

**IMPLIKASI MORFOLOGI TERHADAP PENGAYAAN NIKEL
(STUDI KASUS BLOK LAPAOPAO,
KABUPATEN KOLAKA, SULAWESI TENGGARA)**

*The Implication of Morphology To Nickel Enrichment Lapaopao
Block, Kolaka Regency, Southeast Sulawesi*

IWAN DERMAWAN

D062202001



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK GEOLOGI
DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

GOWA

2024



TESIS

IMPLIKASI MORFOLOGI TERHADAP PENGAYAAN NIKEL (STUDI KASUS BLOK LAPAOPAO, KABUPATEN KOLAKA, SULAWESI TENGGARA)

IWAN DERMAWAN

D062202001

Telah dipertahankan di hadapan panitia Ujian Tesis yang dibentuk dalam
rangka penyelesaian studi program Magister Teknik Geologi Fakultas
Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 28 Maret 2024
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama



Dr. Ir. Musri Ma'waleda, MT
NIP : 19611231 198903 1 019

Pembimbing Pendamping



Dr. Ulva Ria Irvan, ST., MT
NIP : 19700606 199412 2 001

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Eng. Ir. Muhammad Isran
., MT., IPM., ASEAN Eng
30926 200012 1 002

Ketua Program Studi
Magister Teknik Geologi



Dr. Eng. Ir. Meutia Farida, ST., MT
NIP: 19731003 200012 2 001



PENGAJUAN TESIS

IMPLIKASI MORFOLOGI TERHADAP PENGAYAAN NIKEL (STUDI KASUS BLOK LAPAOPAO, KABUPATEN KOLAKA, SULAWESI TENGGERA)

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister
program studi teknik geologi

Disusun dan diajukan oleh :

IWAN DERMAWAN

D062202001

Kepada

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**



**PERNYATAAN KEASLIAN TESIS
DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Iwan Dermawan
Nomor mahasiswa : D062202001
Program studi : Teknik Geologi

Dengan ini menyatakan bahwa, tesis berjudul "Implikasi Morfologi Terhadap Pengayaan Nikel (studi kasus blok Lapaopao, Kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara)" adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing Dr. Ir. Musri Ma'waleda, MT dan Dr. Ulva Ria Irfan, ST.,MT. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dimasukkan di Jurnal/Prosiding GIESED 2022, sebagai artikel dengan judul "*Weathered ultrabasic rocks in the Lapaopao, an implications for development nickel laterite*" dan telah terbit pada website IOP Conference Series : Earth and Environmental Science).

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada, Universitas Hasanuddin.

Gowa, 27 Maret 2024

Yang menyatakan

 *Wc*

Iwan Dermawan



UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan atas hidayah Allah SWT yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan Tesis ini. Sholawat serta salam dihaturkan kepada baginda Rasulullah SAW yang telah membawa risalah kenabian yang mengajak manusia ke jalan yang lurus.

Selama proses penulisan Tesis ini, banyak bantuan dan dukungan yang diterima penulis dari berbagai pihak, untuk itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada Dr. Ir Musri Ma`waleda, MT, selaku dosen pembimbing Utama yang telah mengajar dan mendidik penulis selama proses penyusunan tesis; Dr. Ir. Ulva Ria Irfan, S.T., M.T. selaku Pembimbing pendamping yang telah mendidik penulis selama proses penyusunan tesis; Prof. Dr. Adi Tonggihroh, S.T., M.T; Dr. Ir. Kaharuddin selaku tim penguji serta Dr. Eng. Meutia Farida, S.T., M.T selaku tim penguji dan Ketua Program Studi Magister Teknik Geologi, serta yang terhormat Bapak-Ibu dosen yang telah membagi ilmu dan pengetahuan selama proses kuliah berlangsung.

Keluarga Besar PT CERIA Nugraha Indotama, khususnya Bpk Suharto Onggang atas bantuan dan dukungannya selama penulis melakukan penelitian tesis ini. Ayahanda Syamsuddin dan Ibunda Nurfatihah tercinta saya mengucapkan limpah terima kasih dan sembah sujud atas doa, pengorbanan dan memotivasi mereka selama saya menempuh pendidikan.

Istri dan anak-anakku tercinta yang telah memberikan semangat dan senantiasa mendampingi dan mendukung dalam proses penyelesaian penyusunan tesis ini.

Gowa, 27 Maret 2024

Penulis,



ABSTRAK

IWAN DERMAWAN. Implikasi Morfologi Terhadap Pengayaan Nikel (Studi Kasus Blok Lapaopao, Kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara) (dibimbing oleh Musri Ma`waleda dan Ulva Ria Irfan)

Blok Lapaopao terbagi atas sub blok Lapaopao dan sub blok Babarina, tersusun atas morfologi pedataran, perbukitan landai dan perbukitan curam. Secara geology terdiri dari formasi batuan ofiolit (Ku) dengan batuan penyusun diantaranya berupa peridotit, dunit dan harzburgit. Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah studi literatur, pengumpulan data lapangan dan analisa laboratorium. Pengumpulan data lapangan berupa data morfologi, data kelurusan geologi (lineament), data batuan segar dan data material hasil lapukan batuan dan sudah terakumulasi dalam bentuk layer limonite dan saprolite. Pengumpulan data laboratorium berupa data hasil analisa geokimia, analisa mineral penyusun batuan. Analisa geokimia menggunakan metode XRF (X-ray fluorescence) dan XRD (X-ray diffraction) dilakukan terhadap sampel laterit yang berupa limonite dan saprolite, analisa petrografi dilakukan untuk mengetahui komposisi mineral penyusun batuan yang dilakukan terhadap sampel-sampel batuan segar yang diambil pada lokasi penelitian.

Morfologi pada sub blok Lapaopao pada umumnya didominasi oleh morfologi perbukitan landai dengan bentuk puncak yang memanjang dengan kemiringan lereng dominan 15% - 20%, sedangkan pada sub blok Babarina, morfologi yang terbentuk berupa relief yang relatif berbukit dan curam dengan kemiringan lereng dominan 25% - 35%. Ketebalan profil laterit pada sub blok Lapaopao cenderung lebih tebal dibandingkan dengan ketebalan profil laterit pada sub blok Babarina baik pada zona limonite maupun zona saprolite. Perbedaan ketebalan profil laterit disebabkan oleh bentuk morfologi yang menyusun sub blok Lapaopao yang cenderung lebih landai dibandingkan dengan morfologi pada sub blok Babarina.

Kadar nikel pada zona limonite cenderung sama pada kedua sub blok yakni dengan kadar rata-rata 1.21%, sedangkan pada zona saprolite, kadar nikel sub blok Babarina cenderung lebih tinggi yakni 1.61% sedangkan pada sub blok Lapaopao kadar rata-rata nikel 1.57%. Adanya perbedaan kadar disebabkan karena pada sub blok Babarina, proses pengayaan cenderung lebih baik pada zona saprolit sebagai akibat dari pengaruh struktur geologi yang lebih intensif terjadi pada sub blok Babarina.



morfologi, batuan ultrabasa, struktur geologi, pengayaan nikel.

ABSTRACT

IWAN DERMAWAN. *The Implication of Morphology to Nickel Enrichment in Lapaopao Block, Kolaka Regency, Southeast Sulawesi.* (supervised by Musri Ma`waleda, Ulva Ria Irfan)

The Lapaopao block is divided into the Lapaopao sub-block and the Babarina sub-block, described as flat morphology, gentle hills and steep hills. The lithology hosted with of ophiolite (Ku) rock formations with the constituent rocks including peridotite, dunite and harzburgite. The research methods used in this study are literature study, field data collection and laboratory analysis. Field data collection consist of morphological data, geological lineament data, fresh rock data and residual material produced by weathered rock and has accumulated in the form of limonite and saprolite layers. Laboratory data accumulation consist of geochemical analysis, petrography analysis and diffraction analysis (XRD analysis).

The morphology in the Lapaopao sub-block is generally dominated by sloping hilly morphology with an elongated peak shape, dominant slope of 15% - 20%, while in the Babarina sub-block, the morphology formed is relatively hilly and steep relief with a dominant slope of 25% - 35%. The thickness of the laterite profile in the Lapaopao sub block tends to more thick (6.3 meters) comparing with the thickness of the laterite profile in the Babarina sub block (4.6 meters) for the limonite and the saprolite zone. The difference in thickness of the laterite profile is caused by the morphology that makes the Lapaopao sub-block which tends to be more hilly sloping compared to the morphology in the Babarina sub-block.

The nickel grade in the limonite zone tends to be the similar in both sub-blocks, with an average limonite grade 1.21% Ni, while in the saprolite zone, the nickel grade in the Babarina sub-block tends to be higher with average 1.61% Ni, while in the Lapaopao sub-block the average nickel grade is 1.57%. The difference in grade because in the Babarina sub block, the enrichment process tends to be better in the saprolite zone as a result of the more intensive influenced by geological structures in the Babarina sub block.

Key words: Morphology, ultramafic rocks, geological structure, nickel enrichment



DAFTAR ISI

HALMAN JUDUL	
PENGAJUAN TESIS	ii
PERSETUJUAN TESIS.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Ruang Lingkup Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Geologi Regional	4
2.1.1. Morfologi Regional.....	4
2.1.2. Litologi Regional	6
2.2. Endapan Nikel Laterite	8
2.3. Implikasi Struktur Geologi Terhadap Pembentukan Morfologi.	10
2.4. Peranan Morfologi dalam pengayaan Nikel laterite	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	13
3.1. Alir.....	13
3.2. Gambaran Umum Lokasi Pengambilan Sampel	14
3.2.1. Lokasi Lapaopao.....	15
3.2.2. Lokasi Babarina	16



3.3. Pengumpulan Database	17
3.3.1. Pengumpulan Database Pengeboran	17
3.3.2. Pengumpulan Data Morfologi dan Struktur Geologi.....	18
3.3.3. Pengumpulan Data Singkapan (<i>Outcrop</i>)	20
3.3.4. Pengumpulan Sampel Hasil Analisa Laboratorium	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1. Analisis Kemiringan Lereng (<i>Slope Analysis</i>).....	41
4.2. Analisis Pola Kelurusan Geologi (<i>Lineament</i>)	44
4.3. Analisa Ketebalan Profil Laterit Titik Bor	44
4.4. Hasil Analisa Petrografi	52
4.5. Hasil Analisa XRD	52
4.6. Hasil Analisa Geokimia	54
4.7. Hubungan Antara Kemiringan Lereng dengan Ketebalan Profile Laterit	55
4.8. Hubungan Antara Kemiringan Lereng dengan Kadar Nikel.	63
4.9. Hubungan Antara Ketebalan Profil Laterite dengan Kadar Nikel.	69
4.10. Implikasi Morfologi Terhadap Peengayaan Nikel	71
4.11. Peranan Struktur Geologi Terhadap Morfologi	73
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	76
5.1. Kesimpulan	76
5.2. Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	78
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta kontur keseluruhan Blok Lapaopao	2
Gambar 2. Foto kenampakan morfologi Blok Lapaopao (sumber : laporan JORC CNI 2021)	2
Gambar 3. Klasifikasi lereng lokasi penelitian (Van Zuidam 1979)	5
Gambar 4. Peta Geologi Regional Lokasi Penelitian (Sumber : Peta Geologi Lembar Lasusua – Kendari, T.O Simanjuntak, dkk, 1993)	8
Gambar 5. Stasiun Lokasi Pengambilan Sampel.....	14
Gambar 6. Foto lokasi pengambilan sampel sub blok Lapaopao	15
Gambar 7. Foto lokasi pengambilan sampel sub blok Babarina	16
Gambar 8. Statistik data pengeboran sub blok Lapaopao dan sub blok Babarina.....	17
Gambar 9. Peta LIDAR lokasi penelitian tampak atas (atas) dan tampak samping (bawah)	18
Gambar 10. Struktur geologi daerah Sulawesi Tenggara (sumber : Surono, 2013)	19
Gambar 11. Pengambilan sampel di lokasi L-01 pit Arjuna	21
Gambar 12. Pengambilan sampel di lokasi L-03 pit Smelter	21
Gambar 13. Pengambilan sampel di lokasi L-04 pit Samaenre.....	22
Gambar 14. Pengambilan sampel di lokasi B-03 pit Sapphire	23
Gambar 15. Pengambilan sampel di lokasi B-06 pit Emerald.....	23
Gambar 16. Pengambilan sampel di lokasi B-07 pit Amethyst.....	24
Gambar 17. Foto kenampakan mikroskopis sampel TS L-01 pit Arjuna	25
Gambar 18. Foto kenampakan mikroskopis sampel TS L-03 pit Smelter.....	26
Gambar 19. Foto kenampakan mikroskopis sampel TS L-04 pit Samaenre	27
Gambar 20. Foto kenampakan mikroskopis sampel TS B-03 pit Sapphire.....	29
Gambar 21. Foto kenampakan mikroskopis sampel TS B-06 pit Emerald	30
Gambar 22. Foto kenampakan mikroskopis sampel TS B-07 pit Amethyst	31
Gambar 23. Grafik hasil analisa XRD Sampel Limonit lokasi (L-01)	32
Gambar 24. Hasil analisa XRD Sampel Saprolite lokasi (L-01)	33
Gambar 25. Grafik hasil analisa XRD Sampel Limonit lokasi (L-03)	33
Gambar 26. Grafik hasil analisa XRD Sampel Saprolite lokasi (L-03)	34
Gambar 27. Grafik hasil analisa XRD Sampel Limonit lokasi (L-04)	34



Gambar 28. Grafik hasil analisa XRD Sampel Saprolite lokasi (L-04)	35
Gambar 29. Grafik hasil analisa XRD Sampel Limonit lokasi (B-03).....	36
Gambar 30. Grafik hasil analisa XRD Sampel Saprolite lokasi (B-03).....	36
Gambar 31. Grafik hasil analisa XRD Sampel Limonit lokasi (B-06).....	37
Gambar 32. Grafik hasil analisa XRD Sampel Saprolite lokasi (B-06).....	37
Gambar 33. Grafik hasil analisa XRD Sampel Limonit lokasi (B-07).....	38
Gambar 34. Grafik hasil analisa XRD Sampel Saprolite lokasi (B-06).....	38
Gambar 35. Peta kemiringan lereng sub blok Lapaopao.....	42
Gambar 36. Peta kemiringan lereng sub blok Babarina.....	43
Gambar 37. Pola kelurusan geologi pada Blok Lapaopao	44
Gambar 38. Profile laterit titik bor C300134	45
Gambar 39. Profile laterit titik bor C300157	46
Gambar 40. Profile laterit titik bor XLB 400	47
Gambar 41. Profile laterit titik bor C300205	49
Gambar 42. Profile laterit titik bor XLB 0009	50
Gambar 43. Profile laterit titik bor XLB 3118	51
Gambar 44. Peta overlay kemiringan lereng dengan ketebalan limonite sub Lapopao.....	56
Gambar 45. Peta overlay kemiringan lereng dengan ketebalan saprolite sub Lapopao	58
Gambar 46. Peta overlay kemiringan lereng dengan ketebalan limonite sub Babarina	60
Gambar 47. Peta overlay kemiringan lereng dengan ketebalan saprolite sub Babarina.....	62
Gambar 48. Peta overlay kemiringan lereng dengan kadar Nikel limonite sub Lapopao	64
Gambar 49. Peta overlay kemiringan lereng dengan kadar Nikel saprolite sub Lapopao.....	65
Gambar 50. Peta overlay kemiringan lereng dengan kadar Nikel limonite sub Babarina.....	67
Gambar 51. Peta overlay kemiringan lereng dengan kadar Nikel saprolite sub Babarina	68
Gambar 52. Peta overlay kemiringan lereng, ketebalan lapisan dan kadar Nikel	72
Gambar 53. Peta profil melintang morfologi sub blok Babarina (sumber : PT INCO 2006).....	74
Gambar 54. Peta profil melintang morfologi sub blok Lapaopao (sumber : PT INCO 2006)	75



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Jenis relief berdasarkan klasifikasi Van Zuidam (1979)	4
Tabel 2. Tabel hasil analisa petrografi sampel TS L-01.....	26
Tabel 3. Tabel hasil analisa petrografi sampel TS L-03.....	27
Tabel 4. Tabel hasil analisa petrografi sampel TS L-04.....	28
Tabel 5. Tabel hasil analisa petrografi sampel TS B-03	29
Tabel 6. Tabel hasil analisa petrografi sampel TS B-06	30
Tabel 7. Tabel hasil analisa petrografi sampel TS B-07	31
Tabel 8. Rangkuman hasil analisa petrografi	52
Tabel 9. Rangkuman hasil analisa XRD.....	53
Tabel 10. Rangkuman hasil analisa geokimia	54
Tabel 11. Tabel ketebalan lapisan limonite dan saprolite sub bok Lapaopao	57
Tabel 12. Tabel dan grafik hubungan antara ketebalan dan kadar Ni	69



DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

Daftar Istilah

Istilah	Penjelasan
<i>Ophiolite</i>	Merupakan kelompok satuan batuan yang berasal dari kerak samudera yang umumnya disusun oleh batuan basa dan ultrabasa.
<i>Blue zone</i>	Zona yang sudah tidak terdapat indikasi bijih Ore yang layak untuk ditambang.
<i>Bedrock zone</i>	Merupakan zona batuan dasar yang sudah tidak mengindikasikan adanya mineralisasi
<i>Histogram</i>	Representasi grafis (diagram) yang mengatur dan menampilkan frekuensi data sampel.
<i>Scatter plots</i>	Sebuah grafik yang biasa digunakan untuk melihat suatu pola hubungan antara 2 variabel.
<i>JORC report</i>	Laporan publik yang mengacu pada kode JORC.

Daftar Singkatan

Singkatan	Penjelasan
XR-F	X-ray fluorescence
XR-D	X-Ray diffraction
ED-XRF	Energy dispersive x-ray fluorescence
CNI	Ceria Nugraha Indotama
Ni	Nickel
Fe	Ferro
	Cobalt
	Magnesium Oksida



SiO ₂	Silica dioksida
SRTM	Shuttle radar topography mission
LIDAR	Light distance and ranging
JORC	Joint ore reserves committee.
WGS 84	World geodetic system 1984
UTM	Universal transverse Mercator
Mdpl	Meter dari permukaan laut



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sulawesi dan daerah sekitarnya terletak pada pertemuan tiga lempeng yang saling bertabrakan; Lempeng Benua Eurasia yang relatif diam, Lempeng Pasifik yang bergerak ke barat dan Lempeng Australia-Hindia yang bergerak ke utara. Berdasarkan stratigrafi dan perkembangan tektoniknya, Sulawesi dapat dibagi menjadi empat mendala geologi: Lajur Gunung Api Sulawesi Barat, Lajur Malihan Sulawesi Tengah, Lajur Ofiolit Sulawesi Timur dan Kepingan Benua Renik (Surono, 2011). Lajur Ofiolit Sulawesi Timur, yang merupakan hasil pemekaran Samudera Pasifik, ditemukan di bagian timur Sulawesi. Sedangkan kepingan benua yang tersebar di bagian timur Sulawesi merupakan pecahan tepi utara Australia.

Blok Lapaopao merupakan wilayah yang berlokasi di Kecamatan Wolo, Kabupaten Kolaka, dan termasuk dalam wilayah Ijin Usaha Pertambangan (IUP) PT. Ceria Nugraha Indotama. Lokasi daerah penelitian tersusun atas formasi batuan ofiolit (Ku) yang beranggotakan batuan peridotite, harzburgite, dunite, gabbro dan serpentinite yang tersebar pada bagian Selatan wilayah IUP.

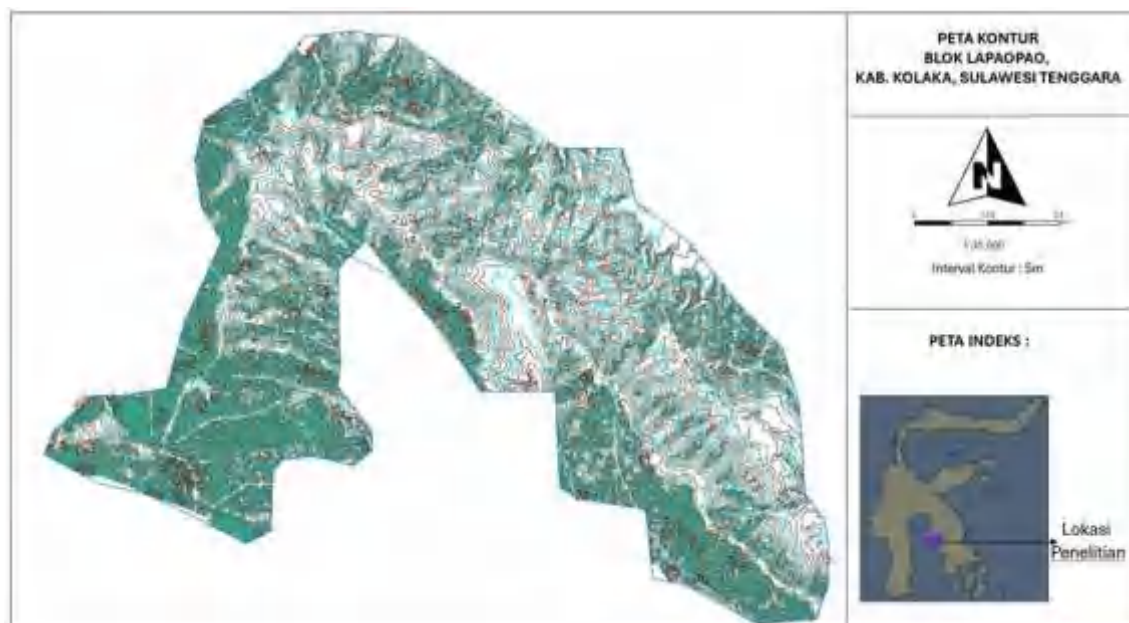
Blok Lapaopao terbagi menjadi 2 Sub Blok, yakni : Sub blok Lapaopao dan Sub Blok Babarina. Pembagian Blok Lapaopao menjadi 2 Sub blok didasarkan atas lokasi, perbedaan bentuk morfologi, perbedaan karakteristik profil laterite dan perbedaan kualitas (kadar) Nikel yang terdapat pada kedua sub blok tersebut.

Lokasi Sub blok Lapaopao membentang dengan Arah Tenggara – Barat Laut dengan total luasan 1.587 Hektar, pada umumnya tersusun atas morfologi rata sampai landai dan terdapat perbukitan dengan bentuk puncak yang memanjang dan landai, dari



di lokasi Sub blok Lapaopao pada umumnya memiliki ketebalan profile 20-30 meter, karakteristik pengayaan Nikel pada Sub blok Lapaopao terdapat pada zona transisi antara Limonite dan Saprolite.

Lokasi Sub blok Babarina membentang dengan Utara - Selatan dengan total luasan 693 Hektar, pada umumnya tersusun atas morfologi bergelombang sampai terjal dan terdapat perbukitan dengan bentuk puncak yang relatif bergelombang, dari data pengeboran lokasi Sub blok Lapaopao pada umumnya memiliki ketebalan profile laterite antara 10-20 meter, karakteristik pengayaan Nikel pada Sub blok Babarina pada umumnya terdapat pada zona Saprolite, mulai dari bagian atas sampai bagian tengah dari zona saprolite.



Gambar 1. Peta kontur keseluruhan Blok Lapaopao

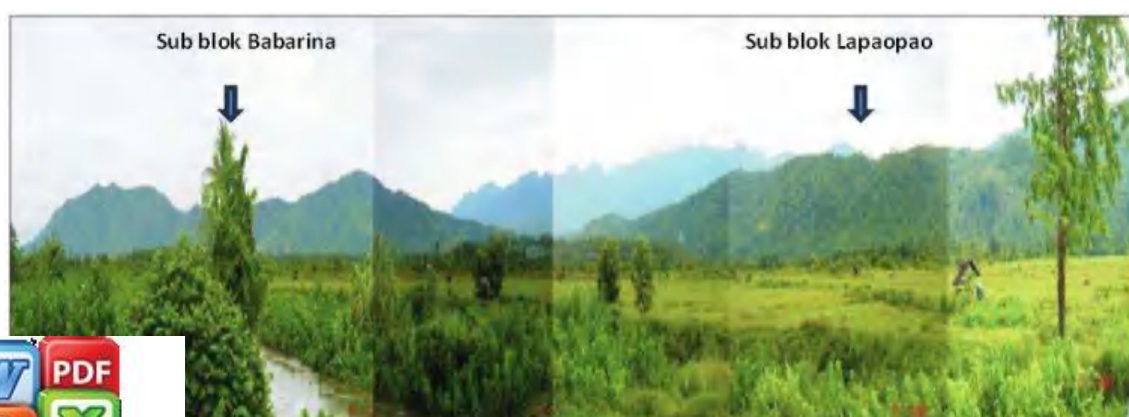


Foto kenampakan morfologi Blok Lapaopao (sumber : laporan JORC CNI 2021)



1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana morfologi pada Sub blok lapaopao dan Sub blok Babarina.
2. Bagaimana penyebaran kadar nikel pada sub blok Lapaopao dan sub blok Babarina.
3. Bagaimana pengayaan nikel pada sub blok Lapaopao dan sub blok Babarina.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Melakukan analisis morfologi pada Sub blok lapaopao dan Sub blok babarina
2. Melakukan analisis penyebaran kadar nikel pada sub blok Lapaopao dan sub blok Babarina.
3. Melakukan analisis pengayaan nikel pada Sub blok lapaopao dan Sub blok babarina

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh morfologi terhadap pengayaan nikel yang terjadi pada sub blok Lapaopao dan sub blok Babarina, yang berlokasi di Kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi perusahaan, yakni dengan memahami pengaruh bentuk morfologi terhadap pengayaan Nikel perusahaan dapat menjadikan prioritas area-area yang dengan bentuk morfologi yang sesuai dengan target penambangan perusahaan.

1.6. Ruang Lingkup Penelitian



Ruang lingkup studi ini adalah bentuk morfologi (bentang alam) pada batuan yang mempengaruhi pengayaan kadar Nikel pada lokasi penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan hasil peninjauan lapangan, lokasi penelitian disusun oleh morfologi dan bentang alam yang bervariasi pada masing-masing sub blok. Morfologi yang terdapat pada lokasi penelitian pada umumnya sangat dipengaruhi oleh struktur geologi, proses pelapukan dan terjadinya erosi akibat dari adanya air permukaan (hujan). Batuan penyusun lokasi penelitian berupa batuan ultrabasa yang sudah mengalami proses serpentinisasi dengan tingkatan rendah – sedang (AKGC, 2021). Tinjauan pustaka ini terutama akan membahas tentang morfologi dan faktor-faktor yang membentuk morfologi (bentang alam), kemudian akan dibahas juga mengenai pengaruh morfologi terhadap pengayaan kadar Nikel yang terdapat pada lokasi penelitian yakni blok Lapaopao, kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara.

2.1. Geologi Regional

2.1.1. Morfologi Regional

Berdasarkan klasifikasi Van Zuidam (1979), kenampakan morfologi dapat dibedakan berdasarkan kemiringan lereng dalam satuan persen (%) dan beda tinggi yang terjadi pada suatu daerah penelitian. Kemiringan lereng suatu daerah dapat diketahui dengan melakukan analisis slope (kemiringan lereng) yang dilakukan terhadap data dtm (digital terrain model) yang bersumber dari data kontur.

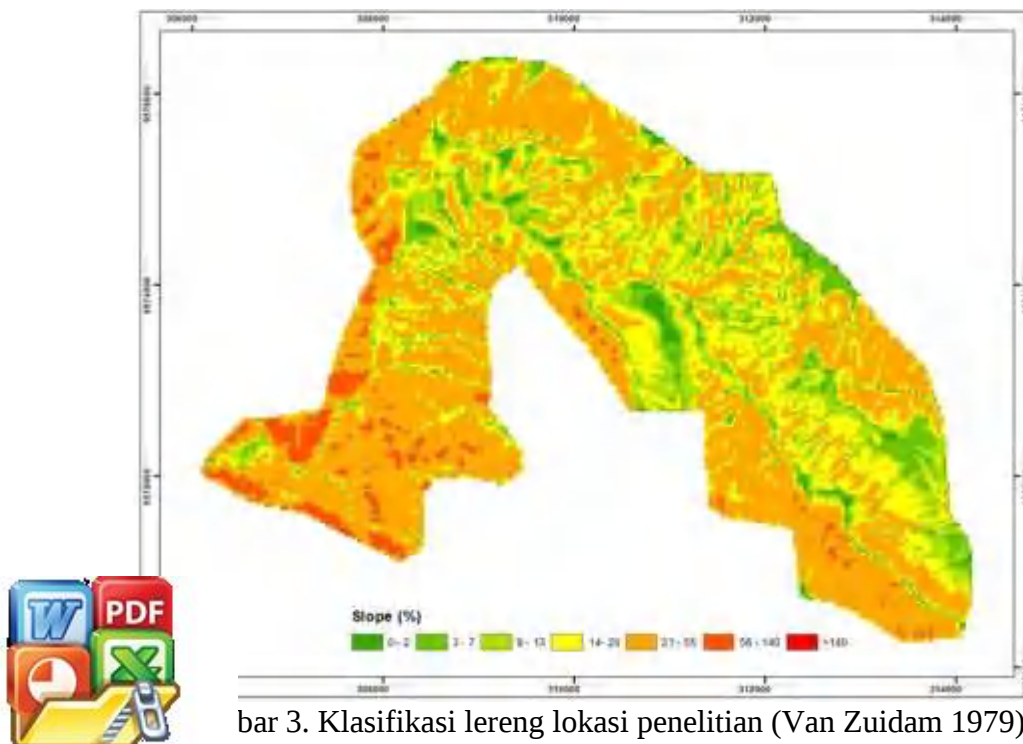
Tabel 1. Jenis relief berdasarkan klasifikasi Van Zuidam (1979)

No	Relief	Kemiringan Lereng (%)	Beda Tinggi (m)	Warna
1	Topografi dataran	0 – 2	< 5	Hijau
2	Topografi bergelombang lemah	3 – 7	5 – 50	Hijau Muda
3	Topografi bergelombang lemah – kuat	8 – 13	25 – 75	Kuning
	Topografi bergelombang kuat – perbukitan	14 – 20	50 – 200	Jingga
	Topografi perbukitan – tersayat kuat	21 – 55	200 – 500	Merah Muda
	Topografi tersayat kuat – pegunungan	56 – 140	500 – 1000	Merah Tua
	Topografi pegunungan	> 140	> 1000	Ungu



Blok Lapaopao terbagi menjadi 2 sub blok yakni sub blok Lapaopao dan sub blok Babarina. Sub blok Lapaopao terdapat pada bagian Tenggara – Barat Laut dari lokasi penelitian, sedangkan sub blok Babarina terdapat pada bagian Selatan dan memanjang ke arah Utara dari lokasi penelitian.

Analisa kemiringan lereng pada Blok Lapaopao menggunakan data topografi LIDAR. Lidar (Light Detection and Ranging) adalah LiDAR atau juga dikenal sebagai LADAR adalah akronim untuk light detection and ranging. LiDAR adalah teknologi yang menerapkan sistem penginderaan jauh sensor aktif untuk menentukan jarak dengan menembakkan sinar laser yang dipasang pada wahana pesawat. Jarak didapatkan dengan menghitung waktu antara ditembakkannya sinar laser dari sensor sampai diterima kembali oleh sensor. (T. Aprilia, dkk, 2022). Morfologi daerah penelitian berupa topografi bergelombang lemah– perbukitan dengan nilai kemiringan lereng 3% sampai dengan 20% (warna hijau sampai oranye). Morfologi perbukitan – pegunungan dengan kemiringan lereng antara 21% sampai dengan diatas 140% (warna merah muda – ungu). Penentuan rentang *slope* (kemiringan lereng) dapat dimodifikasi dan disesuaikan dengan kebutuhan untuk mendapatkan hasil yang lebih detail dan maksimal untuk melakukan analisa kemiringan lereng.



bar 3. Klasifikasi lereng lokasi penelitian (Van Zuidam 1979)



2.1.2. Litologi Regional

Singkapan batuan berupa peridotit sebagian besar dapat ditemukan pada area *road cut* dan pada bagian tebing-tebing pantai. Selain itu, singkapan batuan banyak ditemukan pada area-area yang masih aktif dilakukan penambangan yang berupa singkapan *floating boulder* maupun area-area yang sudah termasuk dalam zona *blue zone* atau area yang sudah tidak terdapat indikasi ore untuk dilakukan penambangan. Lokasi penelitian secara litologi terdiri dari Batuan Ofiolit (Ku), Batuan malihan (Pzm) dan Endapan Permukaan (Qa) (Rusmana, dkk, 1993).

- Batuan Ofiolit (Ku), tersusun atas peridotite, harzburgite, dunit, gabbro dan serpentinit, yang mencakup luasan area 4.124 Ha (61%).

Serpentinit berwarna kelabu tua sampai kehitaman; padu dan pejal. Batuannya bertekstur afanitik dengan susunan mineral antigorit, lempung dan magnetit. Umumnya memperlihatkan struktur kekar dan cermin sesar yang berukuran megaskopis. Dunit, kehitaman; padu dan pejal, bertekstur afanitik. Mineral penyusunnya ialah olivin, piroksin, plagioklas, sedikit serpentin dan magnetit; berbutir halus sampai sedang. Mineral utama olivin berjumlah sekitar 90%. Tampak adanya penyimpangan dan pelengkungan kembaran yang dijumpai pada piroksin, mencirikan adanya gejala deformasi yang dialami oleh batuan ini. Di beberapa tempat dunit terserpentinkan kuat yang ditunjukkan oleh struktur sisa seperti rijang dan barik-barik mineral olivin dan piroksin, serpentin dan talkum sebagai mineral pengganti. Peridotit terdiri atas jenis harzburgit dan lherzolite. Harzburgit, hijau sampai kehitaman, holokristalin, padu dan pejal. Mineralnya halus sampai kasar, terdiri atas olivin (60%) dan piroksin (40%). Di beberapa tempat menunjukkan struktur perdaunan. Hasil penghabluran ulang pada mineral piroksin dan olivin mencirikan batas masing-masing kristal bergerigi. Lherzolite, hijau kehitaman; holokristalin, padu dan pejal. Mineral penyusunnya ialah olivin (45%), piroksin (25%), dan sisanya epidot, yakut, klorit, dan bijih dengan mineral berukuran halus sampai kasar. Satuan diperkirakan berumur Kapur.

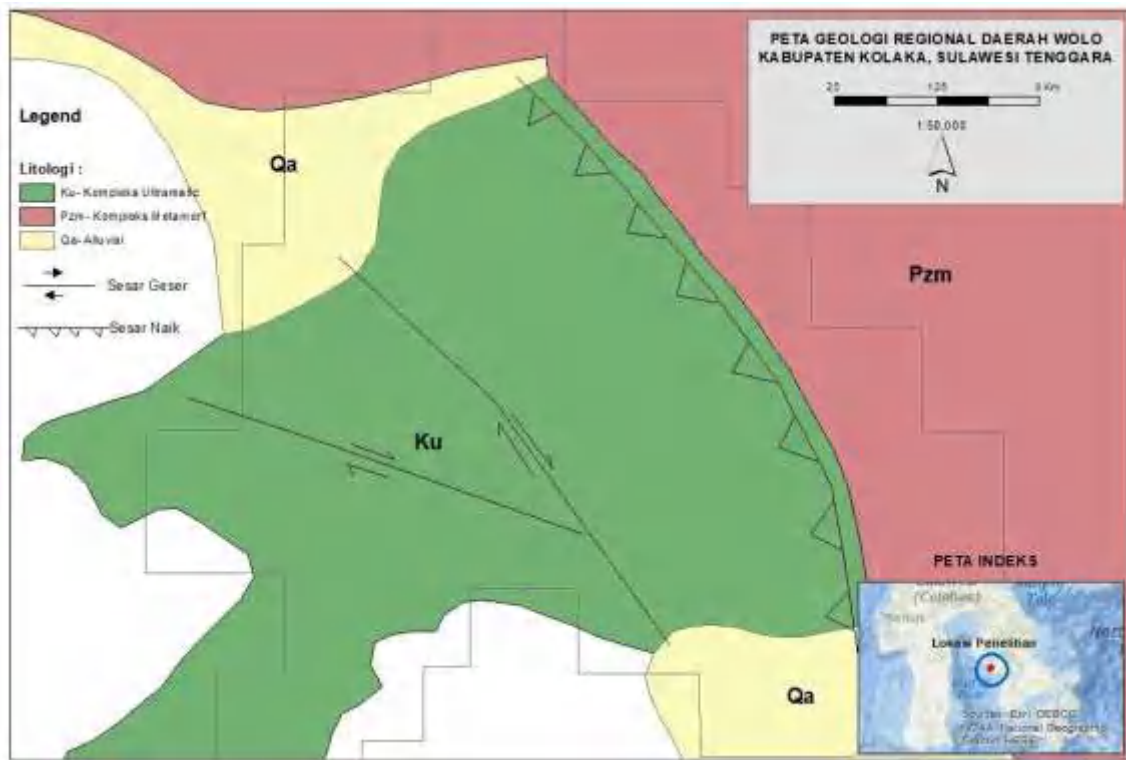


- Batuan Malihan (Pzm) yang merupakan pegunungan Mekongga, tersusun atas sekis muskovit, gneiss dan batugamping, yang mencakup luasan area 774 ha (12%).
terdiri atas sekis, gneise, filit, batusabak dan sedikit pualam. Satuan ini diperkirakan berumur karbon sampai perem dan mempunyai hubungan menjemari dengan satuan pualam paleozoikum (Pzmm).
- Endapan Permukaan, tersusun atas endapan sedimen sungai, endapan rawa dan endapan pantai, yang mencakup luasan 1.777 ha (26%).
Terdiri atas kerikil, kerakal, pasir lempung dan lumpur. Satuan ini merupakan hasil dari endapan sungai, rawa dan endapan pantai. Umur satuan ini adalah holosen.

Struktur geologi Lembar Lasusua-Kendari memperlihatkan ciri kompleks tumbukan dari pinggiran benua yang aktif. Berdasarkan struktur, himpunan batuan, biostratigrafi dan umur, daerah ini dapat dibagi menjadi 2 domain yang sangat berbeda, yakni: 1) allochton : ofiolit dan malihan , dan 2) autochton: batuan gunungapi dan pluton Tersier dan pinggiran benua Sundaland, serta kelompok molasa Sulawesi. Lembar Lasusua, sebagaimana halnya daerah Sulawesi bagian timur, memperlihatkan struktur yang sangat rumit. Hal ini disebabkan oleh pengaruh pergerakan tektonik yang telah berulang kali terjadi di daerah ini.

Struktur geologi yang dijumpai di daerah kegiatan adalah sesar, lipatan dan kekar. Sesar dan kelurusan umumnya berarah baratlaut–tenggara searah dengan Sesar geser mengiri Lasolo. Sesar Lasolo aktif hingga kini, yang dibuktikan dengan adanya mata air panas di Desa Sonai, Kecamatan Pondidaha pada batugamping terumbu yang berumur Holosen dan jalur sesar tersebut di tenggara Tinobu. Sesar tersebut diduga ada kaitannya dengan Sesar Sorong yang aktif kembali pada Kala Oligosen (Simandjuntak, dkk., 1983).





Gambar 4. Peta Geologi Regional Lokasi Penelitian (Sumber : Peta Geologi Lembar Lasusua – Kendari, T.O Simanjuntak, dkk, 1993)

Sesar naik ditemukan di daerah Wawo, sebelah barat Tampakura dan di Tanjung Labuandala di selatan Lasolo; yaitu beranjaknya batuan ofiolit ke atas Batuan Malihan Mekonga, Formasi Meluhu dan Formasi Matano. Sesar Anggowala juga merupakan sesar utama, sesar mendatar menganan (dextral), mempunyai arah baratlaut-tenggara. Kekar terdapat pada semua jenis batuan. Pada batugamping kekar ini tampak teratur yang membentuk kelurusan (E. Rusmana dkk, 2010). Kekar pada batuan beku umumnya menunjukkan arah tak beraturan.



2.3. Endapan Nikel Laterite

Endapan nikelya endapan nikel lateralit disebabkan oleh proses-proses geologi, iklim, dan topografi yang terjadi pada batuan ultrabasa, proses laterisasi pada batuan

ultrabasa juga dipengaruhi oleh batuan non-ultrabasa di sekitarnya (Tonggiroh, dkk, 2016). Kehadiran batuan non ultrabasa yang berada disekitar batuan ultrabasa jelas dapat menghambat proses laterisasi yang terjadi dan menghasilkan kadar nikel yang rendah. Aspek struktur / tektonik juga memegang peranan penting, terutama pada pembentukan lapisan limonit-saprolit yang mengalami perulangan atau saling tumpang tindih, dimana secara normal lapisan limonite biasanya berada pada lapisan diatas lapisan saprolite.

Sulawesi Tenggara termasuk dalam kompleks batuan ultrabasa yang tersebar cukup luas yang mencakup sebagian besar wilayah tersebut, lengan sebelah timur Pulau Sulawesi disebut Ofiolit Sulawesi bagian timur (Kadariusman, 2004). Di Sini, diketahui bahwa Sulawesi Tenggara mempunyai potensi nikel laterit. Ketika pemerintah Indonesia membuka pintu investasi bagi pertambangan, kemudian para investor menargetkan daerah Sulawesi Barat Daya menjadi target eksplorasi nikel laterit, namun banyak yang mengalami kegagalan untuk mendapatkan cadangan nikel yang dapat memenuhi standard untuk dapat dipasarkan. Kegagalan eksplorasi berpotensi terjadi jika lokasi kegiatan eksplorasi dilakukan pada zona struktur /rekahan. Hal ini disebabkan zona laterisasi dibatasi oleh rekahan/ struktur terhadap batuan lain dengan kandungan nikel yang rendah. Kekeliruan tersebut dibuktikan setelah penulis melakukan pengamatan di lapangan dan mendapatkan ciri-ciri fisik, dimana kondisi geologi yang menunjukkan batuan ultrabasa mengalami kontak dengan batuan lain yakni batugamping, metamorf dan endapan molase.

Kondisi geologi tersebut dapat ditemukan pada zona sesar Lasolo, dimana sesar tersebut terlihat jelas menjadi batas penyebaran lapisan nikel laterite baik secara horizontal maupun vertikal terhadap endapan molase, metamorf dan endapan batugamping. Aktivitas sesar Lasolo menyebabkan batuan ultrabasa mengalami pemisaahan membentuk pecahan-pecahan dengan ukuran yang bervariasi, namun hal ini memicu terjadinya pembentukan endapan nikel laterite. Namun proses ini disertai juga dengan pembentukan efek kegiatan tektonik pada batugamping, metamorf dan endapan



an data lapangan dan analisa laboratorium, penulis mencoba melakukan nai karakteristik endapan nikel laterit yang berkaitan dengan batuan di

sekitarnya dengan menggunakan metode analisis statistik dan data pengeboran. Secara regional, lokasi penelitian masuk dalam peta geologi Lembar Lasusua – Kendari, Sulawesi. Di Sulawesi Tenggara terdiri dari batuan ultrabasa yang mengalami kontak dengan batuan malihan yang diprediksi terbentuk pada zaman Paleozoikum.

2.3. Implikasi Struktur Geologi Terhadap Pembentukan Morfologi.

Menurut Robert L. Bates dan Julia A. Jackson (1987) di dalam buku *Glossary of Geology* geologi struktur adalah cabang geologi yang berhubungan dengan perubahan bentuk, dan struktur internal dari batuan terutama dengan deskripsi, representasi dan analisis struktur, terutama pada skala kecil. Struktur geologi yang terjadi pada suatu daerah sangat mempengaruhi pembentukan morfologi atau bentang alam. Struktur geologi dapat berupa sesar, patahan, lipatan maupun rekahan-rekahan. Kehadiran struktur geologi (kekar, sesar, dan lipatan) pada suatu daerah merepresentasikan zona lemah pada area tersebut. Zona lemah di permukaan bumi, terutama kekar dan sesar pada umum merupakan tempat yang mudah tererosi oleh aliran sungai, sehingga pola pengaliran sungai mencerminkan sebaran struktur geologi di daerah tersebut. Kelurusan adalah kesan morfologi yang terlihat di permukaan bumi yang ditimbulkan oleh aktivitas kekuatan geografis dari dalam bumi (Abdullah et al., 2003), sebaran lineament ataupun kelurusan bukit pada suatu wilayah dapat diinterpretasikan sebagai pola erosi yang menghasilkan lembah dan bukit.

Bentuk permukaan bumi selalu mengalami perubahan, perubahan tersebut dapat terjadi secara alami akibat adanya air, angin, dan panas. Perubahan akibat ulah manusia seperti penggunaan lahan, serta pembangunan gedung dapat mempengaruhi kondisi permukaan suatu daerah. Salah satu ilmu yang mempelajari tentang keadaan morfometri daerah, yaitu geomorfologi. Geomorfologi adalah ilmu yang mempelajari tentang rupa muka bumi beserta aspek-aspek yang mempengaruhinya. Geomorfologi juga mempelajari bentuk-bentuk bentangalam, yaitu bagaimana bentangalam itu terbentuk kisional yang diakibatkan oleh gaya endogen, dan bagaimana bentangalam garuhi oleh pengaruh luar berupa gaya eksogen seperti pelapukan, erosi, sedimentasi. Air, angin, dan gletser, sebagai agen yang merubah batuan



atau tanah membentuk bentang alam yang bersifat destruksional, dan menghasilkan bentuk-bentuk alam darat tertentu (landform). Geomorfologi dalam terapannya menekankan pada studi bagaimana merencanakan tataguna lahan yang baik dalam arti menyesuaikan penggunaan lahan sesuai dengan kemampuannya (Verstappen, 1983 dalam Tri Wibowo, 2005 di dalam Yogi Sunarso, 2008). Dan untuk mencapai sasaran tersebut maka dapat dilakukan dengan pencegahan erosi, pengelolaan lahan kritis dan peningkatan teknik konservasi tanah. Ada tiga faktor yang merupakan satu kesatuan dalam mempelajari geomorfologi, yaitu: struktur, proses dan stadia. Dalam penelitian ini menekankan pada faktor tersebut yang merupakan satu kesatuan dalam geomorfologi. Ketiga faktor tersebut yaitu :

Struktur, struktur geologi adalah faktor penting dalam evolusi bentang alam dan struktur itu tercerminkan pada muka bumi, maka jelas bahwa bentang alam suatu daerah itu dikontrol/dikendalikan oleh struktur geologinya. Proses, proses adalah semua gaya yang berdampak terhadap penghancuran (perombakan) bentuk bentangalam yang terjadi akibat gaya endogen sehingga memungkinkan bentangalam mengalami stadia Muda, Dewasa, dan Tua. Stadia, Stadia/tingkatan bentangalam (jentera geomorfik) dinyatakan untuk mengetahui seberapa jauh tingkat kerusakan yang telah terjadi dan dalam tahapan/stadia apa kondisi bentangalam saat ini.

Untuk menyatakan tingkatan digunakan istilah : Muda, Dewasa dan Tua. Tiap-tiap tingkatan dalam geomorfologi itu ditandai oleh sifat-sifat tertentu yang spesifik, dan bukan ditentukan oleh umur bentangalamnya. Studi lereng sangat penting untuk dipelajari karena studi lereng merupakan alat untuk mengontrol erosi misalnya berpengaruh pada kecepatan dan proses dekomposisi dan desintegasi dan juga mempengaruhi hasil pelapukan.

2.4. Peranan Morfologi dalam pengayaan Nikel laterite



genesis merupakan proses hasil alami dari hasil pelapukan, erosi, dan kan material. Akibat proses denudasional yang bekerja pada batuan a terus menerus, permukaan tanah di daerah tersebut semakin mengecil

dan membentuk permukaan yang hampir rata Morfologi di daerah penelitian didominasi oleh perbukitan bergelombang, di beberapa tempat terdapat dataran terutama di sekitar aliran sungai (U R Irfan et al 2019). Kehadiran mineral olivin yang melimpah pada batuan ultramafik berpotensi terbentuknya endapan nikel laterit. Jenis batuan penyusun pada batuan dasar sangat berpengaruh terhadap pembentukan nikel laterit. Litologi yang berbeda akan menghasilkan komposisi mineral yang berbeda-beda serta akan mempengaruhi geokimia nikel pada suatu endapan nikel laterit (Indra Kusuma, R.A., dkk. 2019). Endapan nikel laterit didefinisikan sebagai sisa tanah/residu dari hasil proses pelapukan batuan ultramafik, melalui proses pelindian dan pemerayaan supergen, yang dikontrol oleh morfologi, struktur geologi dan fluktuasi muka air tanah pada saat pembentukannya. Pencucian unsur bergerak (mobile) dalam batuan ultramafik seperti silika dan magnesium menyebabkan konsentrasi sisa/residu pada unsur tidak bergerak (immobile) seperti besi, nikel dan kobalt (Indra Kusuma, R.A., dkk. 2019).

Kondisi morfologi sangat mempengaruhi sirkulasi air beserta unsur lainnya. Daerah yang landai, air akan bergerak perlahan-lahan sehingga akan mempunyai kesempatan untuk masuk lebih dalam melalui rekahan-rekahan atau pori-pori batuan. Pada daerah terjal, air akan mengalir di permukaan dan terjadi erosi yang intensif. Akumulasi endapan umumnya terdapat pada daerah yang landai sampai kemiringan sedang. Ketebalan endapan nikel laterit bervariasi yang dipengaruhi oleh morfologi pada setiap daerah (Indra Kusuma, R.A., dkk. 2019). Endapan nikel laterit dapat terbentuk di daerah yang memiliki relief sedang yang dikendalikan oleh struktur dan kepadatan rekahan. Pada daerah dengan kemiringan topografi yang bervariasi akan membentuk endapan nikel laterit dengan ketebalan yang berbeda (Thorne, R., dkk. 2012).

Target eksplorasi yang tepat untuk mendapatkan endapan nikel laterit di Sulawesi terbatas pada daerah Komplek Ultramafik dengan derajat kemiringan lereng $\leq 25\%$. Derajat kemiringan lereng dari suatu morfologi memiliki peran kontrol dalam pembentukan pelapukan suatu batuan. Pada topografi yang curam (umumnya slope lebih curam) akan lebih banyak daripada air yang meresap (Kadarusman, A., dkk. 2019).

