

# SKRIPSI

## ANALISIS KARAKTERISTIK PROFIL LATERIT DAN IMPLIKASINYA TERHADAP VOLUME CADANGAN Ni BLOK X PT. ANTAM TBK UBPB KOLAKA PROVINSI SULAWESI TENGGARA

Disusun dan diajukan oleh:

FATTAAH FADJRI ABDILLAH  
D061 19 1067



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK GEOLOGI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2024



Optimized using  
trial version  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI****ANALISIS KARAKTERISTIK PROFIL LATERIT DAN  
IMPLIKASINYA TERHADAP VOLUME CADANGAN Ni  
BLOK X PT. ANTAM TBK UBPN KOLAKA PROVINSI  
SULAWESI TENGGARA**

Disusun dan diajukan oleh

**FATTAAH FADJRI ABDILLAH**  
D061191067

Telah Di Pertahankan Dihadapan Panitia Ujian Yang Dibentuk Dalam Rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana Teknik Geologi  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada Tanggal 23 Februari 2024  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

**Dr. Ir. Musri Mawaleda, M.T**  
NIP. 19611231 198903 1 019

**Dr. Ir. Haerany Sirajuddin, M.T**  
NIP. 19671119 199802 2 001

Mengetahui,  
Ketua Departemen Teknik Geologi  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



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



## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Fattaah Fadjri Abdillah

NIM : D061191067

Program Studi : Teknik Geologi

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Analisis Karakteristik Profil Laterit Dan Implikasinya Terhadap Volume

Cadangan Ni Blok X PT. Antam Tbk UBPN kolaka provinsi Sulawesi Tenggara

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

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

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

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

Gowa, November 2023

Yang Menyatakan



Fattaah Fadjri Abdillah



## ABSTRAK

**FATTAAH FADJRI ABDILLAH.** *Analisis Karakteristik Profil Laterit Dan Implikasinya Terhadap Volume Cadangan Ni Blok X PT. Antam Tbk UBPN kolaka provinsi Sulawesi Tenggara* (dibimbing oleh Musri Mawaleda dan Haerany Sirajuddin)

Berdasarkan letak geologinya Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumberdaya alam, salah satu contoh sumberdaya alam tersebut yang sangat penting adalah Nikel. secara administratif daerah penelitian termasuk dalam daerah Pomalaa kabupaten Kolaka provinsi Sulawesi Tenggara, Secara geografis, lokasi penelitian terletak antara  $4^{\circ}15'34,31''$  -  $4^{\circ}15'58,21''$  LU dan  $121^{\circ}32'4,45''$  -  $121^{\circ}32'35,40''$  BT Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui profil laterit dan distribusi kadar Ni melalui analisis sampel pemboran (core), analisis geokimia menggunakan metode XRF (X-Ray Fluorescence) dan analisis potensi cadangan menggunakan aplikasi surpac.

Berdasarkan penelitian di simpulkan bahwa profil daerah penelitian terbagi menjadi limonit dengan material berupa lempung, hematit, Mangan, serpentin, dan geotit. zona saprolit kedalaman rata-rata 5-9m Material *corenya* berupa *sandy - rocky*, ukuran fragmen kerikil, kerakal hingga terdapat *boulder* secara dominan. Dan mineral Hematite, Mangan. dan mineral-mineral silika dijumpai dalam jumlah tidak dominan. Dan *bedrock* yang dijumpai pada meteran 10 – 13 meter kemudian ciri yang di jumpai berwarna abu-abu kehitaman berukuran bongkah dengan tingkat pelapukan rendah. Pada lapisan ini terjadi serpentinisasi dengan tingkat rendah-sedang. Mineral yang dijumpai didominasi oleh mineral serpentin. Analisis Geokimia daerah penelitian, dijumpai rata-rata pada zona limonit terdapat pengayaan unsur berupa Fe, Co, dan Pada Zona saprolit terdapat pengayaan unsur Ni, SiO<sub>2</sub>, dan MgO. Adapun pada Zona *Bedrock* terdapat pengayaan unsur MgO dan SiO<sub>2</sub>. kemudian melalui pemodelan distribusi Ni dengan metode *IDW* menggunakan aplikasi Supac 6.3 pada daerah penelitian diperoleh volume sumber daya terukur Ni 2.299.124 M/T dengan kadar Ni rata-rata 0,89%.

**Kata kunci:** Nikel Laterit, Geokimia, Unsur, Limonit, Saprolit, *Bedrock*, Cadangan



## ABSTRACT

**FATTAAH FADJRI ABDILLAH.** *Analysis of Laterite Profile Characteristics and Its Implications on the Reserve Volume of Ni Block X PT. Antam Tbk UBPN Kolaka, Southeast Sulawesi Province* (supervised by Musri Mawaleda and Haerany Sirajuddin)

Based on its geological location, Indonesia is a country rich in natural resources. One example of a very important natural resource is Nickel. Administratively, the research area is included in the Pomalaa area, Kolaka district, Southeast Sulawesi province. Geographically, the research location is located between 4°15'34.31 - 4°15'58.21" N and 121°32'4.45" - 121°32'35.40" E. The aim of this research is to determine the laterite profile and distribution of Ni content through sample analysis drilling (core), geochemical analysis using the XRF (X-Ray Fluorescence) method and analysis of potential reserves using the surpac application.

Based on the research, it was concluded that the profile of the research area was divided into limonite with materials in the form of clay, hematite, manganese, serpentine and geotite. The saprolite zone has an average depth of 5-9m. The core material is sandy - rocky, the size of gravel fragments, gravel and boulders. And the minerals Hematite, Manganese and silica minerals are found in non-dominant quantities. And the *bedrock* that is found at 10 – 13 meters is then the characteristic found that is blackish gray in color, chunk-sized with a low level of weathering. In this layer, low-moderate levels of serpentinization occur. The minerals found are dominated by serpentine minerals. Geochemical analysis of the research area, it was found that on average in the limonite zone there was an enrichment of elements in the form of Fe, Co, and in the saprolite zone there was an enrichment of the elements Ni, SiO<sub>2</sub> and MgO. Meanwhile, in the *Bedrock* Zone, there is enrichment of MgO and SiO<sub>2</sub> elements. then through Ni distribution modeling with the IDW method using the Supac 6.3 application in the research area, a measured Ni resource volume of Ni resource tonnage of 2,299,124 M/T with a grade Ni averages 0.89%.

**Keywords:** Nickel Laterite, Geochemistry, Elements, Limonite, Saprolite, *Bedrock*, Reserves



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK .....	iv
ABSTRACT .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL .....	x
KATA PENGANTAR .....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	2
1.5 Ruang Lingkup .....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Geologi Regional .....	3
2.1.1 Geomorfologi.....	3
2.1.2 Stratigrafi .....	4
2.1.3 Struktur .....	5
2.2 Endapan Nikel Laterit.....	7
2.3 Genesa Endapan Laterit .....	13
2.4 Batuan Ultramafik .....	16
2.5 Permodelan dan Perhitungan Sumber Daya .....	17
BAB III METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian .....	21
3.2 Metode Penelitian .....	22
3.2 Tahapan Penelitian.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	27
4.1 Geologi Daerah Penelitian.....	27
4.2 Karakteristik Endapan Nikel Laterit.....	32
4.3 Karakteristik Geokimia Profil Laterit pada Blok X PT Antam UBPN Kolaka.....	35
4.4 Estimasi Volume Cadangan dengan Metode IDW .....	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
DAFTAR PUSTAKA .....	52



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Klasifikasi morfologi Lengan Tenggara Sulawesi Menurut Kamaruddin et al. (2018) .....	4
Gambar 2 Korelasi satuan lembar Kolaka Menurut Simandjuntak (1993).....	5
Gambar 3 Peta geologi regional lembar Kolaka menurut Simandjuntak (1993).....	7
Gambar 4 Profil nikel laterit menurut Elias (2022) .....	10
Gambar 5 Clay silicate deposit, Murrin Australia menurut Butt et al. (2005).....	11
Gambar 6 Profil laterit deposit oxida, Goro New Caledonia menurut But et al. (2005).....	12
Gambar 7 Hydrous silicate deposit, New Caledonia menurut Butt et al. (2005)...	12
Gambar 8 Distribusi vertikal mineral yang umum pada penampang nikel laterit menurut Elias (2002).....	14
Gambar 9 Lokasi penelitian PT. Antam Tbk .....	21
Gambar 10 Diagram alir metode dan tahapan penelitian.....	26
Gambar 11 Kenampakan pegunungan dengan arah foto N 245°E .....	27
Gambar 12 Struktur kekar pada litologi peridotit dengan arah foto N 35°E .....	28
Gambar 13 Singkapan peridotit dengan arah foto N 50°E.....	28
Gambar 14 Kenampakan petrografis batuan lherzolit terserpentinisasi dengan komposisi mineral ortopiroksin (Opx), klinopiroksin (Cpx), dan serpentin (Srp).	29
Gambar 15 Kenampakan petrografis batuan websterite terserpentinisasi dengan komposisi mineral ortopiroksin (Opx) dan serpentin (Srp) .....	30
Gambar 16 Singkapan serpentin pada stasiun 3 dengan arah foto N 305°E.....	31
Gambar 17 Kenampakan petrografis batuan serpentin pada ST 03 dengan komposisi mineral serpentin (Srp), klinopiroksin (Cpx) dan mineral opaq (Opq) .....	31
Gambar 18 Ilustrasi lingkungan pembentukan ultramafic rock (Adi Maulana,2019) .....	32
Gambar 19 Profil laterit daerah penelitian berdasarkan analisis data bor.....	33
Gambar 20 Core zona limonit .....	34
Gambar 21 Core zona saprolite .....	34
Gambar 22 Core zona boulder .....	35
Gambar 23 Core zona bedrock.....	35
Gambar 24 Profil laterit FFA 0124 .....	36
Gambar 25 Profil laterit FFA 0125 .....	37
Gambar 26 Profil laterit FFA 0126 .....	38
Gambar 27 Profil laterit FFA 0127 .....	39
Gambar 28 Profil laterit FFA 0128 .....	40
Gambar 29 Profil laterit FFA 0129 .....	41
Gambar 30 Profil laterit FFA 0130 .....	42
Gambar 31 Profil laterit FFA 0131 .....	43
Gambar 32 Profil laterit FFA 0132 .....	44
Gambar 33 Profil laterit FFA 0133 .....	45
Gambar 34 Profil laterit FFA 0134 .....	46
Gambar 35 Peta sebaran Ni menggunakan aplikasi arcgis .....	47
Gambar 36 Drill hole .....	48
Gambar 37 Block model lapisan saprolit .....	48



Gambar 38 Block model saprolit .....49



## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Estimasi sumber daya terukur daerah penelitian .....50



## DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
$W_j$	bobot
$d_j$	jarak
$n$	pangkat yang digunakan untuk perhitungan bobot
$Z^*$	kadar yang ditaksir
$j$	jumlah data
$i$	kadar ke- $i$ ( $i=1, \dots, n$ )
$d_i$	jarak antar titik yang ditaksir dengan titik ke- $i$ yang menaksir ( $m$ )
$k$	pangkat
$Z$	kadar asli
Ni	Nikel



## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahiim*

*Alhamdulillah rabbil'aalamin*, penulis panjatkan puji dan syukur kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala, karena atas izin, rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat merampungkan tugas akhir yang berjudul **Analisis Karakteristik Profil Laterit Dan implikasinya Terhadap Volume Cadangan Ni Blok x PT. Antam UBPN Kolaka Provinsi Sulawesi Tenggara.**

Sholawat serta salam penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan tauladan terbaik bagi umatnya. Penulis menyadari, berhasilnya penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang telah membimbing, mengarahkan, memberikan semangat dan doa sehingga pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Musri Mawaleda, M.T sebagai sebagai dosen pembimbing utama yang telah sabar dalam memberikan arahan dan masukan dalam proses penulisan laporan.
  2. Ibu Dr. Ir. Haerany Sirajuddin, M.T sebagai dosen pembimbing pendamping yang telah sabar dalam memberikan arahan dan masukan dalam proses penulisan laporan.
  3. Bapak Prof. Dr. Adi Tonggiroh, S.T., M.T sebagai dosen penguji yang telah memberikan banyak masukan dan arahan baik dalam penulisan laporan.
  4. Bapak Dr. Ir Safri Burhanuddin, DEA sebagai dosen penguji yang telah memberikan banyak masukan dan arahan baik dalam penulisan laporan.
  5. Bapak Dr. Eng. Hendra Pachri, S.T., M.Eng. sebagai Ketua Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
  6. Bapak dan Ibu Dosen Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmunya selama penulis menempuh pendidikan perkuliahan.
  7. Bapak dan Ibu Staf Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin, atas bantuannya dalam pengurusan administrasi penelitian.
- seluruh karyawan, baik staf maupun non staf PT. Antam Tbk UBPN Kolaka Unit Geomin yang telah menerima dan membantu penulis selama pelaksanaan kerja praktik dan pengambilan data tugas akhir.



9. Himpunan Mahasiswa Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang selalu menjadi teman diskusi penulis dalam bidang apapun.
10. Kepada kedua orangtua penulis, Dedy Supriyadi dan Mardiyah Yusan yang senantiasa mengiringi do'a kepada penulis agar dapat menjadi orang yang membanggakan keluarga dan berpengaruh baik pada lingkungan sosial.
11. Teman-teman Jaeger (Teknik Geologi Angkatan 2019) yang selalu menjadi penyemangat penulis dalam pengerjaan laporan.
12. Semua rekan yang telah membantu penulis sampai detik ini dan belum sempat disebutkan. Terima kasih untuk uluran tangan dan kerendahan hati yang kalian miliki. Jazakumullahu khayran wa barokallahu fiikum.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki banyak kekurangan karena hanya Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang Maha Sempurna sesuai dengan sifat-sifat-Nya, oleh karenanya saran dan masukan sangat diharapkan oleh penulis demi perbaikan tugas akhir ini. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat baik dalam penambahan wawasan dan dapat dijadikan referensi pembaca dalam kegiatan penelitian selanjutnya serta tentunya berkah dan bernilai ibadah di sisi Allah Subhanahu Wa Ta'ala.

Gowa, November 2023

Fattaah Fadjri Abdillah



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Berdasarkan letak geologinya, Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumberdaya alam, terutama bahan tambang yang merupakan sumberdaya alam yang tidak dapat diperbaharui. Salah satu contoh sumberdaya alam tersebut yang sangat penting adalah Nikel. Nikel merupakan salah satu sumberdaya alam yang memiliki banyak manfaat seperti pembuatan logam anti karat, campuran pada pembuatan *stainless steel* dan berbagai jenis barang lainnya. Kecerbagunaan ini pula yang menjadikan nikel sangat berharga dan memiliki nilai jual tinggi di pasar dunia. Setidaknya sejak 1950 permintaan akan nikel rata-rata mengalami kenaikan 4% tiap tahun, dan diperkirakan sepuluh tahun mendatang terus mengalami peningkatan (Dalvi et al., 2004).

Endapan nikel laterit terbentuk dari hasil proses pelapukan yang sangat intensif di daerah tropis pada batuan yang mengandung nikel seperti, *dunit (olivine)*, *peridotit (olivine dan piroksin)*, dan *serpentinit*. Proses pelapukan pada batuan asal tersebut (laterisasi) menyebabkan nikel berubah menjadi larutan dan diserap oleh mineral-mineral oksida besi yang membentuk *garnierite* pada lapisan saprolit (Arifin, 2016). Selain nikel, *kobalt* juga akan terkonsentrasi pada lapisan ini pada jumlah terbatas. Adapun *grade* dari nikel yang dihasilkan berkisar 1,5–3% Ni (Maulana, 2017).

Daerah Pomalaa kabupaten Kolaka provinsi Sulawesi Tenggara merupakan suatu wilayah yang mempunyai litologi yang mengalami pengkayaan nikel laterit. Pada daerah ini, telah berdiri perusahaan PT. Antam Tbk yang telah melakukan penambangan terhadap bijih nikel. Oleh karena itu, sangat penting untuk dilakukan penelitian guna memenuhi keterbatasan data dan informasi terkait analisis karakteristik profil laterit dan implikasinya terhadap volume cadangan menggunakan data bor yang dapat bermanfaat dalam mendukung usaha

ngan bijih nikel di daerah ini.



## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik profil laterit pada daerah penelitian?
2. Bagaimana karakteristik geokimia endapan nikel laterit pada daerah penelitian?
3. Bagaimana potensi cadangan nikel laterit pada daerah penelitian?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik profil nikel laterit daerah penelitian.
2. Mengetahui karakteristik geokimia bawah permukaan profil nikel laterit pada daerah penelitian.
3. Mengetahui potensi cadangan Nikel Laterit pada daerah penelitian.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian ini adalah:

1. Bagi institusi pendidikan, dapat digunakan jadi referensi dalam pengembangan topik terkait pemetaan geologi dan eksplorasi mineral dalam menentukan karakteristik geokimia bawah permukaan profil nikel laterit.
2. Bagi PT. Antam Tbk, dapat memberikan wawasan tentang lokasi dan kualitas cadangan nikel laterit, meningkatkan efisiensi eksplorasi, dan mendukung pengambilan keputusan untuk ekstraksi yang efektif dan berkelanjutan.

## 1.5 Ruang Lingkup

Penelitian ini khusus dilakukan untuk mengetahui dan menganalisis karakteristik profil laterisasi pada daerah penelitian, karakteristik geokimia endapan

dilalui analisis sampel pemboran (*core*), analisis laboratorium XRF dan i serta potensi volume cadangan Ni pada daerah penelitian.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

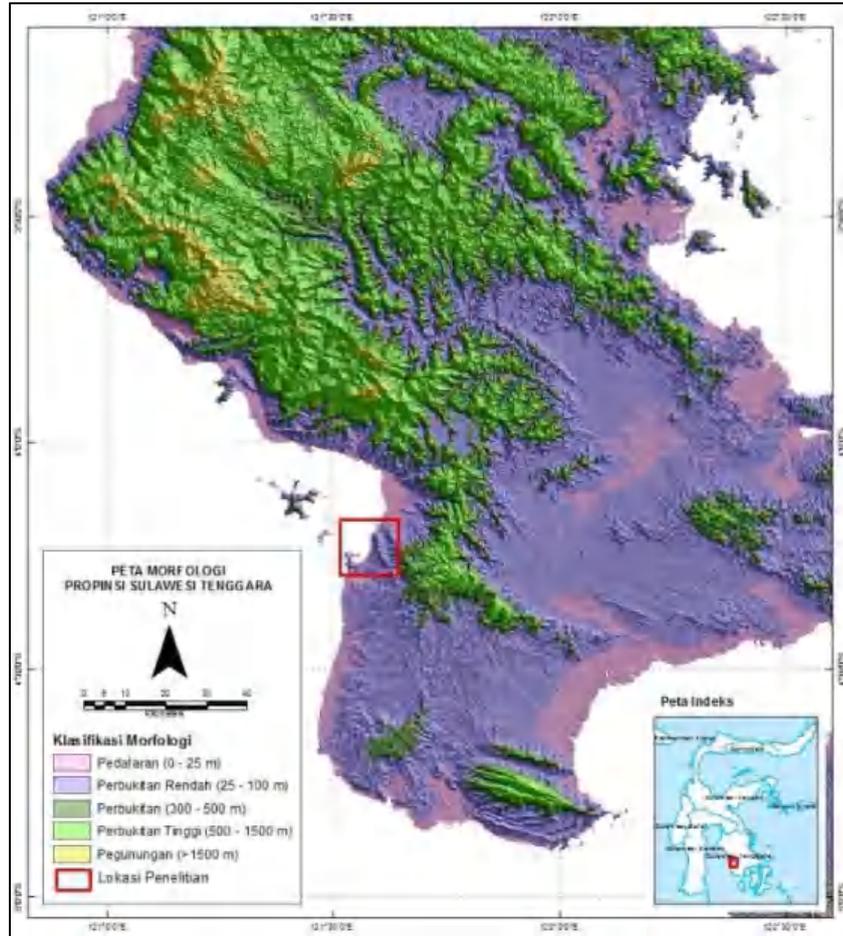
### 2.1 Geologi Regional

Van Bemmelen (1949) dalam Suroso membagi Lengan Tenggara Sulawesi menjadi tiga bagian, yaitu ujung utara, bagian tengah, dan ujung selatan. Lembar Kolaka menempati bagian tengah dan menempati bagian tengah dan ujung selatan dari ujung selatan dari lengan tenggara Sulawesi. Ada lima satuan morfologi pada bagian tengah dan ujung selatan Lengan Tenggara Sulawesi, yaitu morfologi pegunungan, morfologi perbukitan tinggi, morfologi perbukitan rendah, morfologi pedataran dan morfologi *karst*.

#### 2.1.1 Geomorfologi

Daerah penelitian ini dicirikan oleh geomorfologi perbukitan rendah, yang mendominasi lanskap di utara Kendari serta di ujung selatan lengan tenggara Sulawesi. Ciri khas dari satuan morfologi ini adalah keberadaan bukit-bukit kecil dan rendah yang membentuk topografi bergelombang, menandai karakteristik fisik yang unik dari wilayah ini. Komposisi geologisnya terutama terdiri dari batuan sedimen klastika yang berasal dari era Mesozoikum dan Tersier, dengan kehadiran batuan ultramafik yang menambah keragaman geologis. Klasifikasi morfologi di Lengan Tenggara Sulawesi ini dapat diamati lebih jelas, yang menggambarkan distribusi dan struktur dari satuan morfologi ini.





Gambar 1 Klasifikasi morfologi Lengan Tenggara Sulawesi Menurut Kamaruddin et al. (2018)

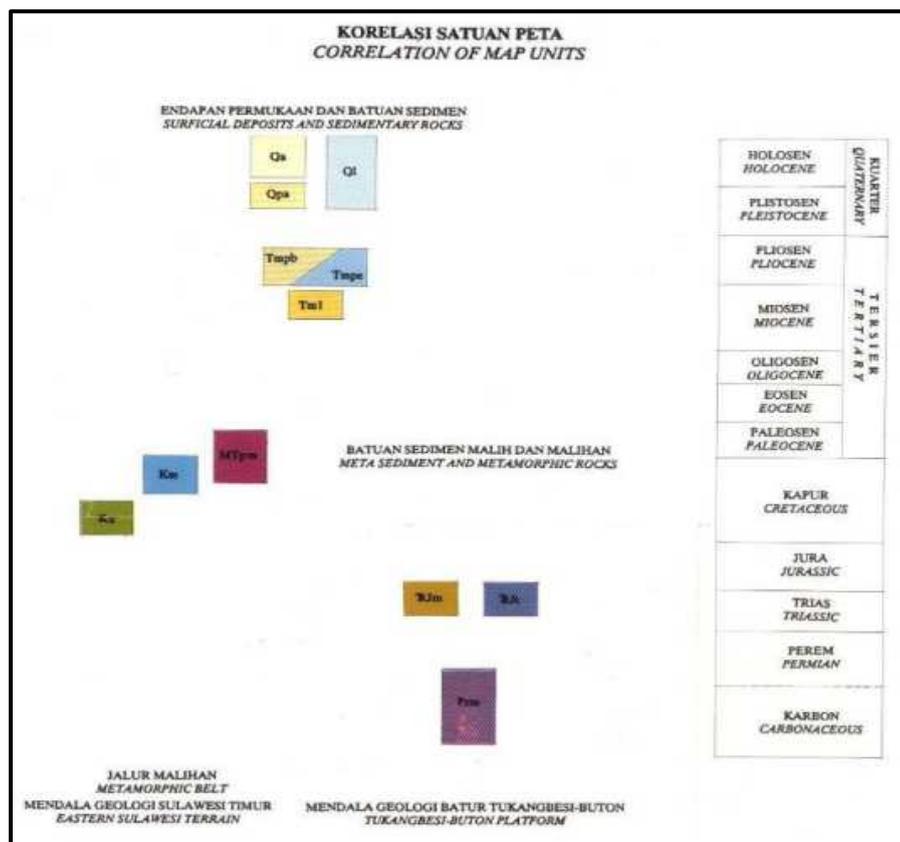
### 2.1.2 Stratigrafi

Seperti telah diuraikan sebelumnya Lengan Tenggara Sulawesi termasuk kawasan pertemuan dua lempeng, yakni lempeng benua yang berasal dari Australia dan lempeng samudra dari Pasifik. Kepingan benua di Lengan Tenggara Sulawesi dinamai Mintakat Benua Sulawesi Tenggara (*Southeast Sulawesi Continental Terrane*) dan Mintakat Matarombeo oleh Suroño (1994). Kedua lempeng dari jenis yang berbeda ini bertabrakan dan kemudian ditindih oleh endapan Molasa Sulawesi yang terdiri atas batuan sedimen. Sebagai akibat subduksi dan tumbukan pada *oligosen* akhir hingga *miosen* awal, kompleks *ofiolit* tersesar naikan ke atas mintakat benua.



masi batuan penyusun daerah penelitian yang termasuk dalam lembar itu Kompleks Ultramafik (Ku) Terdiri atas *harzburgit*, *dunit*, *wherlit*, *it*, *gabbro*, *basal*, *dolerit*, *diorit*, *mafik meta*, *amphibolit*, *magnesit* dan

setempat *rodingit* dan batuan ini diperkirakan berumur kapur.



Gambar 2 Korelasi satuan lembar Kolaka Menurut Simandjuntak (1993)

### 2.1.3 Struktur

Struktur geologi yang terbentuk di daerah penelitian secara regional, struktur utama yang terbentuk adalah sesar geser mengiri, termasuk sesar Matarombeo, sistem sesar Lawanopo, sistem sesar Konawehea, sesar Kolaka, dan banyak sesar lainnya serta liniasi. Sesar dan liniasi menunjukkan sepasang arah utama tenggara hingga barat laut ( $332^\circ$ ), dan timur laut barat daya ( $42^\circ$ ). Arah tenggara barat laut merupakan arah umum dari sesar geser mengiri dilengan tenggara umum dari sesar geser mengiri dilengan tenggara sulawesi (Simandjuntak, 1993).

Lengan Sulawesi Tenggara juga merupakan kawasan pertemuan lempeng, lempeng benua yang berasal dari Australia dan lempeng samudra dari Pasifik. Lempeng benua di Lengan Tenggara Sulawesi dinamai Mintakat Benua Sulawesi (South East Sulawesi Continental Terrane) dan Mintakat Matarambeo. Lempeng dari jenis yang berbeda ini bertabrakan dan kemudian ditindih oleh

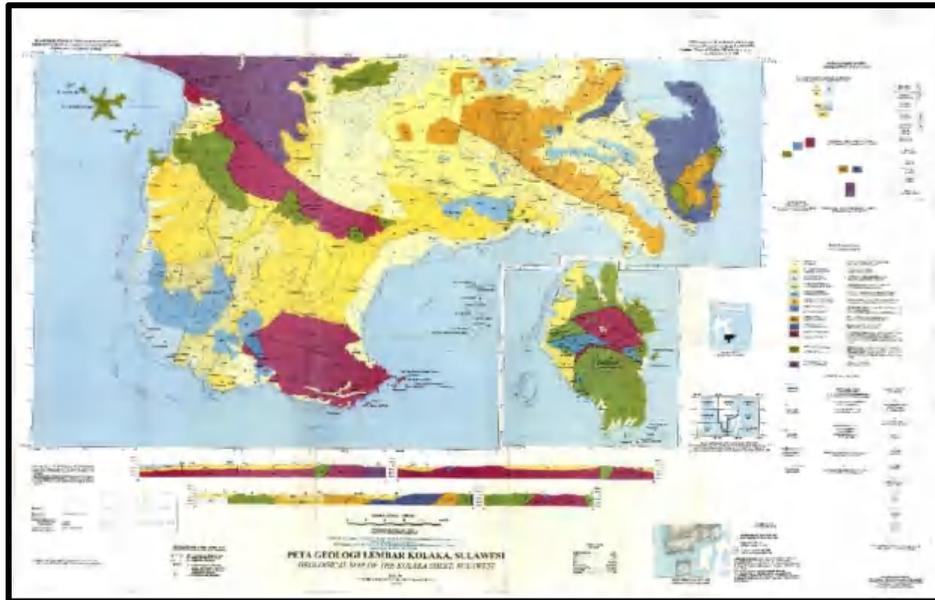


endapan Molasa Sulawesi.

Sebagai akibat subduksi dan tumbukan lempeng pada *oligosen* akhir hingga *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.

Struktur geologi yang terbentuk didaerah ini didominasi oleh sesar berarah relatif barat laut-tenggara yang merupakan pengaruh dari aktivitas sesar Palu-Koro dan pertumbuhan jalur tektonik Palu-Mekongga yang berhubungan dengan pembentukan pegunungan Verbeek dan Moliowo. Berdasarkan sejarahnya daerah sulawesi bagian tenggara merupakan wilayah yang terpisah dari sulawesi bagian barat (bagian kerak benua Eurasia). Fase tektonik daerah sulawesi sulawesi bagian tenggara berawal dari pergerakan lempeng mikro Australia kearah Australia kearah Utara pada Utara pada zaman Jura yang membentuk Subduksi dengan Sulawesi bagian Barat. Pada akhir *oligosen* lempeng mikro Australia ini bertubrukan dengan daratan (mintakat) Sulawesi Tenggara yang menyebabkan terjadinya perlipatan kuat dan patahan naik pada batuan *pra-miosen* di Pulau Buton. Lipatan dapat dijumpai di beberapa tempat dimana batupasir Malih tersingkap, namun sangat sulit untuk menemukan arah sumbu lipatannya karena telah terombakan. Kekar di jumpai hampir seluh satuan batuan penyusun daerah ini, kecuali aluvium dan batuan kelompok batuan Molasa yang tidak terkonsolidasi dengan baik. Sesar utama yang terjadi di daerah ini dapat dijumpai di daerah Kolono, yang mana sesar Kolono ini hampir memotong seluruh batuan kecuali aluvial (Simandjuntak, 1993). Peta geologi regional lembar Kolaka ditampilkan pada Gambar 3.





Gambar 3 Peta geologi regional lembar Kolaka menurut Simandjuntak (1993)

## 2.2 Endapan Nikel Laterit

Nikel laterit merupakan deposit nikel yang terbentuk melalui proses pelapukan kimia yang panjang pada batuan ultrabasa (seperti peridotit) yang kaya akan nikel. Proses pelapukan ini terjadi di daerah beriklim tropis atau subtropis yang memiliki curah hujan tinggi.

Selama proses pelapukan, mineral-mineral nikel, seperti mineral serpentin dan mineral olivin, terurai dan melepaskan nikel ke dalam larutan air yang meresap ke dalam batuan. Larutan yang mengandung nikel kemudian mengalir ke bawah melalui celah-celah dan retakan dalam batuan dan membentuk zona laterit. Di dalam zona laterit, terjadi penumpukan logam nikel dalam bentuk oksida dan hidroksida (Guilbert, John; Park Jr., 1986).

Pelapukan pada batuan dunit dan peridotit menyebabkan unsur-unsur bermobilitas rendah sampai *immobile* seperti Ni (Nikel), Fe (Ferrum) dan Cr (Chromium) mengalami pengayaan secara residu dan sekunder (Burger, 1996). Berdasarkan proses 10 pembentukannya endapan nikel laterit terbagi menjadi beberapa zona dengan ketebalan dan kadar yang bervariasi.



Daerah yang memiliki intensitas pengkebaran yang intensif mempunyai profil lebih tebal dibandingkan dengan yang pengkekerannya kurang begitu intensif. Batuan yang berada di wilayah bercurah hujan tinggi, bersuhu hangat, topografi

yang landai, banyak vegetasi (melimpahnya humus), akan mengalami pelapukan membentuk endapan laterit nikel.

Unsur nikel tersebut terdapat dalam kisi-kisi kristal mineral olivin dan piroksen, sebagai hasil substitusi terhadap atom Fe (Ferrum) dan Mg (Magnesium). Proses terjadinya substitusi antara Ni, Fe dan Mg dapat diterangkan karena radius ion dan muatan ion yang hampir bersamaan di antara unsur-unsur tersebut. Proses serpentinisasi yang terjadi pada batuan peridotit akibat pengaruh larutan hidrotermal, akan merubah batuan peridotit menjadi batuan serpentininit atau batuan serpentininit peridotit. Sedangkan proses kimia dan fisika dari udara, air serta pergantian panas dingin yang bekerja kontinu, menyebabkan disintegrasi dan dekomposisi pada batuan induk logam nikel banyak dimanfaatkan untuk pembuatan baja tahan karat (*stainless steel*). Nikel merupakan logam berwarna kelabu perak yang memiliki sifat fisik antara lain, yaitu 1) Kekuatan dan kekerasan nikel menyerupai kekuatan dan kekerasan besi, 2) Mempunyai sifat daya tahan terhadap karat dan korosi dan 3) Pada udara terbuka memiliki sifat yang lebih stabil daripada besi.

Profil Nikel laterit pada umumnya adalah terdiri dari 4 zona gradasi sebagai berikut:

- 1) Tanah penutup atau *top soil* (biasanya disebut “Iron Capping”) Lapisan ini terletak di bagian atas permukaan, lunak dan berwarna coklat kemerahan hingga gelap dengan kadar air antara 25% sampai 35%, kadar nikel sangat rendah dan di permukaan atas dijumpai lapisan *iron capping* yang mempunyai ketebalan berkisar antara 1-12 meter, merupakan kumpulan massa *goethite* dan *limonite*. *Iron capping* mempunyai kadar besi yang tinggi namun mempunyai kadar nikel yang rendah. Menurut Ahmad (2002), sebagaimana dikutip oleh Maulana (2017), dalam beberapa kasus ditemukan mineral hematit dan kromifer dalam sampel yang diteliti.
- 2) Zona limonit berwarna merah coklat atau kuning, berukuran butir halus lapisan kaya besi dari limonit soil yang menyelimuti seluruh area berkadar air antara -40%, Zona ini memiliki kadar nikel (Ni) sebesar 1,5%, besi (Fe) 44%, magnesium oksida (MgO) 3%, serta silika (SiO<sub>2</sub>), lapisan kaya besi dari 1 limonit menyelimuti seluruh area dengan ketebalan. rata-rata 3 meter.



Lapisan ini tipis pada lereng yang terjal, dan setempat hilang karena erosi. Sebagian dari nikel pada zona ini hadir di dalam mineral manganese oxide, lithiophorite. Terkadang terdapat mineral talc, tremolite, chromiferous, quartz, gbsite, maghemite (Maulana 2017).

- 3) Zona saprolit pada lapisan ini merupakan hasil pelapukan batuan dasar (*bedrock*), berwarna kuning kecokelatan agak kemerahan, terletak di bagian bawah dari lapisan limonit berkadar menengah, dengan ketebalan rata-rata 7 meter. Lapisan ini biasa terdiri dari campuran dari sisa-sisa batuan, butiran halus limonite, saprolitic rims, vein dari endapan garnierit, nickeliferous quartz, mangan dan pada beberapa kasus terdapat silica boxwork yang akan membentuk suatu zona transisi dari limonit ke bed rock. Terkadang terdapat mineral kuarsa yang mengisi rekahan, mineral-mineral primer yang terlapukkan seperti klorit. Pada lapisan ini juga dijumpai mineral garnierit sebagai hasil proses leaching yang biasanya diidentifikasi sebagai colloidal talc. Struktur dan tekstur batuan asal masih terlihat. Lapisan ini terdapat bersama batuan yang keras atau rapuh dan sebagian saprolit. Mempunyai komposisi umum yaitu Ni 1,85 %, Fe 16 %, MgO 25%, SiO<sub>2</sub> 35%. Lapisan ini merupakan lapisan yang bernilai ekonomis untuk ditambang sebagai biji (Maulana, 2017)
- 4) Batuan dasar (*Bedrock*) Tersusun atas bongkahan atau blok dari batuan induk yang secara umum sudah tidak mengandung mineral ekonomis (kadarnya sudah mendekati atau sama dengan batuan dasar). Bagian ini merupakan bagian terbawah dari profil laterit berwarna kuning pucat sampai abu-abu kehijauan. Zona ini biasanya memperlihatkan rekahan-rekahan (frakturisasi) yang kuat, kadang membuka dan terisi oleh mineral garnierit dan silika akibat proses pelindihan. Frakturisasi ini diperkirakan menjadi penyebab adanya suatu gejala yang sering disebut dengan root zone yaitu zona high grade Ni, akan tetapi posisinya tersembunyi (Maulana, 2017).

Profil laterit yang terstruktur ke dalam beberapa lapisan, dengan tiap lapisan kandungan Ni, Co, Fe, dan MgO dari Red Limonite di permukaan hingga *ck* di dasar ditampilkan pada Gambar 4.



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 4 Profil nikel laterit menurut Elias (2022)

Brand, et al. (1998) membedakan tiga jenis deposit pokok, berdasarkan mineralisasi bijih yaitu:

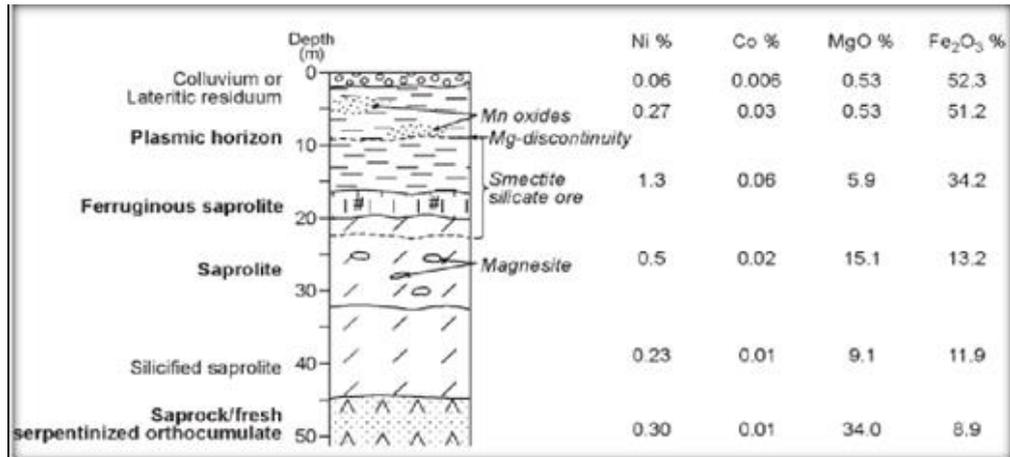
1. *Clay silicate deposit*

Kondisi pelapukan yang tidak berjalan dengan baik seperti pada iklim dingin dan iklim panas, silika tidak tercuci sebagaimana di lingkungan tropis lembab. Silika tersebut kemudian bergabung bersama Fe (Besi) dan Al (Aluminium) membentuk zona dimana lempung smektit (nontronit) mendominasi. Silika sisa dari pembentukan nontronit kemudian terendapkan sebagai nodul opal atau kalsedon dalam lempung. Profil laterit seperti ini biasanya ditindih oleh lapisan tipis yang kaya Fe oksida di bagian atasnya dan didasari oleh lapukan saprolit yang mengandung serpentin dan nontronit (Elias, 2022).

*Clay silicate deposit* didominasi oleh nontronite dan montmorilonite tampak lebih mudah terbentuk dari batuan ultramafik yang mengandung mikroskopis, seperti ortokumosis komatiitik dari pada orthopyroxene, karena konsentrasi Ca (Kalsium), Na (Natrium), dan Al (Aluminium) awal yang lebih tinggi. Untuk *Clay*

*eposite* ditampilkan pada Gambar 5.



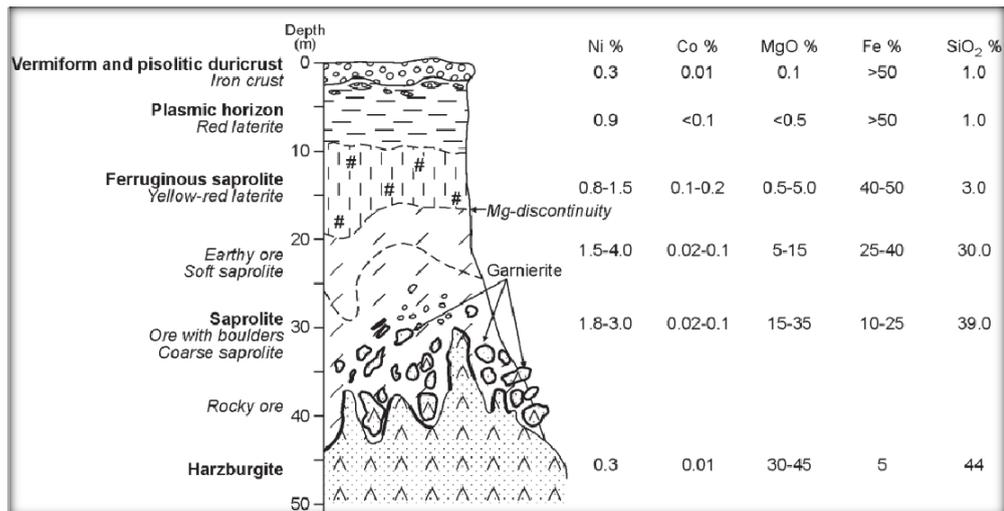


Gambar 5 Clay silicate deposit, Murrin Australia menurut Butt et al. (2005)

## 2. Oxides deposit

*Oxides deposit* adalah produk akhir yang paling umum dari lateritisasi batuan ultramafik. Dengan adanya air, mineral pembentuk batuan primer (terutama olivin dan atau serpentin, *orthopyroxene* dan yang kurang umum adalah *clinopyroxene*) dipecah oleh hidrolisis yang melepaskan unsur penyusunnya sebagai ion dalam larutan berair. Olivine adalah mineral yang paling tidak stabil dan merupakan yang pertama mengalami pelapukan di lingkungan tropis yang lembab,  $Mg^{2+}$ -nya benar-benar tercuci dan hilang karena air tanah, dan Si sebagian besar tercuci dan dibuang.  $Fe^{2+}$  juga dilepaskan namun dioksidasi dan diendapkan sebagai hidroksida besi, awalnya bersifat amorf atau kurang kristalin tapi secara progresif mengkristal ulang dengan tanaman *goethite* yang membentuk pseudomorph setelah olivin. *Orthopyroxene* dan *serpentine* hidrolisis setelah olivin, juga melepaskan Mg, Si dan digantikan oleh pseudomorph goethitik. Awalnya, sementara mineral ferromagnesium yang ada tetap tidak bermanning dan mendukung lapisan batu, transformasi tekstur isovolumetrik dan batuan primer, namun seiring dengan hancurnya mineral primer, bergantung pada tekstur primer yang hilang karena pemadatan yang menghasilkan *goethite* dengan tekstur masif. Transformasi mineralogi yang melibatkan hilangnya Mg dan konsentrasi residu Fe menghasilkan tren kimia yang jelas dan familiar pada laterit Mg yang menurun ke atas dan Fe ke atas melalui profil laterit (Butt et al., 2005). Profil laterit deposit oxide n pada Gambar 6.

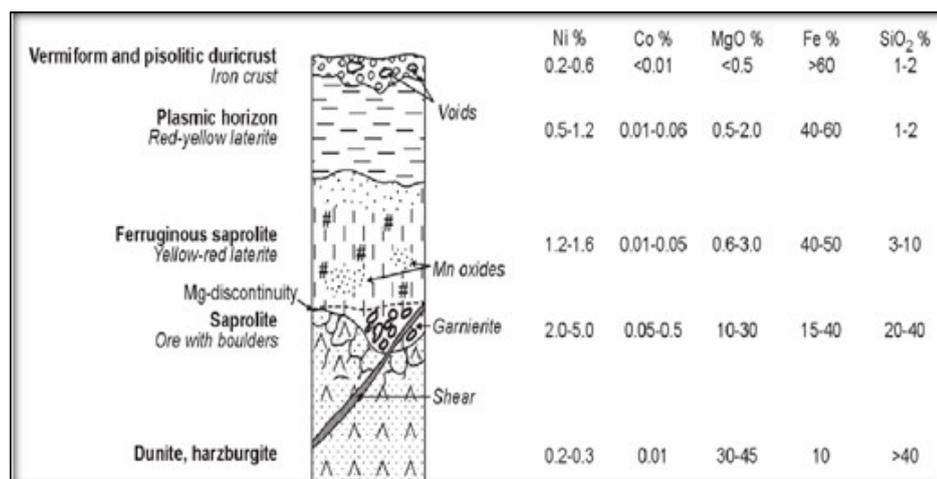




Gambar 6 Profil laterit deposit oxida, Goro New Caledonia menurut *But et al. (2005)*

### 3. *Hydrous Silicate Deposit*

Laterit silika terbentuk pada kondisi dimana terjadinya pengangkatan secara perlahan namun konsisten dan muka air tanah rendah yang stabil pada profil laterit. Pelapukan yang terjadi dalam waktu lama menghasilkan zona saprolit yang tebal yang mungkin ditutupi oleh lapisan limonit yang tipis tergantung dari intensitas erosi pada bagian atas profil laterit. Laterit silikat memiliki karakteristik dengan pengayaan Ni pada zona saprolit yang di dalamnya juga terdapat mineral-mineral alterasi seperti serpentin, smektit, dan garnierit (Elias, 2005).



Gambar 7 *Hydrous silicate* deposit, New Caledonia menurut *Butt et al. (2005)*



### 2.3 Genesa Endapan Laterit

Genesa dari endapan laterit dimulai dari pelapukan batuan ultramafik (peridotit, dunit, serpentinit) yang banyak mengandung mineral olivin, piroksin, magnesium silikat, dan besi silikat dengan kandungan nikel kira-kira sebesar 0,30%. Proses laterisasi pada endapan nikel laterit diartikan sebagai proses pencucian pada mineral yang mudah larut dan mineral silika dari profil laterit padalingkungan yang bersifat asam, hangat, dan lembap, serta membentuk konsentrasi endapan hasil pengayaan proses laterisasi pada unsur Fe, Cr, Al, Ni, dan Co.

Air permukaan yang mengandung CO<sub>2</sub> dari atmosfer dan terkayakan kembali oleh material-material organik di permukaan meresap ke bawah permukaan tanah sampai pada zona pelindian (*leaching zone*), tempat terjadinya fluktuasi air tanah berlangsung. Akibat fluktuasi ini, air tanah yang kaya CO<sub>2</sub> akan mengalami kontak dengan zona saprolit yang masih mengandung batuan asal dan melarutkan mineral-mineral yang tidak stabil seperti olivin/serpentin dan piroksin. Unsur Mg, Si, dan Ni akan larut dan terbawa sesuai dengan aliran air tanah dan akan membentuk mineral-mineral baru pada proses pengendapan kembali. Endapan besi yang bersenyawa dengan oksida akan terakumulasi dekat dengan permukaan tanah, sedangkan magnesium, nikel, dan silika akan tetap tertinggal di dalam larutan dan bergerak turun selama suplai air yang masuk ke dalam tanah terus berlangsung. Rangkaian proses ini merupakan proses pelapukan dan pelindihan (*leaching*).

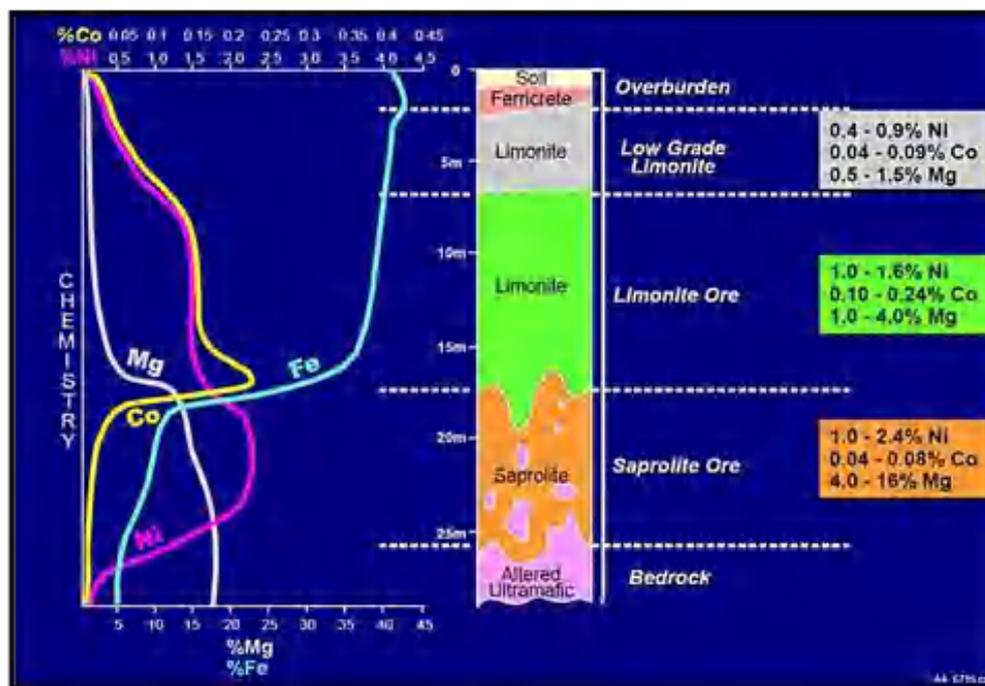
Pada proses pelapukan lebih lanjut magnesium (Mg), Silika (Si), dan Nikel(Ni) akan tertinggal di dalam larutan selama air masih bersifat asam. Tetapi jika dinetralisasi karena adanya reaksi dengan batuan dan tanah, maka zat-zat tersebut akan cenderung mengendap sebagai mineral hidrosilikat (Ni-magnesium hidrosilicate) yang disebut mineral garnierit [(Ni,Mg)<sub>6</sub>Si<sub>4</sub>O<sub>10</sub>(OH)<sub>8</sub>] atau mineral pembawa Ni.

Adanya suplai air dan saluran untuk turunnya air, dalam hal ini berupa kekaratau rekahan pada batuan, maka Ni yang terbawa oleh air akan turun ke bawah, lambat laun akan terkumpul di zona ketika air sudah tidak dapat turun lagi dan tidak dapat masuk ke batuan dasar (*bedrock*). Ikatan dari Ni yang berasosiasi dengan Mg, SiO, dan akan membentuk mineral garnierit. Apabila proses ini berlangsung terus-menerus maka yang akan terjadi adalah proses pengayaan supergen (*supergen*



enrichment). Zona pengayaan supergen ini terbentuk di zona saprolit (*saprolite zone*).

Dalam satu penampang vertikal profil laterit dapat juga terbentuk zona pengayaan yang lebih dari satu, hal tersebut dapat terjadi karena muka air tanah yang selalu berubah-ubah, terutama bergantung dari perubahan musim. Di bawah zona pengayaan supergen terdapat zona mineralisasi primer yang tidak terpengaruh oleh proses oksidasi maupun pelindihan, yang sering disebut sebagai zona batuan dasar (*bedrock*) (Maulana, 2017).



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

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

a. Iklim

Iklim memiliki peran penting dalam terbentuknya endapan laterit. Temperatur yang hangat dan curah hujan yang tinggi dan ditambah dengan aktivitas biogenik yang tinggi akan mempercepat proses pelapukan kimia. Daerah beriklim tropis dengan temperatur lebih dari 20°C yang cenderung tetap sepanjang tahun



adalah daerah yang sangat ideal untuk pembentukan endapan laterit (Ahmad, 2017). Selain itu, curah hujan yang tinggi dan merata, serta suhu yang hangat, hingga curah hujan menentukan jumlah air yang melewati tanah, sehingga mempengaruhi intensitas pencucian. Sebenarnya tingkat curah hujan dapat mempengaruhi jenis mineral yang nantinya akan membentuk tanah laterit yang berbeda beda pula

(Elias, 2005).

b. Topografi

Topografi akan mempengaruhi pola aliran air. Kelerengan dan relief mempengaruhi intensitas air yang masuk ke dalam tanah atau batuan dan muka air tanah (Elias, 2005). Topografi atau morfologi yang tidak curam tingkat kelerengannya, maka endapan laterit masih mampu untuk ditopang oleh permukaan topografi sehingga tidak terangkut semua oleh proses erosi ataupun ketidakstabilan lereng (Maulana, 2013). Menurut (Ahmad, 2008) tanah laterit membutuhkan topografi yang tidak begitu curam. Permukaan tanah yang curam akan mempercepat erosi pada tanah laterit. Topografi yang terlalu datar dengan *drainase* yang buruk juga tidak begitu bagus, hal ini menyebabkan pencucian berjalan kurang maksimal sehingga tanah laterit sulit terbentuk.

c. PH

Kelarutan mineral akan meningkat di perairan yang memiliki kadar pH yang rendah. Dengan demikian, air yang sedikit asam akan mempercepat proses pelapukan kimia. Air asam banyak terbentuk pada iklim tropis basah melalui hujan asam alami (Ahmad, 2008).

d. Tektonik

Tektonisme dapat menghasilkan pengangkatan yang menyebabkan tanah atau batuan tersingkap dan mempercepat proses erosi, menurunkan muka air tanah, dan merubah relief. Untuk menghasilkan pembentukan endapan laterit yang stabil diperlukan kondisi tektonik yang stabil karena dapat mengurangi proses erosi dan memperlambat gerak air tanah (Elias, 2005).

e. Struktur

Struktur geologi memiliki peran penting dalam pembentukan endapan laterit. Adanya struktur geologi seperti sesar dan kekar akan membuat batuan menjadi permeabel sehingga memudahkan air untuk dapat masuk ke dalam batuan. Masuknya air ke dalam batuan akan memudahkan proses pelapukan kimia sehingga laterisasi dapat berjalan dengan baik (Elias, 2005).



uan Asal

erit Ni – Fe dapat berkembang pada batuan yang mengandung mineral nesian yang cukup. Oleh karena itu batuan 29 ultramafik merupakan

batuan yang paling cocok untuk menghasilkan laterit Ni – Fe karena memiliki proporsi mineral ferromagnesian yang tinggi (Ahmad, 2006).

## 2.4 Batuan Ultramafik

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, lerzolit, werlite dan dunit. Peridotit tersusun atas mineral - mineral holokristalin dengan ukuran medium hingga kasar dan berbentuk anhedral. Komposisinya terdiri dari olivin dan piroksin. Mineral aksesorisnya berupa plagioklas, hornblende, biotit dan garnet.

### b. Piroksinit

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, yaitu orthopyroxenites terdiri dari bronzitites dan clinopyroxenites terdiri dari diopsidites dan diallagites.

### c. Hornblendit.

Hornblendit merupakan batuan ultramafik monomineral dengan komposisi mineral sepenuhnya hornblende.



akan batuan yang hampir murni olivin (90-100%), umumnya hadir di forsterit atau kristolit, terdapat sebagai sill atau korok-korok halus

(dalam dimensi kecil). Dunit memiliki komposisi mineral hampir seluruhnya adalah monomineralik olivin (umumnya magnesia olivin), mineral asesorisnya meliputi kromit, magnetit, ilmenit dan spinel. Pembentukan dunit berlangsung pada kondisi padat atau hampir padat (pada temperatur yang tinggi) dalam larutan magma dan sebelum mendingin pada temperatur tersebut, batuan tersebut siap bersatu membentuk massa olivin anhedral yang saling mengikat. Terbentuk batuan yang terdiri dari olivin murni (dunit) misalnya, membuktikan bahwa larutan magma (liquid) berkomposisi olivin memisah dari larutan yang lain (Ahmad, 2002).

e. Serpentin

Serpentin 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 dan peridotit. Serpentin dapat dihasilkan dari mantel oleh hidrasi dari mantel ultramafik (mantel peridotit dan dunit). Dibawah pegunungan tengah samudera (mid Oceanic Ridge) pada temperatur.

## 2.5 Permodelan dan Perhitungan Sumber Daya

Pemodelan adalah kegiatan merepresentasikan kondisi lapangan berdasarkan data hasil pengukuran dan pengujian, dengan menggunakan prosedur dan metode tertentu agar mendekati kondisi yang sebenarnya. Dalam studi ini akan dimodelkan bentuk bijih nikel laterit serta mengestimasi kadar antartitik pemercontohan (titik bor, sumur uji dan sebagainya) dan di zona pengaruh, sehingga dapat dihitung jumlah sumber daya terukur nikel laterit.

Sumber daya mineral adalah suatu konsentrasi atau keterjadian dari mineral yang memiliki nilai ekonomi pada kerak bumi, dengan dimensi, kualitas, dan kuantitas tertentu yang memiliki keprospekan yang beralasan untuk pada akhirnya.

Sumber daya mineral dikelompokkan berdasarkan tingkat keyakinan geologi tegori tereka, tertunjuk, dan terukur diantaranya sebagai berikut (BSN,



1. Sumber Daya Tereka Sumber daya mineral tereka merupakan bagian dari sumber daya mineral yang kuantitas dan kualitas kadarnya diestimasi berdasarkan bukti geologi dan pengambilan sampel yang terbatas. Bukti geologi tersebut memadai untuk menunjukkan keterjadiannya tetapi tidak memverifikasi kemenerusan kualitas atau kadar dan kemenerusan geologinya. Adapun informasi didapatkan dari singkapan, paritan uji, sumuran uji, dan lubang bor tetapi kualitas dan tingkat keyakinannya terbatas atau tidak jelas. Jarak antara titik pengamatan maksimum dua ratus meter. Spasi ini bisa diperlebar dengan justifikasi teknis yang bisa dipertanggung jawabkan seperti analisa geostatistika.
2. Sumber Daya Tertunjuk Sumber daya mineral tertunjuk merupakan bagian dari sumber daya mineral dengan kuantitas, kadar atau kualitas, kerapatan titik pengamatan, dimensi, dan karakteristik fisiknya dapat diestimasi dengan tingkat keyakinan yang cukup untuk memungkinkan penerapan faktor pengubah secara memadai untuk mendukung perencanaan tambang dan evaluasi kelayakan ekonomi cebakan tersebut. Adapun informasi didapatkan dari singkapan, paritan uji, sumuran uji, dan lubang bor. Lokasi pengambilan data masih terlalu jarang atau spasinya belum tepat untuk memastikan kemenerusan dan/atau kadar, tetapi spasial cukup untuk mengasumsikan kemenerusannya. Jarak antara titik pengamatan maksimum seratus meter. Spasi ini bisa diperlebar dengan justifikasi teknis yang bisa dipertanggung jawabkan seperti analisa geostatistika.
3. Sumber Daya Terukur Sumber daya mineral terukur merupakan bagian dari sumber daya mineral dengan kuantitas, kadar atau kualitas, kerapatan titik pengamatan, bentuk, dan karakteristik fisik yang dapat diestimasi dengan tingkat keyakinan yang memadai untuk memungkinkan penerapan faktor pengubah untuk mendukung perencanaan tambang terperinci dan evaluasi akhir dari kelayakan ekonomi cebakan tersebut. Bukti geologi didapatkan dari eksplorasi, pengambilan sampel dan pengujian yang terperinci dan andal, dan memadai untuk memastikan kemenerusan geologi dan kadar atau kualitasnya di antara titik pengamatan. Adapun informasi didapatkan dari singkapan, paritan uji, an uji, dan lubang bor. Lokasi informasi pada kategori ini secara spasial cukup rapat dengan spasi maksimum lima puluh meter untuk stikan kemenerusan geologi dan kadar. Spasi ini bisa diperlebar dengan



justifikasi teknis yang bisa dipertanggungjawabkan seperti analisa geostatistika.

Metode IDW (*Inverse Distance Weighted*) dapat didefinisikan sebagai metode penaksiran dengan pendekatan blok model yang sederhana dengan mempertimbangkan titik disekitarnya. Asumsi dari metode ini adalah nilai interpolasi akan lebih mirip pada data sampel yang dekat daripada yang lebih jauh. Bobot (weight) akan berubah secara linier sesuai dengan jaraknya dengan data sampel. Bobot ini tidak akan dipengaruhi oleh letak dari data sampel. Metode ini biasanya digunakan dalam industri pertambangan karena mudah untuk digunakan. Pemilihan nilai pada power sangat mempengaruhi hasil interpolasi. Nilai power yang tinggi akan memberikan hasil seperti menggunakan interpolasi nearest neighbor dimana nilai yang didapatkan merupakan nilai dari data point terdekat (NCGIA, 2007).

Kerugian dari metode IDW adalah nilai hasil interpolasi terbatas pada nilai yang ada pada data sampel. Pengaruh dari data sampel terhadap hasil interpolasi disebut sebagai isotropik. Dengan kata lain, karena metode ini menggunakan rata-rata dari data sampel sehingga nilainya tidak bisa lebih kecil dari minimum atau lebih besar dari data sampel. Jadi, puncak bukit atau lembah terdalam tidak dapat ditampilkan dari hasil interpolasi model ini. Untuk mendapatkan hasil yang baik, sampel data yang digunakan harus rapat yang berhubungan dengan variasi lokal. Jika sampelnya agak jarang dan tidak merata, hasilnya kemungkinan besar tidak sesuai dengan yang diinginkan (Pramono, 2008).

Secara garis besar metode ini adalah sebagai berikut (Latif, 2008) :

1. Suatu cara penaksiran dimana harga rata-rata titik yang ditaksir merupakan kombinasi linear atau harga rata-rata terbobot (weighted average) dari data data lubang bor disekitar titik tersebut. Data di dekat titik yang ditaksir memperoleh bobot yang lebih besar, sedangkan data yang jauh dari titik yang ditaksir bobotnya lebih kecil. Bobot ini berbanding terbalik dengan jarak data dari titik yang ditaksir.
2. Pilihan dari pangkat yang digunakan ( $ID_1, ID_2, ID_3, \dots$ ) berpengaruh terhadap aksiran. Semakin tinggi pangkat yang digunakan, hasilnya akan semakin akuti hasil yang lebih baik.



Rumus perhitungan pembobotan ( $w$ ) diperlihatkan pada persamaan (1), serta nilai kadar yang ditaksir diperlihatkan pada persamaan (2).

$$W_j = \frac{\frac{i}{d_j^n}}{\sum_{i=1}^j \frac{1}{d_j^n}} \quad (1)$$

$$Z^* = \sum_{i=1}^j W_i \times Z_i \quad (2)$$

dimana,

$W_j$  = bobot,

$d_j$  = jarak,

$n$  = pangkat yang digunakan untuk perhitungan bobot,

$Z^*$  = kadar yang ditaksir,

$j$  = jumlah data,

$i$  = kadar ke- $i$  ( $i=1, \dots, n$ ),

$d_i$  = jarak antar titik yang ditaksir dengan titik ke- $i$  yang menaksir ( $m$ ),

$k$  = pangkat,

$Z$  = kadar asli.

Dalam perhitungan *total tonase ni* diperoleh dari hasil perhitungan volume  $N_i$  dikalikan dengan densitas dari tiap lapisan yaitu limonit dan saprolit maupun *bedrock* yang sebelumnya telah diukur dan disepakati oleh perusahaan.

