. H. Hamid Umar, MS. sebagai dosen pembimbing pendamping, atas bimbingan dan arahnya selama ini baik dalam proses akademik maupun dalam proses penyusunan tugas akhir ini, Bapak Prof. Dr. Eng. Adi Maulana, S.T., M.Phil dan Bapak Baso Rezki Maulana, S.T., M.T. selaku penguji yang telah memberikan masukan dan saran pada penulis selama ujian seminar.

Bapak Dr. Eng. Hendra Pachri, S.T., M. Eng sebagai Ketua Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, bapak dan Ibu dosen Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddinatas segala bimbingan dan nasehatnya, serta staf-staf Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin, atas bantuannyadalam pengurusan administrasi penelitian.

Kepada rekan-rekan di PT. Ceria Nugraha Indotama yang telah banyak membantu selama pembuatan Skripsi ini, serta keluarga tercinta, ayah dan ibu serta

kakak dan adik penulis yang selalu memberikan motivasi, dukungan, semangat dan bantuan kepada penulis, bantuan moril maupun materil, serta doa restu yang senantiasa terucapkan tiada hentiyang kemudian menjadi sumber semangat bagi penulis selama ini.

Saudara dan saudari seperjuangan Xenolith 18 yang menjadi ruang untuk berdiskusi serta telah memberikan banyak dukungan kepada penulis selama penulis dalam masa studi di Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, serta seluruh pihak yang telah membantu, terima kasih atas dukungan dan bantuannya.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dalam penyusunannya, oleh karena itu penulis mengharapnadanya masukan dari pembaca baik berupa saran maupun kritikan demi kesempurnaan tulisan selanjutnya. Akhir kata, semoga laporan hasil penelitian inidapat bermanfaat bagi seluruah pembaca, khususnya bagi penulis.

Gowa, 9 Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
SARI	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.6 Lokasi penelitian dan Kesampaian Daerah	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Geologi Regional.....	4
2.1.1 Geomorfologi	4
2.1.2 Stratigrafi.....	5
2.1.3 Struktur Geologi	6
2.2 Ofiolit	7
2.3 Batuan Ultramafik	10
2.4 Serpentinisasi.....	12
2.5 Endapan Laterit	12
2.6 Genesa Endapan Nikel Laterit.....	15
2.7 Profil laterit.....	18
2.8 Faktor Pengontrol Laterit	19
BAB III METODE DAN TAHAPAN PENELITIAN	22
3.1 Tahapan Pendahuluan.....	22
3.1.1 Studi Literatur	22
3.1.2 Observasi Lapangan.....	22

3.2 Tahapan Pengambilan Data.....	23
3.3 Tahapan Analisis Data.....	23
3.3.1 Analisis Data Pengeboran (<i>Coring</i>).....	23
3.3.2 Analisis Laboratorium.....	24
3.4 Penyusunan laporan.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Geologi daerah Penelitian	27
4.1.1 Morfologi Daerah Penelitian.....	27
4.1.2 Batuan Ultramafik Daerah Penelitian	27
4.1.3 Struktur Daerah Penelitian	28
4.2 Petrografi dan Geokimia Batuan dasar.....	29
4.2.1 Petrografi Batuan Dasar	29
4.2.2 Geokimia Batuan Dasar	42
4.3 Karakteristik Endapan Nikel Laterit.....	49
4.4 Pengaruh Bedrock Terhadap Kadar unsur Ni	55
BAB V PENUTUP	67
5.1 Kesimpulan.....	68
5.2 Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
Peta Geologi	
Peta Persebaran Ni	
Deskripsi Petrografi	
Assay XRF	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. lokasi PT. Ceria Nugraha Indotama.....	3
2. Peta Geologi Sulawesi Tenggara	5
3. Korelasi Satuan Lembar Lasusua Kendari.....	6
4. Peta Geologi Regional Lembar Lasusua-Kendari.....	7
5. Sifat fisik ofiolit menurut Penrose Field conference.....	9
6. Pembentukan Ofiolit (Ahmad, 2009).....	10
7. Skema pembentukan endapan nikel laterit (Darijanto, 1986).....	17
8. Distribusi vertical mineral yang umum pada penampang nikel laterit.....	17
9. Generalisasi profil laterit (elias,2002).....	19
10. Klasifikasi sederhana antara bentuk lahan dan proses lateritisasi	20
11. Aktifitas pengeboran untuk memperoleh sampel hasil <i>coring</i>	23
12. <i>Logging core</i>	24
13. Analisis sampel XRF dengan alat ED-XRF Rigaku	25
14. Diagram Alir Metode dan Tahapan Penelitian.....	26
15. Kenampakan perbukitan daerah Tolowe Ponrewaru, difoto dengan arah N215° E.....	27
16. Litologi peridotit (A) dan dunit (B) pada sampel <i>coring</i>	28
17. Kenampakan rekahan pada sampel <i>Core box</i>	29
18. Kenampakkan petrografis pada stasiun KRS01 dengan komposisi mineral Olivin (Ol), Orthopyroxene-Enstatit (En), Cr-Spinel (Cr-Spl), Clinopyroxen- Augit (Cpx, Aug), Magnetit (Mag), Serisit-chlorit (Ser-Chl)	29
19. Kenampakan petrografis pada stasiun KRS05 dengan komposisi mineral Olivine (Ol), Kalsit (Cal), Cr-Spinel (Cr-Spl), Vein Serpentin (Vein-srp) ...	31
20. Kenampakkan Kenampakkan petrografis pada stasiun KRS06 dengan komposisi mineral Olivine (Ol), Orthopyroxene-Enstatit (En), Cr-Spinel (Cr- Spl).....	32
21. Kenampakkan petrografis pada stasiun KRS08 dengan komposisi mineral olivin (Ol), Orthopyroxene-Enstatit (En), Cr-Spinel (Cr-Spl), Clinopyroxen-Augit (Cpx, Aug), Magnetit (Mag), Serisit-chlorit (Ser-Chl).....	33

22.	Kenampakkan petrografis pada stasiun KRS12 dengan komposisi mineral Olivine (Ol), Orthopyroxene-Enstatit (En), Cr-Spinel (Cr-Spl), Clinopyroxen-Augit (Cpx, Aug), Serisit-chlorit (Ser-Chl).....	35
23.	Kenampakkan petrografis pada stasiun KRS14 dengan komposisi mineral Olivine (Ol), Orthopyroxene-Enstatit (En), Clinopyroxene-Augenit (Cpx-Aug), Cr-Spinel (Cr-Spl).....	36
24.	Kenampakkan petrografis pada stasiun KRS15 dengan komposisi mineral Olivine (Ol), Orthopyroxene-Enstatit (En), Cr-Spinel (Cr-Spl).....	37
25.	Kenampakkan petrografis pada stasiun KRS17 dengan komposisi mineral Olivine (Ol), Orthopyroxene-Enstatit (En), Cr-Spinel (Cr-Spl), Clinopyroxen-Augit (Aug), Magnesit (Mgs).....	39
26.	Kenampakkan petrografis pada stasiun KRS19 dengan komposisi mineral Olivine (Ol), Orthopyroxene-Enstatit (En), Cr-Spinel (Cr-Spl).....	40
27.	Kenampakkan petrografis pada stasiun KRS20 dengan komposisi mineral Olivine (Ol), Orthopyroxene-Enstatit (En), Clinopyroxene-Augenit (Cpx-Aug), Cr-Spinel (Cr-Spl).....	41
28.	Grafik assay unsur Ni(%), Fe(%), Co(%), SiO ₂ (%) dan MgO(%), pada batuan dasar	43
29.	Grafik perbandingan unsur Ni(%) dengan Fe(%).....	44
30.	Grafik perbandingan unsur Ni(%) dengan MgO(%).....	44
31.	Grafik perbandingan unsur Ni(%) dengan SiO ₂ (%).....	45
32.	Grafik perbandingan unsur Ni(%) , MgO(%) dan SiO ₂ (%).....	46
33.	Grafik perbandingan unsur Ni(%), Fe(%), MgO(%) dan SiO ₂ (%).....	46
34.	Profil laterit pada area tambang PT. Ceria Nugraha Indotama	48
35.	<i>Core zona overburden</i> (1-2 m) dan zona limonit (3-5 m).....	49
36.	Grafik assay rata-rata unsur Ni(%), Fe(%), MgO(%), SiO ₂ (%), pada zona limonit.....	50
37.	<i>Core saprolite</i>	51
38.	<i>Core rocky saprolite</i>	51
39.	Grafik assay rata-rata unsur Ni(%), Fe(%), MgO(%), SiO ₂ (%), pada zona saprolit.....	52
40.	Grafik assay rata-rata unsur Ni(%), Fe(%), MgO(%), SiO ₂ (%), pada zona <i>bedrock</i>	53

41.	Profil Laterit Pada <i>Hole Id</i> KRS01	54
42.	Profil Laterit Pada <i>Hole Id</i> KRS05	55
43.	Profil Laterit Pada <i>Hole Id</i> KRS06	56
44.	Profil Laterit Pada <i>Hole Id</i> KRS08	57
45.	Profil Laterit Pada <i>Hole Id</i> KRS12	58
46.	Kenampakan conto batuan yang mengalami hancuran akibat proses pelapukan	59
47.	Profil Laterit Pada <i>Hole Id</i> KRS14	59
48.	Profil Laterit Pada <i>Hole Id</i> KRS15	60
49.	Profil Laterit Pada <i>Hole Id</i> KRS17	61
50.	Profil Laterit Pada <i>Hole Id</i> KRS19	62
51.	Profil Laterit Pada <i>Hole Id</i> KRS20	63
52.	Korelasi antar profil laterit per <i>Hole_id</i>	64

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Peran beberapa elemen selama pelapukan laterit (Ahmad, 2009)	14
2. Hasil uji <i>X-Ray Fluorescence (X-RF)</i> . pada daerah penelitian (Lab. QAQC PT. Ceria Nugraha Indotama)	43
3. Deskripsi megaskopis, Petrografi dan Hasil XRF <i>Bedrock</i>	47
4. Data hasil analisis XRF rata- rata unsur pada lapisan Limonit	49
5. Data hasil analisis XRF rata- rata unsur pada lapisan Saprolit.....	51
6. Data hasil analisis XRF rata- rata unsur pada lapisan <i>Bedrock</i>	53

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan Industri yang terus meningkat menyebabkan kebutuhan bahan baku setiap harinya semakin tinggi. Hal tersebut menuntut perusahaan-perusahaan tambang terus meningkatkan produksinya. Dengan kata lain perusahaan-perusahaan tambang bertanggungjawab memenuhi kebutuhan tersebut. Untuk menjawab permintaan tersebut diperlukan perkembangan secara kontinu dalam bidang teknologi maupun ilmu pengetahuan yang sejalan dengan kondisi lapangan.

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 nikel-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, 2002).

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 Pengaruh Batuan Dasar Terhadap kadar endapan nikel laterit pada pit X PT. Ceria Nugraha Indotama.

1.2 Rumusan masalah

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

1. Bagaimana karakteristik *bedrock* pada daerah penelitian?
2. Bagaimana karakteristik geokimia endapan nikel laterit daerah penelitian?
3. Bagaimana pengaruh *bedrock* terhadap endapan nikel laterit pada daerah penelitian?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis karakteristik *bedrock* pada daerah penelitian
2. Menganalisis karakteristik geokimia endapan nikel laterit daerah penelitian
3. Menganalisis pengaruh *bedrock* terhadap endapan nikel laterit pada daerah penelitian.

1.4 Batasan Masalah

Batasan Penelitian ini dilakukan terbatas pada pengaruh batuan dasar terhadap kadar endapan nikel laterit pada pit "X" PT. Ceria Nugraha Indotama melalui analisa sampel pengeboran (core) dan analisa laboratorium berupa analisa XRF dan petrografi.

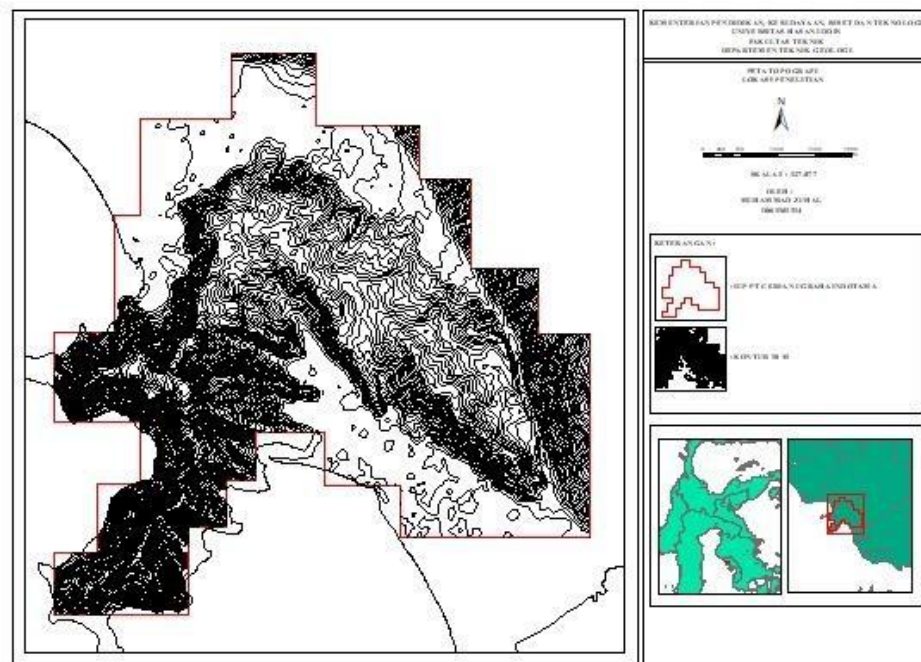
1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai bahan acuan atau refrensi untuk mengetahui pengaruh batuan dasar terhadap kadar endapan nikel laterit pada daerah penelitian serta mengetahui perencanaan eksploitasi bahan tambang nikel laterit pada pit "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 daerah Tolowe Ponrewaru 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 Pomala ke lokasi tambang ditempuh sekitar dua jam.



Gambar 1 lokasi PT. Ceria Nugraha Indotama

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Regional

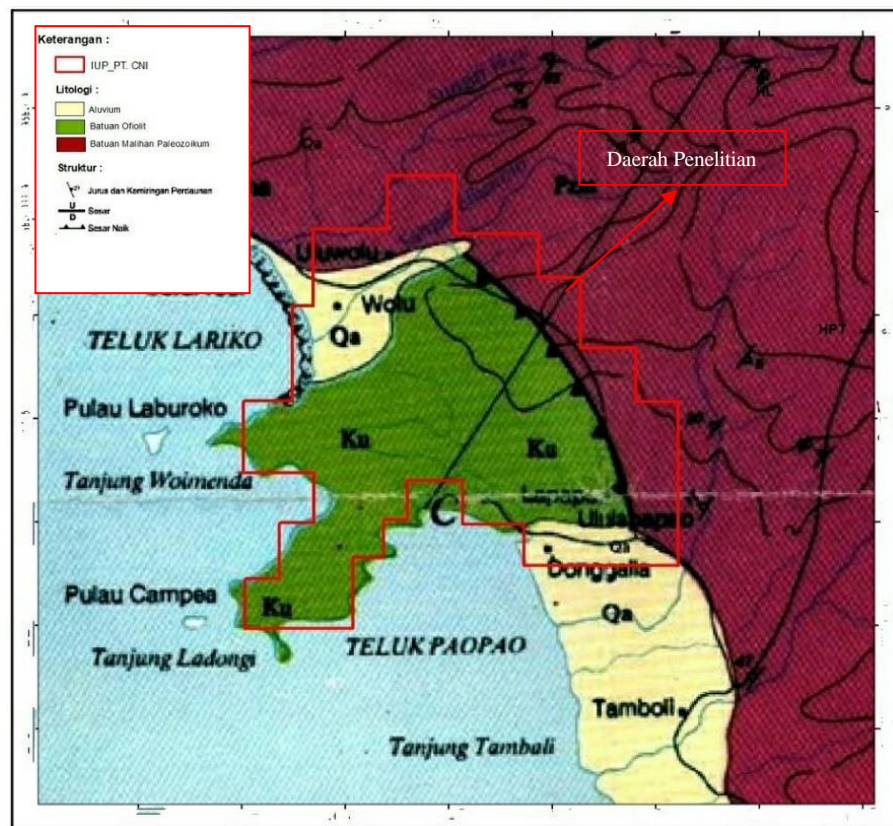
Pembahasan geologi regional terdiri dari penjelasan mengenai geomorfologi stratigrafi, dan struktur geologi regional. Pembahasan tersebut berdasarkan Simandjuntak, dkk (1983) yang melakukan pemetaan geologi Lembar Lasusua-Kendari, Sulawesi dengan skala 1:250.000.

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

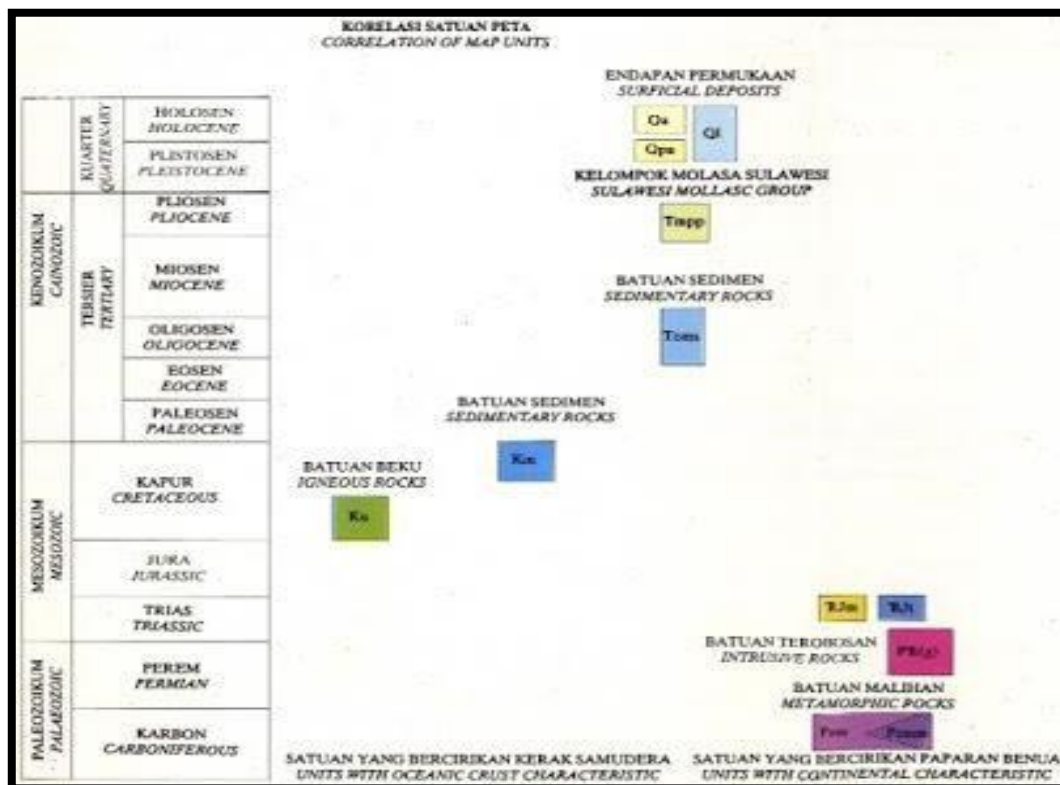


Gambar 2 Peta Geologi Sulawesi Tenggara

Secara umum stratigrafi regional daerah penelitian termasuk pada lembar Lasusua-Kendari, pada daerah penelitian terdapat satuan batuan sebagai berikut:

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, serpentinit 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. Lherzolite, 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.



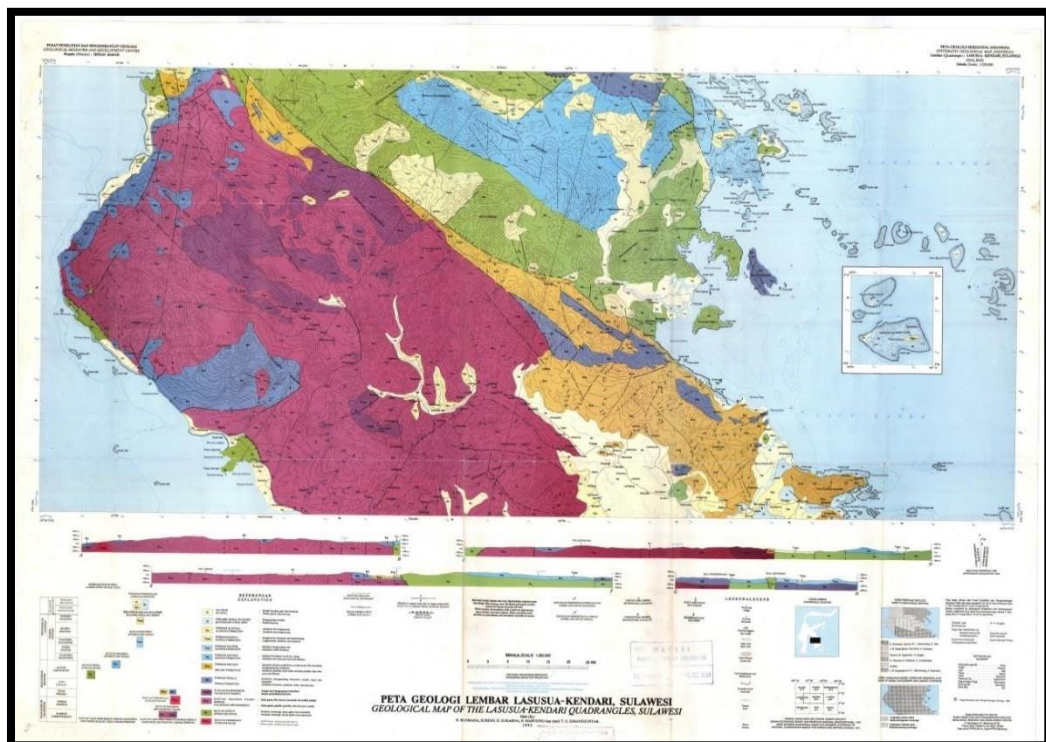
Gambar 3 Korelasi Satuan Lembar Lasusua Kendari (Simandjuntak, dkk., 1983)

2.1.3 Struktur Geologi

Struktur geologi Lembar Lasusua-Kendari memperlihatkan ciri kompleks tumbukan dari pinggir 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 pinggir 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. Kekar pada batuan beku umumnya menunjukkan arah tak beraturan.



Gambar 4 Peta Geologi Regional Lembar Lasusua-Kendari (Simandjuntak,dkk,1983)

2.2 Ofiolit

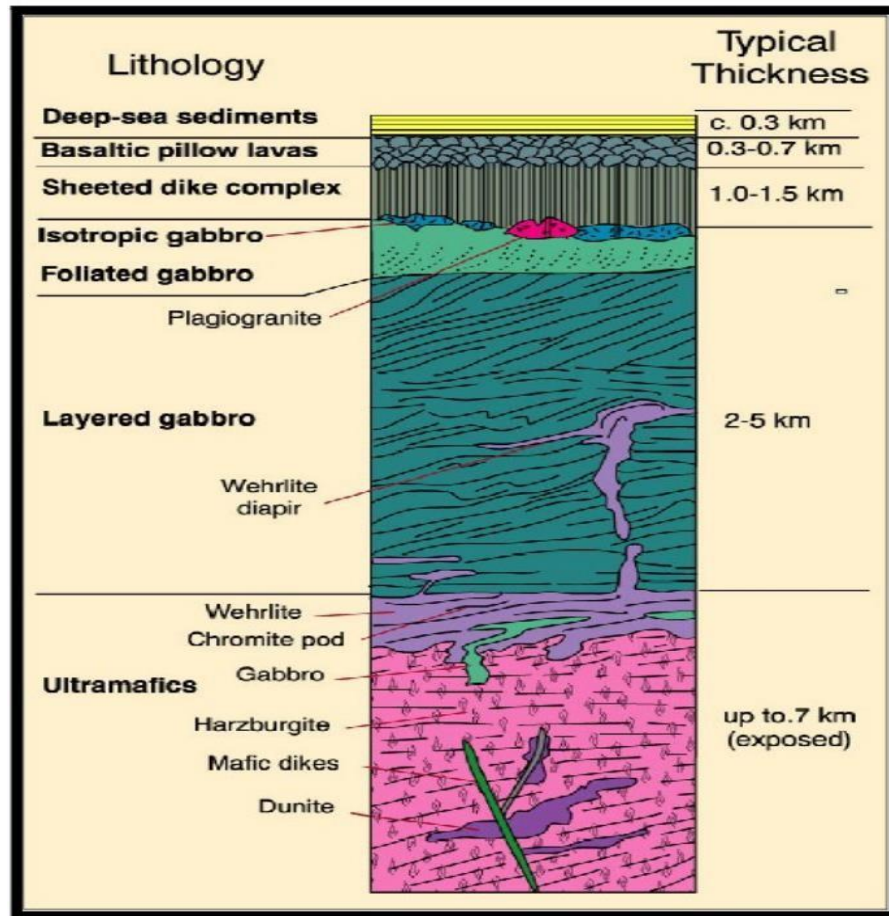
Ofiolit merupakan kompleks batuan dengan berbagai karakteristik dari layer ultramafik, dengan ketebalan dari beberapa ratus meter sampai beberapa

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).

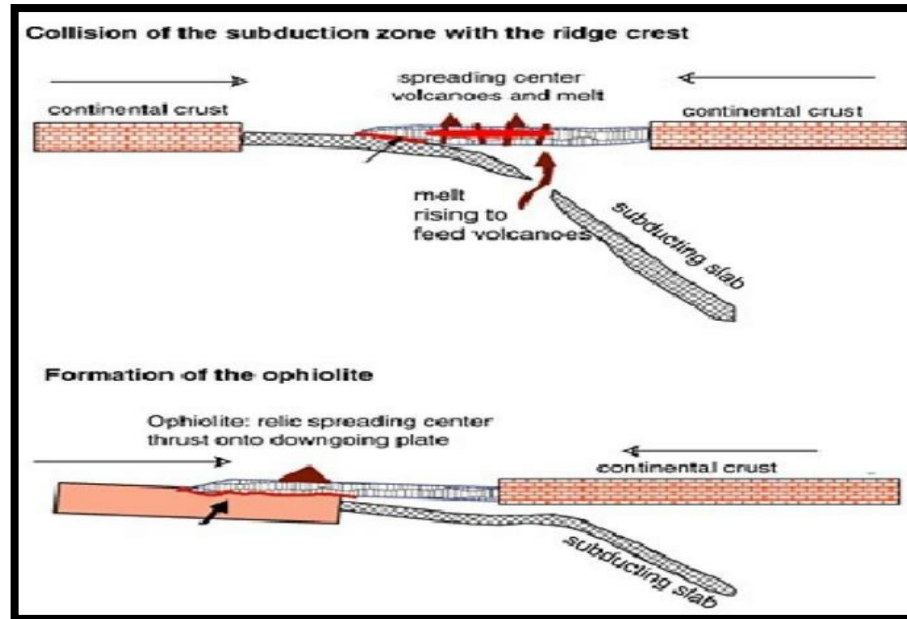
Secara ideal penampang ofiolit ditunjukkan dalam gambar 5 yang memperlihatkan susunan litologi penyusun ofiolit



Gambar 5 Sifat fisik ofiolit menurut Penrose Field Conference (Penrose Field Conference, 1972)

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 6.



Gambar 6 Pembentukan Ofiolit (Ahmad, 2009)

2.3 Batuan Ultramafik

Batuan ultramafik merupakan batuan beku yang mengandung mineral primer berkomposisi *ferromagnesian* lebih besar 45% dan nikel lebih kecil 0,3%. Mineral *Ferromagnesian* adalah mineral piroksen, hornblende, mika, dan biotit sehingga memiliki indeks warna >70% gelap dan sebagian besar berasal dari plutonik. Jenis – jenis dari batuan ultramafic, antara lain peridotit, piroksenit, hornblendit, dunit, dan serpentin (Tonggiroh, 2019).

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, lerzolit, werlite dan dunit. Peridotit tersusun atas mineral – mineral holokristalin dengan ukuran medium – kasar dan berbentuk anhedral.

Komposisinya terdiri dari olivin dan piroksin. Mineral asesorisnya berupa plagioklas, hornblende, biotit dan garnet.

2. Piroksinit

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

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

3. Hornblendit

Hornblendit merupakan batuan ultramafik monomineral dengan komposisi mineral sepenuhnya hornblende.

4. Dunit

Merupakan batuan yang hampir murni olivin (90-100%), umumnya hadir sebagai forsterit atau kristolit, terdapat sebagai sill atau korok-korok halus (dalam dimensi kecil). Ahmad (2002), menyatakan bahwa dunit memiliki komposisi mineral hampir seluruhnya adalah monomineralik olivine (umumnya magnesia olivin), mineral asesorisnya meliputi kromit, magnetit, ilmenit dan spinel. Pembentukan dunit berlangsung pada kondisi padat atau hampir padat (pada temperatur yang tinggi) dalam larutan magma dan sebelum mendingin pada temperatur tersebut, batuan tersebut siap bersatu membentuk massa olivine anhedral yang saling mengikat.

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

5. Serpentinit

Serpentinit 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). Serpentinit dapat dihasilkan dari

mantel oleh hidrasi dari mantel ultramafik (mantel peridotit dan dunit). Dibawah pegunungan tengah samudera (*mid Oceanic Ridge*) pada temperatur <500°C.

2.4 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.

2.5 Endapan Laterit

Laterit nikel adalah bahan regolit, yang berasal dari batuan ultrabasa, yang mengandung cadangan nikel dan, umumnya, kobalt yang dapat dieksploitasi secara ekonomis. Endapan laterit terbentuk pada batuan ultrabasa yang mengandung olivin, terutama dunit dan peridotit olivin-piroksin, dan ekuivalennya yang terserpentinisasi. Nikel terutama berasal dari olivin forsterit ($>F_o 75$), yang umumnya mengandung 0,16-0,40% Ni (Brand et al,1998).

Pengaruh iklim tropis di Indonesia mengakibatkan proses pelapukan yang intensif di dukung oleh pecahan bentukan geologi *methamorphic belt* di Timur dan Tenggara. Pelapukan pada batuan dunit dan peridotit menyebabkan unsur- unsur bermobilitas rendah sampai immobile seperti Ni, Fe dan Cr mengalami pengayaan secara residu dan sekunder. Batuan ultramafik yang berada di wilayah bercurah hujan tinggi, bersuhu hangat, topografi yang landai, banyak vegetasi (melimpahnya humus), akan mengalami pelapukan membentuk endapan laterit nikel (Burger, 1996).

Pengayaan nikel terjadi pada regolit pada semua batuan ultrabasa yang awalnya mengandung olivin, meskipun jumlahnya bervariasi sesuai dengan mineralogi protolit dan sejarah metamorfnya. Endapan hidro-silikat bermutu tinggi di daerah dengan relief tinggi di daerah tropis lembab biasanya berkembang pada peridotit olivin-ortopiroksin ofiolitik (harzburgit). Sebaliknya, batuan *talckarbonat* tidak pernah menimbulkan konsentrasi ekonomis nikel dalam regolit, meskipun kandungannya meningkat dibandingkan dengan kelimpahan primer dan litologi lainnya (Brand et al, 1998).

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 *oxided* 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 seperti *kaolinite* dan *halloysite* (Maulana, 2017).

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 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>

- 1) Ca. Kalsium memiliki sifat yang sangat larut dalam air tanah di daerah tropis.
- 2) 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.
- 3) 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.
- 4) 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.
- 5) 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)

- 6) Cr. Kromium dalam kromit tidak larut dalam air tanah dan sangat stabil, bertahan sebagai kromit di zona limonit laterit.
- 7) 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.

2.6 Genesa Endapan Nikel Laterit

Proses pembentukan nikel laterit diawali dari proses pelapukan batuan ultrabasa, dalam hal ini adalah batuan harzburgit. Batuan ini banyak mengandung olivin, piroksen, magnesium silikat dan besi. Mineral-mineral tersebut tidak stabil dan mudah mengalami proses pelapukan. Proses pelapukan dimulai pada batuan ultramafik (peridotit, dunit, 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).

Proses laterisasi adalah proses pencucian pada mineral yang mudah larut dan silika dari profil laterit pada lingkungan yang bersifat asam, hangat dan lembab serta membentuk konsentrasi endapan hasil pengkayaan proses laterisasi pada unsur Fe, Cr, Al, Ni dan Co (Boldt, 1967).

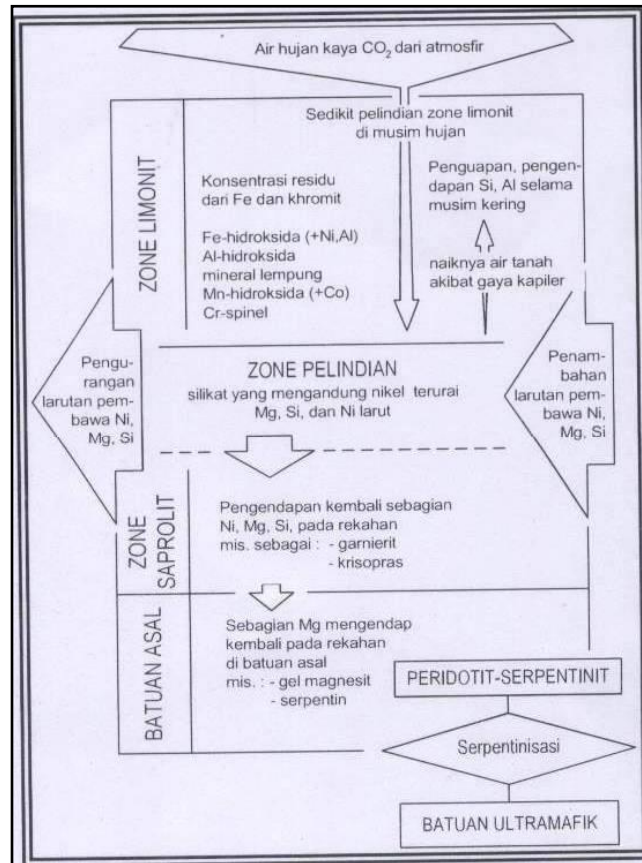
Air permukaan yang mengandung CO₂ dari atmosfer dan terkayakan kembali oleh material-material organik di permukaan meresap ke bawah permukaan tanah sampai pada zona pelindian, dimana fluktuasi air tanah berlangsung. Akibat fluktuasi ini air tanah yang kaya CO₂ akan kontak dengan zona saprolit yang masih mengandung batuan asal dan melarutkan mineral-mineral yang tidak stabil seperti olivin / serpentin dan piroksen. Mg, Si dan Ni akan larut dan terbawa sesuai dengan aliran air tanah dan akan memberikan 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 atau *leaching* (Hasanudin dkk, 1992).

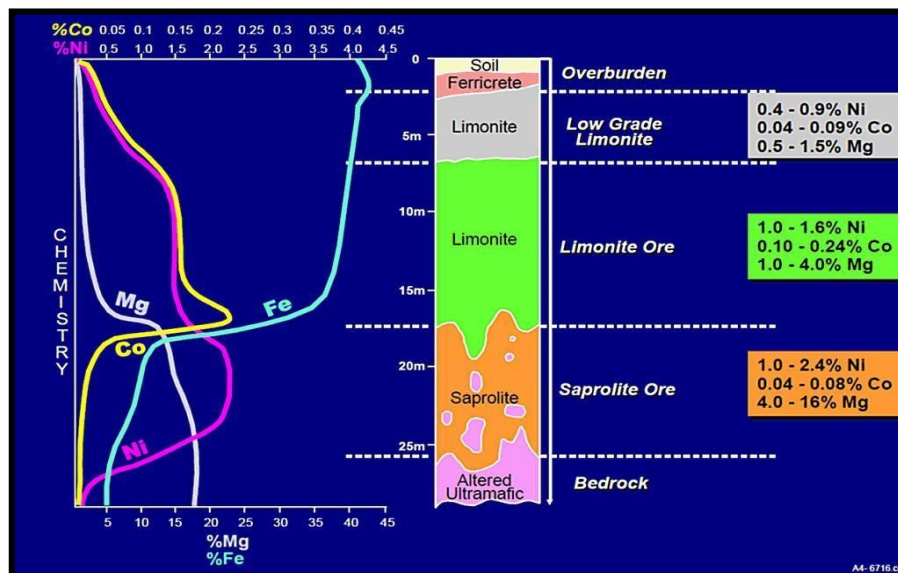
Pada proses pelapukan lebih lanjut magnesium (Mg), Silika (Si), dan Nikel (Ni) akan tertinggal di dalam larutan selama air masih bersifat asam. Tetapi jika dinetralisasi karena adanya reaksi dengan batuan dan tanah, maka zat-zat tersebut akan cenderung mengendap sebagai mineral hidrosilikat (*Ni- magnesium hidrosilicate*) yang disebut mineral garnierit $[(Ni,Mg)_6Si_4O_{10}(OH)_8]$ atau mineral pembawa Ni (Boldt, 1967).

Adanya suplai air dan saluran untuk turunnya air, dalam hal berupa kekar, maka Ni yang terbawa oleh air turun ke bawah, lambat laun akan terkumpul di zona air sudah tidak dapat turun lagi dan tidak dapat menembus batuan dasar (*bedrock*). Ikatan dari Ni yang berasosiasi dengan Mg, SiO dan OH akan membentuk mineral garnierit dengan rumus kimia $(Ni, Mg) Si_4O_5(OH)_4$. Apabila proses ini berlangsung terus menerus, maka yang akan terjadi adalah proses pengkayaan supergen/*supergen enrichment*. Zona pengkayaan supergen ini terbentuk di zona Saprolit (Boldt, 1967).

Dalam satu penampang vertikal profil laterit dapat juga terbentuk zona pengkayaan yang lebih dari satu, hal tersebut dapat terjadi karena muka air tanah yang selalu berubah-ubah, terutama tergantung dari perubahan musim. Di bawah zona pengkayaan supergen terdapat zona mineralisasi primer yang tidak terpengaruh oleh proses oksidasi maupun pelindihan, yang sering disebut sebagai zona batuan dasar (*bedrock*). Biasanya berupa batuan ultramafik seperti Peridotit atau Dunit (Boldt, 1967).



Gambar 7 skema pembentukan endapan nikel laterit (Darijanto,1986).



Gambar 8 Distribusi vertikal mineral yang umum pada penampang nikel laterit (Elias, 2002)

2.7 Profil Laterit

Pelapukan kimia pada batuan ultrabasa biasanya disertai dengan fraksinasi dari elemen-elemen menjadi tipe yang larut dan tidak larut dalam air. Elemen-elemen yang larut dalam air nantinya akan tercuci keluar dari sistem pelapukan sementara elemen-elemen yang tidak larut dalam air akan tertinggal sebagai pengayaan residu. Proses pelapukan kimia pada akhirnya akan menghasilkan pembentukan profil laterit dengan urutan laterit termuda pada bagian bawah dan laterit tertua pada bagian atas.

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

1. Zona Limonit (LIM)

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

2. Zona *Medium Grade Limonite* (MGL)

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


3. Zona Saprolit

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

menghasilkan zona saprolit yang relatif homogen dengan sedikit kuarsa atau garnierit.

4. Zona batuan induk (*Bedrock zone*)

Zona batuan induk berada pada bagian paling bawah dari profil laterit. Batuan induk ini merupakan batuan yang masih segar dengan pengaruh proses-proses pelapukan sangat kecil. Batuan induk umumnya berupa peridotit, serpentin, 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 9 Generalisasi profil laterit (Elias,2002)

2.8 Faktor Pengontrol Laterit

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

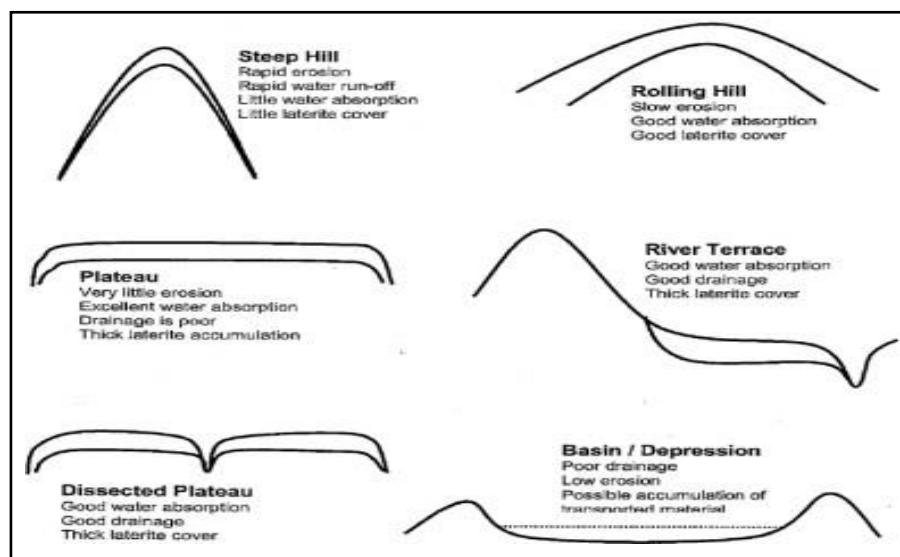
a. Iklim

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.



Gambar 10 Klasifikasi sederhana antara bentuk lahan dan proses lateritisasi (Ahmad, 2001)

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.