

TUGAS AKHIR

HUBUNGAN KARAKTERISTIK BATUAN DASAR TERHADAP KADAR NIKEL PADA ENDAPAN LATERIT DAERAH BLOK X DAN BLOK Y PT. VALE INDONESIA Tbk.

Disusun dan diajukan oleh

**ZAHIRAH SAFFANAH
D061181024**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**



Optimized using
trial version
www.balesio.com

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

HUBUNGAN KARAKTERISTIK BATUAN DASAR TERHADAP KADAR NIKEL PADA ENDAPAN LATERIT DAERAH BLOK X DAN BLOK Y PT. VALE INDONESIA Tbk.

Disusun dan diajukan oleh

ZAHIRAH SAFFANAH

D061181024

UNIVERSITAS HASANUDDIN

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 15 Januari 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui:

Pembimbing Utama

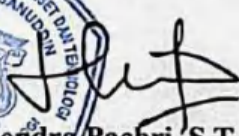
Pembimbing Pendamping


Dr. Ulva Ria Irfan, S.T., M.T.
NIP. 19700606 199412 2 001


Prof. Dr. Ir. Rohaya Langkoke, M.T.
NIP. 19581210 198601 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 bertandatangan dibawah ini :

Nama : Zahirah Saffanah
NIM : D061181024
Program Studi : Teknik Geologi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

***Hubungan Karakteristik Batuan Dasar terhadap Kadar Nikel pada Endapan
Laterit Daerah Blok X dan Blok Y PT. Vale Indonesia, Tbk.***

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.

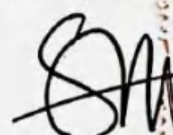
Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul 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 tugas akhir ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut

Gowa, September 2023

Yang menyatakan




Zahirah Saffanah



Optimized using
trial version
www.balesio.com

SARI

Negara Indonesia merupakan negara penghasil nikel terbesar di dunia pada tahun 2022 menurut Badan Survei Geologi Amerika Serikat (USGS) dengan total produksi sebanyak 1,6 juta metrik ton atau setara dengan 48,48% total produksi dunia. Salah satu daerah penghasil nikel laterit terbesar di Indonesia berada pada Pulau Sulawesi tepatnya di Daerah Sorowako yang merupakan bagian dari Mandala Timur, sehingga berdasarkan litologi penyusun dari daerah tersebut kemungkinan terjadinya proses laterisasi sangatlah besar. Secara geografis terletak di bagian selatan garis khatulistiwa yang terletak pada posisi $2^{\circ}30'0.00''$ LS - $2^{\circ}35'0.00''$ LS dan $121^{\circ}20'0.00''$ BT - $121^{\circ}35'0.00''$ BT. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan dari karakteristik batuan ultramafik terhadap jumlah kadar unsur Ni pada suatu endapan laterit dengan membandingkan dua blok yang berada di wilayah IUP PT. Vale Indonesia, Tbk.

Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan bahwa perbedaan karakteristik batuan dasar dari kedua blok yang dibandingkan berdasarkan hasil pengamatan petrografi terletak pada komposisi mineral penyusun batuanannya, khususnya pada mineral utama pembawa unsur Ni, yaitu mineral olivin. Pada Blok X, didapatkan bahwa batuan dasar penyusun daerah tersebut umumnya tersusun oleh batuan ultramafik berjenis Dunit dan Harzburgite, dimana komposisi mineral olivinnnya berjumlah sekitar 78% – 92%. Sedangkan pada Blok Y, didapatkan bahwa batuan dasar penyusunnya terdiri dari batuan ultramafik berjenis Olivine Websterite dan Lherzolite yang telah mengalami proses serpentinisasi, sehingga kadar olivin pada batuan dasarnya hanya berkisar antara 7% – 24%. Adapun hasil analisis XRF pada sampel laterit di kedua blok juga menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan, dimana rata-rata kadar unsur Ni pada Blok X yaitu berjumlah 1.23% pada lapisan limonit dan 1.30% pada lapisan saprolit. Sedangkan rata-rata kadar unsur Ni pada Blok Y yaitu berjumlah 0.97% pada lapisan limonit dan 1.18% pada lapisan saprolit. Berdasarkan hasil analisis laboratorium petrografi dan XRF, maka dapat disimpulkan bahwa persentase mineral olivin akan memengaruhi kadar unsur Ni, dimana semakin tinggi persentase mineral olivin pada suatu batuan dasar, maka akan semakin tinggi pula kadar Ni pada endapan lateritnya. Hal ini disebabkan karena mineral olivin merupakan mineral utama pembawa unsur Ni.

Kata kunci: Batuan Dasar, Kadar, Karakteristik, Litologi, Nikel, Olivin, Ultramafik, Unsur



ABSTRACT

Indonesia is the largest nickel producer in the world in 2022 according to the United States Geological Survey (USGS) with a total production of 1.6 million metric tons or equivalent to 48.48% of total world production. One of the largest laterite nickel producer areas in Indonesia is located on the island of Sulawesi, specifically in the Sorowako area which is part of the Eastern Mandala, so that the possibility of the laterization process is very large based on the lithology of the area. The area is geographically located in the southern part of the equator at a position of 2°30'0.00" LS - 2°35'0.00" LS and 121°20'0.00" BT - 121°35'0.00" BT. The purpose of this research is to analyze the correlation of ultramafic rock characteristics to the amount of Ni content in a laterite deposit by comparing two blocks located in the IUP area of PT Vale Indonesia, Tbk.

Based on the results of the research, it was found that the difference in bedrock characteristics of the two blocks compared based on the results of petrographic observations was the composition of the minerals that form the rocks, especially the main mineral carrying the Ni-element, which is Olivine mineral. In Block X, it was found that the bedrock of the area is generally consists of ultramafic rocks named Dunite and Harzburgite, where the olivine mineral composition amounts to around 78% - 92%. Whereas in Block Y, it was found that the bedrock consists of ultramafic rocks named Olivine Websterite and Lherzolite that have been serpentized, so that the olivine content in the bedrock only ranges from 7% - 24%. The results of XRF analysis on laterite samples in both blocks also show significant differences, where the average Ni content in Block X is 1.23% in the limonite layer and 1.30% in the saprolite layer. While the average Ni content in Block Y is 0.97% in the limonite layer and 1.18% in the saprolite layer. Based on the results of petrographic and XRF laboratory analysis, it can be concluded that the percentage of olivine minerals will affect the Ni content, where the higher the percentage of olivine minerals in a bedrock, the higher the Ni content in the laterite deposits. This is because olivine minerals are the main minerals that carry Ni elements.

Keywords: *Bedrock, Content, Characteristics, Lithology, Nickel, Olivine, Ultramafic, Elements*



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahiim

Alhamdulillah *rabbil'aalamin*, penulis panjatkan puji dan syukur atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas berkah dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **Hubungan Karakteristik Batuan Dasar terhadap Kadar Nikel pada Endapan Laterit**. Sholawat serta salam penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan tauladan terbaik bagi umatnya. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membimbing, mengarahkan, dan membantu dalam pelaksanaan kegiatan tugas akhir, diantaranya:

1. Ibu Dr. Ulva Ria Irfan, S.T., M.T sebagai penasihat akademik sekaligus sebagai dosen pembimbing utama yang telah memberikan arahan dan masukan dalam proses penyusunan laporan.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Rohaya Langkoke, M.T sebagai dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan arahan dan masukan dalam proses penyusunan laporan.
3. Bapak Prof. Dr. Eng. Adi Maulana, S.T., M.Phil sebagai dosen penguji yang telah meluangkan waktunya untuk mengevaluasi hasil tugas akhir penulis.
4. Bapak Baso Rezki Maulana, S.T., M.T sebagai dosen penguji yang telah meluangkan waktunya untuk mengevaluasi hasil tugas akhir penulis.
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 di bangku perkuliahan.
7. Bapak dan Ibu *Staff* Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin, atas bantuannya dalam pengurusan administrasi penelitian.



apak Rizal Baslang selaku sponsor utama dalam hal ini telah emberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan pengambilan ita tugas akhir di PT. Vale Indonesia, Tbk.

9. Bapak Henry Michel dan Bapak Jasman selaku pembimbing pada kegiatan pengambilan data tugas akhir di PT. Vale Indonesia, Tbk.
10. Seluruh karyawan, baik staff maupun non – staff di PT. Vale Indonesia yang telah menerima dan membantu penulis selama pelaksanaan pengambilan data tugas akhir.
11. Kepada Fadhel Muhammad Alif Gunawan, Nurul Fatihah Soukotta dan Armia Riady selaku teman seperjuangan serta ruang diskusi selama kegiatan pengambilan data tugas akhir di PT. Vale Indonesia, Tbk.
12. Kedua orang tua penulis, Erwandi dan Heriyanti Chabir yang senantiasa memberikan bantuan kepada penulis baik berupa moril dan materiil, serta selalu mengiringi doa kepada penulis.
13. Kepada Nurul Musdalifah, Nabila Azzah dan Sovie Triana yang telah memberikan bantuan dan semangat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penyusunan laporan ini.
14. Teman-teman Xenolith (Teknik Geologi Angkatan 2018) yang selalu menjadi penyemangat penulis dalam pengerjaan laporan.
15. 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 laporan 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, 13 Oktober 2023

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
SARI	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud Dan Tujuan.....	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Lokasi dan Kesampaian Daerah Penelitian.....	3
1.7 Peneliti Terdahulu	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Geologi Regional	5
2.1 Geologi Regional Blok X dan Sekitarnya	6
2.1.1.1 Geomorfologi Regional.....	6
2.1.1.2 Stratigrafi Regional	7
2.1.1.3 Struktur Geologi Regional	8
2.1 Geologi Regional Blok Y dan Sekitarnya	9
Geomorfologi Regional.....	9
Stratigrafi Regional	9
Struktur Geologi Regional	10



2.2	Landasan Teori.....	10
2.2.1	Batuan Tektonik.....	10
2.2.2	Batuan Ultramafik.....	11
2.2.3	Endapan Laterit.....	13
2.2.3.1	Genesa Endapan Laterit	14
2.2.3.2	Profil Laterit.....	17
2.2.3.3	Faktor Pembentukan Nikel Laterit.....	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		21
3.1	Metode Penelitian.....	21
3.1.1	Tahapan Persiapan	21
3.1.2	Tahap Pengambilan Data	22
3.1.3	Tahap Preparasi dan Analisis Laboratorium	24
3.1.3.1	Tahap Preparasi.....	24
3.1.3.2	Tahap Analisis Laboratorium.....	28
3.1.4	Tahap Pengolahan dan Analisis Data.....	29
3.1.5	Tahap Penyusunan Laporan	29
BAB IV PEMBAHASAN.....		31
4.1	Geologi Daerah Penelitian	31
4.1.1	Blok X.....	31
4.1.2	Blok Y	31
4.2	Karakteristik Profil Laterit Daerah Penelitian.....	32
4.2.1	Karakteristik Profil Laterit Blok X	32
4.2.1.1	Profil Laterit Blok X	32
4.2.1.2	Geokimia Profil Laterit Blok X.....	35
4.2.2	Karakteristik Profil Laterit Blok Y	48
4.2.2.1	Profil Laterit Blok Y	48
4.2.2.2	Geokimia Profil Laterit Blok Y.....	51
4.3	Karakteristik Batuan Dasar Daerah Penelitian.....	64
4.3.1	Karakteristik Batuan Dasar Blok X.....	64
	Karakteristik Batuan Dasar Blok Y.....	70
	Distribusi dan Nilai Kadar Ni pada Daerah Penelitian	76
	Distribusi dan Nilai Kadar Ni pada Blok X	77



4.4.2	Distribusi dan Nilai Kadar Ni pada Blok Y	83
4.5	Pengaruh Batuan Dasar terhadap Kadar Ni	89
BAB V PENUTUP		91
5.1	Kesimpulan	93
5.2	Saran.....	
DAFTAR PUSTAKA.....		94
LAMPIRAN.....		96



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Peran beberapa elemen selama pelapukan laterit	16
2. Nilai total kadar pada Sayatan A – B Daerah Blok X	39
3. Nilai total kadar pada Sayatan C – D Daerah Blok X	43
4. Nilai total kadar pada Sayatan E – F Daerah Blok X	47
5. Nilai total kadar pada Sayatan A – B Daerah Blok Y	55
6. Nilai total kadar pada Sayatan C – D Daerah Blok Y	59
7. Nilai total kadar pada Sayatan E – F Daerah Blok Y	59
8. Perbedaan karakteristik batuan dasar pada Blok Barat dan Blok Timur	64
9. Penyebaran kadar Ni pada lapisan limonit Blok X.....	80
10. Penyebaran kadar Ni pada lapisan saprolit Blok X	81
11. Nilai kadar Ni pada zona limonit dan zona saprolit Daerah Blok X	82
12. Penyebaran kadar Ni pada lapisan limonit Blok Y.....	86
13. Penyebaran kadar Ni pada lapisan saprolit Blok Y	87
14. Nilai kadar Ni pada zona limonit dan zona saprolit Daerah Blok Y	88
15. Perbedaan persentase mineral olivin dan nilai kadar Ni pada Blok X dan Blok Y	89



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Peta tunjuk lokasi daerah penelitian.....	3
2. Peta lokasi Blok X dan sekitarnya dalam Geologi Regional Lembar Malili (Simandjuntak, 1980)	5
3. Peta lokasi Blok Y dan sekitarnya dalam Geologi Regional Lembar Bungku (Simandjuntak, 1980)	6
4. Klasifikasi batuan ultramafik berdasarkan kandungan mineraloginya (Streckeisen, 1976).....	12
5. Penampang ideal dari sebuah profil endapan nikel laterit.....	17
6. Proses pengeboran pada daerah penelitian	22
7. Proses pencatatan data <i>logging</i> pada sampel <i>core</i>	23
8. Kenampakan sampel <i>core</i> hasil pengeboran	23
9. Tahapan <i>screening</i> sampel, (A) Alat <i>screening</i> fraksi sampel, (B) Alat <i>crusher</i> untuk menghancurkan fraksi +2 dan +6.....	25
10. Proses homogenisasi sampel menggunakan alat <i>quartering</i>	25
11. Proses preparasi sampel kering di <i>sample house</i>	27
12. Proses analisis XRF pada sampel laterit di laboratorium <i>Process and Technology</i> PT. Vale Indonesia.....	28
13. Diagram alir tahapan penelitian	30
14. Kenampakan lapisan limonit pada <i>core box</i> pengeboran.....	32
15. Kenampakan lapisan saprolit pada <i>core box</i> pengeboran	33
16. Kenampakan lapisan bedrock pada <i>core box</i> pengeboran	33
17. Sketsa profil laterit pada Daerah Blok X.....	34
18. Penampang profil endapan laterit lintasan A – B pada Blok X	36
19. Penampang profil vertikal geokimia unsur minor dan mayor pada Blok X lintasan A – B	37
20. Diagram perbandingan nilai rata – rata kadar unsur minor pada zona nonit, zona saprolit dan zona <i>bedrock</i> lintasan A – B Daerah Blok X ..	39
Diagram perbandingan nilai rata – rata kadar unsur mayor pada zona nonit, zona saprolit dan zona <i>bedrock</i> lintasan A – B Daerah Blok X ..	39



22.	Penampang profil endapan laterit lintasan C – D pada Blok X	40
23.	Penampang profil vertikal geokimia unsur minor dan mayor pada Blok X lintasan C – D	41
24.	Diagram perbandingan nilai rata – rata kadar unsur minor pada zona limonit, zona saprolit dan zona <i>bedrock</i> lintasan C – D Daerah Blok X ..	43
25.	Diagram perbandingan nilai rata – rata kadar unsur mayor pada zona limonit, zona saprolit dan zona <i>bedrock</i> lintasan C – D Daerah Blok X ..	43
26.	Penampang profil endapan laterit lintasan E – F pada Blok X	44
27.	Penampang profil vertikal geokimia unsur minor dan mayor pada Blok X lintasan E – F	45
28.	Diagram perbandingan nilai rata – rata kadar unsur minor pada zona limonit, zona saprolit dan zona <i>bedrock</i> lintasan E – F Daerah Blok X ...	47
29.	Diagram perbandingan nilai rata – rata kadar unsur mayor pada zona limonit, zona saprolit dan zona <i>bedrock</i> lintasan E – F Daerah Blok X ...	47
30.	Kenampakan lapisan limonit pada <i>core box</i> pengeboran.....	48
31.	Kenampakan lapisan saprolit pada <i>core box</i> pengeboran	48
32.	Kenampakan lapisan <i>bedrock</i> pada <i>core box</i> pengeboran.	49
33.	Sketsa profil laterit pada Daerah Blok Y.....	50
34.	Penampang profil endapan laterit lintasan A – B pada Blok Y	52
35.	Penampang profil vertikal geokimia unsur minor dan mayor pada Blok Y lintasan A – B	53
36.	Diagram perbandingan nilai rata – rata kadar unsur minor pada zona limonit, zona saprolit dan zona <i>bedrock</i> lintasan A – B Daerah Blok Y ..	55
37.	Diagram perbandingan nilai rata – rata kadar unsur mayor pada zona limonit, zona saprolit dan zona <i>bedrock</i> lintasan A – B Daerah Blok Y ..	55
38.	Penampang profil endapan laterit lintasan C – D pada Blok Y	56
39.	Penampang profil vertikal geokimia unsur minor dan mayor pada Blok Y lintasan C – D	57
40.	Diagram perbandingan nilai rata – rata kadar unsur minor pada zona nonit, zona saprolit dan zona <i>bedrock</i> lintasan C – D Daerah Blok Y ..	59
	Diagram perbandingan nilai rata – rata kadar unsur mayor pada zona nonit, zona saprolit dan zona <i>bedrock</i> lintasan C – D Daerah Blok Y ..	59



42.	Penampang profil endapan laterit lintasan E – F pada Blok Y	60
43.	Profil vertikal geokimia unsur minor dan mayor pada titik bor C361297 lintasan E – F Blok Y	61
44.	Diagram perbandingan nilai rata – rata kadar unsur minor pada zona limonit, zona saprolit dan zona <i>bedrock</i> lintasan E – F Daerah Blok Y ...	63
45.	Diagram perbandingan nilai rata – rata kadar unsur mayor pada zona limonit, zona saprolit dan zona <i>bedrock</i> lintasan E – F Daerah Blok Y ...	63
46.	Kenampakan mikroskopis sampel batuan pada stasiun C157105 dengan komposisi mineral berupa olivin, clinopiroksin, orthopiroksin dan opaq	65
47.	Kenampakan mikroskopis sampel batuan pada stasiun C149353 dengan komposisi mineral berupa olivin, clinopiroksin, orthopiroksin dan opaq	66
48.	Kenampakan mikroskopis sampel batuan pada stasiun C156704 dengan komposisi mineral berupa olivin, orthopiroksin dan opaq	67
49.	Kenampakan mikroskopis sampel batuan pada stasiun C157005 dengan komposisi mineral berupa olivin, clinopiroksin, orthopiroksin dan opaq	68
50.	Kenampakan mikroskopis sampel batuan pada stasiun C149853 dengan komposisi mineral berupa olivin, clinopiroksin, orthopiroksin dan opaq	69
51.	Hasil <i>plot</i> sampel batuan pada lima titik bor di Daerah Blok X pada klasifikasi Streckeisen (1976)	70
52.	Kenampakan mikroskopis sampel batuan pada stasiun C361325 dengan komposisi mineral berupa olivin, clinopiroksin, serpentin dan orthopiroksin	71
53.	Kenampakan mikroskopis sampel batuan pada stasiun C196766 dengan komposisi mineral berupa olivin, orthopiroksin, serpentin, clinopiroksin dan opaq	72
	enampakan mikroskopis sampel batuan pada stasiun C361311	
	engan komposisi mineral berupa olivin, orthopiroksin, clinopiroksin....	73



55.	Kenampakan mikroskopis sampel batuan pada stasiun C196728 dengan komposisi mineral berupa olivin, orthopiroksin, serpentin, dan clinopiroksin.....	74
56.	Kenampakan mikroskopis sampel batuan pada stasiun C361303 dengan komposisi mineral berupa olivin, orthopiroksin dan clinopiroksin.....	75
57.	Hasil <i>plot</i> sampel batuan pada lima titik bor di Daerah Blok Y pada klasifikasi Streckeisen (1976)	76
58.	Peta distribusi kadar Ni pada lapisan limonit Blok X	78
59.	Peta distribusi kadar Ni pada lapisan saprolit Blok X.....	79
60.	Peta distribusi kadar Ni pada lapisan limonit Blok Y	84
61.	Peta distribusi kadar Ni pada lapisan saprolit Blok Y	85



DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan keterangan
N	North
E	East
°	Derajat
‘	Menit
“	Detik
LS	Lintang Selatan
BT	Bujur Timur
%	Persen
>	Lebih dari
<	Kurang dari
// - Nikol	Nikol Sejajar
X - Nikol	Nikol Silang
Ku	Kompleks Batuan Ultramafik
OB	<i>Over Burden</i>
IDW	<i>Inverse Distance Weighting</i>
LOI	<i>Loss of Ignis</i>
XRF	<i>X – Ray Fluorescence</i>
PT	Perseroan Terbatas
Km	Kilometer
M	Meter
Mdpl	Meter di Atas Permukaan Laut
Ol	Olivin
Cpx	Clinopiroksin
	Orthopiroksin



Lambang/Singkatan	Arti dan keterangan
Srp	Serpentin
Bt	Biotit
Opq	Opaq
H : V	Horizontal berbanding Vertikal



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Deskripsi Petrografi ZS/C157105	97
2. Deskripsi Petrografi ZS/C149353	98
3. Deskripsi Petrografi ZS/C156704	99
4. Deskripsi Petrografi ZS/C157005	100
5. Deskripsi Petrografi ZS/C149853	101
6. Deskripsi Petrografi ZS/C361325	102
7. Deskripsi Petrografi ZS/C196766	104
8. Deskripsi Petrografi ZS/C361311	106
9. Deskripsi Petrografi ZS/C196728	107
10. Deskripsi Petrografi ZS/C361303	109

LAMPIRAN LEPAS :

1. Peta Distribusi Titik Bor Blok X
2. Peta Distribusi Ni pada Zona Limonit Blok X
3. Peta Distribusi Ni pada Zona Saprolit Blok X
4. Peta Distribusi Titik Bor Blok Y
5. Peta Distribusi Ni pada Zona Limonit Blok Y
6. Peta Distribusi Ni pada Zona Saprolit Blok Y
7. Peta 3D Distribusi Titik Bor Blok X
8. Peta 3D Distribusi Titik Bor Blok Y
9. Analisis Geokimia Endapan Laterit dan Sayatan Petrografi Daerah Blok X
10. Analisis Geokimia Endapan Laterit dan Sayatan Petrografi Daerah Blok Y



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia merupakan negara penghasil nikel terbesar di dunia pada tahun 2022 menurut Badan Survei Geologi Amerika Serikat (USGS) dengan total produksi sebanyak 1,6 juta metrik ton atau setara dengan 48,48% total produksi dunia (Mahinda Arkayasa, 2023). Salah satu daerah penghasil nikel laterit terbesar di Indonesia berada pada Pulau Sulawesi tepatnya berada pada Bagian Mandala Timur. Mandala tersebut terdiri atas kompleks batuan mafik dan ultramafik dalam bentuk ofiolit serta batuan sedimen berumur Trias-Miosen (Armstrong, 2012). Daerah Sorowako merupakan bagian dari Mandala Timur dari Pulau Sulawesi, sehingga secara litologi penyusun daerah tersebut kemungkinan terjadinya proses laterisasi sangatlah besar. Perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan khususnya nikel laterit di Daerah Sorowako adalah PT. Vale Indonesia.

Nikel laterit merupakan endapan yang terbentuk dari proses pengayaan mineral berharga yang mengandung nikel, yang terbentuk oleh gaya eksogen seperti pelapukan pada batuan dasar (*bed rock*) oleh sinar matahari maupun curah hujan (Irwandy Arif, 2018). Menurut Waheed Ahmad (2005) ada beberapa faktor yang mempengaruhi dalam proses pembentukan nikel laterit, diantaranya adalah iklim, batuan dasar, struktur, topografi, vegetasi, dan waktu. Waheed Ahmad (2005) juga mengklasifikasikan pembagian blok penambangan pada wilayah IUP PT. Vale Indonesia berdasarkan perbedaan karakteristiknya, yang terdiri dari Blok Barat (*West Block*) dan Blok Timur (*East Block*). Perbedaan yang mendasar dari kedua blok tersebut secara geologi terletak pada batuan dasar, tingkat serpentinisasi, *fracture* pada batuan yang akan mempengaruhi kesulitan pada penambangan. Salah satu faktor yang menentukan keterdapatan kadar nikel yang bernilai ekonomis adalah batuan dasar. Secara kondisi regional, Blok X dan Blok Y memiliki perbedaan litologi yang mendasari daerah tersebut. Oleh karena itu, tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul **“Hubungan**



Karakteristik Batuan Dasar terhadap Kadar Nikel pada Endapan Laterit Daerah Blok X dan Blok Y PT. Vale Indonesia, Tbk.”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian kali ini yaitu :

1. Bagaimana karakteristik profil laterit pada daerah penelitian?
2. Bagaimana karakteristik batuan dasar pada daerah penelitian?
3. Bagaimana pendistribusian kadar Ni pada daerah penelitian?
4. Bagaimana pengaruh batuan dasar terhadap kadar Ni pada daerah penelitian?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian kali ini adalah untuk menganalisa kondisi batuan dasar daerah penelitian yang akan dihubungkan dengan kadar Ni. Adapun tujuan dari penelitian kali ini yaitu sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui karakteristik profil laterit pada daerah penelitian.
2. Untuk mengetahui karakteristik batuan dasar pada daerah penelitian.
3. Untuk mengetahui pendistribusian kadar Ni pada daerah penelitian.
4. Untuk mengetahui pengaruh batuan dasar terhadap kadar Ni pada daerah penelitian.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian kali ini adalah untuk mengetahui sifat dari batuan dasar terhadap kadar nikel. Sehingga pada tahapan eksplorasi, melalui informasi litologi dapat menjadi tahapan awal dalam mengintrepretasi kecenderungan keterdapatan kadar Ni yang bernilai ekonomis dan meminimalisir kerugian materi dan waktu pada tahapan eksplorasi. Manfaat lainnya secara khusus bagi penulis, penelitian ini bermanfaat untuk mengasah serta mengaplikasikan ilmu geologi ulis dapatkan selama menjalani perkuliahan.



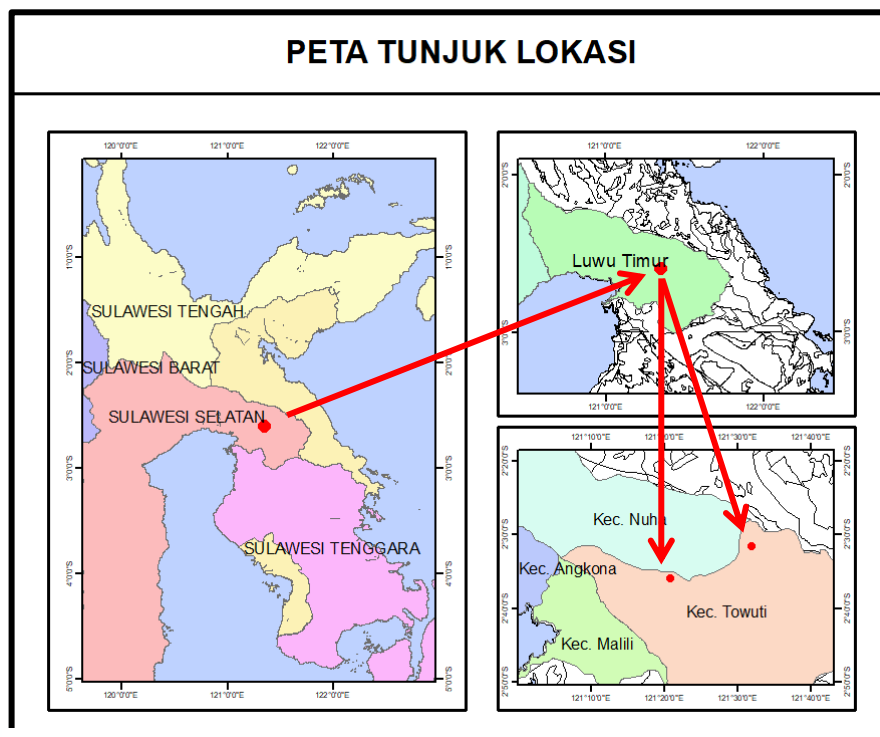
1.5 Batasan Masalah

Pada penelitian kali ini, penulis membatasi masalah yang akan diangkat yaitu pada hubungan antara karakteristik batuan dasar melalui analisis petrografi terhadap nilai kadar Ni berdasarkan hasil analisis XRF pada Blok X dan Y PT. Vale Indonesia.

1.6 Lokasi dan Kesampaian Daerah Penelitian

Secara administratif, lokasi penelitian berada di sekitar daerah Sorowako, Kecamatan Towuti, Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan. Secara geografis terletak di bagian selatan garis khatulistiwa yang terletak pada posisi $2^{\circ}30'0.00''$ LS - $2^{\circ}35'0.00''$ LS dan $121^{\circ}20'0.00''$ BT - $121^{\circ}35'0.00''$ BT.

Daerah penelitian ditempuh dengan menggunakan bus dengan jarak tempuh sejauh ± 585 km dari Makassar dengan waktu tempuh sekitar 12 jam. Pengambilan data dilakukan pada Mei – Juli 2022.



Gambar 1 Peta tunjuk lokasi daerah penelitian



1.7 Peneliti Terdahulu

Beberapa ahli geologi yang pernah mengadakan penelitian di daerah ini yang sifatnya regional diantaranya sebagai berikut :

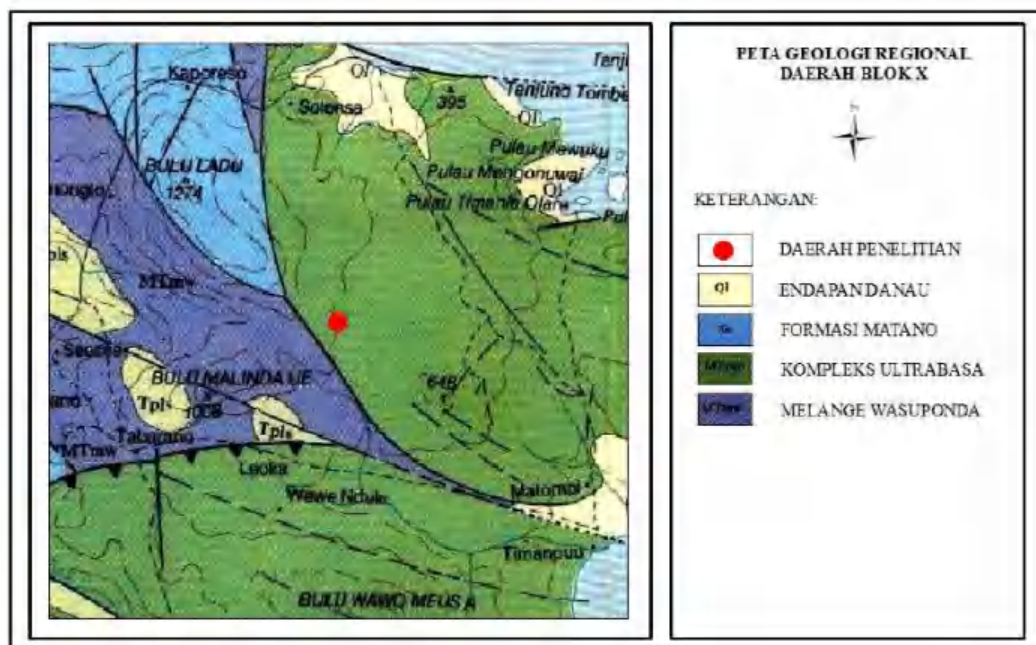
1. Rab Sukamto (1975), penelitian perkembangan tektonik sulawesi dan sekitarnya yang merupakan sintesis yang berdasarkan tektonik lempeng.
2. Simanjuntak (1980), penelitian tentang kondisi geologi regional khususnya pada lembar Bungku, Sulawesi.
3. Armstrong (2012), penelitian tentang kondisi struktur geologi pada pulau Sulawesi
4. Sarasin (1901), penelitian tentang geografi dan geologi pada pulau Sulawesi
5. Hasan Ngabito (1990), penelitian tentang pulau Sulawesi dan sekitarnya yang membagi menjadi 3 mandala geologi
6. Waheed Ahmad (2005 dan 2008), penelitian mengenai *mine geology* dan *geology eksploration* yang dimana kedua penelitian tersebut merupakan cikal bakal dalam pembangunan pabrik, kegiatan eksplorasi dan mining dari PT. Vale Indonesia, Tbk.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

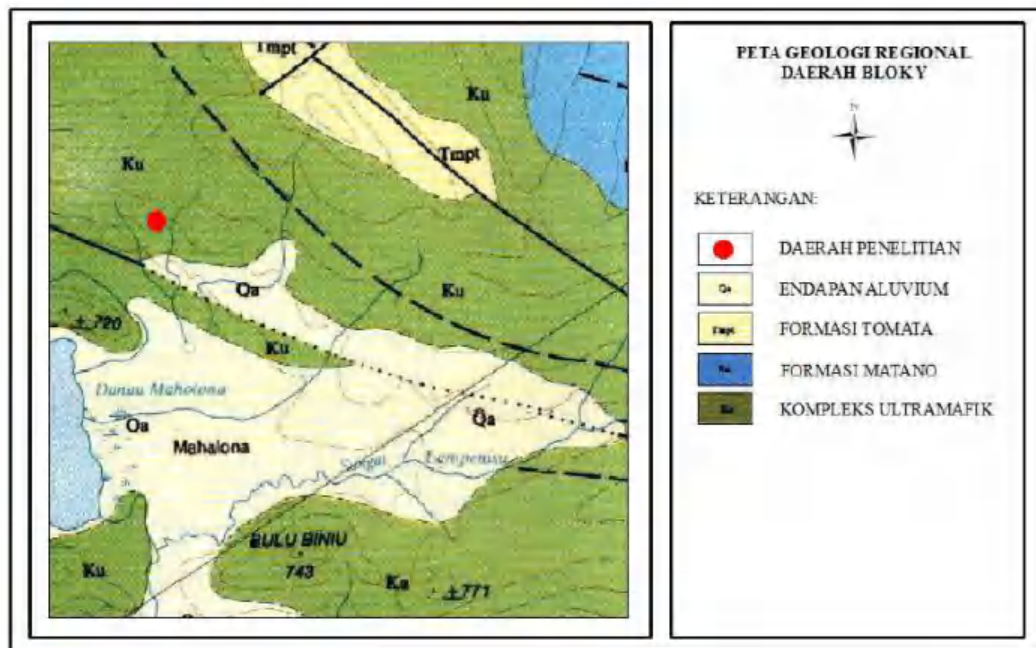
2.1 Geologi Regional

Geologi regional daerah penelitian berada pada 2 lembar geologi regional yang berbeda. Blok X berada pada Geologi Regional Lembar Malili (Simandjuntak, 1980) sedangkan Blok Y berada pada Geologi Regional Lembar Bungku (Simandjuntak, 1980). Perincian dari geologi regional kedua blok tersebut akan di bahas pada sub – bab berikut.



Gambar 2 Peta lokasi Blok X dan sekitarnya dalam Geologi Regional Lembar Malili (Simandjuntak dkk., 1980)





Gambar 3 Peta lokasi Blok Y dan sekitarnya dalam Geologi Regional Lembar Bungku (Simandjuntak dkk., 1980)

2.1.1 Geologi Regional Blok X dan Sekitarnya

2.1.1.1 Geomorfologi Regional

Tinjauan geomorfologi regional yang meliputi Sorowako dan sekitarnya berdasarkan laporan pemetaan geologi lembar Malili Sulawesi yang disusun oleh Simandjuntak, dkk (1991). Daerah penelitian termasuk dalam lembaran geomorfologi regional Malili yaitu Mandala Sulawesi Timur, yang dapat dibagi di daerah pegunungan, daerah perbukitan, daerah, krast, dan daerah dataran.

Daerah pegunungan menempati bagian barat dan tenggara. Di bagian barat terdapat dua barisan pegunungan dan pegunungan Pegunungan Tineba Koroue (700-3016 m) yang memanjang dari barat laut-tenggara yang dibentuk oleh batuan granit dan metamorf sedangkan bagian tenggara ditempati oleh Pegunungan Verbeek dengan ketinggian 800-1346 mdpl yang disusun oleh batuan alkali, ultramafik dan batugamping. Daerah perbukitan menempati bagian tenggara dan timur laut dengan ketinggian 200-700 meter dan merupakan perbukitan agak landai yang terletak di antara pegunungan dan daerah dataran. Di bagian tersebut terbentuk oleh batuan vulkanik, ultrabasa dan batupasir. Puncak tertinggi adalah Gunung Bukila (645m).



Kawasan karst menempati bagian timur laut dengan ketinggian 800 – 1700 m dan dibentuk oleh batugamping. Daerah ini dicirikan oleh keberadaan dan aliran dolina di bawah permukaan. Puncak tertingginya adalah Gunung Wasopute (1.768 m). Wilayah ini menempati bagian selatan dan merupakan dataran yang dibentuk oleh endapan alluvium seperti Pantai Utara dan Pantai Palopo Malili Timur. Pola aliran sungai sebagian besar berpola segi empat dan pola dendritik. Sungai – sungai besar yang mengalir di daerah ini antara lain Sungai Larona dan Sungai Malili yang mengalir dari timur ke barat dan sungai Kalaena yang mengalir dari utara ke selatan. Pada umumnya sungai-sungai yang mengalir di daerah ini mengalir ke Teluk Bone.

2.1.1.2 Stratigrafi Regional

Stratigrafi daerah penelitian terdiri dari satuan endapan permukaan, batuan sedimen dan batuan beku. Namun, tidak semua satuan tersebut berada pada daerah penelitian, dimana hanya kompleks batuan ultramafik saja yang termasuk ke dalam lokasi penelitian kali ini. Kompleks batuan ultramafik (Ku) terdiri dari harzburgit, lherzolit, wehrlit, websterit, serpentinit, dunit, diabas dan gabro. Pada daerah penelitian dijumpai batuan dunit dan *harzburgite*.

1. **Dunit**, batuan ini menampilkan kesan berbutir halus sampai kasar, berwarna kehijauan, kelabu kehijauan sampai kehitaman, pejal dan padat. Setempat tampak porfiroblastik. Susunan mineral terdiri atas olivin (sekitar 90%), piroksen, plagioklas, dan bijih; mineral ubahan terdiri dari serpentin, talkum, dan klorit, masing-masing hasil ubahan olivin dan piroksen.
2. **Harzburgit**, batuan ini berwarna hijau sampai kehitaman, padat dan pejal setempat ada perhaluan mineral. Tersusun dari mineral halus sampai kasar yang terdiri dari olivin ($\pm 55\%$), dan piroksen ($\pm 35\%$), serta mineral serpentin sebagai hasil ubahan piroksen dan olivin ($\pm 10\%$).



2.1.1.3 Struktur Regional

Di Lembar Malili, informasi geologi menunjukkan struktur geologi dari sifat-sifat kompleks tumbukan pinggiran benua yang aktif. Berdasarkan struktur, susunan batuan, biostratigrafi dan umurnya, daerah ini dapat dibedakan menjadi dua kelompok yang sangat berbeda, yaitu: Alohton yang terdiri dari ofiolit dan metamorf, sedangkan Autohton terdiri dari Pluton tersier dan batuan vulkanik di pinggiran tanah Sunda, begitu pula dengan kelompok Molasa Sulawesi.

Struktur geologi yang penting di daerah ini adalah patahan, lipatan dan kekar. Pada umumnya sesar di daerah ini terdapat sesar balik, sesar mendatar dan sesar normal, yang diperkirakan dimulai sejak Zaman Mesozoikum. Beberapa patahan utama tampaknya aktif kembali. Sesar Matano dan Sesar Palu Koro merupakan sesar mayor yang berarah barat laut - tenggara dan menunjukkan gerakan sesar geser mendatar ke kiri. Patahan kedua yang dicurigai masih aktif saat ini; keduanya bersatu di barat laut. Diduga kedua sesar tersebut juga terbentuk dari Oligosen dan bersambung dengan Sesar Sorong yang merupakan sistem sesar transformasi. Bentuk sesar lain yang lebih kecil seperti tingkat pertama dan atau kedua terbentuk secara bersamaan atau setelah sesar utama.

Sesar Sorong Matano dan Sesar Palu Koro aktif secara konstan membentuk sesar *transcurrent* pada periode Oligosen. Akibatnya mikrokontinen Banggai Sula bergerak ke arah barat dan terpisah dari benua Australia. Struktur lipatan yang terjadi di wilayah ini dapat diklasifikasikan menjadi lipatan lemah dan lipatan tumpang tindih tertutup, sedangkan struktur kekar terdapat pada hampir semua jenis batuan dan tampaknya juga terjadi pada beberapa periode.

Kerak samudera bagian Timur di Lempeng Sulawesi Timur-Mandala Banggai Sula telah bergerak ke arah Barat membentuk obduksi pada periode Miosen Tengah. Di bagian barat jalur subduksi luar membentuk sesar naik di atas busur vulkanik, sehingga ketiga Mandala saling berhimpitan.

Penjajaran Matano sepanjang 170 km danau ini diberi nama Matano karena melewati Danau Matano. Dianalogikan dengan sesar Matano sesar Palu adalah sesar mendatar sinistral, memanjang Sulawesi Timur dan bertemu dengan secara kasar Tulang Utara, yaitu Lurus Palu Koro. Sistem patahan berkembang dan membentuk sistem patahan umum. Bentang alam di



sepanjang patahan juga tipe berongga "tertarik". Yang paling jelas adalah batimetri Danau Matano dengan kedalaman kurang lebih 600 m dan dikendalikan oleh sesar – sesar normal yang bersudut ke arah kelurusan Matano. Medan magnet yang diamati di lapangan menunjukkan bahwa tekanan umumnya horizontal dan berarah tenggara - barat laut dibantu tarikan timur laut-barat daya. Sesar Matano bermuara di cekungan Laut Banda dan Teluk Losoni sebagai “cekungan penarik” dan bermuara ke laut utara anjakan bawah air Tolo.

2.1.2 Geologi Regional Blok Y dan Sekitarnya

2.1.2.1 Geolomorfologi Regional

Berdasarkan elevasi titik ketinggian terendah (735 mdpl) dan tertinggi (745) maka blok Y termasuk kedalam Morfologi Pegunungan pada Geologi Lembar Bungku (Simandjuntak, 1980), umumnya ditempati oleh batuan ultramafik, berketinggian lebih dan 700 m di atas muka laut. Daerah pegunungan ini menempati lebih dan separuh daerah Lembar, yakni pegunungan sekitar punggung pemisah air Bulu Karoni yang ke arah barat laut-tenggara, serta punggung pemisah air Wawoombu yang arahnya Barat Daya – Timur Laut. Puncak – puncaknya antara lain Bulu Lampesu (1068) dan Bulu Karoni (1422).

2.1.2.2 Stratigrafi Regional

Tatanan stratigrafi regional pada sekitar daerah penelitian terdiri dari satuan Endapan Aluvial, Formasi Tomata, Formasi Matano dan Kompleks Ultrabasa. Namun, tidak semua satuan tersebut berada pada daerah penelitian, dimana hanya kompleks batuan ultramafik saja yang termasuk ke dalam lokasi penelitian. Kompleks batuan ultramafik (Ku) terdiri dari harzburgit, lherzolite, wehrilit, websterit, serpentinit, dunit, diabas dan gabro. Berdasarkan pembagian blok yang telah dilakukan oleh Waheed Ahmad (2005) daerah penelitian termasuk ke dalam Blok East PT. Vale Indonesia, Tbk., sehingga batuan yang dijumpai adalah serpentinit dan lherzolite.



Lherzolite dijumpai dalam keadaan berwarna hijau kehitaman, pejal dan padat, berbutir sedang sampai kasar hipidiomorf. Di beberapa tempat terdapat tekstur ofit dan poikilitik. Batuan terutama terdiri dari mosaik

olivin dan piroksen-klino atau piroksenorto; yakut dan epidot merupakan mineral ikutan.

2. **Serpentinit** dijumpai dalam keadaan berwarna kelabu tua sampai hijau kehitaman, pejal dan padat. Mineral penyusunnya terdiri dari antigont, lempung dan magnetit, berbutir halus, dengan retakan tidak teratur, yang umumnya terisi magnetit hitam kedap. Mineral lempung berwarna kelabu, sangat halus, berkelompok pada beberapa tempat. Batuan ini umumnya memperlihatkan struktur kekar dan cermin sesar (*slickenside*) yang dapat dilihat dengan mata telanjang.

2.1.2.3 Struktur Regional

Struktur utama di daerah ini berupa sesar dan lipatan. Sesar meliputi sesar turun, sesar geser, sesar naik dan sesar sungkup. Penyesaran diduga berlangsung sejak Mesozoikum. Sesar Matano merupakan sesar utama dengan arah baratlaut-tenggara. Sesar ini menunjukkan gerakan mengiri, diduga bersambung dengan Sesar Sorong. Keduanya merupakan satu sistem sesar jurus yang mungkin telah terbentuk sejak Oligosen. Kelanjutannya diperkirakan pada Sesar Palu-Koro yang juga menunjukkan gerakan mengiri (di luar Lembar Bungku; diperkirakan masih aktif). Sesar yang lain di daerah ini lebih kecil dan merupakan sesar tingkat kedua atau mungkin tingkat ketiga. Kekar terdapat dalam hampir semua satuan batuan, tetapi terutama dalam batuan beku dan batuan sedimen Mesozoikum. Terjadinya mungkin dalam beberapa perioda, sejalan dengan perkembangan tektonik di daerah ini.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Batuan Tektonik

Batuan yang terbentuk dari proses tektonik yang keterdapatannya di atas muka bumi di sebut sebagai batuan tektonik. Batuan tektonik berfungsi sebagai media informasi terkait sumber daya alam berupa hidrokarbon maupun mineral. Batuan ini memberi informasi tentang kebencanaan seperti gempa bumi. Proses tektonik akan menghasilkan batuan yang bervariasi dan tercampur menjadi satu kesatuan yang menunjukkan batas litologi yang jelas. Ofiolit merupakan salah satu



jenis dari batuan tektonik yang beranggotakan batuan ultrabasa dan basa serta berasosiasi dengan batuan yang mengalami proses tektonik tertentu.

Pada pulau Sulawesi sendiri ofiolit tersebar sangat luas yaitu pada bagian *East Arc* Sulawesi yang dikenal dengan istilah *East Sulawesi Ophiolite* (Alam Budiman Thamsi, 2021) dan di jumpai juga pada bagian tengah lengan Sulawesi Selatan pada daerah Bantimala yaitu di Barru dan di Pangkep (Maulana, 2015).

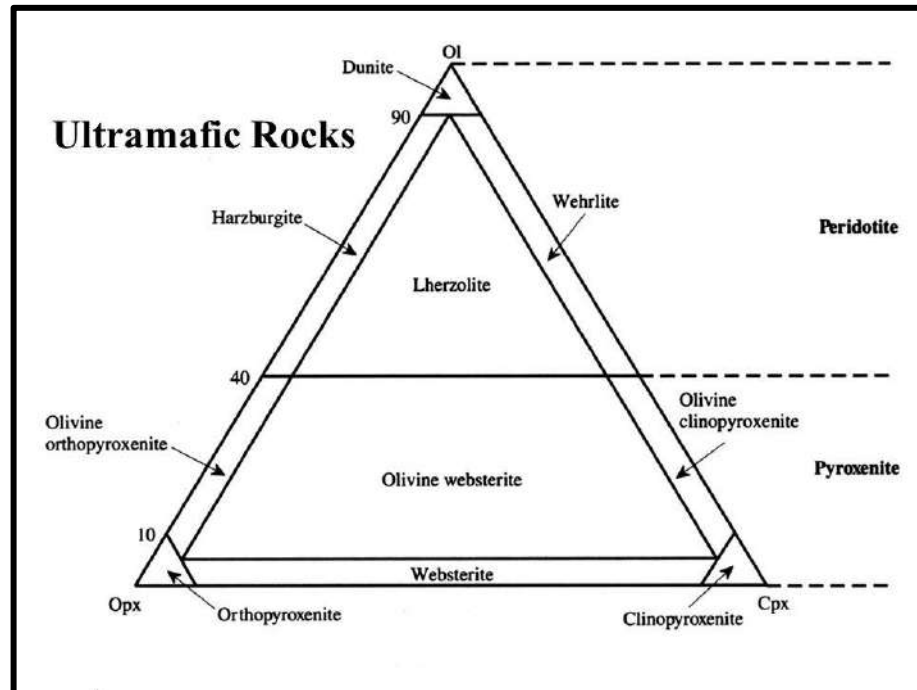
2.2.2 Batuan Ultramafik

Batuan ultramafik merupakan batuan yang mengandung *olivine magnesian* (Mg_2SiO_4) yang tinggi dan SiO_2 yang rendah (<45 wt%). Batuan ultramafik dapat dijumpai sebagai batuan beku plutonik yang ditemukan di kerak maupun sebagai batuan metamorf yang berasal dari mantel (Hutabarat dan Ismawan, 2015).

Batuan ultramafik tersusun atas mineral utama olivin, piroksen dan hornblende yang mempunyai kecenderungan berwarna gelap jika dijumpai dalam kondisi segar. Penguraian mineral – mineral utama tersebut menyebabkan unsur-unsur yang terbawa dalam larutan kemudian akan mengendap pada suatu tempat tertentu. Proses ini berjalan secara dinamis dan lambat, sehingga terbentuk profil laterit yang merupakan pengembangan dari tahapan laterisasi (Hasria dkk., 2020).

Klasifikasi penamaan batuan beku ultramafik menurut Streckeisen (1976) menjelaskan bahwa batuan intrusi dan ekstrusi dipisahkan. Klasifikasi ini membagi batuan berdasarkan kandungan mineraloginya, yang terbagi dalam tiga jenis mineral yaitu olivin, ortopiroksen, dan klinopiroksen, yang dapat dilihat pada **Gambar 4**.





Gambar 4 Klasifikasi batuan ultramafik berdasarkan kandungan mineraloginya (Streckeisen, 1976)

Adapun jenis-jenis batuan ultramafik antara lain :

a. Peridotit

Peridotit biasanya membentuk suatu kelompok batuan ultramafik yang disebut ofiolit, terdiri atas harzburgit, lherzolit, wehrlit, dan dunit. Peridotit tersusun atas mineral-mineral holokristalin dengan ukuran medium – kasar dan berbentuk anhedral. Komposisinya terdiri dari *olivin* dan piroksen. Mineral aksesorisnya berupa plagioklas, *hornblende*, biotit dan garnet (Williams dkk., 1954).

b. Dunit

Dunit merupakan batuan yang hampir murni olivin (90-100%) dan dapat hadir sebagai forsterit atau kristolit. Ahmad (2002) menyatakan bahwa dunit memiliki komposisi mineral yang hampir seluruhnya merupakan *monomineralik olivin* (umumnya magnesia olivin) serta mineral aksesorisnya yang berupa kromit, magnetit, ilmenit dan spinel. Pembentukan dunit berlangsung pada kondisi padat atau hampir padat (pada temperatur yang tinggi) dalam larutan magma dan mendingin pada temperatur tersebut, batuan tersebut bersatu membentuk *vin* anhedral yang saling mengikat.

Serpentinit



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

2.2.3 Endapan Laterit

Laterite deposit atau endapan laterit didefinisikan sebagai hasil proses pelapukan yang intens di daerah tropis yang hangat dan lembab serta kaya akan mineral lempung kaolinit dan Fe- dan Al- oksida/hidroksida. Endapan laterit umumnya menunjukkan lapisan yang baik sebagai akibat reaksi air hujan yang mengalir ke dalam formasi dengan naiknya kelembaban tanah ke permukaan (Maulana, 2017). Menurut (Evans, 1993), laterit adalah produk sisa dari pelapukan kimia batuan permukaan, dimana berbagai mineral asli atau primer menjadi tidak stabil karena adanya air dan larut atau pecah menjadi mineral baru yang lebih stabil. Laterit penting sebagai batuan induk untuk endapan bijih yang ekonomis.

Endapan laterit sangat berkaitan erat dengan reaksi kimia dalam proses pelapukannya, Elias (2002) menjelaskan jenis – jenis pelapukan kimia yang terjadi dalam proses laterisasi terdiri dari 6 jenis, diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. **Pelarutan** merupakan tahap awal pelapukan kimia yang terjadi karena adanya aliran air, baik di permukaan atau dalam batuan.
- b. **Oksidasi dan reduksi** merupakan proses yang penambahan dan pengurangan ion oksigen pada mineral sehingga komposisi kimia pada mineral tersebut menjadi tidak stabil dan cenderung akan membentuk ikatan kimia baru untuk mencapai kestabilannya. Dalam proses tersebut akan menciptakan mineral baru yang bersifat oksida akibat reaksi antara mineral dengan oksigen atau jika ion oksigen tersebut bereaksi dengan nitrogen air akan bersifat hidroksida. Umumnya dicirikan oleh warna batuan dan tanah menjadi merah atau kuning dan kadang-kadang tertutup oleh humus.



- c. **Hidrasi** merupakan proses penyerapan molekul-molekul air oleh mineral sehingga membentuk mineral hidrous.
- d. **Karbonasi** merupakan reaksi antara ion karbonat dengan ion bikarbonat dengan mineral atau proses pembentukan asam bikarbonat dalam bentuk cair yang akan mempermudah pelapukan. Banyak terkandung dalam air hujan.
- e. **Hidrolisis** merupakan reaksi antara mineral dengan air, baik air tanah maupun air hujan, yaitu antara ion H^+ dan ion OH^- air dengan ion – Ion mineral.
- f. **Desilisikasi** adalah suatu proses perombakan atau penguraian silika dari batuan. Silika merupakan penyusun utama mineral dalam batuan dan umumnya mempunyai ikatan atom yang kuat dalam mineral – mineralnya.

Endapan laterit dapat diklasifikasikan menjadi 2, yaitu bauksit laterit dan nikel laterit. Namun pada penelitian kali ini akan fokus membahas tentang endapan nikel laterit. Nikel Laterit di definisikan oleh Irwandy Arif (2018) sebagai endapan yang terbentuk akibat adanya proses konsentrasi mineral-mineral berharga yang mengandung nikel, dimana hal tersebut berasal dari pelapukan batuan asal, oleh gaya eksogen, seperti pelapukan oleh sinar matahari, curah hujan dan lainnya.

2.2.3.1 Genesa Endapan Laterit

Proses pembentukan endapan nikel laterit menurut Adi Maulana (2017), adalah sebagai berikut:

1. Proses pelapukan dimulai pada batuan ultramafik dengan kandungan nikel kira-kira sebesar 0.3%.
2. Terjadi proses pencucian pada mineral yang mudah larut akibat air dari atmosfer yang kaya akan CO_2 yang kemudian meresap ke bawah permukaan sampai pada *leaching zone*, yang dimana zona tersebut merupakan tempat terjadinya fluktuasi air tanah berlangsung.

Akibat fluktuasi tersebut, air tanah yang kaya CO_2 akan mengalami kontak dengan zona saprolit yang masih mengandung batuan asal, yang



mengakibatkan terjadinya pelarutan pada mineral-mineral yang tidak stabil seperti olivin/serpentin dan piroksin.

4. Unsur Mg, Si, dan Ni yang berada dalam mineral tersebut akan larut dan terbawa sesuai dengan aliran air tanah dan akan membentuk mineral – mineral baru pada proses pengendapan kembali.
5. Endapan besi yang berikatan dengan oksida akan terakumulasi dekat dengan permukaan tanah, sedangkan magnesium, nikel, dan silika akan tetap tertinggal di dalam larutan dan bergerak turun selama pH dari suplai air masih bersifat asam.
6. Jika terjadi netralisasi antara air dan batuan karena adanya reaksi antara keduanya, maka zat – zat tersebut akan cenderung mengendap sebagai mineral pembawa Ni.
7. Kekar atau rekahan pada batuan merupakan salah satu faktor utama yang berfungsi sebagai saluran untuk turunnya air, dalam hal ini Ni yang terbawa oleh air akan turun dan lambat laun akan terkumpul di zona ketika air sudah tidak dapat turun lagi dan tidak dapat menembus batuan dasar (*bed rock*).
8. Apabila proses ini berlangsung terus-menerus maka yang akan terjadi adalah proses pengayaan *supergen enrichment*.
9. Zona pengayaan supergen umumnya terbentuk di zona saprolit
10. 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.

Perilaku berbagai unsur selama proses lateralisasi menurut Waheed Ahmad (2008) pada dasarnya dikendalikan oleh dua faktor, yaitu:

- a. Sifat kimia tertentu dari unsur itu sendiri (geokimia)
- b. Kondisi lingkungan yang berlaku (suhu, curah hujan, kondisi batuan, kondisi pH, dll.)



Tabel 1 Peran beberapa elemen selama pelapukan laterit

<i>Element</i>	<i>Exists in the ultramafics as</i>	<i>Role during lateritic weathering</i>
Ca	Cpx > Opx > Oliv	Highly mobile. Leached away
Na	Very little	Highly mobile. Leached away
Mg	Oliv > Opx > Cpx	Highly mobile. Mostly leached away. Some stays behind as clay minerals
K	Very little	Highly mobile. Mostly leached away. Some stays behind as clay minerals
Si	Opx > Cpx > Oliv	Highly mobile. Mostly leached away. Some stays behind as clay minerals and silica boxwork.
Mn	Oliv > Opx > Cpx	Semi-mobile. Forms oxide (pyrolusite) and hydroxides (manganite, pyrochroite & psilomelane)
Co	Oliv > Opx > Cpx	Semi-mobile. Follows manganese
Ni	Oliv > Opx > Cpx	Semi-mobile. Forms nickel serpentine, nickel talc, nickel chlorite and nickel clays
Al	Cpx > Opx > Oliv	Non-mobile. Stays behind as boehmite, bauxite & gibbsite
Cr	Cpx > Opx > Oliv	Non-mobile. Stays behind as chromite
Fe	Oliv > Opx > Cpx	Non-mobile. Stays behind as oxides (hematite & maghemite) and hydroxides (turgite, goethite, hydrogoethite, limonite, ferrihydrite, xanthosiderite & esmeraldaite)

Sumber: Waheed Ahmad (2008)



2.2.3.2 Profil Laterit

Profil laterit dapat dibagi menjadi beberapa zona seperti pada **Gambar 5**. Gambar ini memperlihatkan profil endapan nikel laterit di dunia. Umumnya, profil nikel laterit yang ditunjukkan oleh beberapa endapan nikel laterit di dunia secara umum mempunyai persamaan.

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 5 Penampang ideal dari sebuah profil endapan nikel laterit

Lapisan-lapisan pada profil laterit dari endapan nikel laterit dibedakan menjadi beberapa zona menurut Waheed Ahmad (2002):

a. Lapisan Tanah Penutup (*Overburden*)

Lapisan ini berada di bagian atas permukaan, lunak dan berwarna coklat kemerahan sampai gelap, kadar air 25% sampai 35%, kadar nikel sangat rendah, dan di atasnya terdapat lapisan *iron capping* dengan ketebalan sekitar 1-12 meter, merupakan kumpulan massa *goethite* dan *limonite*. *Iron capping* memiliki kandungan besi yang tinggi tetapi kandungan nikel yang rendah. Terkadang mineral *hematite* dan *chromiferous*.



b. Lapisan Limonit Berkadar Menengah (*Medium Grade Limonit*)

Lapisan ini berada di bawah lapisan penutup, berbutir halus, coklat kemerahan atau kuning, agak lunak, kadar air 30% sampai 40%, mengandung 1,5% Ni, 44% Fe, 3% MgO, SiO₂, Lapisan tanah kaya zat besi limonit menutupi seluruh area dengan ketebalan rata-rata 3 meter. Lapisan ini tipis di lereng terjal dan hilang karena erosi. Beberapa nikel di zona ini ditemukan dalam mineral *manganese oxide* dan *lithiophorite*. Terkadang ada mineral *talc*, *tremolite*, *chromiferous*, *quartz*, *gibbsite*, dan *maghemite*.

Lapisan limonit yang terdapat di Blok Barat Sorowako (tidak terserpentinisasi) biasanya mengandung lebih banyak nikel daripada lapisan limonit di Blok Timur (terserpentinisasi). Limonit terbagi menjadi 2 yaitu: 1) *Red Limonite* yang biasa disebut hematit, dan 2) *Yellow Limonite* yang biasa disebut goetit. Biasanya pada mineral goetit, nikel berikatan dengan Fe dan menggantikan unsur Fe, sehingga pada zona limonit terjadi pengayaan unsur Ni.

c. Lapisan Bijih (*Saprolite*)

Lapisan ini merupakan hasil pelapukan batuan dasar, berwarna kuning kecoklatan agak kemerahan, terletak di dasar lapisan limonit berkadar menengah dengan ketebalan rata-rata 7 meter. Lapisan ini biasanya terdiri dari campuran batuan sisa, limonit berbutir halus, *saprolitic rims*, *vein* dari endapan garnierit, *nickeliferous quartz*, mangan dan, dalam beberapa kasus, silika *boxwork* membentuk zona transisi dari limonit ke batuan dasar. Terkadang ada mineral kuarsa yang mengisi rekahan, mineral primer yang lapuk seperti klorit. Mineral garnierit juga ditemukan di lapisan ini sebagai hasil dari proses *leaching*, sering diidentifikasi sebagai *colloidal talc*. Struktur dan tekstur batuan dasar masih terlihat. Lapisan ini memiliki batuan keras atau rapuh dan sebagian saprolit. Lapisan ini memiliki komposisi umum 1,85% Ni, 16% Fe, 25% MgO, 35% SiO₂. Lapisan ini adalah lapisan yang bernilai ekonomis yang ditambang sebagai bijih.

Lapisan Batuan Dasar (*Bedrock*)

Batuan dasar adalah bagian terbawah dari penampang nikel laterit. ini merupakan batuan ultramafik yang tidak atau belum mengalami



pelapukan. Batuan dasar biasanya tidak lagi mengandung mineral ekonomis (kandungan logam mendekati atau sama dengan batuan dasar). Biasanya berwarna kuning pucat sampai abu-abu kehijauan.

Zona ini umumnya memperlihatkan rekahan-rekahan yang kuat, kadang-kadang terbuka dan diisi dengan mineral garnierit dan silika karena 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.

2.2.3.3 Faktor Pembentukan Nikel Laterit

Menurut Waheed Ahmad (2008), faktor – faktor yang mempengaruhi endapan laterit adalah sebagai berikut:

a. *Bed Rock*

Batuan yang memiliki komposisi mineral olivin atau piroksin. Dimana kedua elemen tersebut memiliki kadar Ni sehingga batuan dasar menjadi salah satu faktor yang berpengaruh dalam pembentukan nikel laterit.

b. Struktur

Keterdapatn struktur seperti kekar pada batuan dasar dapat mempercepat resapan air sehingga pelapukan secara kimiawi dapat berlangsung pada elevasi yang lebih rendah.

c. Iklim

Terjadinya kenaikan permukaan air tanah pada musim tertentu mampu memberikan reaksi terhadap unsur – unsur tertentu dalam mineral pembawa unsur nikel serta iklim sangat mempengaruhi temperatur yang hangat dan curah hujan yang tinggi dan ditambah dengan aktivitas biogenik yang tinggi akan mempercepat proses pelapukan kimia. Daerah beriklim tropis dengan temperatur lebih dari 20°C yang cenderung tetap sepanjang tahun merupakan daerah yang sangat ideal untuk pembentukan endapan laterit.

d. Proses pelarutan kimia dan vegetasi

Komposisi kimia dari air tanah yang kaya akan CO₂ dapat menjadi suatu untuk mengubah batuan menjadi soil.



e. Topografi

Kemiringan lereng tertentu memiliki dampak terhadap erosi profil sehingga air yang jatuh ke permukaan tanah memiliki probabilitas penetrasi yang kecil. Menurut Waheed Ahmad (2005; 20), perkembangan nikel laterit yang memiliki kualitas yang baik berada pada sistem terasering, dataran tinggi, dan lereng bukit yang relatif landai serta kemiringan lereng yang umumnya dijumpai idealnya berada pada kemiringan 20%, namun pada beberapa kasus dapat dijumpai hingga 30 persen.

f. Waktu

Proses pelapukan batuan induk tidak terjadi begitu saja. Namun, memakan waktu dalam skala waktu geologi untuk menciptakan ketebalan tertentu.

