SKRIPSI

ANALISIS TOPOGRAFI TERHADAP KETEBALAN DAN KADAR Ni PADA KOMPLEKS BATUAN *ULTRAMAFIC* KABUPATEN LUWU TIMUR PROVINSI SULAWESI SELATAN

Disusun dan diajukan oleh

MUHAMMAD AFGHAN NIGARA
D061201072

PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS TOPOGRAFI TERHADAP KETEBALAN DAN KADAR Ni PADA KOMPLEKS BATUAN ULTRAMAFIC KABUPATEN LUWU TIMUR PROVINSI SULAWESI SELATAN

Disusun dan diajukan oleh

MUHAMMAD AFGHAN NIGARA
D061201072

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

Menyetujui,

Pembimbing

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

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 di bawah ini:

Nama	: Muhammad Afghan Nigara
NIM	: D061 20 10 72
Program Studi	: Teknik Geologi
Jenjang	: S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

" Analisis Topografi Terhadap Ketebalan dan Kadar Ni pada kompleks batuan ultramafic Kabupaten Luwu Timur Provinsi Sulawesi Selatan."

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil 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.

Makassar, 3 Desember 2024

Yang menyatakan

Muhammad Afghan N

ABSTRAK

Daerah penelitian berada pada daerah konsesi PT. Vale Indonesia Tbk Soroako Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan merupakan daerah yang sebagian besar tersusun oleh batuan ultrabasa yang bervariasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui profil laterit pada blok barat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu melakukan pengamatan di lapangan dan data *drillhole,* analisis laboratorium berupa geokimia. Data diolah dengan menggunakan *software Arcgis 10.8, Microsoft Excel* dan *CorelDraw* untuk menghasilkan *section.* Berdasarkan hasil penelitian profil laterit daerah penelitian dibagi menjadi 3 zona yaitu Limonit, Saprolit, dan Batuan Induk, masing-masing zona memiliki ketebalan yang berbeda yang dipengaruhi oleh pelapukan, morfologi, dan intensitas struktur, unsur geokimia masing-masing profil laterit yaitu dengan kandungan unsur Ni,Fe,SiO,MgO, dan Co.Ketebalan dan kadar pada lapisan limonit dan saprolit dapat dipengaruhi oleh kemiringan lereng. Dapat dilihat pada pembagian lereng yang telah dilakukan pada blok barat PT. Vale Indonesia Tbk. Dari penelitian ini diharapkan akan muncul penggambaran yang jelas mengenai zona distribusi nikel laterit, yang digunakan sebagai acuan dalam proses penambangan bijih nikel dan pola korelasi bijih nikel.

Kata Kunci: Nikel, Blok barat PT.Vale Indonesia, Topografi, Ketebalan, Limonit, Saprolit

ABSTRACT

The research area is located on the concession area of PT. Vale Indonesia TBK Soroako Sub-district of East Luwu District, South Sulawesi Province is an area that is largely composed by the various Ultrabasa. The purpose of this research is to know laterite profile on the area of X East Block. The method used in this research is to conduct observations in the field and data Drillhole, laboratory analysis in the form of geochemistry. Data was processed using Arcgis 10.8 software, Microsoft Excel and CorelDraw to generate the section. Based on the research of Laterite profile research area divided into 3 zones, namely Limonite, Saprolit, and the stem rocks, each zone has different thickness that is influenced by weathering, morphology, and intensity of structures, the geochemical elements of each laterite profile are limonite with the content of elements Ni,Fe,SiO,MgO, and Co. The thickness and content of the limonite and saprolite layers can be affected by the slope of the slope. It can be seen in the slope division that has been done on block X PT Vale Indonesia Tbk.From this research is expected to appear a clear depiction of the nickel laterite distribution zone, which is used as a reference in the nickel ore mining process and nickel ore correlation patterns.

***Keywords**: Nickel, West Block PT.Vale Indonesia, Topography, Thickness, Limonite, Saprolite*

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Puji dan Syukur penulis ucapkan atas kehadirat Allah SWT atas berkah dan Rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir yang berjudul ***" Analisis Topografi Terhadap Ketebalan dan Kadar Ni pada kompleks batuan ultramafic Kabupaten Luwu Timur Provinsi Sulawesi Selatan."***

Penelitian merupakan Langkah awal mahasiswa untuk mendapatkan kesempatan berpartisipasi langsung dalam kegiatan kerja praktek di perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan. Saya berharap penelitian ini dapat berguna untuk Perusahaan dan menjadi syarat kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana di Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membimbing, mengarahkan, dan membantu dalam penyusunan laporan penelitian ini. Diantaranya :

1. Bapak Dr. Eng. Hendra Pachri, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing utama dalam memberikan arahan dan masukan.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Busthan Azikin, M.T. dan Ibu Meinarni Thamrin, S.T., M.T. sebagai dosen penguji yang telah meluangkan waktu dan tenaganya dalam memberikan saran dan masukan serta kritik yang membangun kepada penulis.
3. Bapak Dr. Eng. Hendra Pachri, S.T., M.Eng sebagai Ketua Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.
4. Bapak/Ibu Dosen Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah dengan sabar dan Ikhlas memberikan ilmunya kepada penulis selama menempuh pendidikan perkuliahan.
5. Bapak/Ibu tenaga pendidik dan staf Departemen Teknik Geologi Univeristas Hasanuddin.
6. Bapak Arfah Mustaring dan Ibu Husni Jalali selaku orang tua yang sudah memberikan dukungan moral selama saya berkuliah maupun kakanda Aghna,Ibnu,dan Afifah juga sudah mendukung saya sampai sekarang.

7. Bapak Erwin Syam Noor S.T selaku mentor di PT.Vale Indonesia Tbk. yang telah membantu penulis dalam pengambilan data dan memberikan masukan,kritik, maupun saran yang membangun bagi penulis.
8. Teman-teman sekaligus keluarga saya mahasiswa Teknik Geologi Universitas Hasanuddin Angkatan 2020 (*Radar20*) yang telah memberikan dukungan kepada penulis.
9. Kakak-kakak dan adik-adik di Himpunan Mahasiswa Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin (HMG FT-UH) yang selalu menjadi teman diskusi penulis dalam bidang apapun.
10. Semua rekan dan pihak yang telah membantu penulis sampai detik ini dan belum sempat tersebutkan. Terima kasih untuk uluran tangan dan kerendahan hati yang kalian miliki.

Laporan penelitian ini tidak terlepas dari kekurangan dan keliruan, maka dari itu, saran dan masukan sangat diharapkan oleh penulis demi kesempurnaan laporan ini. Akhir kata, semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Makassar, 3 Desember 2024

Muh. Afghan Nigara

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
LEMBAR PENGESAHAN ..... **ii**
PERNYATAAN KEASLIAN ..... **iii**
ABSTRAK ..... **iv**
ABSTRACT ..... **v**
KATA PENGANTAR ..... **vii**
DAFTAR ISI ..... **viii**
DAFTAR GAMBAR ..... **x**
DAFTAR TABEL ..... **xi**
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Maksud dan Tujuan 2
1.4 Batasan Masalah 2
1.5 Waktu dan Lokasi Penelitian 3
1.6 Manfaat Penelitian 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **4**
2.1 Geologi Regional 4
2.1.1 Geomorfologi 4
2.1.2 Stratigrafi 4
2.1.3 Struktur Geologi 6
2.1.4 Geologi Daerah Penelitian 8
2.2 Kompleks Ultramafik 9
2.2.1 Ultramafik 9
2.2.2 Ofiolit 11
2.2.3 Endapan Nikel Laterit 12
2.2.4 Faktor- faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Profil Laterit 13
2.2.5 Penyebaran dan Penampang Endapan Nikel Laterit 17
2.3 Metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) 19
BAB III METODOLOGI **21**
3.1 Metode Penelitian 21
3.2 Tahapan Penelitian 21
3.2.1 Tahap Persiapan 22
3.2.2 Tahap Observasi dan Pengambilan Data 22

3.2.2.1Tahap Pengambilan Data Coring 22
3.2.2.2Tahap Preparasi dan Analisa Sampel 23
3.3 Analisis Data 24
3.4 Penyusunan Laporan 26
3.5 Diagram Alir 27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN **28**
4.1 Daerah Penelitian 28
4.1.2 Batuan Ultramafik Daerah Penelitian 28
4.1.3 Kenampakan Morfologi Daerah Penelitian 29
4.1.4 Sebaran Titik Bor Daerah Penelitian 30
4.2 Analisis Topografi Daerah Penelitian 30
4.3 Pengaruh Terhadap Ketebalan Limonit Dan Saprolit 33
4.3.1 Distribusi Ketebalan Lapisan Limonit Dan Saprolit 33
4.3.2 Pengaruh Topografi Terhadap Kadar Unsur Ni 35
4.3.3 *Section* lintasan A-A' 36
BAB V PENUTUP 39
5.1 Kesimpulan 39
5.2 Saran 39
DAFTAR PUSTAKA 40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta geologi regional daerah penelitian termasuk kedalam lembar malili 6

Gambar 2. Struktur geologi danau Matano,Sorowako dan sekitarnya 9

Gambar 3. Sifat fisik ofiolit 12

Gambar 4. Bentuk lahan sederhana antara bentuk lahan dan proses laterisasi 17

Gambar 5. Hubungan topografi terhadap proses laterisasi laterit 17

Gambar 6. Kegiatan pengeboran 20

Gambar 7. Kenampakan *core box* dilapangan 24

Gambar 8. Diagram alir tahapan penelitian 27

Gambar 9. Kenampakan batuan daerah penelitian 28

Gambar 10. Kenampakan petrografi sayatan tipis sampel c01-0422 litologi dunit yang mencirikan blok barat dengan komposisi mineral terdiri dari olivine (OL) dan kromit (CR) 28

Gambar 11. Kenampakan morfologi daerah penelitian 29

Gambar 12. Peta sebaran titik bor 30

Gambar 13. Peta kemiringan lereng 31

Gambar 14. Peta kemiringan menurut waheed ahmad 32

Gambar 15. Peta ketebalan zona limonit 33

Gambar 16. *Scatter plot* ketebalan zona limonit berdasarkan elevasi 33

Gambar 17. Peta ketebalan saprolit 34

Gambar 18. Scatter plot ketebalan zona saprolite berdasarkan elevasi 34

Gambar 19. Perbandingan ketebalan zona limonit dan saprolit 35

Gambar 20. Peta distribusi Ni 35

Gambar 21. Peta kemiringan lereng sayatan A-A' 36

Gambar 22. Section Lintasan A-A' 37

Gambar 23. Ketebalan lapisan limonit di section A-A' 38

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Klasifikasi lereng menurut van zuidam 14

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Endapan nikel laterit didefinisikan sebagai sisa tanah/residu dari hasil proses pelapukan batuan ultramafik, melalui proses pelindian dan pemerkayaan 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.,at.all.,2019).

Endapan nikel laterit terbagi menjadi beberapa lapisan yaitu lapisan limonit dicirikan dengan warna merah coklat hingga kuning tua, tekstur agak lunak, kandungan Fe tinggi. Lapisan saprolit dicirikan dengan warna kuning muda sampai kehijauan, masih dapat ditemukan sisa-sisa batuan asal yang mengalami pelapukan biasanya dalam bentuk *boulder-boulder*. Lapisan *bedrock* bagian dasar dari zonasi endapan nikel laterit biasanya akan dijumpai batuan pembawa sebagai *hostrock nickel*.

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.,at.all 2012).

Derajat kemiringan lereng dari suatu morfologi memiliki peran kontrol dalam pembentukan pelapukan suatu batuan. Umumnya jenis morfologi untuk endapan nikel laterit yang potensial, diantaranya plateau, teras, perbukitan, perbukitan

bergelombang lemah dan perbukitan bergelombang miring. Pada topografi yang curam (umumnya slope lebih dari 20%), menyebabkan pelapukannya menjadi tidak intensif dimana jumlah air yang mengalir (run off) akan lebih banyak daripada air yang meresap (Kadarusman,A., dkk. 2016).

Berdasarkan atas berbagai pertimbangan yang telah dikemukakan diatas, maka hal tersebutlah yang melatar belakangi penulis melakukan penelitian dalam penyelesaian tugas akhir dengan judul ***" Analisis Topografi Terhadap Ketebalan dan Kadar Ni pada batuan ultramafic Kabupaten Luwu Timur Provinsi Sulawesi Selatan."***

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas dapat dirumuskan masalah dalam penelitian "Analisis Topografi Terhadap Ketebalan dan Kadar Ni pada batuan ultramafic Kabupaten Luwu Timur Provinsi Sulawesi Selatan." adalah sebagai berikut :

1. Ketebalan limonit dan saprolit berdasarkan data topografi pada daerah penelitian.
2. Distribusi Ni berdasarkan data *assay* dan data topografi pada daerah penilitian.

1.3 Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh topografi terhadap ketebelan dan kadar Ni blok X PT. Vale Indonesia Tbk. Sedangkan tujuan dari penelitian yaitu:

1. Mengetahui pengaruh topografi terhadap Distrbusi Profil Laterit.
2. Mengetahui ketebalan dan nilai kadar Ni terhadap topografi.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan uraian diatas dapat dirumuskan masalah dalam penelitian berfokus pada pengaruh topografi terhadap kadar Ni melalui Analisa sampel pemboran (core) berdasarkan hasil data assay pada daerah PT. Vale Indonesia Tbk., Kabupaten Luwu Timu Provinsi Sulawesi Selatan metode IDW (Inverse Distance Weighted). Dengan mengkorelasikan bentuk topografi pada tiap titik bor dengan ketebalan dan kadar nikkel.

1.5 Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan selama 2 bulan terhitung mulai Oktober hingga November 2023. Secara adminsitratif daerah penelitian termasuk PT. Vale Indonesia Tbk. Kabupaten Luwu Timur Provinsi Sulawesi Selatan. Daerah Penelitian dapat dicapai dengan menggunakan transportasi darat dari makassar menuju daerah penelitian pada Desa Sorowako Kecamatan Nuha Kabupaten Luwu Timur yang ditempuh sekitar 12 jam dengan jarak ±650 km.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini secara umum sebagai referensi yang berkaitan dengan proses Analisa topografi terhadap ketebalan dan kadar Ni Pada Lapisan Limonit dan Saprolit yang dijumpai pada daerah penelitian serta mengaplikasikan teori-teori yang dijumpai selama perkuliahan denga dunia kerja.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Regional

Secara umum, daerah penelitian terletak pada lembar daerah Malili, Adapun geologi regional pada daerah tersebut yaitu :

2.1.1 Geomorfologi

Menurut TO. Simandjuntak, E. Rusmana, Surono dan (and) J. B Supandjono Secara morfologi daerah ini dapat dibagi atas 4 satuan : Daerah Pegunungan, Daerah Pebukitan, Daerah Kras dan Daerah Pedataran. Daerah Pegunungan menempati bagian barat dan tenggara lembar peta. Di bagian barat terdapat 2 rangkaian pegunungan: Pegunungan Tineba dan Pegunungan Koro-Ue yang memanjang dan baratlaut - tenggara, dengan ketinggian antara 700-3016 m di atas permukaan laut dan dibentuk oleh batuan granit dan malihan. Sedangkan di bagian tenggara lembar peta terdapat Pegunungan Verbeek dengan ketinggian antara 800 - 1346 m di atas permukaan laut, dibentuk oleh batuan ultramafik dan batugamping. Sungai-sungai yang mengalir di daerah ini yaitu S. Kataena, S. Pincara, S. Rongkong. S. Larona dan S. Malili merupakan sungai utama. Pola aliran sungai umumnya dendrit.

2.1.2 Stratigrafi

Berdasarkan himpunan batuan, struktur dan biostratigrafi, secara regional Lembar Malili termasuk Mendala Geologi Sulawesi Timur dan Mendala Geologi Sulawesi Barat, dengan batas Sesar Palu Koro yang membujur hampir Utara – Selatan. Mendala Geologi Sulawesi Timur dapat dibagi menjadi dua lajur (Telt) : lajur batuah malihan dan lajur ofiolit Sulawesi Timur yang terdiri dari batuan ultramafik dan batuan sedimen petagos Mesozoikum. Di Mendala Geologi Sulawesi Timur, batuan tertua adalah batuan ofiolit yang terdiri dari ultramafik termasuk harzburgite, dunit, piroksenit, wehrlit, dan serpentinit, setempat batuan mafik termasuk gabro dan basal. Umurnya belum dapat dipastikan, tetapi diperkirakan sama dengan ofiolit di lengan timur Sulawesi yang berumuur Kapur – Awal Tersier (Simandjuntak, 1993).

Lajur ofiolit Sulawesi Timur

MTosu Batuan Ultramafik: harzburgit, lherzolit, wehrlit, websterit, serpentinite dan dunit.

Harzburgit, hijau sampai kehitaman; holokristalin, padu dan pejal. Mineralnya halus sampai kasar, terdiri atas olivin (60%) dan piroksen (40%). Dibeberapa tempat menunjukkan struktur perdaunan. Hasil penghabluran ulang pada mineral piroksen dan olivine mencirikan batas masing-masing kristal bergerigi.

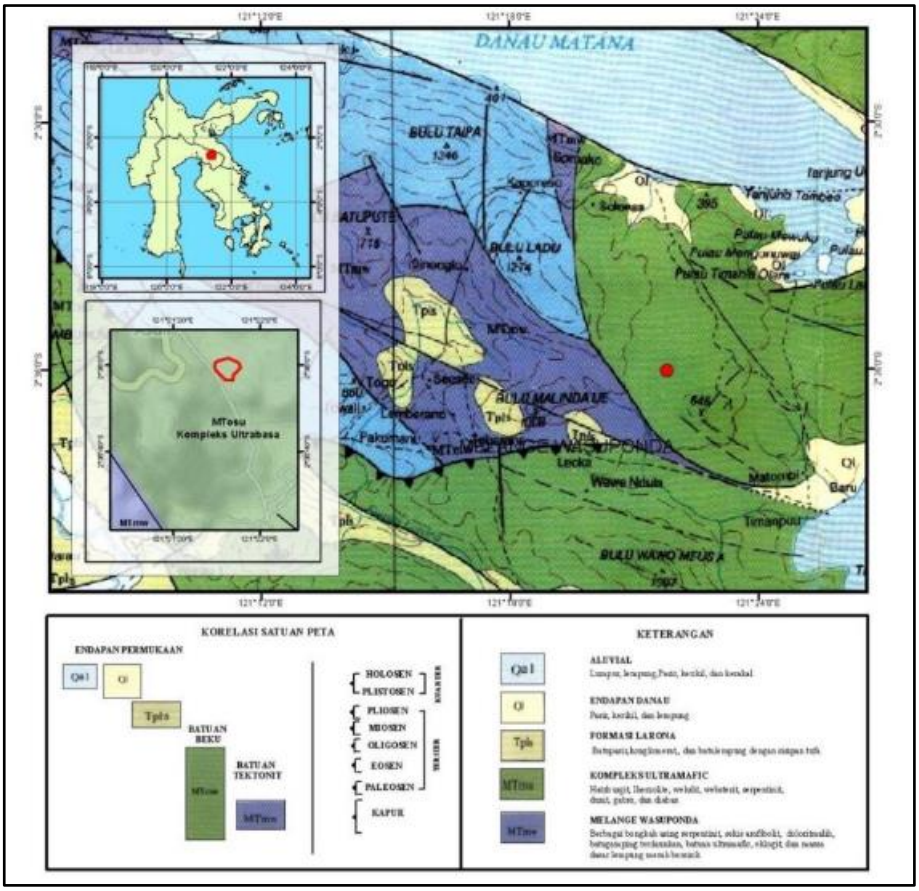
Lherzolit, hijau kehitaman; hotokristalin, padu dan pejal. Mineral penyusunnya ialah olivin (45%), piroksen (25%), dan sisanya epidot, yakut, klorit dan bijih dengan mineral berukuran halus sampai kasar.

Wehrlit, bersifat padu dan pejal; kehitaman; bertekstur afanitik. Batuan ini tersusun oleh mineral olivin, serpentin, piroksen dan iddingsit. Serpentin dan iddingsit berupa mineral hasil ubahan olivin.

Websterit, hijau kehitaman; holokristalin, padu dan pejal. Batuan ini terutama tersusun oleh mineral olivin dan piroksenkilno berukuran halus sampai sedang. Juga ditemukan mineral serpentin, klorit, serisit dan mineral kedap cahaya. Batuan ini telah mengalami penggerusan, hingga di beberapa tempat terdapat pemilonitan dalam ukuran sangat halus yang memperlihalkan struktur kataklas.

Serpentinit, 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, berteksur afanitik. Mineral penyusunnya ialah olivin, piroksen. plagioklas, sedikit serpentin dan magnetit; berbutir halus sampai sedang. Mineral utama Olivin berjumlah sekitar 90%: Tampak adanya penyimpangan dan pelengkugan kembaran yang dijumpai pada piroksen. Mencirikan adanya gejala deformasi yang dialami oleh batuan ini. Di beberapa tempat dunit terserpentinkan kuat yang ditunjukkan dari struktur sisa seperti jaring dan barik-barik mineral olivine dan piroksen; serpentin dan talc sebagai mineral pengganti.



Gambar 1 Peta geologi Regional daerah Penelitian termasuk kedalam Geologi regional lembar Malili (Simandjuntak,et all.,1993)

2.1.3 Struktur Geologi

Sesar dan lipatan Struktur merupakan struktur utama di daerah ini. Sesar meliputi sesar turun, sesar geser, sesar naik dan sesar sungkup yang diduga berlangsung sejak Mesozoikum (Simandjuntak,et all.,1993).

Sesar Matano sebagai sesar utama dengan arah baratlaut-tenggara menunjukkan Gerakan mengiri yang diduga bersambung dengan Sesar Sorong. Keduanya merupakan satu sistem sesar jurus yang diduga telah terbentuk sejak Oligosen. Kelanjutannya diperkirakan pada Sesar Palu-Koro yang juga menunjukkan gerakan mengiri (di luar Lembar Bungku; yang diperkirakan masih aktif).

Sesar lain di daerah ini lebih kecil yang merupakan sesar tingkat kedua atau mungkin tingkat ketiga. Lipatan yang terdapat di Lembar ini tergolong lipatan terbuka, tertutup, dan pergentengan.

Struktur geologi Lembar Bungku memperlihatkan ciri kompleks tumbukan dari pinggiran benua yang aktif. Berdasarkan struktur, himpunan batuan, biostratigrafi dan umur, daerah ini dapat dibagi menjadi dua kelompok yang sangat berbeda, yaitu Alohton yang terdiri dari Ofiolit dan Malihan, sedangkan Autohton terdiri dari batuan gunungapi dan pluton Tersier dari pinggiran Sundaland, serta kelompok Molasa Sulawesi (Simandjuntak, et all., 1993).

Beberapa sesar utama tampakya aktif Kembali. Sesar Matano dan Sesar Palu Koro merupakan sesar utama berarah barat laut – Tenggara dan menunjukkan gerak mengiri. Diduga kedua sesar itu masih aktif sampai sekarang, keduanya Bersatu di bagian barat laut. Di duga pula kedua sesar itu masih aktif sampai sekarang, keduanya Bersatu di bagian barat laut. Diduga pula kedua sesar tersebut terbentuk sejak Oligosen dan bersambungan dengan Sesar Sorong sehingga merupakan suatu sistem Sesar Transform. Sesar lain yang lebih kecil berupa tingkat pertama dan kedua yang terbentuk bersamaan atau setelah sesar utama tersebut.

Pada kala Oligosen, Sesar Sorong yang menerus ke Sesar Matano dan Palu Koro mulai aktif dalam bentuk sesar transcurrent. Akibatnya mikrokontinen Banggai Sula bergerak kea rah barat dan terpisah dari benua Australia. Lipatan yang terdapat di daerah ini dapat digolongkan ke dalam lipatan tumpeng-tindih, sedangkan kekar terdapat dalam hampir semua jenis batuan dan tampaknya terjadi dalam beberapa periode.

Pada Kala Miosen Tengah, bagian timur kerak samudera di Mandala Sulawesi Timur yakni Lempeng Banggai Sula yang bergerak ke arah barat tersorong naik (terobduksi). Di bagian barat lajur penunjaman dan busur luar tersesar sungkupkan di atas busur gunungapi, mengakibatkan ketiga Mandala tersebut saling berhimpit.

Kelurusan Matano sepanjang 179 km dinamakan berdasarkan nama danu yang dilaluinya yakni Danau Matano. Analog dengan sesar Palu Koro sesar Matano ini merupakan sesar mendatar sinistral, membentang membelah timur Sulawesi dan bertemu kira-kira disebelah utara Bone, pada kelurusan Palu-Koro. Sesar-sesar sistem Riedel berkembang dan membentuk sistem rekahan umum. Sepanjang sesar mendatar ini terdapat juga cekungan tipe pull apart. Yang paling nyata adalah Danau Matano. Medan gaya yang diamati di lapangan memperlihatkan bahwa

tekanan umumnya horizontal dan berarah Tenggara – barat laut didampingi tarikan timur laut – barat daya. Sesar Matano bermuara di Laut Banda pada cekungan dan teluk Losoni sebagai pull apart basin dan menurus ke laut ke utara anjakan bawah laut Tolo.

2.1.4 Geologi Daerah Penelitian

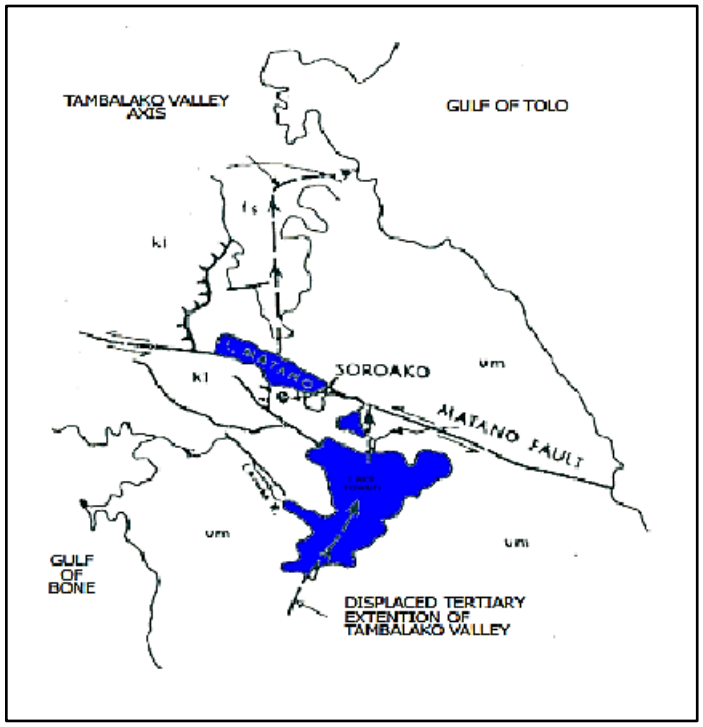
Menurut Sukamto (1975) daerah Sorowako dan sekitarnya termasuk dalam Mandala Indonesia bagian timur dengan dicirikan batuan ofiolit dan malihan yang pada beberapa tempat tertendih oleh sedimen Mesozoikum.

Golightly (1979) dalam Kumarawarman (2016) membagi Geologi Daerah Sorowako dibagi menjadi tiga bagian yaitu :

1. Satuan batuan sedimen yang berumur Kapur yang terdiri dari Batugamping laut dalam dan rijang. Pada bagian Barat wilayah Sorowako dibatasi oleh sesar naik dengan kemiringan arah Barat.
2. Satuan Batuan Ultrabasa yang berumur awal Tersier, umumnya terdiri dari jenis peridotit, yang Sebagian mengalami serpentinisasi dengan derajat yang bervariasi dan umumnya terdapat dibagian Timur. Pada satuan ini juga terdapat intrusi-intrusi pegmatite yang bersifat gabroik dan terdapat di bagian utara.
3. Satuan alluvial dan sedimen danau (*lacustrine*) yang berumur kuarter, umumnya terdapat di bagian utara dekat desa Sorowako.

Sesar yang berada di sekitar daerah menyebabkan relief topografi hingga 600 meter di atas muka laut dan hingga sekarang aktif tererosi. Sejarah tektonik dan gemorfik di kompleks ini berperan penting dalam pembentukan nikel laterit. Sesaar Matano yang membuat topografi *lineament* cukup kuat adalah sesar aktif dan menggeser Matano *limestone* dan batuan lainnya sejauh 18 km ke arah barat pada sisi Utara. Danau Matano yang mempunyai kedalam sekitar 600 m diduga merupakan graben yang terbentuk efek zona dilatasi dari sesar tersebut. Danau Towuti pada sisi Selatan dari sesar diduga adalah pergeseran dari Tambalako akibat pergerakan sesar Matano. Pergerakan sesar ini memblok aliran air kea rah Utara sepanjang Lembah dan membentuk Danau Towuti dan aliran airnya mengalir ke barat menuju Sungai Larona. Danau – danau yang terbentuk akibat dari *damming effect* akibat sesar ini adalah bendungan alami sehingga menahan laju erosi dan

membantu mempertahankan endapan nikel laterit yang terbentuk pada daerah Sorowako.



Gambar 2 Struktur geologi danau Matano, Sorowako dan sekitarnya (Golightly 1979)

2.2 Kompleks Ultramafik

2.2.1 Ultramafik

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

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

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

a) Peridotit, umumnya membentuk suatu kelompok batuan ultramafik yang disebut ofiolit, umumnya membentuk tekstur kumulus yang terdiri dari atas harzburgit, lerzolit, werlite dan dunit. Peridotit tersusun atas mineral–mineral

holokristalin dengan ukuran medium – 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.

c) Hornblendit, merupakan batuan ultramafik monomineral dengan komposisi mineral sepenuhnya hornblend.

d) Dunit, merupakan batuan yang hampir murni olivin (90-100%), umumnya hadir sebagai forsterit atau kristolit, terdapat sebagai sill atau korok-korok halus (dalam dimensi kecil). Menurut Ahmad (2002), dunit memiliki komposisi mineral hampir seluruhnya adalah monomineralik olivine (umumnya magnesia olivin), mineral aksesorisnya 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.

e) Serpentinit, merupakan batuan hasil alterasi hidrotermal dari batuan ultramafik, dimana mineral-mineral olivin dan piroksin jika alterasi akan membentuk mineral serpentin. Serpentin sangat umum memiliki komposisi batuan berupa monomineralik serpentin, batuan tersebut dapat terbentuk dari serpentinisasi dunit, peridotit (Ahmad, 2002). Serpentinit dapat dihasilkan dari mantel oleh hidrasi dari mantel ultramafik (mantel peridotit dan dunit). Di Bawah pegunungan tengah samudera (*mid Oceanic Ridge*) pada temperatur <500°C.

Menurut Waheed Ahmad (2002) Bidang terjadinya batuan ultramafik dapat disederhanakan pada dasarnya tiga jenis:

1. Batuan ultramafik yang berhubungan dengan intrusi berlapis. Ada bukti jelas di lokasi ini untuk ultramafik diturunkan melalui pengendapan

gravitasi mineral mafik berat selama kristalisasi magma dasar (intrusi Skaergaard, Bushveld Complex, dan Great Dike di Afrika). Ultramafik semacam itu selalu masuk ke dalam batuan mafik di atas.

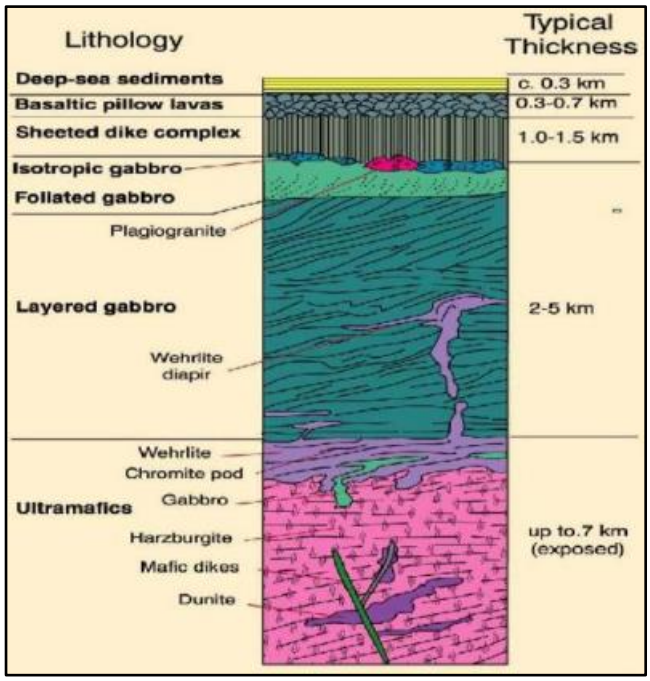
2. Tubuh kecil seluruhnya terdiri dari batuan ultrabasa (lensa, lembaran, dike, stock, dll). Kadang-kadang, pengumpan ke ruang magmatik jelas ada yang menunjukkan bahwa ultramafik mungkin telah terganggu sebagai massa kristal padat.
3. Kejadian ultramafik sangat besar yang secara jelas dikaitkan dengan ophiolites, melange subduksi, busur pulau luar dan orogenic belt/sabuk (daerah Ural, Himalaya, New Zealand, New Caledonia, Sulawesi, Filipina, Kuba, Republik Dominika, dll.). Banyak ultramafik orogenik telah mengalami metamorfosis serpentine sebagai hasil dari kandungan H_2O yang lebih tinggi di mantel atas pada plat margin konvergen dan dinamika dan tektonik kuat yang terkait dengan pengangkatan.

2.2.2 Ofiolit

Ofiolit merupakan kompleks batuan dengan berbagai karakteristik dari layer ultramafik, dengan ketebalan dari beberapa ratus meter sampai beberapa kilometer bersusun atau berlapis dengan batuan gabro dan batuan dolerite, dan pada bagian atanya tersusun oleh pillow lava dan breksi, sering berasosiasi dengan batuan sedimen pelagik (Ringwood, 1975). Sedangkan menurut Hutchison (1983), ofiolit merupakan kumpulan khusus dari batuan mafik- ultramafik dengan batuan beku sedikit kaya asam sodium dan khas berasosiasi dengan batuan sediment laut dalam. Definisi ofiolit menurut Penrose Field Conference, (1972) adalah sekelompok batuan yang berkomposisi mafik sampai ultramafik yang sekuennya dari bawah ke atas, yaitu:

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

3. Kompleks retas berkomposisi mafik (diabas). Secara ideal penampang ofiolit ditunjukkan dalam gambar 3 yang memperlihatkan susunan litologi penyusun ofiolit.



Gambar 3 sifat fisik ofiolit menurut Penrose Field Conference (1972)

Secara litostratigrafi, ofiolit merupakan sekelompok batuan yang berkomposisi mafik sampai ultramafik dengan sekuen dari bawah ke atas, disusun oleh komplek ultramafik, komplek gabro berlapis dan gabro masif, komplek retas berkomposisi mafik (diabas) dan kelompok batuan vulkanik berkomposisi mafik bertekstur bantal / *basalt* (Penrose Field Conference, 1972).

2.2.3 Endapan Nikel Laterit

Laterite deposit atau endapan laterit diartikan sebagai hasil dari proses pelapukan yang intensif di daerah humid, warm maupun tropis dan kaya akan mineral lempung yang bersifat kaolinitic serta Fe- dan Al- *oxide/hydroxide*. Endapan laterit pada umumnya menampakkan bidang perlapisan yang baik sebagai hasil reaksi antara air hujan yang masuk ke dalam formasi dan kelembaban tanah yang naik ke atas permukaan (Maulana, 2017).

Laterit menurut Evans (1993) adalah produk sisa dari pelapukan kimia batuan di permukaan bumi, dimana berbagai mineral asli atau primer mengalami ketidakstabilan karena adanya air kemudian larut atau pecah dan membentuk

mineral baru yang lebih stabil. Laterit penting sebagai induk untuk endapan bijih ekonomis. Contoh terkenal dari endapan bijih laterit yaitu bauksit dan endapan bijih besi.

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

2.2.4 Faktor- faktor yang Mempengaruhi Perkembangan Profil Laterit

Proses-proses dan kondisi yang mengatur dan mengendalikan laterisasi dari batuan ultramafik begitu banyak dan beragam, akibatnya kondisi alamiah dari tiap profil berbeda secara detail dari satu tempat ke tempat lainnya dalam hal ketebalan, kimiawi, komposisi mineralogi dan perkembangan relatif dari zona profil secara individu. Faktor – faktor utama yang mempengaruhi efisiensi dan kinerja dari pelapukan kimia, berdampak pada model alamiah profil, antara lain iklim, topografi, drainase, tektonik, tipe batuan induk, struktur, stabilitas mineral (struktur kristal, titik lebur), reaksi potensial (Reduksi / Oksidasi), ukuran butir dan bukaan batuan (Porositas), kondisi PH, tingkat pemindahan suatu unsur ke arah vertical, klimaks (temperatur, curah hujan, naik-turunnya muka air tanah), peran permukaan air di bawah tanah, dan waktu . Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat sebaran secara horisontal endapan lateritik (Boldt, 1967), yaitu :

1. Adanya proses pelapukan yang relatif merata walaupun berbeda tingkat intensitasnya, sehingga endapan lateritik terbentuk dan tersebar secara merata. Penyerapan air hujan (pada slope curam umumnya air hujan akan mengalir ke daerah yang lebih rendah /run off dan penetrasi ke batuan akan

sedikit. Hal ini menyebabkan pelapukan fisik lebih besar disbanding pelapukan kimia).

2. Topografi/morfologi yang tidak curam tingkat kelerengannya, sehingga endapan laterit masih mampu untuk ditopang oleh permukaan topografi sehingga tidak terangkut semua oleh proses erosi ataupun ketidakstabilan lereng. Pengaruh topografi terhadap perkembangan laterit diberikan melalui proses penyerapan air, pemindahan subtansi zat terlarut, dan erosi profil laterit, seperti yang dijelaskan di bawah ini :

Tabel 1 Klasifikasi Lereng Menurut Van Zuidam (1985)

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

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

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

Faktor-faktor tersebut saling terkait secara kompleks. Ketika batuan terekspose ke permukaan, secara gradual akan mengalami dekomposisi. Proses kimia dan mekanik yang disebabkan oleh udara, air, panas dan dingin akan menghancurkan batuan tersebut menjadi *soil* dan *clay*. Berikut ditunjukkan dalam penampang skematik endapan nikel laterit.

Salah satu faktor yang berperan dalam proses laterisasi adalah morfologi dan topografi, bentuk morfologi suatu daerah sangat dipengaruhi oleh bentuk morfologi bawah permukaan khususnya morfologi batuan dasarnya. Umumnys, bijih (ore) terdapat pada zona saprolite dan Sebagian kecil pada zona limonit. Hal ini tergantung dari kadar yang terkandung pada zona tersebut. Dimana dalam laterit ini nantinya dapat menentukan seberapa tebal bijih (ore) yang terdapat dalam laterit tersebut.

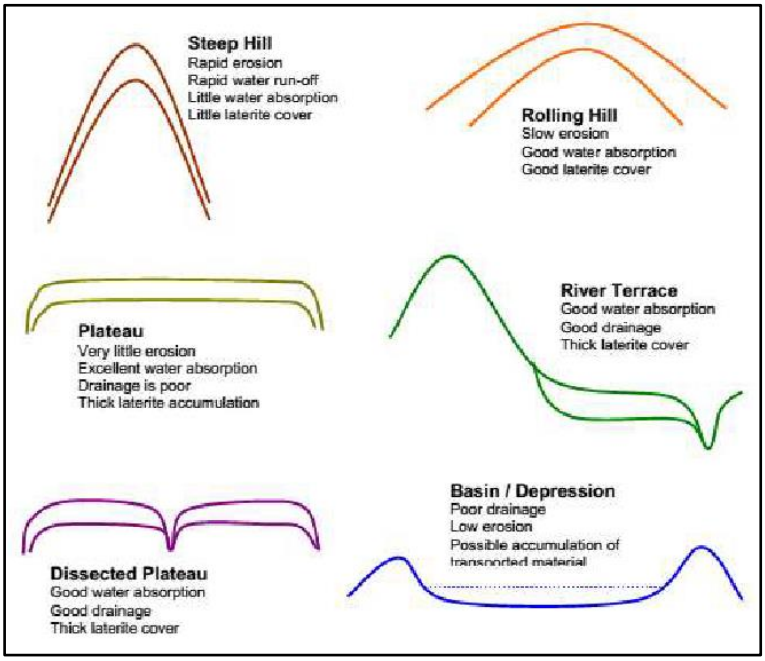
Menurut Ahmad (2008) dalam buku (*Fundamentals of chemistry, mineralogy, weathering processes and laterite formation*) mengemukakan bahwa peranan topografi sangat besar terhadap proses laterisasi, melalui beberapa faktor antara lain:

1. Penyerapan air hujan ke dalam profil (pada lereng curam, sebagian besar air hujan mengalir dan sedikit menembut batu. Ini mendorong pelapukan fisik dan bukan pelapukan kimia. Di lereng yang landai, air hujan memiliki kesempatan untuk menembus tanah)

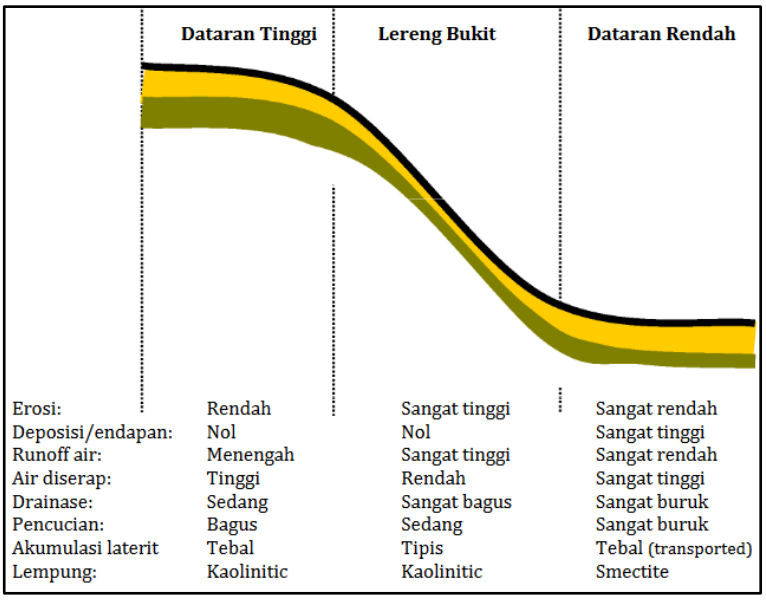
2. Daerah yang lebih tinggi dan lebih curam memiliki drainase yang lebih baik daripada daerah dataran rendah dan datar.
3. Tingkat erosi tinggi terus memperlihatkan permukaan baru pada pelapukan kimia dan terus menghilangkan akumulasi residu apapum. Umumnya, lereng <20° diperlukan untuk mempertahankan laterit di muka erosi.

Pada proses pengayaan nikel, air yang membawa nikel terlarut akan sangat berperan dan pergerakan ini dikontrol oleh topografi. Secara kualitatif pada lereng dengan derajat tinggi (curam) maka proses pengayaan akan sangat kecil atau tidak ada sama sekali karena air pembawa Ni akan mengalir. Bila proses pengayaan kecil maka pembentukan bijih (ore) juga akan kecil (tipis), sedangkan pada daerah dengan lereng

sedang/landau proses pengayaan umumnya berjalan dengan baik karena run off kecil sehingga ada waktu untuk proses pengayaan, dan umumnya ore yang terbentuk akan tebal. Akibat lereng yang sangat curam maka erosi yang terjadi sangat kuat hingga mengakibatkan zona limonit dan saprolit tererosi. Hal ini dapat terjadi selama proses lateritisasi atau setelah terbentuknya zona diatas batuan dasar (bedrock).



Gambar 4 Bentuk lahan sederhana antara bentuk lahan dan proses lateritisasi (Waheed,2008)



Gambar 5 Hubungan topografi terhadap proses laterisasi laterit (Waheed, 2008)

2.2.5 Penyebaran dan Penampang Endapan Nikel Laterit

Secara horisontal penyebaran Ni tergantung dari arah aliran air tanah yang sangat dipengaruhi oleh bentuk kemiringan lereng (topografi). Air tanah bergerak dari daerah – daerah yang mempunyai tingkat ketinggian ke arah lereng, yang mana sebagian besar dari air tanah pembawa Ni, Mg dan Si yang mengalir ke zona pelindian atau zona tempat fluktuasi air tanah berlangsung. Pada tempat- tempat yang banyak mengandung rekahan-rekahan Ni akan terjebak dan terakumulasi di tempat-tempat yang dalam sesuai dengan rekahan-rekahan yang ada, sedangkan pada lereng dengan kemiringan landai sampai sedang adalah merupakan tempat pengkayaan nikel.

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

Profil (penampang) laterit dapat dibagi menjadi beberapa zona. Profil nikel laterit tersebut dideskripsikan dan diterangkan oleh daya larut mineral dan kondisi aliran air tanah. Menurut Golightly, 1979. Profil laterit dibagi menjadi 4 zona yaitu tudung besi, limonit, saprolit dan batuan induk, namun penulis telah

menggabungkan beberapa teori dari beberapa penelitian sehingga profil laterit terbagi atas 5 zona yaitu:

1. *Iron cap*

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

2. Zona Limonit

   Zona ini berada paling atas pada profil dan masih dipengaruhi aktivitas permukaan dengan kuat. Zona ini tersusun oleh humus dan limonit. Mineral-mineral penyusunnya adalah goethit, hematit, tremolit dan mineralmineral lain yang terbentuk pada kondisi asam dekat permukaan dengan relief relatif datar. Secara umum material-material penyusun zona ini berukuran halus (lempung- lanau), sering dijumpai mineral stabil seperti spinel, magnetit dan kromit (Golightly, 1979).

3. Zona *Medium Grade Limonite*

   Sifat fisik zona Medium Grade Limonite tidak jauh berbeda dengan zona overburden. Tekstur sisa batuan induk mulai dapat dikenali dengan hadirnya fragmen batuan induk, yaitu peridotit atau serpentinit. Rata-rata berukuran antara 1-2 cm dalam jumlah sedikit. Ukuran material penyusun berkisar antara lempung- pasir halus. Ketebalan zona ini berkisar antara 0-6 meter. Umumnya singkapan zona ini terdapat pada lereng bukit yang relatif datar. Mineralisasi sama dengan zona limonite dan zona saprolit, yang membedakan adalah hadirnya kuarsa, lihopirit, dan opal (Golightly, 1979).

4. Zona Saprolit

   Zona saprolit merupakan zona bijih, tersusun atas fragmen-fragmen batuan induk yang teralterasi, sehingga mineral penyusun, tekstur dan struktur batuan dapat dikenali. Derajat serpentinisasi batuan asal laterit akan mempengaruhi pembentukan zona saprolit, dimana peridotit yang sedikit terserpentinisasi akan memberikan zona saprolit dengan inti batuan sisa yang keras, pengisian celah oleh mineral – mineral garnierit, kalsedon-nikel dan

kuarsa, sedangkan serpentinit akan menghasilkan zona saprolit yang relatif homogen dengan sedikit kuarsa atau *garnierite*.

5. Zona Batuan Induk (*Bedrock*)

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

2.3 Metode *Inverse Distance Weighting* (IDW)

Inverse Distance Weighting (IDW) merupakan suatu metode geostatistika terkait interpolasi yang digunakan untuk menaksir nilai pada lokasi yang tidak tersampel berdasarkan data sekitarnya (Hendro Purnomo, 2018;1). Metode ini menggunakan penaksiran dari average dari nilai suatu titik bor terhadap wilayah disekitarnya. Wilayah yang berdekatan dengan titik bor akan mendapatkan bobot yang lebih besar jika dibandingkan dengan wilayah terluar dari titik bor tersebut.

Inverse Distance Weighting (IDW) adalah salah satu metode interpolasi spasial yang memiliki asumsi bahwa setiap titik input mempunyai pengaruh yang bersipat lokal yang berkurang terhadap jarak. Metode ini umumya dipengaruhi oeh inverse jarak yang diperoleh dari persamaan matematika dan kita dapat menyesuaikan pengaruh relatif dari titik – titik sampel. Nilai power pada interpolasi IDW ini menentukan pengaruh terhadap titik – titik input, dimana pengaruh akan lebih besar pada titik – titik yang lebih dekat sehingga menghasilkan permukaan yang lebih detail. Pengaruh akan lebih kecil dengan bertambahnya jarak dimana permukaan yang dihasilkan kurang detail dan terlihat halus. Jika nilai power diperbesar maka nilai output menjadi lebih terlokalisasi dan memiliki nilai rata-rata yang rendah. Penurunan nilai power akan memberikan output dengan ratarata yang

lebih besar karena memberikan pengaruh yang lebih luas. Jika nilai power diperkecil, maka dihasilkan permukaan yang lebih halus. Bobot yang digunakan untuk rata-rata adalah turunan fungsi jarak antara titik sampel dan titik yang diinterpolasi (Waston & Philip, 1985) dalam (Merwade V, 2006). Fungsi umum dari pembobotan adalah inverse dari kuadrat jarak (Azupurua & Ramos, 2010).

Metode IDW secara langsung mengimplementasikan asumsi bahwa sesuatu yang saling berdekatan akan lebih serupa dibandingkan dengan yang saling beijauhan. Untuk menaksir sebuah nilai di setiap lokasi yang tidak di ukur, IDW akan menggunakan nilai-nilai ukuran yang mengitari lokasi yang akan ditaksir tersebut. Pada metode IDW, diasumsikan bahwa tingkat korelasi dan kemiripan antara titik yang ditaksir dengan data penaksir adalah proporsional terhadap jarak. Bobot akan berubah secara linier, sebagai fungsi seper jarak, sesuai dengan jaraknya terhadap data penaksir (Almasi dkk., 2014).

Kelebihan dari metode interpolasi IDW ini adalah karakteristik interpolasi dapat dikontrol dengan membatasi titik – titik masukan yang digunakan dalam proses interpolasi. Kelemahan dari metode interpolasi IDW adalah tidak dapat mengestimasi nilai diatas nilai maksimum dan dibawah nilai minimum dari titik – titik sampel (Purnomo, 2008).