

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KARAKTERISTIK TOPOGRAFI TERHADAP  
KETEBALAN DAN AKUMULASI UNSUR DALAM  
ENDAPAN NIKEL LATERIT PADA AREA PIT "G"  
KECAMATAN WOLO KABUPATEN KOLAKA  
PROVINSI SULAWESI TENGGARA**

**Disusun dan diajukan oleh**

**ANANDA DIPORANNU PONGMARAMBA  
D061181501**



**DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2023**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

ANALISIS KARAKTERISTIK TOPOGRAFI TERHADAP  
KETEBALAN DAN AKUMULASI UNSUR DALAM  
ENDAPAN NIKEL LATERIT PADA AREA PIT "G"  
KECAMATAN WOLO KABUPATEN KOLAKA  
PROVINSI SULAWESI TENGGARA

Disusun dan diajukan oleh

ANANDA DIPORANNU PONGMARAMBA  
D061181501

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana Departemen Teknik Geologi  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 17 Oktober 2023  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

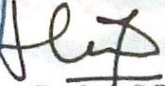

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Dr. Eng. Meutia Farida, S.T., M.T.  
NIP. 19731003 2000122 001

Ilham Alimuddin, S.T., M.Gis., Ph.D.  
NIP. 19690825 199903 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 bertandatangan dibawah ini :

Nama : Ananda Diporannu Pongmaramba  
NIM : D061181501  
Program Studi : Teknik Geologi  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

*Analisis Karakteristik Topografi terhadap Ketebalan dan Akumulasi Unsur dalam Endapan Nikel Laterit pada Area PIT "G" Kecamatan Wolo Kabupaten Kolaka Provinsi Sulawesi Tenggara*

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

Semua informasi yang ditulis dalam Tugas Akhir yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam Tugas Akhir ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam Tugas Akhir ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala risiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan Tugas Akhir, 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 Tugas Akhir ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut

Gowa, 17 Oktober 2023

Yang menyatakan



Ananda Diporannu Pongmaramba

## ABSTRAK

**ANANDA DIPORANNU PONGMARAMBA.** *Analisis Karakteristik Topografi terhadap Ketebalan dan Akumulasi Unsur dalam Endapan Nikel Laterit pada Area PIT "G" Kecamatan Wolo Kabupaten Kolaka Provinsi Sulawesi Tenggara (dibimbing oleh Meutia Farida dan Ilham Alimuddin)*

Secara administratif daerah penelitian termasuk dalam wilayah PIT G, IUP PT. Ceria Nugraha Indotama, Kecamatan Wolo, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui korelasi antara karakteristik topografi dan karakteristik laterit daerah penelitian. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian lapangan dan pengolahan data menggunakan *Software Arcmap 10.8*, *ArcScene 10.8* dan *Surpac 6.3* serta analisis laboratorium berupa analisis geokimia dan analisis petrografi.

Hasil analisis yang dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa karakteristik topografi yang terdapat pada daerah penelitian adalah karakteristik topografi perbukitan rendah curam, perbukitan rendah miring, pedataran berombak. Pada karakteristik topografi perbukitan rendah curam didapatkan endapan laterit yang tipis dan tinggi kadar senyawa MgO dan rendah unsur Ni. Pada karakteristik topografi pedataran berombak memiliki endapan laterit yang tebal pada limonit, dan saprolit yang tipis serta tinggi kadar Fe dan Ni. Pada karakteristik topografi perbukitan rendah miring didapatkan endapan laterit yang paling ideal dengan horizon laterit yang tebal dan tinggi akan kadar Fe dan Ni. Korelasi berdasarkan analisis karakteristik lateritnya menunjukkan kemiringan lereng mempengaruhi drainase dari air sebagai media utama proses laterisasi.

**Kata kunci:** Geologi, Geomorfologi, Endapan Laterit, Laterisasi, Karakteristik Topografi, Ni, Fe, MgO

## **ABSTRACT**

**ANANDA DIPORANNU PONGMARAMBA.** *Analysis of Topographic Characteristics on the Thickness and Accumulation of Elements in Nickel Laterite Deposits in the PIT "G" Area, Wolo District, Kolaka Regency, Southeast Sulawesi Province (supervised by Meutia Farida and Ilham Alimuddin)*

*Administratively the research area is included in the PIT G area, IUP PT. Ceria Nugraha Indotama, Wolo District, Kolaka Regency, Southeast Sulawesi Province. This study aims to determine the correlation between the topographic karakteristik and the laterite characteristics of the study area. The method used in this research is field research and data processing using Arcmap 10.8, ArcScene 10.8 and Surpac 6.3 software as well as laboratory analysis in the form of geochemical analysis and petrographic analysis.*

*The results of the analysis carried out concluded that the geomorphological unit of the study area consisted of geomorphological units of denudational hills, the topographic characteristics contained in the study area was a topographic karakteristik of steep low hills, low sloping hills, and wavy plains. In the topographic characteristics of steep low hills, thin laterite deposits are found with high levels of MgO compounds and low levels of Ni. In the wavy plain topography karakteristik, thick limonite laterite deposits and thin saprolite with high levels of Fe and Ni. In the topography karakteristik of low sloping hills, the most ideal laterite deposits are obtained with thick laterite horizons and high levels of Fe and Ni. The correlation based on the analysis of the laterite characteristics shows that the slope affects the drainage of water as the main medium for the laterization process.*

**Keywords:** *Geology, Geomorphology, Laterite Deposits, Laterization, Topographic Karakteristik, Ni, Fe, MgO*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>x</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Lokasi Penelitian dan Kesampaian Daerah .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Geologi Regional Daerah Penelitian .....	4
2.2 Nikel Laterit.....	5
2.3 Genesa dan Faktor Endapan Nikel Laterit.....	7
2.4 Profil Laterit .....	11
2.5 Geomorfologi.....	13
2.6 Pengaruh Karakteristik Topoografi Terhadap Endapan Laterit.....	18
<b>BAB III METODE DAN TAHAPAN PENELITIAN</b> .....	<b>20</b>
3.1 Tahapan Pendahuluan.....	20
3.3.1 Studi Literatur .....	20
3.3.2 Observasi Lapangan.....	20
3.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	21
3.3 Tahap Pengambilan Data.....	21
3.4 Tahapan Analisis Data.....	21
3.4.1 Analisis Laboratorium .....	21
3.4.2 Analisis Karakteristik Topografi .....	22
3.4.3 Analisis Profil Endapan Nikel Laterit.....	22

3.5	Penyusunan Laporan.....	23
3.6	Diagram Alir.....	23
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>24</b>
4.1	Batuan Dasar dan Endapan Laterit PIT G .....	24
4.1.1	Batuan Dasar Daerah Penelitian.....	24
4.1.2	Endapan Laterit Daerah Penelitian .....	26
4.2	Karakteristik Topografi PIT G.....	27
4.3	Penampang Profil Laterit Berdasarkan Data Bor PIT G .....	30
4.3.1	Penampang Sayatan A-B .....	32
4.3.2	Penampang Sayatan C-D .....	34
4.3.3	Penampang Sayatan E-F .....	36
4.3.4	Penampang Sayatan G-H.....	38
4.3.5	Penampang Sayatan I-J.....	39
4.3.6	Penampang Sayatan K-L .....	42
4.3.7	Penampang Sayatan M-N .....	43
4.4	Korelasi Karakteristik Endapan Laterit Berdasarkan Karakteristik Topografi .....	45
<b>BAB V PENUTUP.....</b>		<b>51</b>
5.1	Kesimpulan .....	51
5.2	Saran .....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>53</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>55</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Peta Geologi Regional Daerah Penelitian Berdasarkan Lembar Lasusua-Kendari, Sulawesi Tenggara.....	5
Gambar 2.	Tipe Laterit .....	6
Gambar 3.	Proses yang terlibat dalam pembentukan endapan laterit.....	9
Gambar 4.	Profil Laterit.....	12
Gambar 5.	Distribusi vertikal mineral umum pada penampang nikel laterit.....	13
Gambar 6.	Rumus Kemiringan Lereng.....	14
Gambar 7.	Hubungan antara topografi terhadap laterisasi .....	19
Gambar 8.	Diagram Alir Metode dan Tahapan Penelitian .....	23
Gambar 9.	Kenampakan megaskopis singkapan batuan peridotit pada PIT G...25	25
Gambar 10.	Kenampakan mikroskopis pada batuan dasar PIT G .....	25
Gambar 11.	Kenampakan singkapan profil laterit pada PIT G.....	26
Gambar 12.	Sampel <i>Core</i> dari aktivitas pengeboran pada PIT G.....	27
Gambar 13.	Peta Topografi dan Penyebaran Titik Bor pada PIT G.....	28
Gambar 14.	Peta Kemiringan Lereng PIT G IUP PT. CNI .....	29
Gambar 15.	Peta Penyebaran Model Topografi pada Titik Bor PIT G .....	30
Gambar 16.	Peta Topografi 3 Dimensi PIT G yang dibuatkan garis sayatan.....	31
Gambar 17.	Penampang Data Bor Sayatan A-B.....	32
Gambar 18.	Penampang Data Bor Sayatan C-D.....	34
Gambar 19.	Penampang Data Bor Sayatan E-F.....	36
Gambar 20.	Penampang Data Bor Sayatan G-H .....	38
Gambar 21.	Penampang Sayatan Data Bor I-J .....	39
Gambar 22.	Penampang Sayatan Data Bor K-L.....	42
Gambar 23.	Penampang Sayatan Data Bor M-N.....	43
Gambar 24.	Korelasi antara kemiringan lereng terhadap ketebalan laterit .....	47
Gambar 25.	Korelasi komposisi penyusun endapan laterit terhadap kemiringan lereng pada zona limonit.....	49
Gambar 26.	Korelasi komposisi penyusun endapan laterit terhadap kemiringan lereng pada zona saprolit .....	50



**DAFTAR TABEL**

Tabel 1. Peran beberapa elemen dalam laterisasi (Ahmad, 2006) .....	10
Tabel 2. Klasifikasi Kemiringan Lereng (Zuidam, 1985).....	15
Tabel 3. Hubungan ketinggian absolut dengan morfografi (Zuidam, 1985) .....	16
Tabel 4. Penyebaran akumulasi unsur dan ketebalan data bor sayatan A-B.....	32
Tabel 5. Penyebaran akumulasi unsur dan ketebalan data bor sayatan C-D.....	34
Tabel 6. Penyebaran akumulasi unsur dan ketebalan data bor sayatan G-H .....	38
Tabel 7. Penyebaran akumulasi unsur dan ketebalan data bor sayatan I-J .....	40
Tabel 8. Penyebaran akumulasi unsur dan ketebalan data bor sayatan K-L.....	42
Tabel 9. Penyebaran akumulasi unsur dan ketebalan data bor sayatan M-N.....	44
Tabel 10. Nilai rata-rata ketebalan dan persentase kadar pada zona laterit PIT G.....	45

## KATA PENGANTAR

Salam sejahtera untuk kita semua,

Penulis panjatkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul **Analisis Karakteristik Topografi Terhadap Ketebalan Dan Akumulasi Unsur Dalam Endapan Nikel Laterit Pada Area Pit "G" Kecamatan Wolo Kabupaten Kolaka Provinsi Sulawesi Tenggara.**

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membimbing, mengarahkan, dan membantu dalam pelaksanaan kegiatan pemetaan geologi di antaranya:

1. Ibu Dr. Eng. Meutia Farida, S.T., M.T. sebagai penasihat akademik sekaligus sebagai dosen pembimbing utama yang telah sabar dalam memberikan arahan dan masukan dalam proses penulisan laporan.
2. Bapak Ilham Alimuddin, S.T., M.T., Ph.D. sebagai dosen pembimbing pendamping yang telah sabar dalam memberikan arahan dan masukan dalam proses maupun penulisan laporan.
3. Bapak Dr. Eng. Hendra Pachri, S.T., M.Eng. sebagai Ketua Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Bapak dan Ibu Dosen Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmunya selama penulis menempuh pendidikan perkuliahan.
5. Bapak dan Ibu Staf Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin, atas bantuannya dalam pengurusan administrasi penelitian.
6. Segenap Tim Departemen *Resource and Exploration* PT. Ceria Nugraha Indotama yang senantiasa memberikan ilmu dan menyediakan data sehingga penulis dapat menulis dan menyelesaikan penyusunan laporan ini.
7. Teman-teman *Xenolith* (Teknik Geologi Angkatan 2018) yang selalu menjadi penyemangat penulis dalam pengerjaan laporan ini.
8. Samuel E.M. Saleh, S.T., Muhammad Irsan Gazali, dan Muhammad Zuhail, S.T. yang menjadi teman seperjuangan selama kerja praktik pada PT. CNI serta telah membantu penulis dalam penelitian dan penyusunan laporan ini.
9. Adventine Dodo' Allobunga', S.E. yang selalu senantiasa menemani dan mengawal dalam perkuliahan dan kehidupan penulis serta mendukung dan membantu penyusunan laporan ini.

Penulis juga mengucapkan terimakasih yang terkhusus untuk kedua orang tua penulis Alm. Drs. Eddy Papayungan, M.M. dan Anita Ratna Ningsih, S.H. serta kakak-kakak penulis dr. Gracia Ayundini, Sp.PD. dan Vania Dwi Adinda, S.T. yang selalu mengirimkan doa dan dukungan baik secara moril maupun material untuk penulis selama masa perkuliahan ini terutama saat penelitian dan penyusunan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa laporan pemetaan geologi ini masih memiliki banyak kekurangan oleh karenanya saran dan masukan sangat diharapkan oleh penulis demi perbaikan laporan ini.

Gowa, Oktober 2023

Penulis

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki kekayaan alam yang sangat melimpah. Salah satu aspek kekayaan Indonesia adalah kekayaan bahan galian yang dapat dipetakan di seluruh penjuru Indonesia dan merupakan nilai jual tinggi yang dimiliki negara ini. Secara geologi, hal ini tidak terlepas dari peran tektonik tiga lempeng besar yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Pasifik dan Lempeng Indo-Australia yang membentuk pulau-pulau yang ada di Indonesia. Pergerakan tiga lempeng tersebut membentuk deposit bahan galian di setiap pulau salah satu contohnya lajur ofiolit Sulawesi Timur yang tersebar sampai Sulawesi Tenggara yang khas dengan deposit bahan galian nikel laterit (Surono, 2013).

Bijih nikel diperoleh dari endapan nikel laterit yang terbentuk akibat pelapukan batuan beku ultramafik yang mengandung nikel 0,2 – 0,4 % (Golightly, 1981). Adapun Kompleks ofiolit di dominasi batuan beku ultramafik, yang terdiri atas batuan Peridotit, Harsburgit, Gabro, Dunit dan Serpentin. Peridotit merupakan salah satu batuan asal pembawa nikel, pelapukan yang terjadi pada batuan ultramafik seperti peridotit menyebabkan unsur-unsur yang bersifat *mobile* larut dan terendapkan pada zona bagian bawah laterit, sedangkan unsur mobilitas rendah atau *immobile* seperti Ni, Fe, Co, Cr, Mn, Al mengalami pengayaan secara residual dan sekunder. Proses pembentukan nikel laterit dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya batuan asal, iklim, struktur, waktu, pelarutan kimia, vegetasi, topografi (morfologi) dan waktu (Ahmad, 2006).

Topografi merupakan salah satu faktor penting dalam proses pembentukan nikel laterit. Pada daerah landai air hujan bergerak secara perlahan mempunyai waktu untuk menginfiltrasi kedalam tanah melalui pori-pori batuan. Sedangkan daerah yang curam jumlah air yang meluncur lebih banyak sehingga kurang intensif menginfiltrasi kedalam tanah. Keadaan morfologi daerah setempat sangat mempengaruhi proses pelarutan suatu unsur dalam batuan ultramafik untuk membentuk endapan nikel laterit, keadaan morfologi seperti vegetasi dan

kemiringan lereng menentukan air hujan menginfiltrasi kedalam tanah (Ahmad, 2006).

PT. Ceria Nugraha Indotama (CNI) merupakan perusahaan pertambangan nikel dan kobalt yang didirikan pada 18 Maret 1991. PT. CNI memiliki IUP yang berada di Blok Lapaopao serta Blok Babarina seluas 6785 hektar dan terletak pada Kompleks Ofiolit. Adapun dalam proses eksplorasi pertambangan di IUP PT. CNI dilaksanakan banyak kegiatan pemboran dalam rangka mengetahui dengan jelas dan dapat menginterpretasi dengan baik kondisi geologi serta potensi bahan galian yang dapat dieksploitasi di dalam IUP PT. CNI.

Identifikasi sebaran endapan nikel laterit sangat penting untuk diketahui agar mempermudah proses eksplorasi lanjut secara komersial dari suatu endapan. Untuk penentuan ketebalan serta karakteristik endapan nikel laterit diperlukan suatu parameter di lapangan seperti korelasi data bor. Dengan memilih daerah penelitian yang terletak pada IUP PT. Ceria Nugraha Indotama melatarbelakangi penulis untuk melakukan penelitian ini dengan mengambil judul “Analisis Karakteristik Topografi Terhadap Ketebalan Dan Akumulasi Unsur Dalam Endapan Nikel Laterit Pada Area Pit ”G” Kecamatan Wolo Kabupaten Kolaka Provinsi Sulawesi Tenggara”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini ada beberapa bagian yaitu:

- 1 Bagaimana karakteristik topografi pada masing-masing daerah penelitian?
- 2 Bagaimana perbedaan karakteristik topografi serta profil endapan laterit yang di dapatkan pada PIT “G”?
- 3 Bagaimana hubungan karakteristik topografi daerah penelitian terhadap karakteristik profil endapan laterit pada PIT “G”?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis dan menginterpretasi karakteristik topografi dari daerah penelitian

2. Menganalisis perbedaan karakteristik karakteristik topografi serta profil endapan laterit yang di dapatkan pada PIT “G”
3. Menganalisis hubungan antara karakteristik antara karakteristik topografi daerah penelitian terhadap karakteristik profil endapan laterit pada PIT “G”

#### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini yaitu untuk menganalisis karakteristik endapan nikel laterit berdasarkan kondisi morfologi dan karakteristik topografi daerah penelitian, yaitu pada IUP pertambangan PT. Ceria Nugraha Indotama. Data yang dipakai adalah data hasil pengeboran berupa database yang berisi data kedalaman, koordinat, dan data hasil analisis geokimia X-Ray Fluorescence (XRF).

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai bahan acuan dalam mengetahui kondisi geologi pada daerah penelitian serta mengetahui perencanaan eksploitasi bahan tambang nikel laterit.

#### **1.6 Lokasi Penelitian dan Kesampaian Daerah**

Secara administratif daerah penelitian termasuk dalam Daerah kawasan tambang PT. Ceria Nugraha Indotama yang terletak di Kecamatan Wolo Kabupaten Kolaka Provinsi Sulawesi Tenggara. Wilayah tersebut dapat ditempuh melalui jalur transportasi udara dari Makassar dan Kendari. Penerbangan dari Makassar ke Pomalaa ditempuh sekitar 50 menit. Angkutan darat dari Pomalaa ke lokasi tambang ditempuh sekitar dua jam.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Geologi Regional Daerah Penelitian**

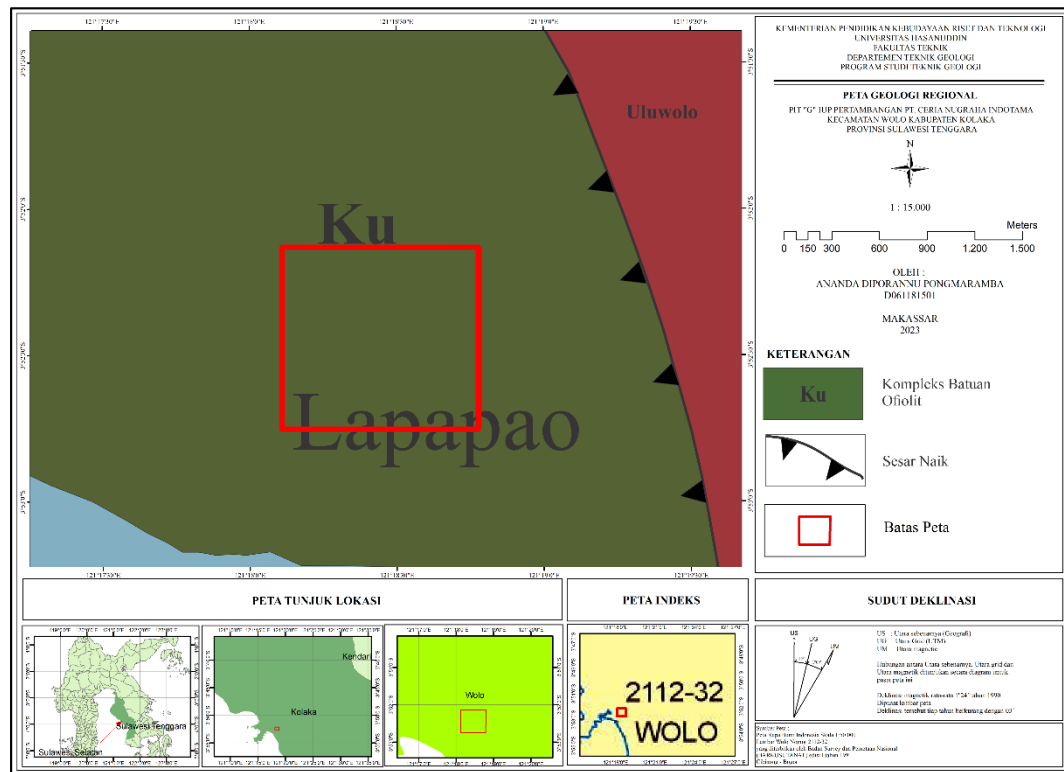
Daerah penelitian termasuk dalam Lembar Lasusua-Kendari nomor 2112-32 Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1:250.000 yang diterbitkan BAKOSURTANAL edisi I tahun 1993 (Bandung, Jawa Barat) (Gambar 1).

Geomorfologi daerah penelitian berdasarkan penelitian regional adalah Perbukitan Bergelombang Tinggi. Namun demikian, di dataran yang relatif landai pada Zona Perbukitan Bergelombang Tinggi tersebut masih dapat dijumpai lateritisasi berkembang secara terbatas. Pada bagian lereng bukit morfologi perbukitan bergelombang dengan kelerengan 20° umumnya keterdapatan zona lateritnya relatif tipis, akan tetapi pada bagian perbukitan bergelombang relatif 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 (Rusmana, dkk, 1993).

Stratigrafi daerah penelitian terdiri dari Kompleks Ofiolit. Kompleks Ofiolit di Lengan Tenggara Pulau Sulawesi didominasi oleh batuan ultramafik, mafik dan sedimen pelagik. Batuan ultramafik terdiri atas harzburgit, dunit, werlit, lertzolit, websterit, serpentin, dan piroksinit (Surono, 2013).

Struktur geologi pada daerah penelitian dilewati sistem Sesar Kolaka yang merupakan sesar naik. Sesar dan liniasi menunjukkan sepasang arah utama tenggara-barat laut (332°), dan timur laut barat daya (42°). Arah tenggara barat laut merupakan arah umum dari sesar di lengan tenggara sulawesi. daerah penelitian dilewati oleh sistem Sesar Kolaka. Sebagai akibat subduksi dan tumbukan lempeng pada Oligosen Akhir- Miosen Awal, kompleks ofiolit tersesar-naikkan ke atas mintakat benua. Molasa sulawesi yang terdiri atas batuan sedimen klastik dan karbonat terendapkan selama akhir dan sesudah tumbukan, sehingga molasa ini menindih tak selaras Mintakat Benua Sulawesi Tenggara dan Kompleks Ofiolit tersebut. Pada akhir kenozoikum lengan ini di koyak oleh Sesar Lawanopo dan beberapa pasangannya termasuk Sesar Kolaka. Sesar naik inilah yang

mempengaruhi litologi lain saling berselingan sehingga tersusun beberapa susunan batuan yang biasa disebut ofiolit. Kemudian ofiolit ini akan mengalami proses subduksi yang kemudian akan tersingkap di kerak benua (Rusmana, dkk, 1993).



Gambar 1. Peta Geologi Regional Daerah Penelitian (dalam kotak merah) Berdasarkan Lembar Lasusua-Kendari, Sulawesi Tenggara (Rusmana, dkk., 1993)

## 2.2 Nikel Laterit

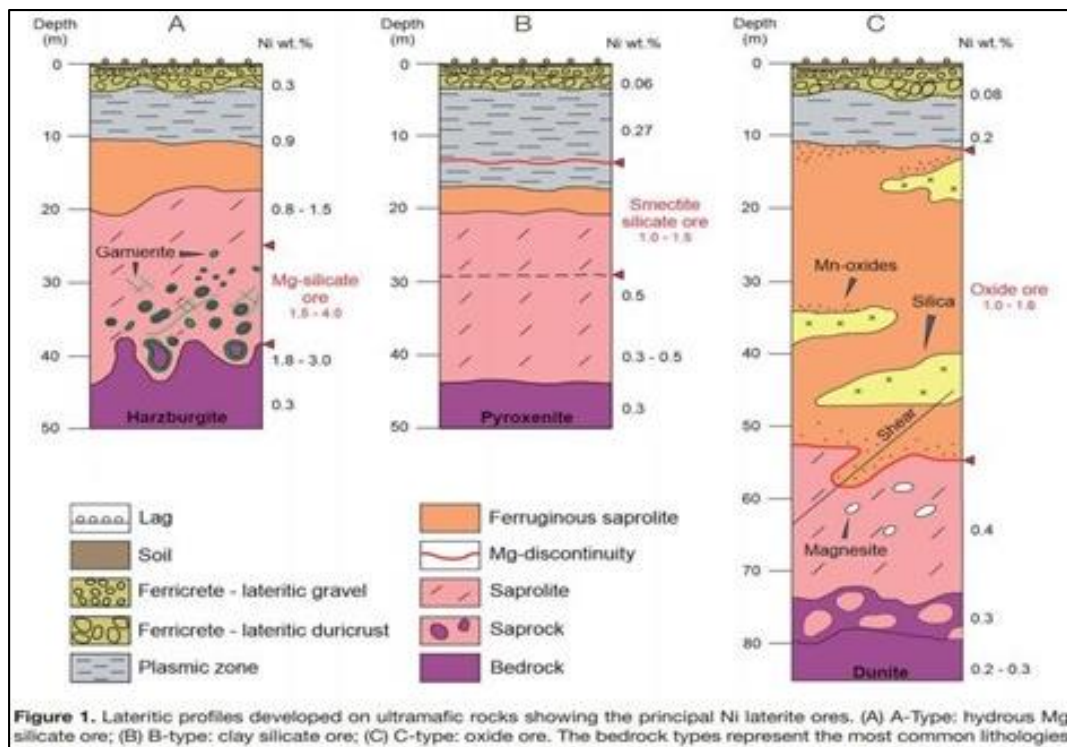
Nikel (Ni) merupakan logam yang keras dan tahan korosi, serta cukup reaktif terhadap asam dan lambat bereaksi terhadap udara pada suhu dan tekanan normal. Logam ini cukup stabil dan tidak dapat bereaksi terhadap oksida sehingga sering digunakan sebagai koin dan pelapis dan sifatnya paduan. Dalam dunia industri, nikel adalah salah satu logam yang paling penting dan banyak memiliki aplikasi; 62% dari logam nikel digunakan untuk baja tahan karat, 13% sebagai *superalloy* dan paduan tanpa besi karena sifatnya yang tahan korosi dan suhu tinggi (Dalvi, dkk, 2004).

Endapan nikel laterit terbentuk dari akibat proses pelapukan batuan ultramafik, yang merupakan campuran kompleks mineral-mineral ferromagnesian seperti olivin  $[(Fe,Mg)_2SiO_4]$ , piroksin  $[Fe,Mg]_2Si_2O_6$  dan ampibol



$[(Fe,Mg)_7Si_8O_{22}(OH)_2]$ . Akibatnya, endapan banyak ditemukan di daerah tropis seperti Kuba, Indonesia, Kaledonia Baru, Filipina dan Amerika Selatan (Ahmad, 2005).

Indonesia memiliki cadangan bijih nikel laterit yang cukup besar terutama di Sulawesi, Halmahera, Papua dan Kalimantan. Cadangan bijih nikel tersebut sekitar 1576 Mt atau 15% dari cadangan nikel di dunia; dengan jumlah sebesar itu baru dua perusahaan yang mengolah bijih nikel terutama saprolit (nikel berkadar tinggi), yaitu PT. Vale menjadi nikel matte dan PT. Antam menjadi ferronikel. Sebagian besar bijih nikel, terutama limonit berkadar nikel rendah masih diekspor dalam bentuk mentah dan sisanya masih merupakan material yang belum diolah (Ahmad, 2005).



Gambar 2. Tipe profil laterit (Sundari, 2012)

Berdasarkan tipe mineral yang dominan, bijih nikel laterit di dunia dapat diklasifikasikan menjadi 3 (tiga) tipe (Sundari, 2012), yaitu:

1. Laterit oksida (*oxide laterites*) merupakan produk proses laterisasi yang paling umum. Sebagian besar terdiri atas Fe-hidroksida di bagian atas lapisan bijih;
2. Laterit lempung (*clay laterite*). Sebagian besar terdiri atas lempung smektit pada bagian atas lapisan bijih;

3. Laterit silikat, terbentuk pada bagian yang lebih dalam dan mungkin dilapisi oleh laterit oksida. Sebagian besar terdiri atas Mg-Ni silikat (*serpentin*, *garnierite*).

### 2.3 Genesa dan Faktor Endapan Nikel Laterit

Proses pelapukan dimulai pada batuan peridotit. Batuan ini banyak mengandung *olivine*, magnesium silikat, dan besi silikat yang pada umumnya mengandung 0.30% nikel (Dalvi, dkk, 2004).

Air tanah yang kaya akan CO<sub>2</sub>, berasal dari udara luar dan tumbuhan, akan menghancurkan *olivine*. Enguraian *olivine*, magnesium silika dan besi silika ke dalam larutan cenderung untuk membentuk suspensi koloid dari partikel-partikel silika. Di dalam larutan besi akan bersenyawa dengan oksida dan mengendap sebagai *ferrohidroksida* (Dalvi, dkk, 2004).

Endapan *ferrohidroksida* ini akan menjadi reaktif terhadap air, sehingga kandungan air pada endapan tersebut akan mengubah *ferrihidroksida* menjadi mineral-mineral seperti *goethite* (FeO(OH)), *hematit* (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dan *cobalt*. Mineral-mineral tersebut sering dikenal sebagai besi karat. Endapan ini 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 *leaching*. Unsur Ni sendiri merupakan unsur tambahan di dalam batuan ultrabasa. Sebelum proses pelindihan berlangsung, unsur Ni berada dalam ikatan *serpentine group*. Rumus kimia dari kelompok serpentin adalah X<sub>2-3</sub>SiO<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(OH)<sub>4</sub>, dengan X tersebut tergantikan unsur-unsur seperti *Cr*, *Mg*, *Fe*, *Ni*, *Al*, *Zn* atau *Mn* atau dapat juga merupakan kombinasinya (Golightly, 1979).

Adanya suplai air dan saluran untuk turunnya air, berupa kekar, maka Ni yang terbawa oleh air turun ke bawah, dan akan terkumpul di zona air sudah tidak dapat turun lagi dan tidak dapat menembus *bedrock*. Ikatan dari Ni yang berasosiasi dengan Mg, SiO dan H akan membentuk mineral *garnierit* dengan rumus kimia (Ni, Mg) Si<sub>4</sub>O<sub>5</sub> (OH)<sub>4</sub>. Apabila proses ini berlangsung terus menerus, maka yang akan terjadi adalah proses pengayaan supergen (*supergen enrichment*).

Zona pengayaan supergen ini terbentuk di zona saprolit. Dibawah zona pengayaan supergen terdapat zona mineralisasi primer yang tidak terpengaruh oleh proses oksidasi maupun pelindihan, yang sering disebut sebagai zona hipogen, terdapat sebagai batuan induk yaitu batuan peridotit (Maulana, 2017).

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.

Adapun dalam buku “*Laterite: Mine Geology, Exploration Method, Ore Processing, Resource Estimation and Project Development*” (Ahmad, 2005), faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan nikel adalah:

1. Batuan asal

Adanya batuan induk merupakan syarat utama untuk terbentuknya endapan nikel laterit, macam batuan induknya adalah batuan ultrabasa.

- b. Terdapat elemen Ni yang paling banyak diantara batuan lainnya
- c. Mempunyai mineral-mineral yang paling mudah lapuk atau tidak stabil seperti olivine dan piroksin
- d. Memiliki komponen-komponen yang mudah larut dan memberikan lingkungan pengendapan yang baik untuk nikel

2. Iklim

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, yaitu akan terjadi rekahan-rekahan dalam batuan yang akan mempermudah proses atau reaksi kimia pada batuan.

3. Reagen-reagen kimia dan vegetasi

Reagen-reagen kimia adalah unsur-unsur dan senyawa-senyawa yang membantu mempercepat proses pelapukan. Air tanah yang mengandung  $CO_2$  memegang peranan penting di dalam proses pelapukan kimia. Asam-asam humus menyebabkan dekomposisi batuan dan dapat merubah PH larutan. Asam-asam

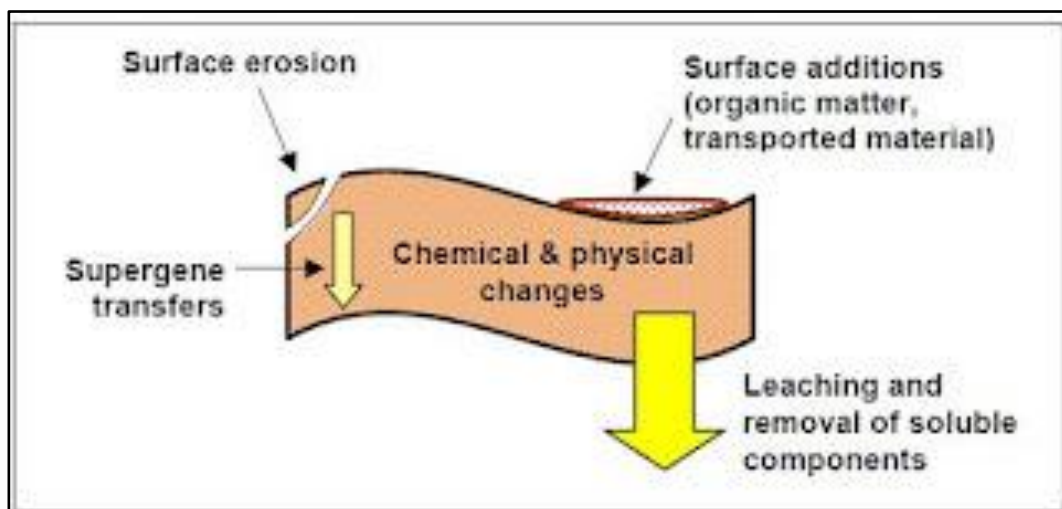
humus ini erat kaitannya dengan vegetasi wilayah. Dalam hal ini vegetasi akan mengakibatkan penetrasi air dapat lebih dalam dan mudah dengan mengikuti jalur akar pepohonan serta akumulasi air hujan bertambah banyak.

#### 4. Struktur Geologi

Struktur geologi yang sangat dominan adalah 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 menjadi lebih intensif.

#### 5. Topografi

Keadaan topografi setempat sangat mempengaruhi 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, sehingga dapat menyebabkan pelapukan kurang intensif (Jogi, 2009).



Gambar 3. Proses yang terlibat dalam pembentukan endapan laterit (Ahmad, 2005)

## 6. Waktu

Waktu yang cukup lama mengakibatkan pelapukan yang cukup intensif karena memiliki akumulasi unsur nikel dalam jumlah yang besar.

Perilaku berbagai unsur selama proses lateralisasi pada dasarnya dikendalikan oleh dua faktor, yaitu: (Ahmad, 2006)

- 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 dalam laterisasi (Ahmad, 2006)

<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, magnesium dapat dengan cepat keluar dari profil laterit. Namun, di bawah kondisi iklim basah-kering, beberapa magnesium 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 ( $\text{Fe}^{++}$ ) cukup larut dalam air tanah sedangkan zat besi ( $\text{Fe}^{+++}$ ) sangat tidak larut.
- e. Al. Alumina adalah salah satu unsur yang tidak bergerak yang ada dalam profil laterit selama air tanah berada pada kisaran pH 4,5 hingga 9,5 (sebagian besar air tanah memang termasuk dalam kisaran ini)
- f. Cr. Kromium dalam kromit tidak larut dalam air tanah dan sangat stabil, bertahan sebagai kromit di zona Limonit laterit.
- g. Mn dan Co memiliki mobilitas agak rendah di perairan asam dan cenderung bergerak ke bawah.

## 2.4 Profil Laterit

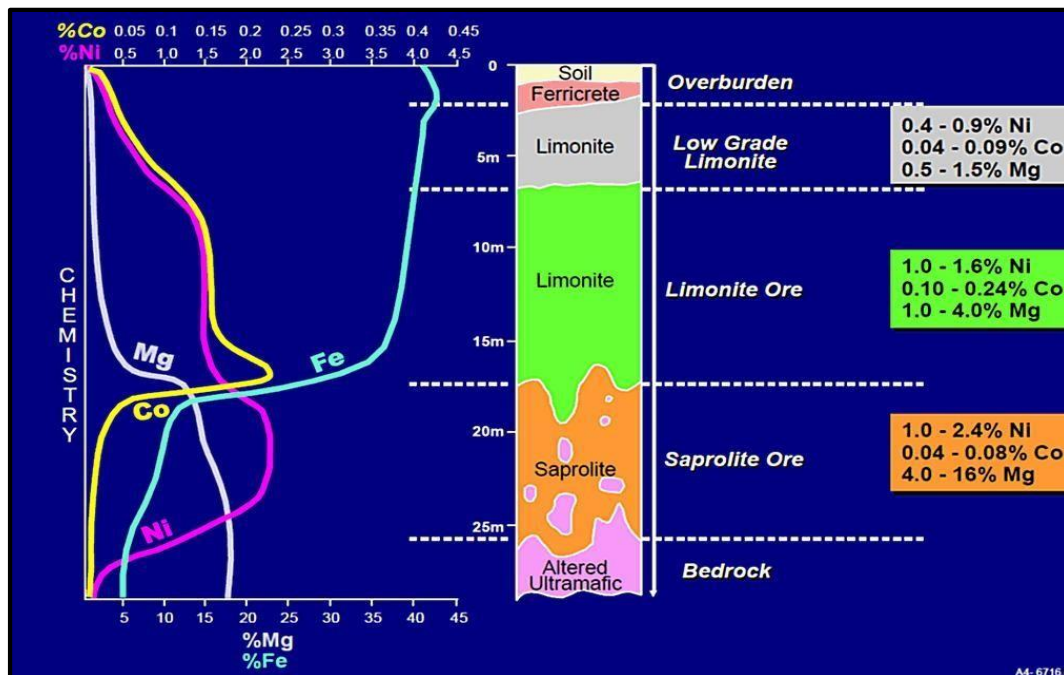
Pembentukan nikel laterit yang terdiri atas empat horizon yaitu :

- 1) Tudung besi (*iron cap*) yang merupakan campuran goetit dan limonit berwarna merah tua. Lapisan ini mempunyai kadar besi tinggi dan nikel rendah, yaitu sekitar 60% Fe. Kadang-kadang ditemukan hematit dan kromiferus yang merupakan lapisan paling atas dari bijih laterit dan menjadi overburden pada saat penambangan bijih nikel laterit.
- 2) Lapisan limonit, merupakan lapisan yang kaya besi sekitar 40-50% Fe, berukuran halus dan berwarna merah coklat atau kekuningan. Dalam limonit, sebagian besar nikel berada dalam gutit (sebagai larutan padat), sebagian lagi berada dalam oksida mangan dan litioforit. Dalam lapisan ini juga kadang-kadang ditemukan talk, tremolit, kromiferus, kuarsa, gipsit dan magemit.
- 3) Lapisan saprolit. Dalam lapisan ini, mineral utamanya adalah serpentin ( $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ); nikel mensubstitusi Mg. Bijih saprolit memiliki kandungan nikel lebih tinggi daripada yang terdapat pada lapisan limonit, yaitu sekitar 1,5-3% Ni. Kandungan magnesia dan silikanya juga lebih tinggi, namun kadar besinya rendah.

- 4) Batuan dasar (*bedrock*). Bagian ini berbentuk bongkah berukuran >75 cm. Secara umum kadar nikelnya kecil, sekitar 0,2 - 0,4% nikel. Zona ini mengalami perengkahan kuat dan kadang-kadang bersifat terbuka dan terisi oleh garnierit dan silika. Perengkahan ini diperkirakan menjadi *root zone* yaitu suatu zona dengan kandungan nikel tinggi berupa urat dalam batuan dasar.

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 4. Profil Laterit (Prasetyo, 2016)



Gambar 5. Distribusi vertikal mineral yang umum pada penampang nikel laterit (Elias, 2002)

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, yaitu zona batuan dasar (*bedrock*) (Maulana, 2017).

## 2.5 Geomorfologi

Geomorfologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang bentuk-bentuk permukaan bumi dan termasuk didalamnya adalah proses-proses geomorfologi yang berkerja, aspek-aspek morfologi mencakup dua kategori yaitu morfometri dan morfografi. Geomorfologi sebagai deskripsi dan tafsiran dari bentuk roman muka bumi (Noor, 2012). Geomorfologi sendiri terdiri dari 4 aspek utama yaitu aspek morfologi, aspek morfogenesis, aspek morfokronologi dan aspek morfoasosiasi, yaitu:

- 1) Aspek morfologi mencakup morfometri dan morfografi, morfometri mencakup aspek ukuran dan bentuk unsur- unsur penyusun bentuklahan. Morfografi merupakan susunan dari objek alami yang ada di permukaan bumi.



- 2) Aspek morfogenesis merupakan asal usul pembentukan bentuk lahan dan perkembangannya
- 3) Aspek morfokronologi merupakan urutan bentuk lahan yang ada di permukaan bumi sebagai hasil proses geomorfologis.
- 4) Aspek morfo-asosiasi merupakan kaitan antara bentuklahan satu dengan bentuk lahan yang lain dalam susunan keruangan atau sebarannya di permukaan bumi.

Adapun pada penelitian kondisi morfologi suatu daerah hal-hal yang diperhatikan adalah sebagai berikut:

- 1) Morfometri

Morfometri merupakan penilaian kuantitatif terhadap bentuk lahan, sebagai aspek pendukung morfografi dan morfogenetik, sehingga klasifikasi semakin tegas dengan angka-angka yang jelas. Metode geomorfologi kuantitatif pada awal perkembangannya mengklasifikasikan bentuk muka bumi berdasarkan angka (numerik), seperti beda tinggi, kemiringan lereng (slope) dan sistem drainase. Semuanya diperoleh dari analisis peta topografi. Pembagian kemiringan lereng dan bentuk lahan secara kuantitatif melalui perhitungan dikelompokkan berdasarkan jumlah persen dan besar sudut lereng, 19 untuk mengetahui jumlah tersebut melalui perhitungan dari perbandingan perbedaan ketinggian dengan jarak datar yang terbentuk. Lereng dapat di klasifikasikan berdasarkan kemiringan, bentuk dan Panjang segmennya. Kemiringan lereng dapat dihitung dengan berbagai rumus salah satunya menggunakan rumus dibawah ini:

$$S = \frac{(n - 1) \times IK}{JH \times SP} \dots \dots \dots$$

Keterangan :

S	=Kemiringan lereng
n	= jumlah kontur yang memotong diagonal jaring
IK	= interval kontur (m)
JH	= jarak horizontal (cm)
SP	=skala peta

Gambar 6. Rumus Kemiringan Lereng

Morfometri, mendiskripsikan dan mengukur tentang parameter bentuklahan, seperti morfometri lereng, morfometri DAS, morfometri longsor atau morfometri

lembah. Lereng memiliki parameter topografi yang terbagi dalam dua bagian, yaitu kemiringan lereng dan beda tinggi relief, Pemetaan geomorfologi bertujuan untuk mengidentifikasi evolusi geomorfologi ini ditekankan pada perubahan aspek morfometri dengan melokalisir kelompok rentang nilai kemiringan lereng yang sama. Variabel yang diperlukan untuk menghitung kemiringan lereng terdiri dari diagonal jaring (*grid*), jumlah kontur yang memotong diagonal jarring, interval kontur (meter), serta panjang jaring (meter). Hasil dari gabungan variabel tersebut dikali 100% sehingga hasil dari perhitungan klasifikasi untuk acuan penentuan beberapa kelas. ukuran kemiringan lereng yang telah disepakati dan dibakukan untuk menilai suatu bentuk lahan pada pemetaan geologi yaitu:

Tabel 2. Klasifikasi Kemiringan Lereng (Zuidam, 1985)

Kelas Lereng	Proses, Karakteristik dan Kondisi lahan	Simbol warna yang disarankan
0° - 2° (0 - 2%)	Datar atau hampir datar, tidak ada proses denudasi yang berarti	<i>Hijau tua</i>
2° - 4° (2 - 7 %)	Lahan memiliki kemiringan lereng berombak bila terjadi longsor bergerak dengan kecepatan rendah, pengikisan dan erosi akan meninggalkan bekas yang sangat dalam.	<i>Hijau Muda</i>
4° - 8° (7 -15%)	Lahan memiliki kemiringan lereng miring – bergelombang bila terjadi longsor bergerak dengan kecepatan rendah, sangat rawan terhadap erosi.	<i>Kuning</i>
8° - 16° (15 – 30%)	Lahan memiliki kemiringan lereng yang curam, rawan terhadap bahaya longsor, erosi permukaan dan erosi alur.	<i>Orange</i>
16° – 35° (30 - 70%)	Lahan memiliki kemiringan lereng yang curam sampai terjal, sering terjadi erosi dan gerakan tanah dengan kecepatan	<i>Pink</i>
35° - 55° (70 – 140%)	Lahan memiliki kemiringan lereng yang terjal, sering ditemukan singkapan	<i>Merah</i>
> 55° ( > 140% )	Lahan memiliki kemiringan lereng yang terjal, singkapan batuan muncul di permukaan,	<i>Ungu Tua</i>

## 2) Morfografi

Morfografi menjelaskan tentang kondisi bentuk lahan, misalnya pegunungan, perbukitan atau dataran (Zuidam, 1985). Bentuk permukaan lereng dapat dikelompokkan dalam cembung, cekung, lurus, dan kompleks. Berdasarkan ketidakteraturan (*irregularity*), permukaan lereng juga dapat dibedakan menjadi rata atau halus (*smooth*) dan tidak beraturan (*irregular*). Lereng sebagai suatu unit morfografi juga dapat diklasifikasikan berdasarkan panjang segmennya, yaitu:

- a. Sangat pendek jika panjang segmen lereng kurang dari 15 m
- b. Pendek jika panjang segmen lereng di antara 15 hingga 50 m
- c. Agak panjang (menengah) jika panjang segmen lereng antara 50 hingga 250 m
- d. Panjang jika panjang segmen lereng di antara 250 hingga 500 m
- e. Sangat panjang jika panjang segmen lereng lebih dari 500 m.
- f. Pentingnya pengenalan perbedaan ketinggian adalah untuk menyatakan keadaan morfografi dan morfogenetik suatu bentuklahan, seperti perbukitan, pegunungan atau dataran.

Hubungan perbedaan ketinggian dengan unsur morfografi dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 3. Hubungan ketinggian absolut dengan morfografi (Zuidam, 1985)

Ketinggian Absolut	Unsur Morfografi
< 50m	Dataran rendah
50 m - 100 m	Dataran pedalaman / Bukit bergelombang
100 m - 200 m	Perbukitan rendah
200 m - 500 m	Perbukitan
500 m - 1.500 m	Perbukitan tinggi
1.500 m - 3.000 m	Pegunungan
> 3.000 m	Pegunungan tinggi

### 3) Morfogenesis

Morfogenesis adalah proses atau asal-usul terbentuknya permukaan bumi, seperti bentuklahan perbukitan atau pegunungan, bentuklahan lembah atau bentuk lahan dataran. Morfogenesis menekankan pada proses geomorfologi, yakni proses yang mengakibatkan perubahan-perubahan bentuklahan waktu pendek serta proses terjadinya bentuk lahan. Morfogenesis mencakup beberapa aspek yaitu Morfostruktur pasif, meliputi litologi dan struktur batuan yang berhubungan dengan pelapukan mekanis, dan organik. Morfologi struktur aktif berupa tenaga endogen atau tektonisme yang menghasilkan lipatan dan patahan. Morfodinamik berupa tenaga eksogen yang berhubungan dengan tenaga luar seperti angin, gletser, air, gerak massa batuan dan vulkanisme.

Bentuk bentang alam permukaan bumi dapat di bedakan menjadi bentuk asal struktural, vulkanik, fluvial, marine, karst, aeolean, denudasi (Zuidam, 1983).

- a. Bentuk asal struktural Biasanya di pengaruhi proses tektonik berupa pengangkatan, perlipatan dan pensesaran. Bila hanya dikenali dengan rekonstruksi strike dan dip saja, belum dikategorikan sebagai bentuk lahan asal struktural.
- b. Bentuk asal vulkanik Di pengaruhi oleh fenomena yang berkaitan dengan gerakan magma di permukaan bumi. Aspek relief dan litologi umumnya mencerminkan genesis aktifitas gunung api seperti kerucut semburan, kepundan, medan lava, medan lahar, dikes, stock dan sebagainya.
- c. Bentuk asal fluvial Biasanya berkaitan dengan aktifitas aliran sungai dan air permukaan berupa pengikisan, pengangkutan dan penimbunan di daerah rendah seperti daratan aluvial dan lembah.
- d. Bentuk asal marin Biasanya berkaitan dengan abrasi, sedimentasi, pasangsurut dan pertemuan terumbu karang sepanjang garis pantai, disamping itu pengaruh dari tektonik masa lalu, transgresi dan regrasi.
- e. Bentuk asal karst Biasanya bentukan ini dihasilkan oleh proses pelarutan pada batuan mudah larut. Karst adalah kawasan yang mempunyai karakteristik relief dan drainase yang khas di sebabkan oleh kelarutannya yang tinggi.

- f. Bentuk asal denudasional Merupakan kesatuan proses pelapukan, gerakan tanah, erosi dan diakhiri pengendapan dengan parameter utama berupa erosi dan pengikisan yang disebabkan jenis batuan, iklim, vegetasi dan relief.

## 2.6 Pengaruh Karakteristik Topografi Terhadap Endapan Laterit

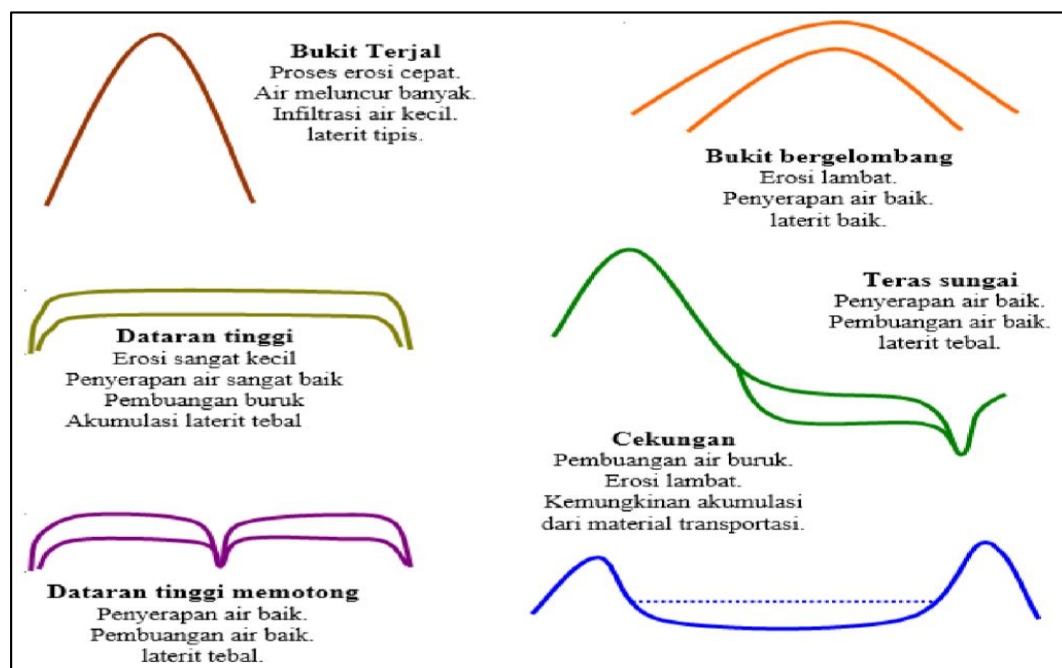
Topografi memiliki peranan penting dalam pembentukan endapan nikel laterit terutama kaitannya dengan struktur, pengaliran dan posisi permukaan air tanah. Keadaan topografi yang demikian umumnya endapan *silikat hydrous* yang memiliki kadar yang tertinggi yang terbentuk pada batuan peridotit. Di area dengan relief tinggi, banyak endapan dengan zona pengkayaan kadar yang tinggi terletak di kemiringan bukit, secara profil permukaan air tanah pada posisi-posisi topografi yang rendah dan ditambah dengan adanya struktur seperti patahan dan kekar (*joint*) memberikan laju proses *leaching* yang maksimum dan pengaliran larutan sehingga meningkatkan konsentrasi residu dan akumulasi di dalam saprolit. (Ahmad, 2006)

Faktor yang berperan dalam proses laterisasi adalah morfologi dan topografi. Bentuk morfologi suatu daerah sangat dipengaruhi oleh bentuk morfologi bawah permukaannya. Umumnya bijih (*ore*) terdapat pada zona saprolit dan sebagian kecil pada zona limonit, hal ini tergantung dari kadar yang terkandung pada zona tersebut. Dimana dalam laterit ini nantinya dapat ditentukan seberapa tebal bijih (*ore*) yang terdapat dalam laterit tersebut.

Pada proses pengayaan nikel, air berperan penting dalam proses tersebut. Air yang membawa nikel akan cenderung mengikuti arah topografi. Secara kualitatif pada lereng dengan derajat tinggi (*curam*) maka proses proses pengayaan nikel cenderung akan sangat kecil. Bila proses pengayaan kecil maka pembentukan bijih (*ore*) juga akan kecil (*tipis*), sedangkan pada daerah dengan kemiringan lereng sedang / landai umumnya proses pengayaan berjalan dengan baik memiliki 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 zona saprolit tererosi. Penyebaran horizontal Ni tergantung dari arah aliran air tanah yang sangat dipengaruhi oleh bentuk kemiringan lereng (topografi). Air tanah bergerak dari daerah-daerah yang

memiliki tingkat ketinggian ke arah lereng, yang mana sebagian besar dari air tanah pembawa Ni, Mg dan Si yang mengalir ke arah zona pelindian atau zona tempat fluktuasi air tanah berlangsung (Ahmad, 2006).

Pada kondisi kemiringan topografi berbeda akan terbentuk ketebalan endapan yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan oleh kondisi lingkungan pembentukan yang berbeda akibat perbedaan kemiringan lereng. Hubungan persen lereng dengan ketebalan zona endapan laterit memperlihatkan bahwa ketebalan zona limonit akan berbanding terbalik dengan kondisi kemiringan topografi. Sehingga untuk dapat menentukan kemiringan topografi yang paling prospek sebagai tempat pembentukan endapan nikel maka dilakukan dengan cara mengirisikan batasan kemiringan dimana zona endapan nikel laterit tidak terbentuk dan kemiringan dimana zona endapan nikel laterit akan terbentuk (Syafrizal, dkk., 2009).



Gambar 7. Hubungan antara topografi terhadap laterisasi (Ahmad, 2006)