

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI  
PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI**

---

**KARAKTERISTIK GEOKIMIA FRAKSI -1 DAN -2 PADA Ni, Fe  
ENDAPAN NIKEL LATERIT DAERAH TOROBULU KABUPATEN  
KONAWE SELATAN PROVINSI SULAWESI TENGGARA**

**SKRIPSI**



**OLEH :  
FADJRIN FAISAL  
D611 15 507**

**MAKASSAR  
2021**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI  
PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI**

---

**KARAKTERISTIK GEOKIMIA FRAKSI -1 DAN -2 PADA Ni, Fe  
ENDAPAN NIKEL LATERIT DAERAH TOROBULU KABUPATEN  
KONAWA SELATAN PROVINSI SULAWESI TENGGARA**

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Strata Satu (S-1) Pada Departemen Teknik Geologi  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

**OLEH :  
FADJRIN FAISAL  
D611 15 507**

**MAKASSAR**

**2021**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**KARAKTERISTIK GEOKIMIA FRAKSI -1 DAN -2 PADA Ni, Fe  
ENDAPAN NIKEL LATERIT DAERAH TOROBULU KABUPATEN  
KONAWA SELATAN PROVINSI SULAWESI TENGGARA**

**Disusun dan diajukan oleh**

**FADJRIN FAISAL  
D611 15 507**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Geologi Fakultas  
Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 5 Juli 2021


Menyetujui,

**Pembimbing Utama**

**Pembimbing Pendamping**

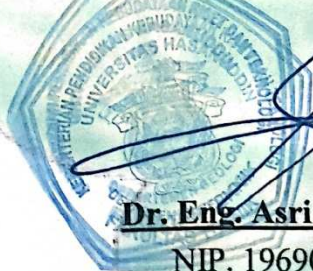


**Dr. Adi Tonggiroh, S.T., M. T**  
NIP. 19650928 200003 1 002



**Ir. Agustinus Tupenalay, M.Si**  
NIP. 19580810 198703 1 006

Ketua Departemen Teknik Geologi  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



**Dr. Eng. Asri Jaya H.S., S.T., M.T.**  
NIP. 19690924 199802 1 001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini;

Nama : Fadjrin Faisal  
NIM : D611 15 507  
Program Studi : Teknik Geologi  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya yang berjudul

**KARAKTERISTIK GEOKIMIA FRAKSI -1 DAN -2 PADA Ni, Fe ENDAPAN  
NIKEL LATERIT DAERAH TOROBULU KABUPATEN KONAWE  
SELATAN 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, 20 juli 2021  
Yang Menyatakan

  
  
Fadjrin Faisal

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur patut dipanjatkan kehadirat Allah SWT karena atas berkat, rahmat dan hidayah-NYA yang berupa kesempatan dan kesehatan, sehingga penyusunan skripsi dengan judul **“Karakteristik Geokimia Fraksi -1 Dan -2 Pada Ni, Fe Endapan Nikel Laterit Daerah Torobulu Kabupaten Konawe Selatan Provinsi Sulawesi Tenggara”** ini dapat terselesaikan. Tidak lupa pula Shalawat dan salam atas Nabi Muhammad SAW yang merupakan rasul Allah yang membawa dan membimbing umat manusia dari dunia yang penuh kegelapan ke dalam dunia yang terang benderang dengan cahaya islam.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membimbing, mengarahkan dan membantu penulis baik berupa bantuan moril maupun materil dalam penyusunan proposal ini, kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Asri Jaya HS, ST., MT. Selaku Ketua Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Dr. Adi Toggiroh, S.T., M.T Selaku Penasehat Akademik dan pembimbing I pada tugas akhir ini yang telang meluangkan waktu dan ilmu kepada penulis.
3. Bapak Ir. Agustinus Tupenalay, M.Si Selaku Pembimbing Pemetaan Geologi serta skripsi yang selalu memberikan saran-saran serta pemikirannya dalam pembuatan skripsi ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin atas segala bimbingan dan nasehatnya.

5. Staf Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin, atas bantuannya dalam pengurusan administrasi penelitian.
6. Ayahanda dan ibunda tercinta, atas dukungannya baik moril maupun materil serta doa restu yang senantiasa terucapkan tiada henti yang kemudian menjadi sumber semangat bagi peneliti dalam menyelesaikan segala tantangan.
7. Rekan – rekan seangkatan Teknik Geologi Universitas Hasanuddin angkatan 2015 (AGATE) yang senantiasa memberikan semangat serta menemani di segala suka maupun duka perjalanan penulis dalam mengarungi dunia kampus.
8. Serta kepada seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas segala bantuan dan dorongan yang diberikan selama ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak memiliki kekurangan, sehingga segala saran dan kritik yang sifatnya membangun sangat diperlukan dalam perbaikan skripsi ini. Akhir kata semoga laporan tugas ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca, khususnya bagi penulis.

Makassar, April 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN TUJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>ABSTRAK</b> .....	xiv
<b>BAB I      PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1      Latar Belakang .....	1
1.2      Rumusan Masalah .....	2
1.3      Tujuan Penelitian .....	2
1.4      Batasan Masalah.....	3
1.5      Lokasi Penelitian dan Kesampaian Daerah.....	3
1.6      Alat dan Bahan.....	4
1.7      Manfaat Penelitian .....	4
1.8      Peneliti Terdahulu .....	5

<b>BAB II</b>	<b>TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
2.1	Geologi Regional .....	6
2.1.1	Geomorfologi Regional.....	6
2.1.2	Stratigrafi Regional .....	7
2.1.3	Struktur geologi Regional .....	11
2.2	Nikel Laterit .....	13
2.2.1	Genesa Endapan Nikel laterit.....	16
2.2.2	Faktor yang memengaruhi pembentukan nikel laterit.....	18
2.2.3	Profil Endapan Nikel laterit.....	20
2.3	Batuan Ultrabasa .....	22
2.4	Serpentinisasi.....	23
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>25</b>
3.1	Metode Penelitian .....	25
3.2	Tahapan Penelitian .....	25
3.3	Metode Analisis Data .....	26
3.3.1	Analisis Data Pengeboran .....	26
3.3.2	Fraksinasi Sampel.....	28
3.4	Analisis Laboratorium.....	30
3.4.1	Analisis Petrografi .....	30
3.4.2	Analisis XRF .....	30



3.5	Penyusunan Laporan .....	31
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
4.1	Geologi Daerah Penelitian .....	33
4.1.1	Batuan Ultramafik Daerah penelitian .....	33
4.1.2	Struktur Geologi Daerah Penelitian.....	34
4.1.3	Topografi .....	36
4.2	Data Pengeboran .....	36
4.3	Deskripsi Endapan Nikel Laterit Daerah Penelitian .....	40
4.3.1	Tanah Penutup/ Overburden .....	40
4.3.2	Lapisan Limonit .....	41
4.3.3	Lapisan Saprolit .....	41
4.4	Kadar Ni dan Fe pada fraksi (-2) .....	42
4.5	Kadar Ni dan Fe pada fraksi (-1) .....	44
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP .....</b>	<b>47</b>
5.1	Kesimpulan.....	47
5.2	Saran.....	47
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>48</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	
	Deskripsi Petrografi	

## **LAMPIRAN LEPAS**

Peta Stasiun Pengeboran

Peta Sebaran Fraksi -2

Peta Sebaran Fraksi -1

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1.1	Peta tunjuk lokasi daerah penelitian .....3
Gambar 2.1	Peta geologi regional daerah penelitian.....6
Gambar 2.2	Profil nikel laterit. ....22
Gambar 2.3	Stabilitas Plagioklas, spinel, dan Garnet Lherzolit pada diagram suhu dan tekanan ( Gill, 2010)an.....23
Gambar 3.1	Metode pemboran untuk mendapatkan data bawah permukaan.....28
Gambar 3.2	Data coring yang mewakili data bawah permukaan.....28
Gambar 3.3	Tahapan fragmentasi sampel .....31
Gambar 3.4	Diagram Alir Tahapan Penelitian .....33
Gambar 4.1	(A)Singkapan batuan ultramafik daerah penelitian (B)Dunit. ....35
Gambar 4.2	Kenampakan sayatan tipis “pyroxene – hornblende - peridotite” memperlihatkan mineral penyusun berupa mineral olivin (ol), piroksin (pi), serpentin (srp) hornblende (hbl) dan mineral opak (op). Perbesaran 50X. ....35
Gambar 4.3	Struktur kekar pada ultramafik dunit difoto ke arah N205 <sup>0</sup> E.....36
Gambar 4.4	Struktur kekar pada data bor ultramafik dunit.....36
Gambar 4.5	Kenampakan topografi batuan penyusun ultramafic. ....37
Gambar 4.6	Kenampakan permukaan tanah penutup.....41

Gambar 4.7	Kenampakan lapisan limonit .....	42
Gambar 4.8	Kenampakan lapisan saprolit dan batuan ultramafik.....	43
Gambar 4.9	Perubahan kadar Ni pada fraksi -2. ....	44
Gambar 4.10	Perubahan kadar Fe pada fraksi -2. ....	45
Gambar 4.11	Perubahan kadar Ni pada fraksi -1. ....	46
Gambar 4.12	Perubahan kadar Fe pada fraksi -1. ....	37

## DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
<b>Tabel 2.1</b>	Peran beberapa elemen selama pelapukan laterit .....	15
<b>Tabel 4.1</b>	Nilai kadar Ni dan Fe pada fraksi (-2).....	38
<b>Tabel 4.2</b>	Nilai kadar Ni dan Fe pada fraksi (-1).....	39

## ABSTRAK

Secara administratif daerah penelitian termasuk dalam daerah Torobulu, Kecamatan Laeya, Kabupaten Konawe Selatan, Provinsi Sulawesi Tenggara. Secara astronomis terletak pada  $120^{\circ} 26' 00''$  BT -  $120^{\circ} 28' 00''$  BT (Bujur Timur) dan  $05^{\circ} 36' 00''$  LS –  $05^{\circ} 38' 00''$  LS (Lintang Selatan). Lokasi penelitian termasuk dalam Formasi Eeimoko.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perilaku geokimia Ni dan Fe fraksi - 2 dan -1 serta jenis fraksi pada potensi bijih nikel laterit di daerah penelitian.dengan metode *X-Ray Fluorescence* dan analisis petrografi.

Dalam penelitian ini ditemukan perilaku geokimia pada kadar Ni dan Fe memiliki perbandingan berbeda dimana kadar Ni meningkat ada lapisan saprolit dan kadar Fe meningkat pada lapisan limonit. Berdasarkan hasil analisis, Jenis fraksi -1 dan -2, memiliki perbedaan kadar pada Ni dan Fe. Dan Potensi kadar Ni dan Fe lebih baik pada fraksi -1.

Kata kunci : Nikel, Nikel Laterit, *X-Ray Fluorescence*

## **ABSTRACT**

*Administratively, the research area is included in the Torobulu area, Laeya District, South Konawe Regency, Southeast Sulawesi Province. Astronomically it is located at 120 ° 26 '00 "East Longitude - 120 ° 28' 00" East Longitude (East Longitude) and 05 ° 36 '00 "South Latitude - 05 ° 38' 00" South Latitude). The research location is included in the Eeimoko Formation.*

*This study aims to determine the geochemical behavior of Ni and Fe fractions -2 and -1 and the types of fractions on the potential of laterite nickel ore in the study area using the X-Ray Fluorescence method and petrographic analysis.*

*In this study, it was found that the geochemical behavior of the Ni and Fe levels had different ratios where the Ni content increased in the saprolite layer and the Fe content increased in the limonite layer. Based on the analysis, the types of fractions -1 and -2 have different levels of Ni and Fe. And the potential levels of Ni and Fe are better at fraction -1.*

*Keynotes : Nickel, Nickel Laterite, X-Ray Fluorescence*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Endapan nikel laterit merupakan endapan hasil proses pelapukan lateritik batuan induk ultramafik (peridotit, dunit dan serpentinit) yang mengandung Ni dengan kadar tinggi, agen pelapukan tersebut berupa air hujan, suhu, kelembaban, topografi, dan lain-lain. 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.

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

Keberadaan endapan nikel di Sulawesi Tenggara memiliki kesamaan genesa dibanding endapan nikel laterit di Sorowako yang umumnya dipengaruhi oleh kandungan silika dan besi (Tonggiroh, 2012). Perbedaan tersebut diperkirakan mempengaruhi kadar Ni endapan laterit yang juga mempengaruhi kualitas kadar bijih nikel pada daerah penambangan PT.Aispectra. Kendala yang dialami oleh perusahaan ini adalah kualitas kadar untuk memenuhi permintaan



pembeli (buyer) yang memiliki smelter pengolahan bijih nikel. Oleh sebab itu PT.Aispectra memberikan tugas penelitian yang berhubungan kebutuhan pabrik sesuai ukuran bijih nikel (-1 dan -2).

Dengan menggunakan data hasil pemboran Daerah Torobulu dan data hasil analisis XRF (X-Ray Fluorescence), penelitian ini merupakan upaya dalam rangka menjawab kualitas dengan adanya perbedaan sifat fisik lapangan dan kadar geokimianya pada ukuran (-1) dan ukuran (-2).

Penelitian ini juga menggunakan beberapa faktor, seperti : sifat fisik endapan nikel laterit yang nampak di atas permukaan meliputi jenis laterit, litologi dan kondisi topografinya. Hasil penelitian dituangkan dalam judul "Karakteristik Geokimia Fraksi -1 Ni Fe dan -2 Ni Fe Pada Endapan Nikel Laterit Daerah Torobulu Sulawesi Tenggara".

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana perilaku geokimia Ni dan Fe fraksi -1 dan fraksi -2 pada Endapan Nikel Laterit Daerah penelitian ?
2. Bagaimana perilaku geokimia Ni dan Fe pada fraksi -1 dan Fraksi -2 pada bijih nikel laterit ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian, sebagai berikut :

1. Mengetahui perilaku geokimia Ni dan Fe pada fraksi -2 dan Fraksi -1 endapan nikel laterit daerah penelitian

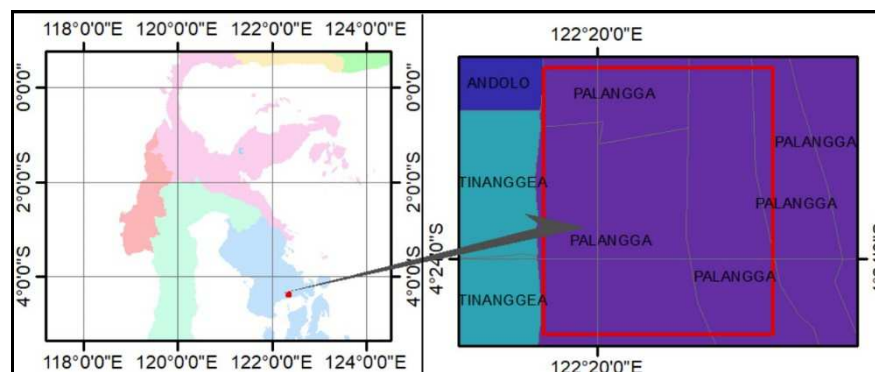
2. Menentukan kualitas jenis fraksi yang berpotensi sebagai bijih nikel laterit guna memenuhi kebutuhan pabrik

#### 1.4 Batasan Masalah

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

#### 1.5 Lokasi dan Waktu Penelitian

Secara administratif daerah penelitian termasuk dalam wilayah Kecamatan Laeya Kabupaten Konawe Selatan Provinsi Sulawesi Tenggara (Gambar 1.1). Secara geografis terletak pada koordinat  $122^{\circ}22'00''$  -  $122^{\circ}23'00''$  Bujur Timur dan  $04^{\circ}22'00''$  -  $04^{\circ}24'00''$  Lintang Selatan.



**Gambar 1.1** Peta tunjuk lokasi penelitian

Penelitian lapangan dilaksanakan selama satu bulan dari bulan September sampai Oktober 2020.

## 1.6 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang akan digunakan selama kegiatan penelitian ini terbagi dalam dua kategori yakni alat yang digunakan pada saat di lapangan dan alat yang digunakan pada saat analisa laboratorium dan pengolahan data:

Alat yang digunakan pada saat di lapangan adalah sebagai berikut:

1. Peta Topografi bersekala 1 : 25.000 yang merupakan hasil perbesaran dari peta rupa bumi sekala 1 : 50.000 terbitan Bakosurtanal Edisi I tahun 1991.
2. Global Positioning System (GPS tipe Garmin e-trex 10)
3. Software digitasi peta *Arc GIS 10.7*
4. Kompas geologi
5. Palu geologi
6. Loupe dengan pembesaran 10 x
7. Buku catatan lapangan
8. Kamera digital
9. Kantong sampel
10. Alat tulis menulis
11. Busur
12. Penggaris
13. Ransel lapangan (Daypack)
14. Perlengkapan pribadi

Adapun alat dan bahan yang akan digunakan selama analisis laboratorium adalah sebagai berikut :

1. Mikroskop polarisasi untuk analisis petrografi.

2. Sampel megaskopis berupa sampel untuk sayatan tipis dan analisis geokimia batuan
3. Alat tulis-menulis
4. Laptop
5. Foto sayatan tipis
6. Literatur

### **1.7 Manfaat Penelitian**

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

### **1.8 Peneliti Terdahulu**

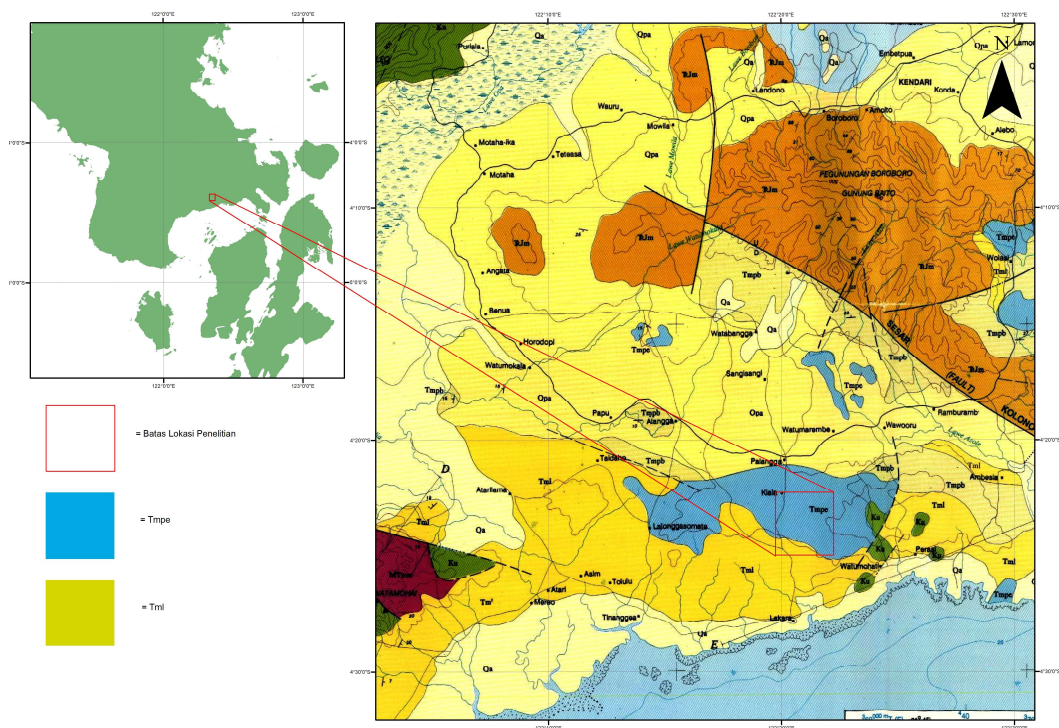
Peneliti yang telah melakukan penelitian pada daerah penelitian diantaranya:

- a. Rusmana, E., Sukido, Sukarna, D., Haryono, E., Simandjuntak, T.O. 1993. Keterangan Peta Geologi Lembar Lasusua – Kendari, Sulawesi Tenggara, skala 1:250.000. Puslitbang Geologi, Bandung.
- b. Sukanto, R. 1975. Structural of Sulawesi In The Light of Plate Tectonic. Dept.of Mineral & Energi, Jakarta 21.
- c. Surono, 2013, Geologi Lengan Tenggara Sulawesi, Badan Geologi, Kementrian Energi dan Sumber daya Mineral, Bandung.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Geologi Regional

Geologi regional daerah penelitian meliputi geomorfologi, stratigrafi dan struktur geologi.



Gambar 2.1 Peta Geologi Regional

#### 2.1.1 Geomorfologi Regional

Menurut Simandjuntak, dkk (1994) pada peta lembar Kolaka-Sulawesi, membagi morfologi daerah penelitian dalam empat satuan yaitu pegunungan, perbukitan, daerah karst, dan dataran rendah.

Daerah pegunungan tersebar di bagian barat (Pegunungan Anggowala) dan bagian timur (Pegunungan Boroboro) dan sebagian Pulau Kabaena (Pegunungan Sambapaluli). Ketinggian medan antara 600 – 1500 meter di atas muka laut

dengan lereng yang umum curam. Sungai di daerah pegunungan biasanya memiliki banyak percabangan dan di beberapa tempat membentuk pola sejajar. Lembahnya umumnya berbentuk V dan curam.

Perbukitan terdapat di tiga daerah. Di bagian barat terbentang hampir utara – selatan, di bagian timur yang berbanjar barat – timur dan di bagian utara Pulau Kabaena. Ketinggiannya berkisar dari 100 – 600 meter di atas muka laut. Pola aliran umumnya memperlihatkan percabangan dengan dasar lembahnya agak datar dan memperlihatkan pengikisan ke samping lebih kuat. Pada musim hujan, sungai berair penuh dan bahkan melimpah, tetapi pada musim kemarau sebagian sungai tidak berair ataupun airnya hanya setempat.

Daerah karst terdapat di beberapa bagian lembar terutama di antara Boepinang hingga Toari, dekat Pudaria hingga Kolono, Teluk Wawosungu hingga Tanjung Kolono, Lalonggosumate hingga Parasi, dan sebagian di Pulau Kabaena. Ketinggiannya mencapai hampir 700 meter dari muka laut dan di Pulau Kabaena bahkan melebihi 100 meter. Satuan ini umumnya dibentuk oleh batugamping dengan pola alirannya secara umum banyak percabangan dan setempat terdapat di bawah tanah. Diantara Boepinang hingga Toari satuan ini memperlihatkan adanya undak-undak terumbu koral.

Dataran rendah terluas menempati bagian tengah dan beberapa tempat dekat pantai, ketinggian hingga 150 meter dari muka laut. Pola aliran umumnya sejajar, pada beberapa tempat memperlihatkan pengikisan ke samping lebih kuat.

### **2.1.2 Stratigrafi Regional**

Simandjuntak, dkk. (1994) berdasarkan himpunan batuan, struktur dan umur, secara regional di Lembar Kolaka terdapat dua mandala geologi yang sangat berbeda yang saling bersentuhan: Mandala Sulawesi Timur dan Mandala Anjungan Tukangbesi – Buton. Berdasarkan pada pembagian tersebut maka daerah penelitian termasuk dalam Mandala Geologi Anjungan Tukangbesi – Buton.

Anjungan Tukangbesi – Buton dicirikan oleh satuan sedimen pinggirah benua yang beralaskan batuan malihan yang berumur Permo – Karbon. Batuan penyusunnya berupa sekis mika, sekis kuarsa, sekis klorit, sekis mika, ampibol, sekis grafit dan genes. Di atas batuan malihan itu secara tak selaras menindih batuan sedimen klastika yaitu Formasi Meluhu (TrJm) dan sedimen karbonat Formasi Laonti (TrJl). Keduanya diperkirakan berumur Trias Akhir – Jura Awal. Formasi Meluhu yang secara regional menyusun daerah penelitian terdiri batupasir terubah, batusabak, fillit, kuarsit serta sisipan batugamping malih. Batusabak, batupasir terubah, dan batugamping malih tersingkap baik di daerah penelitian. Batusabak merupakan penyusun utama formasi ini, selain fillit.

Batusabak mempunyai kenampakan berwarna kelabu, berbutir sangat halus, mengkilap pada permukaan, menunjukkan belahan yang baik dan biasanya searah dengan foliasi. Perlapisan sangat jelas dengan ketebalan beberapa cm sampai 20 cm.

Batupasir terubah mempunyai kenampakan berwarna kelabu muda hingga kelabu tua, kerass, berbutir halus – sangat kasar, menyudut tanggung, terdiri dari

kuarsa, feldspar terubah, keping sela dan mineral mafik. Perlapisan masih jelas dengan ketebalan beberapa cm hingga 50 cm. Batuan ini hadir sebagai sisipan.

Batugamping malih, berwarna kelabu tua hingga tua dan putih, mengkilap, terhablur ulang, sebagian terpualamkan, mengandung barik kalsit di beberapa tempat, memperlihatkan belahan larut tekan, perlapisan masih jelas, tebal antara 20 hingga 25 cm.

Pada Subzaman Neogen terjadi ketidakselarasan pada kedua mandala yang saling bersentuhan ini, yang kemudian diendapkan sedimen kelompok Molasa Sulawesi. Formasi Langkowala (Tml) sebagai molasa tertua di kelompok ini, diperkirakan berumur Akhir Miosen Tengah . Formasi ini terdiri dari batupasir dan konglomerat. Formasi Langkowala mempunyai anggota konglomerat yang keduanya berhubungan menjemari. Fosil tidak ditemukan dalam formasi ini, diendapkan di lingkungan laut dangkal – darat.

Diatas Formasi Langkowala menindih secara selaras bantuan berumur Miosen Akhir hingga Pliosen yang terdiri dari Formasi Eemoiko (Tmpe) dan Formasi Boepinang (Tmpb). Formasi Eemoiko dibentuk oleh batugamping koral, kalkarenit, batupasir gampingan dan napal.

Formasi Boepinang terdiri atas batulempung pasiran, napal pasiran, napal pasiran dan batupasir. Batulempung pasiran berwarna abu-abu muda, agak mampat, agak lunak-lunak, memperlihatkan perarian oleh perbedaan warna, berlapis baik, tebal (20 - 30) cm.



Napal pasiran, berwarna kelabu hingga putih, agak mampat, lunak – agak lunak, memperlihatkan perairan berlapis tipis, tebal 30 cm – 1 m, setempat pejal dan terdapat sisipan kalsilutit setebal (15 - 30) cm.

Batupasir, berwarna kelabu kehijauan hingga kelabu tua, umumnya berbutir halus hingga lanauan dan lempungan, agak padat hingga padat, setempat terdapat konglomerat dan mengandung moluska.

Kandungan fosil foraminifera kecil yang teramati didalam formasi ini adalah *Globorotalia tumida* (BRADY), *Globorotalia menardii* (D'ORBIGNY), *Globorotalia acostaensis* BLOW, *Globorotalia fexuosa* KOCH, *Globigerinoides imamturnus* LE ROY, *Globigerinoides extremus* BOLLI dan BERMUDES, *Globigerinoides sacculiher* (BRADY), *Pulleniatina primalis* BANNER dan BLOW, *Sphaerodinellopsis seminulina* (SCHUAGER), dan *hastigerina* sp. Berdasarkan kisran umur fosil tersebut dan kedudukan stratigrafi, umur formasi boeinang berkisar antara Miosen Akhir-Pliosen (Kadar, 1983, hubungan tertulis) dan terendakan pada lingkungan laut dangkal hingga darat. Pada daerah penelitian, Batulempang, Napal, dan Batupasir, tersingkap dengan baik.

Secara tak selaras Formasi Eimoiko dan Formasi Boepinang tertindih oleh Formasi Alangga (Opa) dan Formasi Buara (Qpb) yang saling menjemari. Formasi Alangga terbentuk oleh konglomerat dan batupasir yang belum padat. Pada Formasi ini tidak di jumpai adanya fosil, berdasarkan stratigrafinya Formasi Alangga di duga berumur Plistosen dengan lingkungan pengendapannya darat. Formasi Buara tersusun atas terumbu koral, setempat terhad lensa konglomerat dan batu pasir yang belum padat. Kandungan Fosil yang di temukan

pada formasi Buara adalah: *Candeina nitida* D'ORBIGNY, *Hastigerina sp*, *Orbulina universa* D'ORBIGNY dan *Ostroda*. Berdasarkan kandungan fosil tersebut menunjukkan formasi ini berumur dari Plistosen – Holosen lingkungan pengendapannya laut dangkal.

Pada daerah penelitian, batupasir dan konglomerat dari Formasi Alangga tersingkap dengan baik. Konglomerat, berwarna putih kelabu hingga kelabu kekuningan, penyusun utamanya kuarsa, setempat batuan ultra mafik dan malih; butiran antara 0,5 – 5 cm dan setempat mencapai 12 cm. Terpilah buruk, massa dasar pasir kuarsa, belum padat dan setempat terikat oleh oksida besi, berlapis buruk hingga tak berlapis. Setempat struktur sedimen silangsiur ukuran kecil tebal berlapisan 10 – 100 cm.

Batupasir, berwarna kuning kecoklatan hingga kuning kemerahan, mineral penyusunnya kuarsa dan sedikit mineral hitam; berbutir kasar – sangat kasar, terpilah buruk. Menyudut tanggung – membudar tanggung, kemas tertutup, setempat tersemen oleh oksida besi dan belum padat. Terdapat perlapisan bersusun dan silang siur ukuran kecil. Tebal lapisan antara 10 – 50 cm dan pada beberapa tempat berbentuk lensa.

Satuan termuda pada daerah ini adalah endapan rawa, sungai dan kolovium.

### **2.1.3 Struktur Geologi Regional**

Daerah lengan timur Sulawesi, merupakan daerah yang memiliki struktur geologi dan tektonik yang kompleks dan rumit, di mana sangat erat kaitannya dengan perkembangan tektonik Sulawesi secara umum. Banyak teori dan

hipotesis yang telah dikemukakan para ilmuwan mengenai perkembangan daerah ini, umumnya berdasarkan teori tektonik lempeng (Sukamto, 1975, Simandjuntak, 1980, 1986, Silver, 1983, Sukamto dan Simandjuntak, 1982 dalam Simandjuntak dkk, 1994).

Simandjuntak dkk, 1994 dalam Lembar Kolaka menyatakan bahwa sesar Anggowala adalah merupakan sesar utama di daerah ini, merupakan sesar mendatar menganan (dekstral). Sesar ini berarah barat laut – tenggara diduga melanjut ke utara dan bersambung dengan sesar Matano di Lembar Malili. Sesar ini diduga aktif kembali pada awal Tersier, akibat pergerakan tektonik diantaranya pengaruh gerakan benua kecil (minikontinen) ke arah barat. Sesar lainnya yang dijumpai di daerah ini berukuran lebih kecil, dan merupakan sesar tingkat berikutnya, diantaranya terdapat juga sesar bongkah yang terjadi pada Kala Plio-Plistosen.

Selanjutnya dijelaskan, lipatan yang terdapat di daerah ini adalah lipatan terbuka berupa lipatan lemah dengan kemiringan lipatan tidak melebihi  $20^0$  dan berkembang dalam batuan berumur Neogen. Sumbu lipatan biasanya bergelombang, berarah utara – selatan di bagian barat lembar, dan barat laut – tenggara di bagian tengah dan timur lembar peta ini.

Kekar dijumpai pada semua batuan terutama batuan beku (Kompleks Ultramafik dan Mafik), batuan sedimen malih Mesozoikum, dan batuan malihan (Kompleks Pompangeo). Dalam batuan Neogen kekar kurang berkembang. Kekar ini diperkirakan terbentuk dalam beberapa masa, sejalan dengan pencanangan yang terjadi di daerah ini.

Struktur dan geologi lembar Kolaka memperlihatkan bahwa daerah ini merupakan bagian dari pinggiran yang aktif. Himpunan batuan, struktur dan umur menunjukkan bahwa daerah ini dapat dibagi menjadi dua bagian yang sangat berbeda yakni batuan pindahan, terdiri dari ofiolit batuan malihan, dan sedimen pinggiran benua berumur Trias – Jura dan batuan autohton berupa sedimen pasca orogenesis Neogen (Kel. Molasa Sulawesi), dan batugamping terumbu Kuarter (Simandjuntak, 1994).

Pada zaman Trias terendapkan batuan tipe “flysch” (Formasi Meluhu) dan karbonat (Formasi Laonti). Batuan ini diduga terendapkan dalam cekungan pinggiran benua di Anjungan Tukangbesi – Buton. Di bagian cekungan ini pengendapan berlangsung hingga Eosen (Sikumbang dan Sanyoto, 1982 dalam Simandjuntak dkk, 1994).

Selanjutnya dijelaskan bahwa selama Paleogen terjadi rumpang pengendapan, terutama di Mandala Geologi Sulawesi Timur. Hal ini diduga akibat kegiatan tektonik yang tidak memungkinkan pengendapan sedimen. Pada masa ini diduga terjadi penganangan yang kuat, menimbulkan terbentuknya perlipatan dan pensesaran. Kegiatan tektonik ini mencapai puncaknya pada Miosen Tengah yang mengakibatkan tersesarkannya Jalur Ofiolit Sulawesi Timur ke atas Mandala Tukangbesi – Buton. Masa kegiatan tektonik kemudian diikuti oleh penurunan yang mengakibatkan genanglaut yang kuat ke seluruh daerah tersebut. Di penghujung Miosen Tengah dimulai pengendapan sedimen klastik tipe Molasa. Pada Miosen Akhir hingga Pliosen terendapkan batuan karbonat dan karbonat klastik.

Pada kala Plio – Plistosen terjadi kegiatan-kegiatan tektonik yang kuat menghasilkan beberapa sesar bongkah, sehingga terbentuk sejumlah terban. Terban tersebut berkembang menjadi cekungan-cekungan kecil. Dalam cekungan ini terendapkan sedimen klastik kasar (Formasi Alangga), dan di beberapa tempat pertumbuhan terumbu (Formasi Buara). Pada bagian tertentu terjadi pembentukan endapan alluvium, rawa, sungai dan pantai yang berlangsung terus hingga sekarang (Simandjuntak dkk, 1994).

## 2.2 Nikel Laterit

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*).

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 &amp; 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 &amp; 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 &amp; maghemite) and hydroxides (turgite, goethite, hydrogoethite, limonite, ferrihydrite, xanthosiderite &amp; 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 <sup>++</sup>) cukup larut dalam air tanah sedangkan zat besi (Fe <sup>+++</sup>) 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.

### **2.2.1 Genesa Endapan Nikel Laterit**

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

Air permukaan yang mengandung CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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*).

### **2.2.2 Faktor Yang Mempengaruhi Pembentukan Laterit Nikel.**

Faktor yang dapat memengaruhi pembentukan nikel laterit diantaranya.

a. Batuan asal. Adanya batuan asal merupakan syarat utama untuk terbentuknya endapan nikel laterit, macam batuan asalnya adalah batuan ultra basa. Dalam hal ini pada batuan ultra basa tersebut: - terdapat elemen Ni yang paling banyak di antara batuan lainnya - mempunyai mineral-mineral yang paling mudah lapuk atau tidak stabil, seperti olivin dan piroksin - mempunyai komponen-komponen yang mudah larut dan memberikan lingkungan pengendapan yang baik untuk nikel.

b. Iklim. Adanya pergantian musim kemarau dan musim penghujan dimana terjadi kenaikan dan penurunan permukaan air tanah juga dapat menyebabkan terjadinya proses pemisahan dan akumulasi unsur-unsur. Perbedaan temperatur yang cukup besar akan membantu terjadinya pelapukan mekanis, dimana akan terjadi rekahan-rekahan dalam batuan yang akan mempermudah proses atau reaksi kimia pada batuan.

c. Reagen-reagen kimia dan vegetasi. Yang dimaksud dengan reagen-reagen kimia adalah unsur-unsur dan senyawa-senyawa yang membantu mempercepat proses pelapukan. Air tanah yang mengandung CO<sub>2</sub> memegang peranan penting di dalam proses pelapukan kimia. Asam-asam humus menyebabkan dekomposisi batuan dan dapat mengubah pH larutan. Asam-asam humus ini erat kaitannya dengan vegetasi daerah. Dalam hal ini, vegetasi akan mengakibatkan: penetrasi air dapat lebih dalam dan lebih mudah dengan mengikuti jalur akar pohon-pohonan, akumulasi air hujan akan lebih banyak,

humus akan lebih tebal. Selain itu, vegetasi dapat berfungsi untuk menjaga hasil pelapukan terhadap erosi mekanis.

d. Struktur. Struktur yang sangat dominan yang terdapat di daerah Penelitian ini adalah struktur kekar (joint) dibandingkan terhadap struktur patahannya. Seperti diketahui, batuan beku mempunyai porositas dan permeabilitas yang kecil sekali sehingga penetrasi air sangat sulit, maka dengan adanya rekahan-rekahan tersebut akan lebih memudahkan masuknya air dan berarti proses pelapukan akan lebih intensif.

e. Topografi. Keadaan topografi setempat akan sangat memengaruhi sirkulasi air beserta reagen-reagen lain. Untuk daerah yang landai, maka air akan bergerak perlahan-lahan sehingga akan mempunyai kesempatan untuk mengadakan penetrasi lebih dalam melalui rekahan-rekahan atau pori-pori batuan. Akumulasi endapan umumnya terdapat pada daerah-daerah yang landai sampai kemiringan sedang, hal ini menerangkan bahwa ketebalan pelapukan mengikuti bentuk topografi. Pada daerah yang curam, secara teoritis, jumlah air yang meluncur (run off) lebih banyak daripada air yang meresap ini dapat menyebabkan pelapukan kurang intensif.

f. Waktu. Waktu yang cukup lama akan mengakibatkan pelapukan yang cukup intensif karena akumulasi unsur nikel cukup tinggi.

### **2.2.3 Profil Endapan Nikel Laterit**

Profil Nikel laterit pada umumnya adalah terdiri dari 4 zona gradasi sebagai berikut : ( Ahmad, 2006 )

a. Tanah Penutup atau Top soil (biasanya disebut “Iron Capping”) Tanah residu berwarna merah tua yang merupakan hasil oksidasi yang terdiri dari masa hematit, goethit serta limonit. Kadar besi yang terkandung sangat tinggi dengan kelimpahan unsur Ni yang sangat rendah.

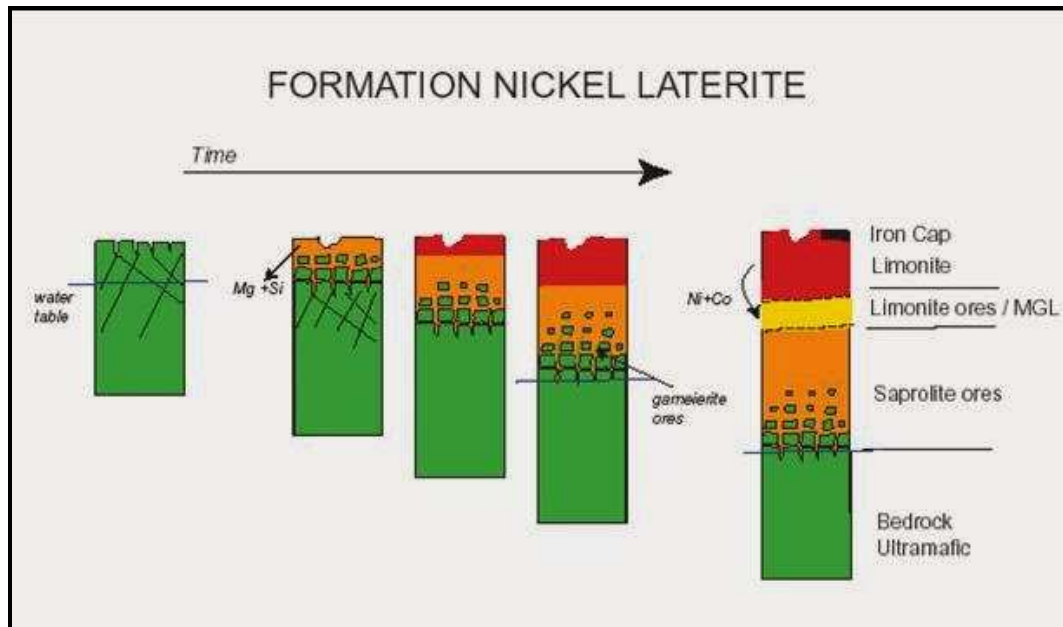
b. Zona Limonit Berwarna merah coklat atau kuning, berukuran butir halus hingga lempungan, lapisan kaya besi dari limonit soil yang menyelimuti seluruh area.

c. Zona lapisan antara atau “Silica Boxwork” Zona ini jarang terdapat pada batuan dasar (bedrock) yang serpentinisasi. Berwarna putih – orange chert, quartz, mengisi sepanjang rekahan dan sebagian menggantikan zona terluar dari unsertentine fragmen peridotit, sebagian mengawetkan struktur dan tekstur dari batuan asal. Terkadang terdapat mineral opal, magnesit. Akumulasi dari garnierit-pimelit di dalam boxwork mungkin beras.

d. Zona Saprolit Merupakan campuran dari sisa – sisa batuan, bersifat pasiran, saprolitic rims, vein dari garnierite, nickeliferous quartz, mangan dan pada beberapa kasus terdapat silika bozwork, bentukan dari suatu zona transisi dari limonit ke bedrock. Terkadang terdapat mineral quartz yang mengisi rekahan, mineral primer yang terlupakan, chlorit. Garnierite dilapangan biasanya diidentifikasi sebagai “colloidal talk” dengan lebih atau kurang nickeliferous serpentine. Struktur dan tekstur batuan asal masih terlihat.

e. Batuan dasar (Bedrock) Tersusun atas bongkahan atau blok dari batuan induk yang secara umum sudah tidak mengandung mineral ekonomis

(kadarnya sudah mendekati atau sama dengan batuan dasar). Bagian ini merupakan bagian terbawah dari profil laterit.



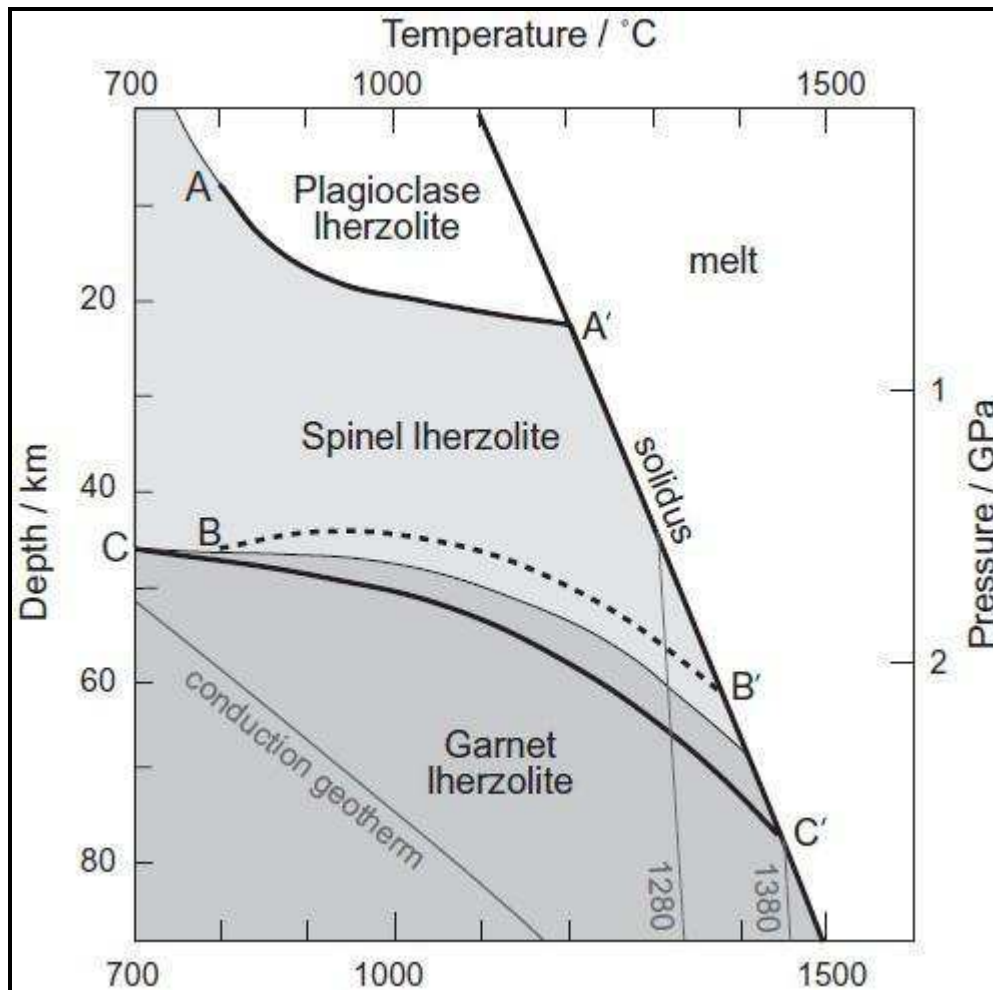
**Gambar 2.2** Profil nikel laterit

### 2.3 Batuan Ultrabasa

Batuan Ultrabasa hadir dalam bumi sebagai komponen utama penyusun mantel atas di bawah kerak benua atau kerak samudera (Kadarusman, 2009). Secara sederhana batuan beku ultramafik adalah batuan beku yang secara kimia mengandung kurang dari 45% SiO<sub>2</sub> dari komposisinya. Kandungan mineralnya didominasi oleh mineral-mineral berat dengan kandungan unsur-unsur seperti Fe dan Mg (Ahmad, 2006). Menurut McDonough dan Rudnick (1998), batuan ultrabasa umumnya tersusun atas olivin, ortopiroksen, klinopiroksen, dan fase alumina baik plagioklas, spinel atau garnet tergantung kesetimbangan suhu dan tekanannya. Batuan ultramafik merupakan batuan yang menjadi sumber bagi endapan nikel laterit dan nikel sulfida. Selain sebagai sumber nikel,

batuan ultramafik juga dapat menjadi induk dari kromit, logam dasar, kelompok logam platinum (PGM), intan, dan bijih besi laterit (Kadarusman, 2009).

Menurut Gill, (2010) batuan ultramafik yang paling segar tersusun seluruhnya oleh mineral anhydrous. Saat mineral hydrous seperti hornblend terbentuk pada batuan ultrabasa, itu dapat mengindikasikan hadirnya air selama proses kristalisasi. Batuan ultrabasa dan ultrabasa yang berasal dari manapun cenderung akan mengalami alterasi hidrothermal. Olivin dan ortopiroksen akan bereaksi dengan larutan fluida panas yang kemudian membentuk mineral serpentin. Batuan ultrabasa yang didominasi oleh mineral olivin akan berubah menjadi serpentin yang disebut dengan serpentinit. Metamorfisme tingkat rendah pada batuan ultrabasa akan menghasilkan batuan serpentin atau talk. Beberapa mineral dominan yang hadir dalam batuan ultrabasa, adalah sebagai berikut : (Gill (2010) olivin, orthopiroksen, klinopiroksen, spinel, garnet, plagioklas.



**Gambar 2.3** Stabilitas Plagioklas, spinel, dan Garnet Lherzolit pada diagram suhu dan tekanan ( Gill, 2010)

## 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 ( $\text{Fe}^{2+}$ ) menjadi ferri ( $\text{Fe}^{3+}$ ) 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.