

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

---

**ANALISIS GEOKIMIA PADA PROFIL ENDAPAN LATERIT  
DAERAH X TIPE *EAST BLOCK* PT. VALE INDONESIA TBK.,  
SOROAKO SULAWESI SELATAN**

**SKRIPSI**



OLEH :  
SYAHREZA MUSLIH ARAFAH  
D611 15 010

MAKASSAR  
2020

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

---

ANALISIS GEOKIMIA PADA PROFIL ENDAPAN LATERIT  
DAERAH X TIPE *EAST BLOCK* PT. VALE INDONESIA TBK.,  
SOROAKO SULAWESI SELATAN

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Kelulusan Matakuliah Skripsi Pada  
Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik  
Universitas Hasanuddin*

OLEH:  
SYAHREZA MUSLIH ARAFAH  
D611 15 010

MAKASSAR  
2020

**ANALISIS GEOKIMIA PADA PROFIL ENDAPAN LATERIT  
DAERAH X TIPE *EAST BLOCK* PT. VALE INDONESIA TBK.,  
SOROAKO SULAWESI SELATAN**

**SKRIPSI**



**Nama Mahasiswa : Syahreza Muslih Arafah**  
**No. Mahasiswa : D611 15 010**

**Tanggal Ujian : 17 November 2020**

**Tim Penguji :**

1. DR. IR. Kaharuddin MS, M.T. NIP. 19500421 198609 1 001
2. DR. IR. Musri Mawaleda, M.T. NIP. 19611231 198903 1 019

**Diketahui Oleh :**

**Ketua Departemen  
Teknik Geologi FT-UH**

**Dr.-Eng. Asri Jaya H.S, ST., MT**  
**Nip. 19690924 199802 1 001**

**Disetujui Oleh,**

**Pembimbing I**

**PROF. DR.-Eng. Adi Maulana, S.T., M.Phil**  
**Nip. 19800428 200501 1 001**

**Pembimbing II**

**DR. Ilham Alimuddin, S.T . MGIS**  
**Nip. 19690825 199903 1 001**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi ini merupakan karya orisinil saya dan sepanjang pengetahuan saya tidak memuat bahan yang pernah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain dalam rangka tugas akhir untuk memperoleh gelar akademik di Universitas Hasanuddin atau di Lembaga Pendidikan lainnya, dimanapun, kecuali yang telah dikutip sesuai kaidah yang berlaku. Saya juga menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya sendiri dan dibantu oleh pihak pembimbing.

Makassar, November 2020

**Penulis**



**Syahreza Muslih Arafah**

## SARI

Daerah penelitian berada pada daerah konsesi PT. Vale Indonesia Tbk Soroako Kecamatan Nuha Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan merupakan daerah yang sebagian besar tersusun oleh batuan ultrabasa yang bervariasi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui profil laterit pada daerah X *East Block*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu melakukan pengamatan di lapangan dan data *drillhole*, analisis laboratorium berupa petrografi dan geokimia. Data diolah dengan menggunakan *software Arcgis 10.3, Tools Macro* pada *Microsoft Excel* dan *Interdex 8.0* untuk menghasilkan *section*.

Berdasarkan hasil penelitian profil laterit daerah penelitian dibagi menjadi 3 zona yaitu Limonit, Saprolit, dan *Bedrock*, masing-masing zona memiliki ketebalan yang berbeda yang dipengaruhi oleh pelapukan, morfologi, dan intensitas struktur, unsur geokimia masing-masing profil laterit yaitu limonit dengan kandungan unsur Ni 1.66%, Fe 43.13%, SiO<sub>2</sub> 6.20%, MgO 1.80%, dan Co 0.162%. Pada saprolit dengan kandungan unsur Ni 2.03%, Fe 20.49%, SiO<sub>2</sub> 31.44%, MgO 14.92%, dan Co 0.050%. Pada batuan dasar dengan kandungan unsur Ni 0.5%, Fe 6.99%, SiO<sub>2</sub> 40.06%, MgO 33.88%, dan Co 0.01%.

Dari penelitian ini diharapkan akan muncul penggambaran yang jelas mengenai zona distribusi nikel laterit pada *east block* area tambang PT. Vale, yang digunakan sebagai acuan dalam proses penambangan bijih nikel dan pola korelasi bijih nikel.

Kata kunci : Nikel, Limonit, Saprolit, Batuan dasar, Ni, Fe, SiO<sub>2</sub>, MgO, dan Co

## **ABSTRACT**

*The research area is located on the concession area of PT. Vale Indonesia TBK Soroako Sub-district of East Luwu District, South Sulawesi Province. The area is largely composed by the various Ultramafic rocks.*

*The purpose of this research is to know laterite profile on the area of X East Block. The method used in this research is field observation and data Drillhole, laboratory analysis in the form of petrography and geochemistry. Data was processed using Arcgis 10.3 software, Tools macros in Microsoft Excel and Interdex 8.0 to generate the section.*

*Based on the research of Laterite profile research area divided into 3 zones, namely Limonite, Saprolit, and the stem rocks, each zone has different thickness that is influenced by weathering, morphology, and intensity of structures, the geochemical elements of each laterite profile are limonite with the content of elements Ni 1.66%, Fe 43.13%, SiO<sub>2</sub> 6.20%, MgO 1.80%, and Co 0162%. In Saprolit consists of Ni 2.03%, Fe 20.49%, SiO<sub>2</sub> 31.44%, MgO 14.92%, and Co 0050%. Bed rock consists of Ni 0.5%, Fe 6.99%, SiO<sub>2</sub> 40.06%, MgO 33.88%, and Co 0.01%.*

*This research shows a clear depiction of nickel laterite distribution zone in east block of PT Vale mining area and can be used as a reference for nickel ore mining process and nickel ore correlation patterns.*

*Keywords: nickel, Limonit, Saprolit, Bedrock, Ni, Fe, SiO<sub>2</sub>, MgO, and Co.*

## KATA PENGANTAR

*Assalamu' Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT karena berkat atas izin, rahmat serta hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “**Analisis Geokimia Pada Profil Endapan Laterit Daerah X Tipe *East Block* Pt. Vale Indonesia Tbk., Soroako Sulawesi Selatan**”.

Penyusunan laporan ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang telah memberikan semangat dan do'a kepada penulis dalam menghadapi setiap tantangan, sehingga sepatutnya pada kesempatan ini penulis menghaturkan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak **PROF. DR.-Eng. Adi Maulana, S.T., M.Phil** sebagai Dosen Pembimbing pertama Skripsi yang dengan tulus dan ikhlas telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk memberikan bimbingan kepada penulis.
2. Bapak **DR. Ilham Alimuddin, S.T. MGIS** sebagai Dosen Pembimbing kedua Skripsi yang dengan tulus dan ikhlas telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk memberikan bimbingan kepada penulis.
3. Bapak **Dr. Eng. Asri Jaya HS, S.T, MT** selaku Ketua Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.
4. Bapak **DR. IR. Kaharuddin MS, M.T.** sebagai dosen Penguji pada Seminar Hasil yang telah memberikan banyak saran dan masukan dalam pembuatan laporan ini.

5. Bapak **DR. IR. Musri Mawaleda, M.T.** sebagai dosen Penguji pada Seminar Hasil yang telah memberikan banyak saran dan masukan dalam pembuatan laporan ini.
6. Bapak **Safruddim, S.T., M.Eng** sebagai dosen Penguji pada Seminar Hasil yang telah memberikan banyak saran dan masukan dalam pembuatan laporan ini.
7. Ibu **Dr. Ir. Hj. Ratna Husain L, M.T** selaku Dosen Penasehat Akademik yang telah banyak memberikan masukan saran selama mengenyam pendidikan di Departemen Teknik Geologi.
8. Bapak Jasman sebagai Pembimbing selama Kerja Praktik di PT. Vale Indonesia Tbk. yang telah banyak memberikan arahan dan masukan selama Kerja Praktik.
9. Kedua orangtua tercinta yang selalu memberikan doa dan dukungan terbaiknya.
10. Teman-teman geologi angkatan 2015 (AGATE) atas bantuan selama pengelolaan dan penyusunan laporan penelitian serta doa dan dukungannya.
11. Pihak-pihak lain yang tidak sempat penulis sebutkan yang juga telah turut membantu dalam pembuatan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan koreksi dan saran yang sifatnya membangun sebagai bahan masukan yang bermanfaat demi perbaikan dan peningkatan diri dalam bidang ilmu pengetahuan.

Akhir kata semoga Skripsi ini dapat dimanfaatkan dan dapat memberikan sumbangsih pemikiran untuk perkembangan pengetahuan bagi penulis maupun bagi pihak yang berkepentingan.

Gowa, 1 November 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	i
<b>HALAMAN TUJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	iv
<b>SARI</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>BAB I      PENDAHULUAN</b>	
1.1      Latar Belakang .....	1
1.2      Rumusan Masalah .....	2
1.3      Batasan Masalah .....	2
1.4      Maksud dan Tujuan .....	2
1.5      Waktu dan Lokasi Penelitian .....	3
1.6      Manfaat Peneliti.....	4
<b>BAB II     TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1      Geologi Regional .....	5
2.1.1    Geomorfologi Regional .....	5
2.1.2    Geologi Daerah Sorowako .....	6
2.3      Kompleks Ultramafik .....	8
2.3.1    Ultramafik .....	8
2.3.2    Ofiolit .....	10
2.4      Endapan Nikel Laterit .....	11
2.4.1    Genesa Endapan Nikel Laterit.....	11
2.4.2    Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Perkembangan Laterit .....	15
2.4.3    Penyebaran dan Penampang Endapan Nikel Laterit .....	17
2.4.4    Tipe Endapan Laterit <i>East Block</i> Sorowako.....	23

<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN</b>	
3.1	Variabel Penelitian .....	26
3.1.1	Variabel Independen .....	26
3.1.2	Variabel Dependen .....	26
3.2	Metodologi Penelitian .....	27
3.2.1	Tahap Studi Literatur .....	27
3.2.2	Pengambilan Data Primer .....	28
3.2.2.1	Data <i>Logging</i> (Pengeboran) .....	28
3.2.3	Pengambilan Data Sekunder .....	29
3.2.3.1	Data <i>Assay</i> .....	29
3.2.4	Preparasi Sampel .....	29
3.3	Pengolahan Data .....	36
3.3.1	Proses Validasi Data .....	37
3.3.2	Pengolahan Data Statistik .....	38
3.3.3	Pengolahan Data Korelasi .....	39
3.3.4	Metode <i>Inverse Distance Weight</i> (IDW) .....	40
3.4	Penyusunan Laporan .....	40
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1	Hasil Penelitian .....	42
4.1.1	Analisis Data Pengeboran ( <i>coring</i> ) .....	42
4.1.1.1	Zona Limonit <i>East Block</i> .....	44
4.1.1.2	Zona Saprolit <i>East Block</i> .....	47
4.1.1.3	Zona Bedrock ( <i>Bedrock</i> ) <i>East Block</i> .....	50
4.2	Analisis Geokimia Pada Tiap Lapisan Profil Laterit .....	54
4.2.1	Kadar Ni Bijih Nikel ( <i>ore</i> ) <i>East Block</i> .....	59
4.3	Profil Nikel Laterit <i>East Block</i> .....	61
4.4	Mobilitas Unsur .....	66
<b>BAB V</b>	<b>Penutup</b>	
5.1	Kesimpulan .....	70
5.2	Keterbatasan Penelitian .....	71
5.3	Rekomendasi .....	71

## DAFTAR PUSTAKA

### LAMPIRAN :

1. Peta Titik Bor Daerah Penelitian
2. Peta Penyebaran Unsur Ni
3. Peta Geologi Daerah Penelitian
4. Deskripsi Petrografi

## DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
1.1	Peta Tunjuk Lokasi Daerah Penelitian PT. Vale Indonesia Tbk.....	3
2.1	Peta Geologi Daerah Soroako (Modifikasi dari Peta Lembar Malili, Sulawesi-2113 Bakosurtanal, 1991) .....	7
2.2	Profil ofiolit menurut Penrose Field Conference .....	11
2.3	Skema Pembentukan Endapan Nikel Laterit .....	14
2.4	Klasifikasi Lereng Menurut Van Zuidam (1985).....	16
2.5	Penampang Skematik Endapan Nikel Laterit Secara General Terhadap Relief Topografi.....	17
2.6	Penampang Laterit Hasil Pelapukan Yang Membagi Zona Saprolit. ....	21
2.7	Skema Penampang Laterit Memperlihatkan <i>Soft Saprolit</i> dan <i>Rocky Saprolit</i> . ....	22
2.8	Generalisasi Profil Laterit. ....	23
2.9	Penampang umum Nikel Laterit Soroako. ....	24
3.1	Aktivitas pengeboran untuk memperoleh <i>core</i> . ....	28
3.2	Kenampakan <i>core</i> hasil pengeboran. ....	28
3.3	Sampel yang tiba dimasukkan ke dalam <i>corebox</i> . ....	29
3.4	Proses <i>screening</i> sampel sesuai fraksi.....	30
3.5	Proses <i>quartering</i> .....	30
3.6	Proses timbang basah dan pengeringan sampel. ....	31
3.7	Sampel yang sudah dikeringkan .....	31
3.8	<i>Boyd Crusher</i> . ....	32
3.9	<i>Splitter</i> . ....	32

3.10	Kenampakan (A) <i>Continous Ring Mill</i> untuk menggerus (B) Sampel bijih Ni hingga 300 µm dengan (C) <i>disc</i> berdiameter 5 cm dengan metode pressed pellets.....	33
3.11	Proses homogenisasi sampel. ....	33
3.12	Instrumen <i>X-Ray Fluorescence Spectroscopy</i> di <i>Mine Rush Assay Laboratory</i> , PT Vale Indonesia Tbk. ....	35
3.13	Data <i>Spread sheet</i> yang merupakan data hasil pengeboran yang bersifat data sekunder.....	36
3.14	Data yang telah di validasi. ....	37
3.15	Diagram Alir Penelitian. ....	41
4.1	Kenampakan layer limonit yang terdiri atas (A) <i>red limonite</i> dan (B) <i>yellow limonite</i> .....	42
4.2	Kenampakan layer saprolit (X) yang masih memperlihatkan tekstur sisa dari batuan asal.....	43
4.3	Kenampakan <i>Bedrock</i> atau bedrock yang memiliki struktur masif. ....	43
4.4	Kenampakan profil laterit pada singakapan dipinggir jalan tambang yang memperlihatkan profil laterit dari tanah penutup, limonit, saprolit, dan bedrock ( <i>Bedrock</i> ).....	44
4.5	Foto <i>core</i> Zona Limonit Pada Titik Bor C180410.....	45
4.6	Kenampakan zona transisi dari Limonit ke Saprolit yang dicirikan perbedaan ukuran butir pada titik bor C180410.....	45
4.7	Kenampakan ketebalan minimum limonit pada penampang titik bor C148595.....	46
4.8	Kenampakan ketebalan maksimum limonit pada penampangan titik bor C180410. ....	46
4.9	Kenampakan penampang titik bor limonit <i>ore</i> dengan spesifikasi Fe > 30% dan Ni > 1.5%.....	47
4.10	Foto <i>core</i> Zona Saprolit Pada Titik Bor C148494. ....	48
4.11	Kenampakan ketebalan minimum saprolit pada penampang titik bor C155615.....	48

4.12	Kenampakan ketebalan maksimum saprolit pada penampang titik bor C148494.....	49
4.13	Kenampakan penampakan titik bor Saprolit <i>ore</i> dengan spesifikasi Ni > 1.5%. .....	49
4.14	Foto <i>core</i> Zona <i>Bedrock</i> Pada Titik Bor C180410. ....	50
4.15	Kenampakan Petrografi Sayatan Tipis Litologi Peridotit dengan Nomor Sayatan C159526.....	51
4.16	Klasifikasi Streckeisen (1976) dalam penentuan nama batuan berdasarkan kandungan mineral Olivin, Orthopiroksin, dan Clinopiroksin.....	51
4.17	Kenampakan Petrografi Sayatan Tipis Litologi Peridotit dengan Nomor Sayatan C148178.....	52
4.18	Klasifikasi Streckeisen (1976) dalam penentuan nama batuan berdasarkan kandungan mineral Olivin, Orthopiroksin, dan Clinopiroksin.....	52
4.19	Kenampakan Petrografi Sayatan Tipis Litologi Peridotit dengan Nomor Sayatan C148495.....	53
4.20	Klasifikasi Streckeisen (1976) dalam penentuan nama batuan berdasarkan kandungan mineral Olivin, Orthopiroksin, dan Clinopiroksin.....	53
4.21	Kenampakan Petrografi Sayatan Tipis Litologi Peridotit dengan Nomor Sayatan C157792.....	54
4.22	Klasifikasi Streckeisen (1976) dalam penentuan nama batuan berdasarkan kandungan mineral Olivin, Orthopiroksin, dan Clinopiroksin.....	54
4.23	Profil Geokimia (Limonit dan Saprolit) Perbandingan Unsur Ni dan Co. ....	56
4.24	Profil Geokimia (Limonit dan Saprolit) Perbandingan Unsur Fe, SiO <sub>2</sub> dan MgO.....	57
4.25	Histogram perbandingan unsur Ni pada lapisan Limonit dan Saprolit.....	59
4.26	Kenampakan foto <i>core</i> yang memperlihatkan rekahan yang terisi oleh garnierit dan mempunyai kadar Ni yang tinggi.....	60

4.27	Kenampakan foto <i>core</i> yang memperlihatkan rekahan yang terisi oleh silika dan mempunyai kadar Ni yang rendah. ....	60
4.28	Peta Ketebalan Limonit Daerah X <i>East Block</i> .....	62
4.29	Peta Ketebalan Saprolit Daerah X <i>East Block</i> .....	63
4.30	Distribusi Ni pada daerah penelitian .....	64
4.31	Profil Laterit daerah X <i>East Block</i> . ....	66
4.32	Profil Geokimia daerah penelitian. ....	69

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>		<b>Halaman</b>
2.1	Klasifikasi Tipe Endapan Biji Soroako.....	25
3.1	Data <i>assay</i> yang diperoleh dari rangkaian kegiatan pengeboran ....	36
3.2	Data Statistik Nilai Ketebalan Limonit.....	39
4.1	Data Statistik Nilai Ketebalan Lapisan Limonit dan Saprolit.....	61

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Laterit merupakan hasil dari pelapukan kimia batuan yang berada di permukaan bumi yang terdiri berbagai macam mineral-mineral primer yang tidak stabil oleh pelarutan air dan mineral-mineral baru akan terbentuk yang lebih stabil terhadap lingkungan permukaan. Laterit sangat penting terhadap pembentukan suatu *ore deposit* sebagai proses dari interaksi kimia dengan proses laterisasi yang menghasilkan terkonsentrasi beberapa elemen. Contoh yang terkenal dari laterit *ore deposit* yaitu aluminium bauxit dan pengayaan deposit bijih besi (Evans, 1993).

Batuan kerak samudera yang merupakan sumber laterisasi adalah batuan ultramafik. Batuan ultramafik menyebar luas di sisi timur Pulau Sulawesi (Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Tengah) dan disebut Ophiolit Sulawesi Timur (*East Ophiolit Sulawesi*) (Kadarusman, 2004). Endapan laterit daerah penelitian terbentuk melalui proses pelapukan yang intensif terhadap batuan ultramafik yang mengandung nikel (Dunit, Harzburgit dan serpentinit). Batuan tersebut kaya akan unsur – unsur kimia seperti Fe, Mg dan memiliki kandungan silika yang rendah. Menurut Ahmad (2008), Pelapukan pada batuan ultramafik menyebabkan unsur – unsur yang terdapat dalam batuan yang bersifat *mobile* akan terendapkan pada bagian bawah laterit, sedangkan unsur – unsur yang memiliki mobilitas rendah (Ni, Fe, Co<sup>+1</sup>, Mn<sup>-1</sup>) akan mengalami pengkayaan residual. Hal ini akan mempengaruhi komposisi mineralogi dan volume setiap unsur selama proses pelapukan endapan laterit. Endapan nikel laterit di Provinsi Sulawesi Selatan, dijumpai pada daerah

Sorowako, Kabupaten Luwu Timur dan daerah Palakka, Kabupaten Barru. Namun hanya di daerah Sorowako yang memiliki nilai komersil.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka hal tersebutlah yang melatar belakangi penulis melakukan penelitian dalam penyelesaian tugas akhir dengan judul : **“Analisis Geokimia Pada Profil Endapan Laterit daerah X Tipe *East Block* PT. Vale Indonesia Tbk., Sorowako Sulawesi Selatan ”**

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian diatas dapat dirumuskan masalah dalam penelitian Karakteritik dan Analisa Profil Pada Endapan Laterit adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana Profil Laterit dan nilai kadar unsur pada daerah penelitian.
2. Bagaimana profil geokimia dari masing-masing profil laterit.
3. Bagaimana ketebalan serta pola penyebarannya dari masing-masing profil laterit.

## **1.3 Batasan Masalah**

Pada penelitian yang dilakukan, penulis membatasi masalah yang akan diangkat yaitu: Analisis Geokimia Pada Profil Endapan Laterit Daerah X Tipe *East Block* Pt. Vale Indonesia Tbk., Soroako Sulawesi Selatan

## **1.4 Maksud Dan Tujuan**

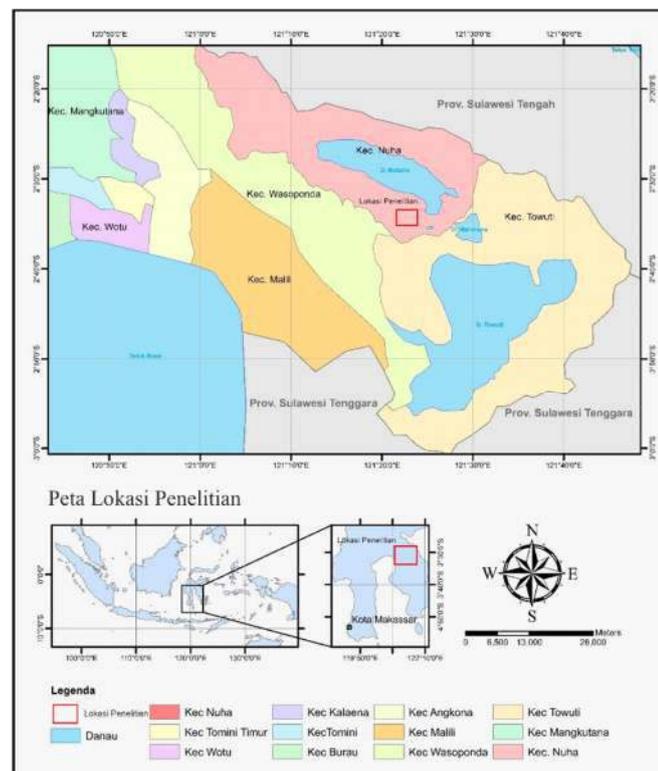
Adapun maksud dari dilakukanya penelitian ini yaitu untuk mengetahui profil laterit pada daerah penelitian, sedangkan tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui profil laterit dan nilai kadar unurnya pada daerah penelitian.
2. Mengetahui profil geokimia dari masing-masing profil laterit.

3. Mengetahui ketebalan serta pola penyebarannya dari masing-masing profil laterit.

### 1.5 Waktu Dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama waktu Kerja Praktik berlangsung yang berjalan kurang lebih 1 bulan. Secara administratif daerah penelitian termasuk dalam Wilayah PT. VALE Desa Soroako, Kecamatan Nuha, Kabupaten Luwu Timur Propinsi Sulawesi Selatan (Gambar 1.1). Sorowako secara geografis terletak di bagian selatan khatulistiwa yang terletak pada posisi  $120^{\circ}52'$  -  $122^{\circ}30'$  BT dan  $1^{\circ}50'$  -  $5^{\circ}30'$  LS. Daerah penelitian dapat dicapai dengan menggunakan transportasi darat dari Makassar menuju daerah penelitian pada Desa Soroako Kecamatan Nuha Kabupaten Luwu Timur yang ditempuh sekitar 12 jam dengan jarak sekitar  $\pm 650$  km.



**Gambar 1.1** Peta Tunjuk Lokasi Daerah Penelitian PT. VALE Indonesia Tbk.

## **1.6 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini secara umum sebagai referensi yang berkaitan dengan proses analisa Profil Pada Endapan Laterit yang di jumpai pada daerah penelitian serta mengaplikasikan teori-teori yang dijumpai di bangku perkuliahan dengan dunia kerja.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Geologi Regional**

##### **2.1.1 Geomorfologi Regional**

Tinjauan mengenai geomorfologi regional yang meliputi daerah penelitian dan sekitarnya dapat dibagi dalam daerah pegunungan, daerah perbukitan, daerah karst dan daerah pedataran (Simandjuntak, dkk, 1991).

Daerah pegunungan menempati bagian barat dan tenggara. Di bagian barat terdapat dua rangkaian pegunungan yaitu pegunungan Tineba dan pegunungan Koroue (700 – 3.016 m) yang memanjang dari barat laut – tenggara dibentuk oleh batuan granit dan malihan. Sedang bagian tenggara ditempati pegunungan Verbeek dengan ketinggian 800 – 1.346 meter di atas permukaan laut disusun oleh batuan basa, ultrabasa, dan batugamping.

Daerah perbukitan menempati bagian tenggara dan timurlaut dengan ketinggian 300 – 700 m dan merupakan perbukitan agak landai yang terletak diantara daerah pegunungan dan daerah pedataran. Perbukitan ini dibentuk oleh batuan vulkanik, *ultramafic*, dan batupasir dengan puncak tertinggi adalah Bukit Bukila (645 m).

Daerah karst menempati bagian timurlaut dengan ketinggian 800 – 1700 m dan dibentuk oleh batugamping. Daerah ini dicirikan oleh adanya dolina dan sungai bawah permukaan. Puncak tertinggi adalah Bukit Wasopute (1,768 m).

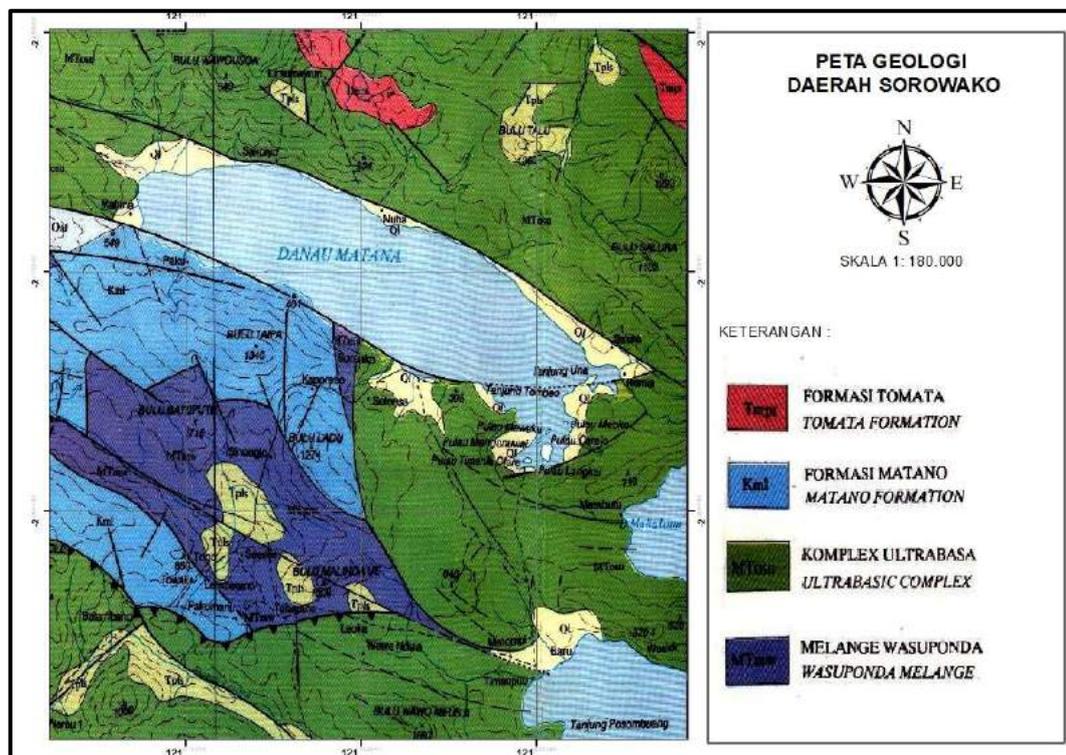
Daerah pedataran menempati daerah selatan dan dibentuk oleh endapan aluvium seperti Pantai Utara Palopo dan Pantai Malili sebelah Timur. Pola aliran

sungai sebagian besar berupa pola rektangular dan pola dendritik. Sungai – sungai besar yang mengalir dari timur ke barat serta Sungai Kalaena yang mengalir dari utara ke selatan. Secara umum sungai – sungai yang mengalir di daerah ini bermuara ke Teluk Bone.

### **2.1.2 Geologi Daerah Sorowako**

Geologi Daerah Sorowako dibagi menjadi 3 bagian yaitu Satuan Batuan Sedimen yang berumur Kapur yang terdiri dari Batugamping laut dalam dan rijang. Pada bagian Barat wilayah Sorowako dibatasi oleh sesar naik dengan kemiringan ke arah Barat. Satuan Batuan Ultrabasa yang berumur awal Tersier, umumnya terdiri dari jenis peridotit, yang sebagian mengalami serpentinisasi dengan derajat yang bervariasi dan umumnya terdapat dibagian Timur. Pada Daerah penelitian terdapat sesar besar yang menyebabkan relief topografi sampai 600 mdpl dan sampai sekarang masih aktif tererosi. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya proses lateritisasi yang bersifat ekonomis. (Kumarawarman 2016)

Golightly (1979) juga mengemukakan bagian Timur Sulawesi tersusun dari 3 zona *mélange* subduksi yang terangkat pada *pre – dan post Miocene*. *Mélange* yang paling tua tersusun dari sekis yang berorientasi ke arah Tenggara disertai beberapa tubuh batuan ultrabasa yang penyebarannya sempit dengan stadi geomorfik tua. Sementara yang berumur *post Miocene* telah mengalami pelapukan yang cukup luas sehingga cukup untuk membentuk endapan nikel laterit yang ekonomis, seperti yang ada di daerah Pomala.



**Gambar 2.1** Peta Geologi Daerah Soroako (Modifikasi dari Peta Lembar Malili, Sulawesi-2113 Bakosurtanal, 1991)

Sesar besar disekitar daerah menyebabkan relief topografi sampai 600 mdpl dan sampai sekarang aktif tererosi. Sejarah tektonik dan gemorfik di kompleks ini sangat penting untuk pembentukan nikel laterit yang bernilai ekonomis. Matano *fault* yang membuat topografi *liniament* yang cukup kuat adalah sesar aktif dan menggeser Matano *limestone* dan batuan lainnya sejauh 18 km kearah barat pada sisi Utara. Danau Matano yang mempunyai kedalam sekitar 600 m diperkirakan adalah graben yang terbentuk akibat efek zona dilatasi dari sesar tersebut. Danau Towuti pada sisi Selatan dari sesar diperkirakan merupakan pergeseran dari Tambalako akibat pergerakan sesar Matano. Pergerakan sesar ini memblok aliran air ke arah Utara sepanjang lembah dan membentuk Danau Towuti dan aliran airnya beralih ke barat menuju sungai Larona. Danau – danau yang terbentuk akibat dari “*damming effect*” dari sesar ini merupakan bendungan

alami yang menahan laju erosi dan membant mempertahankan deposit nikel laterit yang terbentuk di daerah Sorowako.

## 2.3 Kompleks Ultramafik

### 2.3.1 Ultramafik

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

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

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

#### a) Peridotit

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

#### b) 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.

- Orthopyroxenites: Bronzitites
- Clinopyroxenites: Diopsidites; diallagites

c) Hornblendit

Hornblendit merupakan batuan ultramafik monomineral dengan komposisi mineral sepenuhnya hornblende.

d) 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). Sedangkan (Ahmad, 2002), menyatakan bahwa dunit memiliki komposisi mineral hampir seluruhnya adalah monomineralik olivine (umumnya magnesit 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 temperature tersebut, batuan tersebut siap bersatu membentuk massa olivine anedral yang saling mengikat.

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

e) Serpentin

Serpentinit merupakan batuan hasil alterasi hidrotermal dari batuan ultramafik, dimana mineral-mineral olivin dan piroksin jika alterasi akan membentuk mineral serpentin. Serpentin sangat umum memiliki komposisi batuan berupa monomineralik serpentin, batuan tersebut dapat terbentuk dari serpentinisasi dunit, peridotit (Ahmad, 2002).

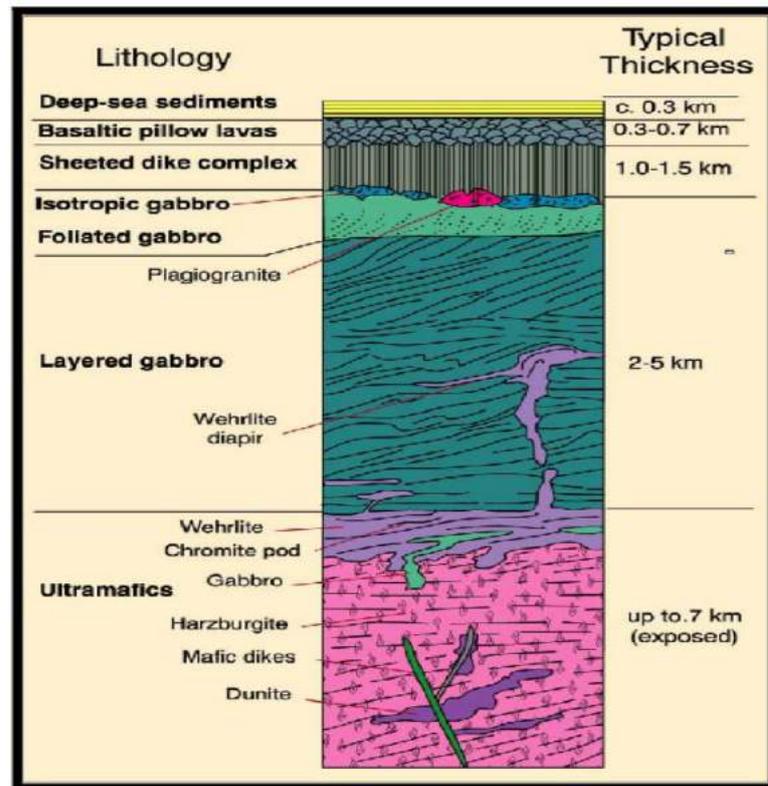
### **2.3.2 Ofiolit**

Ofiolit merupakan kompleks batuan dengan berbagai karakteristik dari layer ultramafik, dengan ketebalan dari beberapa ratus meter sampai beberapa kilometer bersusun atau berlapis dengan batuan gabro dan batuan dolerite, dan pada bagian atanya tersusun oleh pillow lava dan breksi, sering berasosiasi dengan batuan sediment pelagik (Ringwood, 1975). Sedangkan menurut Hutchison (1983), ofiolit merupakan kumpulan khusus dari batuan mafik-ultramafik dengan batuan beku sedikit kaya asam sodium dan khas berasosiasi dengan batuan sediment laut dalam.

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

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

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



Gambar 2.2 Profil Ofiolit menurut 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).

#### 2.4 Endapan Nikel Laterit

*Laterite deposit* atau endapan laterit diartikan sebagai hasil dari proses pelapukan yang intensif di daerah *humid, warm* maupun tropis dan kaya akan mineral lempung yang bersifat kaolinitic serta Fe- dan Al- oxide/hydroxide.

Endapan laterit pada umumnya menampakkan bidang perlapisan yang baik sebagai hasil reaksi antara air hujan yang masuk ke dalam formasi dan kelembaban tanah yang naik ke atas permukaan (Maulana, 2013)

Laterit menurut Evans (1993) adalah produk sisa dari pelapukan kimia batuan di permukaan bumi, dimana berbagai mineral asli atau primer mengalami ketidakstabilan karena adanya air kemudian larut atau pecah dan membentuk mineral baru yang lebih stabil. Laterit penting sebagai induk untuk endapan bijih ekonomis. Contoh terkenal dari endapan bijih laterit yaitu bauksit dan endapan bijih besi.

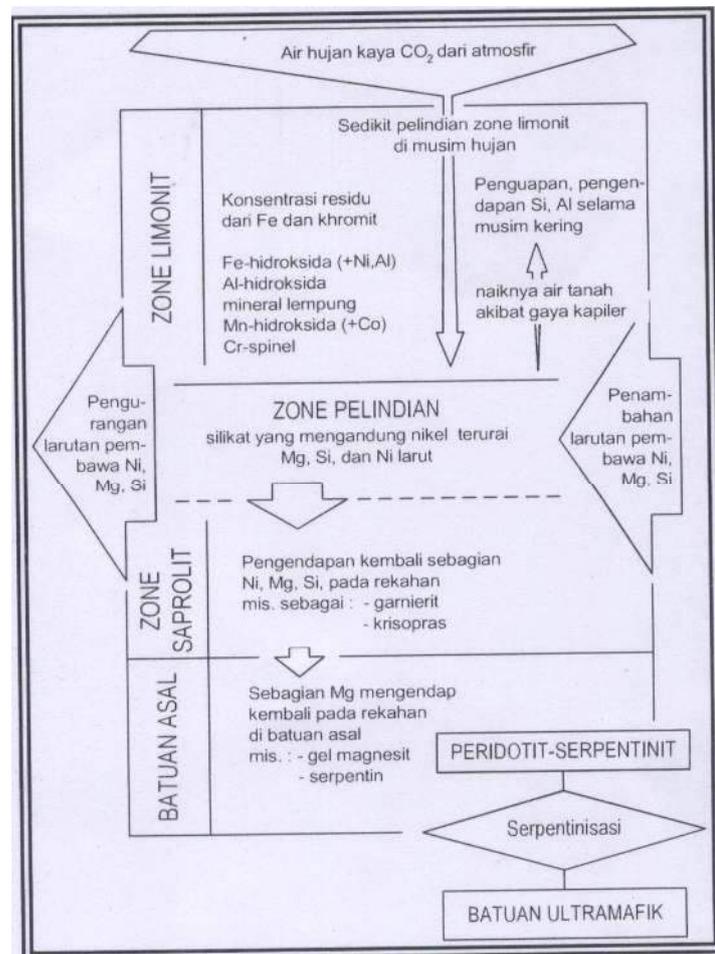
Laterit merupakan sumber dari beberapa mineral ekonomis diantaranya bauxite dan nikel (Ni), mangan (Mn), tembaga (Cu), emas (Au) dan *platinum group element* (PGE). Bagian paling bawah dari profil laterit disebut dengan zona saprolite yang merupakan zona pelapukan tinggi dimana tekstur primer dan fabric dari batuan asalnya masih dapat dilihat. Akibat fluida yang bersifat *oxidized* dan asam, maka bagian paling bawah dari zona ini dicirikan dengan tidak stabilnya sulfide dan karbonat dengan hasil pencucian atau leaching dari logam-logam chalcopyrite dan unsur-unsur alkalin. Bagian bawah dari zona saprolit ini dicirikan dengan terurainya mineral-mineral feldspar dan ferromagnesian, sementara Si dan Al akan tetap tinggal pada mineral lempung (kaolinite dan halloysite). (Maulana, 2017)

#### **2.4.1 Genesa Endapan Nikel Laterit**

Proses terbentuknya nikel dimulai dari adanya pelapukan yang intensif pada bedrock. Bedrock ini akan berubah menjadi serpentin akibat larutan residual

pada waktu proses pembekuan magma (proses serpentinisasi) dan akan merubah batuan peridotit (bedrock) menjadi batuan sepepinit. Menurut Golightly (1981) sebagian besar unsur Ca, Mg dan Si akan mengalami dekomposisi dan beberapa terkayakan secara supergen (Ni, Mn, Co, Zn) atau terkayakan secara relatif (Fe, Cr, Al, Ti, S dan Cu).

Air resapan yang mengandung CO<sub>2</sub> (dari udara) meresap kebawah sampai ke permukaan air tanah melindi mineral-mineral primer yang tidak stabil (olivin, piroksin dan serpentin). air meresap secara perlahan sampai mencapai batas limonit zone dan saprolit zone, kemudian mengalir secara lateral. Proses ini menghasilkan Ca dan Mg yang larut disusul dengan Si yang cenderung membentuk koloid dari partikel silika yang sangat halus, sehingga memungkinkan terbentuknya mineral baru melalui pengendapan kembali unsur-unsur tersebut. Semua hasil pelarutan akan turun ke bagian bawah mengisi celah-celah dan pori-pori batuan. Muka air tanah yang berlangsung secara kontinu akan melarutkan unsur-unsur Mg dan Si yang terdapat pada bongkah-bongkah batuan asal di zona saprolit, sehingga memungkinkan penetrasi air tanah yang lebih dalam. zona saprolit dalam hal ini akan semakin bertambah ikatan-ikatan yang mengandung oksida sehingga bongkah-bongkah yang ada dalam zona ini akan terlindi dan ikut bersama-sama dengan aliran air tanah dan sedikit demi sedikit zona saprolit atas akan berubah sifat porositasnya dan akan menjadi zona limonit. (Lihat gambar 2.3)



**Gambar 2.3** Skema Pembentukan Endapan Nikel Laterit (Darijanto,1986).

Untuk unsur-unsur yang sukar atau tidak mudah larut akan tinggal pada tempatnya dan sisanya akan turun ke bawah bersama larutan sebagai larutan koloid. Bahan-bahan seperti Fe, Ni dan Co akan membentuk konsentrasi residu dan konsentrasi celah pada zona yang disebut zona saprolit, berwarna coklat kuning kemerahan. Batuan asal ultramafik pada zona ini selanjutnya diimpregnasi oleh Ni melalui larutan yang mengandung Ni sehingga kadar Ni dapat Naik. Dalam hal ini Ni dapat mensubstitusi Mg dalam serpentin atau juga mengendap dalam rekahan bersama dengan larutan yang mengandung Mg dan Si sebagai garnierit dan krisopras (Darijanto,1986).

### 2.4.2 Faktor – faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Profil Laterit

Proses-proses dan kondisi yang mengatur dan mengendalikan laterisasi dari batuan ultramafik begitu banyak dan beragam, akibatnya kondisi alamiah dari tiap profil berbeda secara detail dari satu tempat ke tempat lainnya dalam hal ketebalan, kimiawi, komposisi mineralogi dan perkembangan relatif dari zona profil secara individu. Faktor – faktor utama yang mempengaruhi efisiensi dan kinerja dari pelapukan kimia, berdampak pada model alamiah profil, antara lain iklim, topografi, drainase, tektonik, tipe bedrock, struktur, stabilitas mineral (struktur kristal, titik lebur), reaksi potensial (Reduksi / Oksidasi), ukuran butir dan bukaan batuan (Porositas), kondisi PH, tingkat pemindahan suatu unsur ke arah vertical, klimaks (temperatur, curah hujan, naik-turunnya muka air tanah), peran permukaan air di bawah tanah, dan waktu .

Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat sebaran secara horisontal endapan lateritik (Boldt, 1967), yaitu :

- a) **Adanya proses pelapukan** yang relatif merata walaupun berbeda tingkat intensitasnya, sehingga endapan lateritik terbentuk dan tersebar secara merata. Penyerapan air hujan (pada slope curam umumnya air hujan akan mengalir ke daerah yang lebih rendah /run off dan penetrasi ke batuan akan sedikit. Hal ini menyebabkan pelapukan fisik lebih besar dibanding pelapukan kimia).
- b) **Topografi/morfologi** yang tidak curam tingkat kelerengannya, sehingga endapan laterit masih mampu untuk ditopang oleh permukaan topografi sehingga tidak terangkut semua oleh proses erosi ataupun ketidakstabilan lereng (Lihat gambar 2.4).

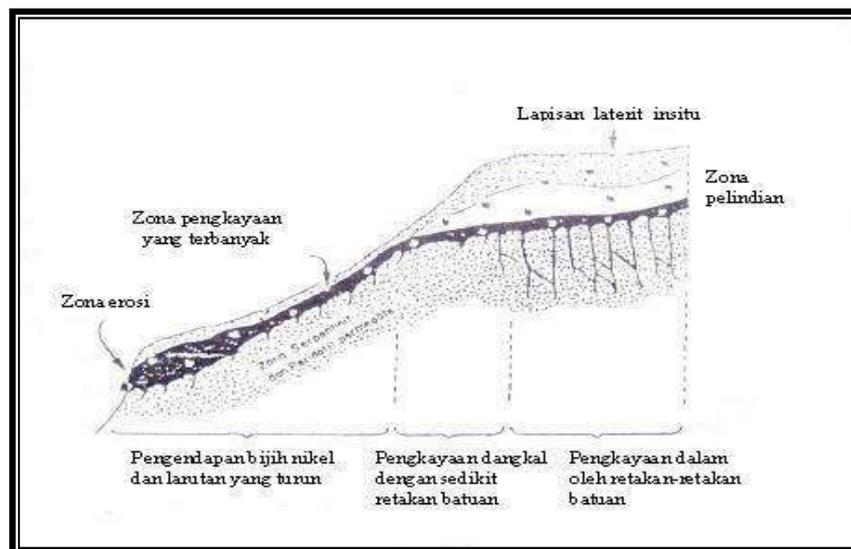
Kelas Lereng	Sifat-sifat proses dan kondisi alamiah	Warna
0 – 2 <sup>o</sup> (0-2 %)	Datar hingga hampir datar; tidak ada proses denudasi yang berarti	Hijau
2 – 4 <sup>o</sup> (2-7 %)	Agak miring; Gerakan tanah kecepatan rendah, erosi lembar dan erosi alur (sheet and rill erosion). rawan erosi	Hijau Muda
4 – 8 <sup>o</sup> (7 – 15 %)	Miring; sama dengan di atas, tetapi dengan besaran yang lebih tinggi. Sangat rawan erosi tanah.	Kuning
8 – 16 <sup>o</sup> (15 -30 %)	Agak curam; Banyak terjadi gerakan tanah, dan erosi, terutama longsor yang bersifat nendatan.	Jingga
16 – 35 <sup>o</sup> (30 – 70 %)	Curam; Proses denudasional intensif, erosi dan gerakan tanah sering terjadi.	Merah Muda
35 – 55 <sup>o</sup> (70 – 140 %)	Sangat curam; Batuan umumnya mulai tersingkap, proses denudasional sangat intensif, sudah mulai menghasilkan endapan rombakan (koluvial)	Merah
>55 <sup>o</sup> (>140 %)	Curam sekali, batuan tersingkap; proses denudasional sangat kuat, rawan jatuhnya batu, tanaman jarang tumbuh (terbatas).	Ungu
>55 <sup>o</sup> (>140 %)	Curam sekali Batuan tersingkap; proses denudasional sangat kuat, rawan jatuhnya batu, tanaman jarang tumbuh (terbatas).	Ungu

**Gambar 2.4** Klasifikasi Lereng Menurut Van Zuidam (1985)

Daerah yang memiliki Slope yang kurang dari 20 derajat memungkinkan untuk menahan laterit dan erosi. Pada proses pengayaan nikel, air yang membawa nikel terlarut akan sangat berperan dan dikontrol oleh topografi. Secara kualitatif pada lereng dengan derajat tinggi (curam) maka proses pengayaan akan sangat kecil atau tidak ada sama sekali karena air pembawa Ni akan mengalir. Sedangkan pada daerah dengan lereng sedang / landai proses pengayaan umumnya berjalan dengan baik karena *run off* kecil sehingga ada waktu untuk proses pengayaan dan umumnya ore yang terbentuk akan tebal. Akibat lereng yang sangat curam maka erosi yang terjadi sangat kuat hingga mengakibatkan zona limonit dan saprolit tererosi.

- c) **Adanya tumbuhan penutup** yang berfungsi untuk mengurangi tingkat intensitas erosi endapan lateritik, sehingga endapan laterit tersebut relatif tidak terganggu.

Faktor-faktor tersebut saling terkait secara kompleks. Ketika batuan terekspose ke permukaan, secara gradual akan mengalami dekomposisi. Proses kimia dan mekanik yang disebabkan oleh udara, air, panas dan dingin akan menghancurkan batuan tersebut menjadi soil dan clay. Berikut ditunjukkan dalam diagram ilustrasi (gambar 2.5)



**Gambar 2.5** Penampang Skematik Endapan Nikel Laterit Secara General Terhadap Relief Topografi (Boldt, 1967)

### 2.4.3 Penyebaran dan Penampang Endapan Nikel Laterit

Secara horisontal penyebaran Ni tergantung dari arah aliran air tanah yang sangat dipengaruhi oleh bentuk kemiringan lereng (topografi). Air tanah bergerak dari daerah – daerah yang mempunyai tingkat ketinggian ke arah lereng, yang mana sebagian besar dari air tanah pembawa Ni, Mg dan Si yang mengalir ke zona pelindian atau zona tempat fluktuasi air tanah berlangsung. Pada tempat-tempat

yang banyak mengandung rekahan-rekahan Ni akan terjebak dan terakumulasi di tempat-tempat yang dalam sesuai dengan rekahan-rekahan yang ada, sedangkan pada lereng dengan kemiringan landai sampai sedang adalah merupakan tempat pengkayaan nikel.

Air tanah berfungsi sebagai larutan pembawa Ni pada saat berlangsungnya proses pelindian. Pada dasarnya proses pelindian ini dapat dikelompokkan menjadi proses pelindian utama yang berlangsung secara vertikal yang meliputi proses pelindian celah di zona saprolit serta proses pelindian yang terjadi di waktu musim penghujan di zona limonit (Golightly, 1979).

Profil (penampang) laterit dapat dibagi menjadi beberapa zona. Profil nikel laterit tersebut dideskripsikan dan diterangkan oleh daya larut mineral dan kondisi aliran air tanah. Menurut Golightly (1979), profil laterit dibagi menjadi 4 zonasi yaitu *Iron cap*, limonit, saprolit dan bedrock, namun penulis telah menggabungkan beberapa teori dari beberapa penelitian sehingga profil lateri terbagi atas 5 zona yaitu :

#### **1. *Iron cap***

*Iron cap* atau tudung besi yaitu lapisan berukuran lempung, berwarna coklat kemerahan, dan biasanya terdapat juga sisa-sisa tumbuhan. lapisan dengan konsentrasi besi yang cukup tinggi (*ferruginous duricrust*) dan kandungan nikel yang rendah atau merupakan laterit residu yang dapat terbentuk pada bagian atas dari profil dan melindungi lapisan endapan nikel laterit dibawahnya (Golightly, 1979).

## **2. 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 (Golightly, 1979).

## **3. Zona *Medium Grade Limonite* (MGL)**

Sifat fisik zona *Medium Grade Limonite* (MGL) tidak jauh berbeda dengan zona overburden. Tekstur sisa bedrock mulai dapat dikenali dengan hadirnya fragmen bedrock, 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 limonite dan zona saprolit, yang membedakan adalah hadirnya kuarsa, lihopirit, dan opal (Golightly, 1979).

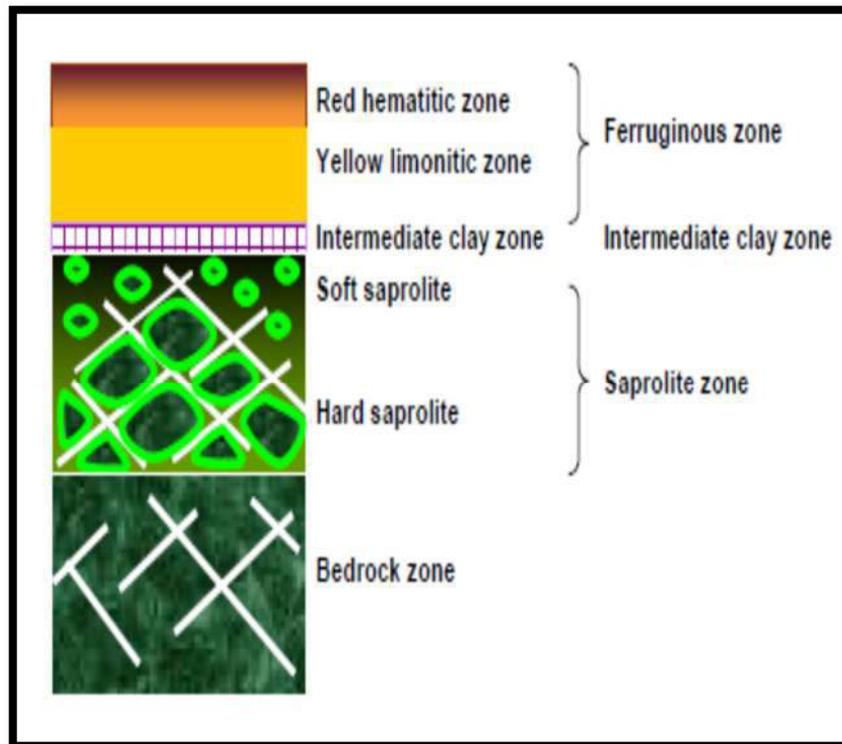
## **4. Zona Saprolit**

Zona saprolit merupakan zona bijih, tersusun atas fragmen-fragmen bedrock yang teralterasi, sehingga mineral penyusun, tekstur dan struktur batuan dapat dikenali. Derajat serpentinisasi batuan asal laterit akan mempengaruhi pembentukan zona saprolit, dimana peridotit yang sedikit terserpentinisasi akan memberikan zona saprolit dengan inti batuan sisa

yang keras, pengisian celah oleh mineral – mineral garnierit, kalsedon-nikel dan kuarsa, sedangkan serpentinit akan menghasilkan zona saprolit yang relatif homogen dengan sedikit kuarsa atau garnierit.

Zona saprolit merupakan lapisan setelah zona limonit pada profil laterit, dimana pada lapisan ini terjadi proses pengayaan unsur Ni yang lebih besar dibandingkan zona lapisan lainnya. Hal ini terjadi karena pada saat pada saat proses lateritisasi yang terjadi dimana air yang berfungsi sebagai penyuplai mineral-mineral pembawa unsur Ni akan mengalir masuk melalui kekar atau celah batuan dan akan membawa nikel turun ke bawah dan lambat laun akan terkumpul di zona permeabel yang tidak dapat menembus bedrock, apabila proses ini berlangsung terus maka pada zona saprolit ini akan terjadi pengayaan supergen. Lapisan saprolit juga dicirikan oleh adanya tekstur sisa dari bedrock berupa boulder yang kayak akan kadar nikel (Ahmad, 2002).

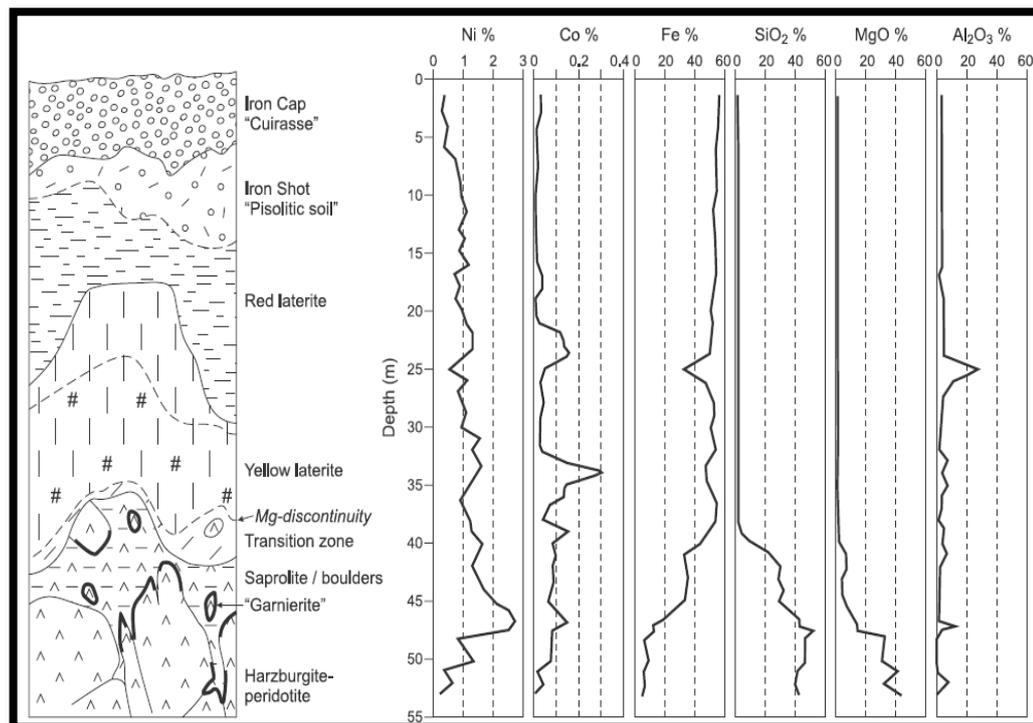
Menurut (Ahmad, 2002) zona saprolit terbagi atas 2 lapisan berdasarkan tingkat pelapukannya yang disebut soft saprolit yang tinggi akan tingkat pelapukan hingga menghasilkan ciri-ciri yang hampir menyerupai limonit dan *rocky* saprolit yang tingkat pelapukannya lebih rendah dibandingkan yang terjadi pada lapisan *soft* saprolit. Pada gambar 2.6 memperlihatkan penampang laterit hasil pelapukan, (Ahmad, 2002)



**Gambar 2.6** Penampang Laterit Hasil Pelapukan Yang Membagi Zona Saprolit Menurut (Ahmad, 2002)

Berdasarkan kandungan fragmen batuan, zona saprolit dibagi menjadi dua yaitu:

- a) *Soft Saprolit*. Mengandung fragmen-fragmen berukuran *boulder* kurang dari 25%.
- b) *Rocky Saprolit*. Mengandung fragmen-fragmen berukuran *boulder* lebih dari 50%.

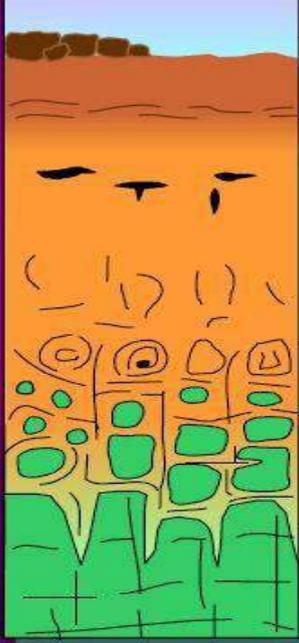


**Gambar 2.7** Skema Penampang Laterit Memperlihatkan *Soft Saprolit dan Rocky Saprolit* (Horn dan Bacon (2002) dalam Martin dkk ( 2009)

## 5. Zona Bedrock

Zona *bedrock* berada pada bagian paling bawah dari profil laterit. Bedrock ini merupakan batuan yang masih segar dengan pengaruh proses-proses pelapukan sangat kecil. Tersusun atas bongkah lebih besar dari 75 cm dan blok batuan dasar dan secara umum sudah tidak mengandung mineral ekonomis lagi. Zona ini terfrakturisasi kuat, kadang - kadang membuka, terisi oleh mineral garnierit dan silika. Frakturisasi ini diperkirakan menjadi penyebab muncul atau adanya *root zone of weathering* (zona akar – akar pelapukan), yaitu *high grade Ni*, akan tetapi posisinya tersembunyi. Bedrock umumnya berupa peridotit, dunit, serpentinit (Ahmad, 2002).

Pada gambar berikut menunjukkan susunan penampang nikel laterit menurut Elias, 2002.

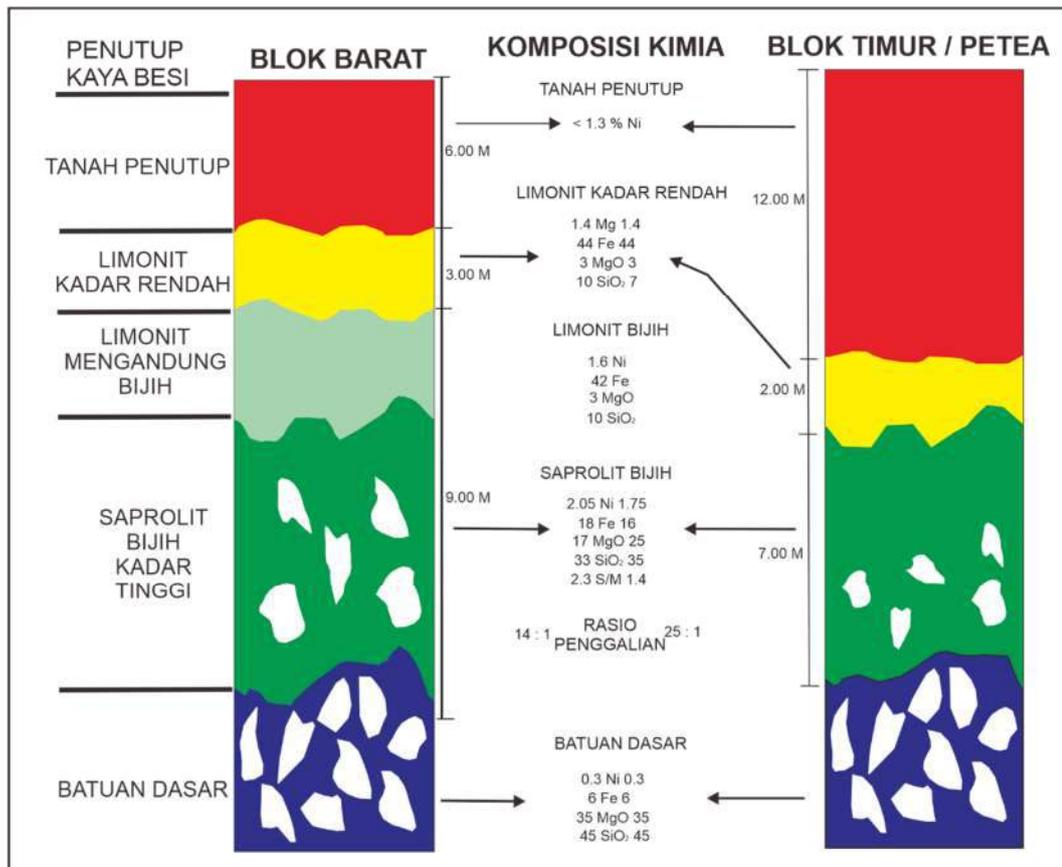
SCHEMATIC LATERITE PROFILE	COMMON NAME	APPROXIMATE ANALYSIS (%)			
		Ni	Co	Fe	MgO
	RED LIMONITE	<0.8	<0.1	>50	<0.5
	YELLOW LIMONITE	0.8 to 1.5	0.1 to 0.2	40 to 50	0.5 to 5
	TRANSITION	1.5 to 4		25 to 40	5 to 15
	SAPROLITE/ GARNIERITE/ SERPENTINE	1.8 to 3	0.02 to 0.1	10 to 25	15 to 35
	FRESH ROCK	0.3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

Gambar 2.8 Generalisasi profil laterit (Elias,2002)

#### 2.4.4 Tipe Endapan Laterit *East Block* Sorowako

Tipe endapan nikel laterit di daerah Sorowako pada dasarnya dibagi menjadi 2, yaitu Sorowako *West Block* dan Sorowako *East Block*. Pembagian tipe endapan ini berdasarkan beberapa parameter utama, diantaranya :

1. Tipe batuan ultramafik
2. Derajat serpentinisasi
3. Kandungan kimia bijih
4. Fraksi batuan
5. Kandungan olivin



**Gambar 2.12** Penampang umum Nikel Laterit Soroako (Modifikasi dari Osborne & Waraspati, 1986)

Daerah *east block* didominasi oleh lherzolit dengan kandungan olivine yang rendah dan mengandung orthopiroksin maupun klinopiroksin. Peningkatan derajat serpentinisasi di daerah ini didukung juga peningkatan kandungan magnetik dalam material batuan. Sifat batuan relatif lebih lunak dan menunjukkan rasio silika magnesia yang lebih rendah (1.4-2.3) dibandingkan *west block*. Secara umum daerah *East Block* tidak memiliki lapisan Limonit mengandung bijih dan memiliki lapisan tanah penutup yang lebih tebal dibandingkan *West Block*. Untuk lapisan Limonit dan Saprolit pada daerah *East Block* secara umum lebih tipis dibandingkan *West Block*. Untuk lapisan tanah penutup pada daerah *East Block* dan *West Block* secara umum memiliki kandungan Ni < 1.3 %.

Pembagian secara terperinci antara tipe endapan bijih *west block* dan *east block* dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut ini.

**Tabel 2.1** Klasifikasi Tipe Endapan biji Soroako (Ahmad,2005)

Parameter	Tipe West Block			Tipe East Block / petea			
	(-1") Type 1	(-1") Type 2	(-1") Type 3	(-1") High Olivin	(-1") Low Olivin	(-6")	(-18")
Batuan dasar	Dominasi Harzburgit serta Dunit			Dominasi Lherzolit			
Derajat serpentinisasi	Sangat rendah <5%	Rendah 5 - 10%	Rendah 10 - 15%	Rendah 10 - 15%	Menengah 15 - 25%	Tinggi 30 - 60%	Sangat Tinggi 60 - 100%
Sifat kemagnetan	Sangat rendah			Rendah		Sangat Tinggi	
Rasio SiO <sub>2</sub> /MgO	2.2 -2.6			1.8 - 2.0	1.6 - 1.8	1.4 - 1.6	
Kandungan Fe	Tinggi 20 - 24%			Tinggi 20 - 24%		Rendah 15 - 18%	
Ukuran alat pemisah	(-1")			(-1")	(-1")	(-6")	(-18")
Kekerasan bongkah	Sangat - Sangat keras	Sangat keras		Menengah	Menengah	Lemah	Lemah
Intensitas rekahan	Sangat rendah	Menengah	Menengah	Menengah	Tinggi	Sangat Tinggi	Sangat Tinggi
Tingkat kesulitan penambangan	Tinggi	Menengah (+)	Menengah (-)	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah
Ketebalan saprolit oleh <i>auger</i>	<1.5 m	1.5 - 4.5 m	>4.5 m	Tidak digunakan			
Kandungan Olivin pada zona pengayaan <i>Ore</i>	Menengah	Menengah	Menengah	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah
Kandungan Olivin pada fraksi kasar	Tinggi			Tinggi	Rendah	Rendah	Rendah
Ketebalan tanah penutup ( <i>Overburden</i> )	Menengah			Tebal			
Ketebalan <i>Ore</i>	Tebal			Menengah			