

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang beriklim tropis dan memiliki kekayaan alam yang sangat beragam. Sumber daya mineral yang tersebar di seluruh penjuru Indonesia merupakan salah satu aspek kekayaan yang memiliki nilai jual tinggi. Secara geologi peran tektonik tidak terlepas dari hal ini akibat pertemuan tiga lempeng besar yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Pasifik dan Lempeng Indo-Australia yang membentuk kepulauan. Akibat dari pergerakan tiga lempeng membentuk deposit bahan galian di setiap pulau, salah satunya lajur ofiolit Sulawesi Timur yang tersebar sampai Sulawesi Tenggara dengan deposit bahan galian nikel laterit. Hal ini dapat diinterpretasikan bahwa pada bagian mandala timur pulau Sulawesi memungkinkan untuk terjadinya proses laterisasi yang cukup tinggi dikarenakan faktor iklim tropis dan batuan ultramafik yang mendominasi.

Endapan nikel laterit terbentuk dari hasil proses pelapukan yang sangat intensif di daerah tropis pada batuan yang mengandung nikel seperti, dunit (olivin), peridotit (olivin+piroksin), dan serpentin. Proses pelapukan pada batuan asal tersebut (laterisasi) menyebabkan nikel berubah menjadi larutan dan diserap oleh mineral-mineral oksida besi yang membentuk garnierite pada lapisan saprolit (Golightly, 1981). Selain nikel, kobalt juga akan terkonsentrasi pada lapisan ini pada jumlah terbatas. Adapun grade dari nikel yang dihasilkan berkisar 1,5–3% Ni, pelapukan yang terjadi pada batuan ultramafik seperti peridotit menyebabkan unsur-unsur yang bersifat *mobile* larut dan terendapkan pada zona bagian bawah laterit, sedangkan unsur mobilitas rendah atau *immobile* seperti Ni, Fe, Co, Cr, Mn, Al mengalami pengayaan secara residual dan sekunder. Proses pembentukan nikel laterit dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya batuan asal, iklim, struktur, waktu, pelarutan kimia, vegetasi, topografi (morfologi) dan waktu (Ahmad, 2006).



ada proses pembentukan nikel yang ekonomis (ore), air akan melarutkan kel sehingga dalam hal ini keadaan morfologi lokal akan sangat aruhi proses pelarutan tersebut. Secara kualitatif pada kondisi lereng

tertentu akan mempengaruhi proses pembentukan nikel baik dalam segi kuantitas maupun kualitas (Adi Maulana, 2017) Sehingga topografi merupakan salah satu faktor yang penting dalam proses pembentukan nikel laterit. Pada daerah landai air hujan bergerak secara perlahan mempunyai waktu untuk menginfiltrasi kedalam tanah melalui pori-pori batuan. Sedangkan daerah yang curam jumlah air yang meluncur lebih banyak sehingga kurang intensif menginfiltrasi kedalam tanah. Keadaan morfologi daerah setempat sangat mempengaruhi proses pelarutan suatu unsur dalam batuan ultramafik untuk membentuk endapan nikel laterit, keadaan morfologi seperti vegetasi dan kemiringan lereng menentukan air hujan menginfiltrasi kedalam tanah (Ahmad, 2006).

Pendekatan morfologi sangat erat kaitannya dengan kondisi topografi oleh karena itu penting untuk diketahui agar dapat memudahkan dalam menganalisa lebih lanjut terkait eksplorasi dari suatu endapan nikel laterit. Untuk membuat suatu pemodelan geologi diperlukan parameter parameter di lapangan dalam penentuan karakteristik topografi dan karakteristik profil endapan nikel laterit. Berdasarkan uraian diatas maka penulis memilih daerah penelitian yang terletak pada IUP PT. Ceria Nugraha Indotama sekaligus melatarbelakangi penulis untuk melakukan penelitian ini dengan mengambil judul **“Korelasi Antara Karakteristik Topografi Terhadap Ketebalan, Akumulasi Unsur Ni, Fe, MgO dan Pola Distribusi Endapan Laterit Pada Area Pit ”Z” Kecamatan Wolo Kabupaten Kolaka Provinsi Sulawesi Tenggara”**.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada daerah penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1 Bagaimana karakteristik topografi pada daerah penelitian
- 2 Bagaimana perbedaan karakteristik topografi terhadap profil endapan laterit pada daerah penelitian
- 3 Bagaimana korelasi antara karakteristik topografi terhadap profil endapan laterit pada daerah penelitian



### **ujuan Penelitian**

dapun Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui gambaran umum mengenai karakteristik topografi dari daerah penelitian
2. Untuk mengetahui perbedaan karakteristik topografi terhadap profil endapan laterit pada daerah penelitian
3. Untuk mengetahui korelasi antara karakteristik topografi terhadap profil endapan laterit pada daerah penelitian

#### **1.4 Batasan Masalah**

Penelitian ini berfokus untuk menganalisis karakteristik endapan nikel laterit yang dikorelasikan dengan kondisi relief dan karakteristik topografi daerah penelitian menggunakan pendekatan morfografi sehingga menghasilkan kelas relief tertentu untuk dibuat penampang dan peta distribusi endapan laterit. Data yang dipakai adalah data hasil pengeboran berupa database yang berisi data kedalaman, koordinat, dan data hasil analisis geokimia X-Ray Fluorescence (XRF)

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai kondisi geologi pada daerah penelitian dan sebagai bahan acuan perencanaan eksploitasi bahan tambang nikel laterit kedepannya. Serta secara khusus bagi penulis, penelitian ini bermanfaat untuk mengasah serta mengaplikasikan ilmu geologi yang penulis dapatkan selama menjalani perkuliahan.

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

Secara administratif daerah penelitian termasuk dalam Daerah kawasan Izin Usaha Pertambangan PT. Ceria Nugraha Indotama yang terletak di Kecamatan Wolo Kabupaten Kolaka Provinsi Sulawesi Tenggara. Yang dimana lokasi tersebut dapat ditempuh melalui jalur transportasi udara dari Makassar dan Kendari. Penerbangan dari Makassar ke Pomalaa ditempuh sekitar 45 menit kemudian dilanjutkan dengan angkutan darat dari Pomalaa ke lokasi daerah penelitian

sekitar dua jam.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

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

Geologi regional daerah penelitian termasuk dalam Peta Geologi Lembar Lasusua-Kendari, Sulawesi skala 1:250.000 oleh Simanjuntak, dkk (1997). Pembahasan geologi regional terdiri dari penjelasan mengenai geomorfologi regional daerah penelitian, stratigrafi regional daerah penelitian, dan struktur regional daerah penelitian.

Geomorfologi daerah penelitian berdasarkan penelitian regional adalah Perbukitan Bergelombang Tinggi. Namun demikian, di dataran yang relatif landai pada Zona Perbukitan Bergelombang Tinggi tersebut masih dapat dijumpai lateritisasi berkembang secara terbatas. Pada bagian lereng bukit morfologi perbukitan bergelombang dengan kelerengan 20° umumnya keterdapatan zona lateritnya relative tipis, akan tetapi pada bagian perbukitan bergelombang relatif datar dengan kelerengan berkisar 10° sampai dengan 15° zona laterit berkembang lebih baik Pada Zona Perbukitan Bergelombang Tinggi lateritisasi juga tidak dapat berkembang dengan baik. Bahkan di beberapa tempat dapat dijumpai singkapan batuan dasar yang muncul ke permukaan (Rusmana dkk., 1993).

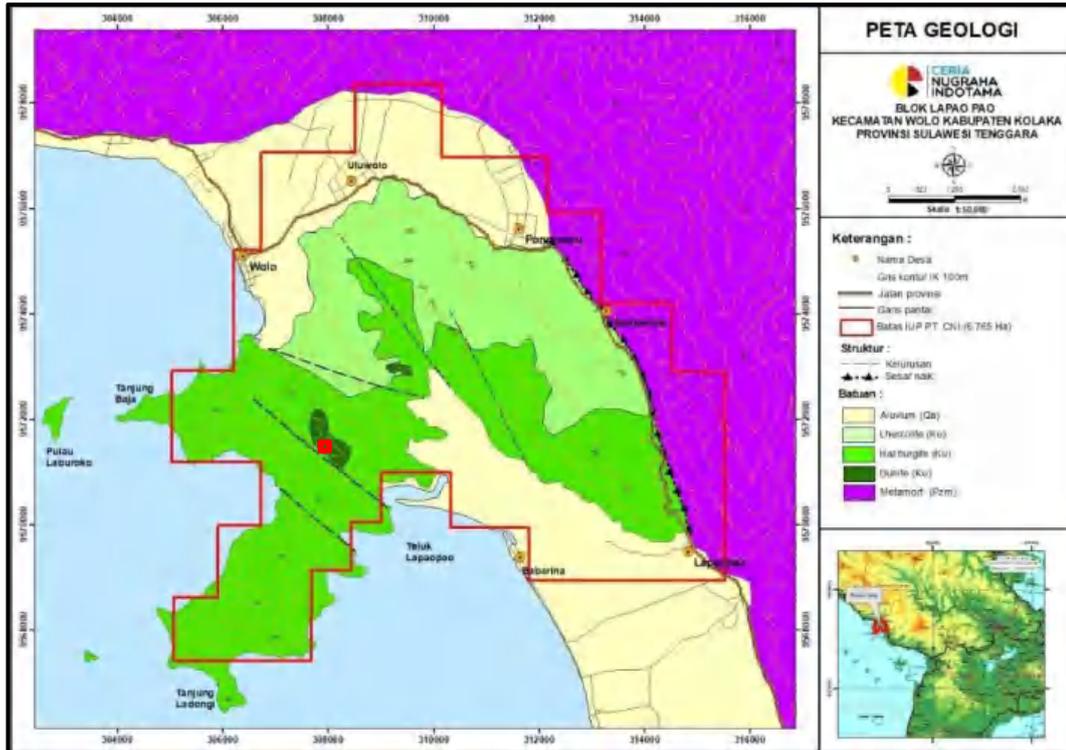
Stratigrafi daerah penelitian secara umum terdiri dari Kompleks Ofiolit. Kompleks Ofiolit di Lengan Tenggara Pulau Sulawesi didominasi oleh batuan ultramafik, mafik dan sedimen pelagik. Batuan ultramafik terdiri atas harzburgit, dunit, werlit, lertzolit, websterit, serpentinit, dan piroksinit (Surono,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

Struktur geologi pada daerah penelitian dilewati sistem Sesar Kolaka yang merupakan sesar naik. Sesar dan liniasi menunjukkan sepasang arah utama tenggara-barat laut (332°), dan timur laut barat daya (42°). Arah tenggara barat laut merupakan arah umum dari sesar di lengan tenggara sulawesi. daerah penelitian dilewati oleh sistem Sesar Kolaka. Sebagai akibat subduksi dan tumbukan lempeng pada Oligosen Akhir- Miosen Awal, kompleks ofiolit tersesar-naikkan ke atas

benua. Molasa sulawesi yang terdiri atas batuan sedimen klastik dan terendapkan selama akhir dan sesudah tumbukan, sehingga molasa ini tak selaras Mintakat Benua Sulawesi Tenggara dan Kompleks Ofiolit



tersebut. Pada akhir kenozoikum lengan ini di koyak oleh Sesar Lawanopo dan beberapa pasangannya termasuk Sesar Kolaka. Sesar naik inilah yang mempengaruhi litologi lain saling berselingan sehingga tersusun beberapa susunan batuan yang biasa disebut ofiolit. Kemudian ofiolit ini akan mengalami proses subduksi yang kemudian akan tersingkap di kerak benua (Rusmana, dkk, 1993).



Gambar 1 Peta Geologi Lokal Blok Lapaopao, dipetakan oleh Tim Eksplorasi PT. Ceria Nugraha Indotama

## 2.2 Nikel Laterit

Nikel adalah unsur logam yang terbentuk secara alami dan memiliki ciri yang mengkilap (lustrous) serta berwarna putih keperak-perakan (silvery white). Nikel merupakan salah satu dari lima unsur logam yang paling umum dan di jumpai di bumi dan ditemui secara luas terutama di kerak bumi juga merupakan penghantar (konduktor) listrik dan panas yang cukup baik (Zaidan Dan Garinas, 2021) Nikel laterit merupakan salah satu mineral logam hasil dari proses pelapukan kimia batuan ultramafik yang mengakibatkan pengkayaan unsur Ni, Fe, Mn, dan Co sidual dan sekunder yang dicirikan oleh adanya logam oksida yang coklat kemerahan mengandung Ni dan Fe (Linjtewas Dkk, 2019).



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

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

1. Laterit oksida (*oxide laterites*) merupakan produk proses lateritisasi yang paling umum. Sebagian besar terdiri atas Fe-hidroksida di bagian atas lapisan bijih;
2. Laterit lempung (*clay laterite*). Sebagian besar terdiri atas lempung smektit pada bagian atas lapisan bijih;
3. Laterit silikat, terbentuk pada bagian yang lebih dalam dan mungkin dilapisi oleh laterit oksida. Sebagian besar terdiri atas Mg-Ni silikat (serpentin, *garnierite*).

### 2.3 Genesa Endapan Nikel Laterit

Proses pembentukan disebut dengan genesa, dimana proses ini memiliki banyak faktor dan rentang tahapan - tahapan yang sangat panjang. Secara ringkas pada tingkat awal, batuan ultramafik (batuan induk) akan mengalami perubahan akibat adanya larutan hidrothermal selama proses serpentinisasi menjadi serpentin. Setelah proses serpentinisasi tersebut, kemudian terjadi pelapukan (kimia dan fisika) yang menyebabkan terjadinya dekomposisi batuan sehingga sebagian unsur seperti Ca, Mg dan Si mengalami reaksi kimia dan pelarutan. Beberapa unsur tersebut kemudian mengalami pengkayaan supergene menjadi Ni, Mn, Co dan Zn atau mengalami pengkayaan secara relatif (Fe, Cr, Al, Ti, S, dan Cu) (Golightly, 1979).

Secara rinci pembentukan endapan nikel laterit dijelaskan oleh Adi Maulana

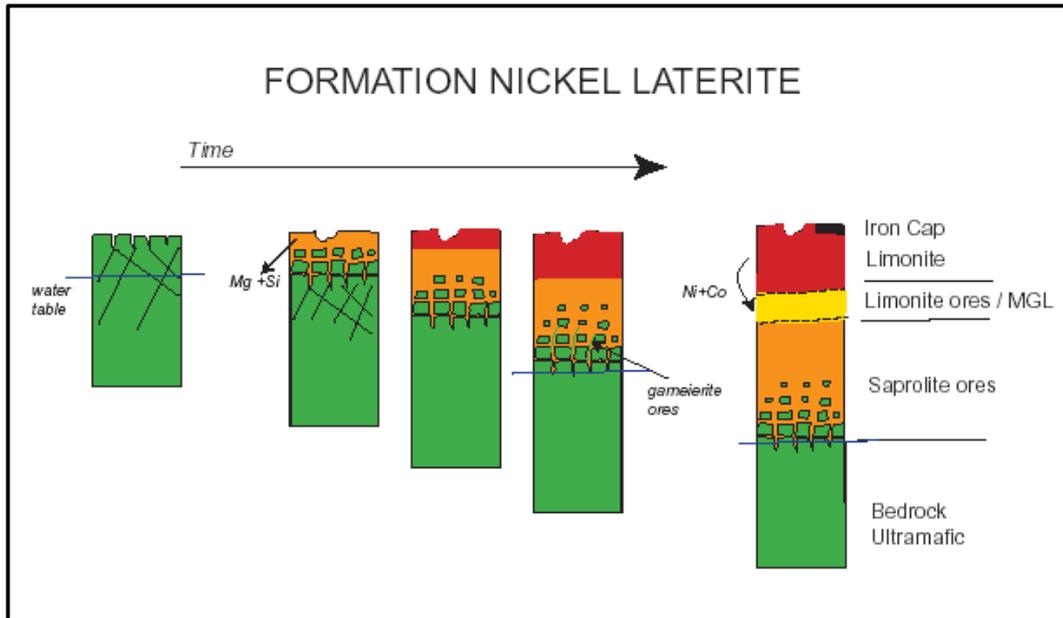
kunya yang berjudul Endapan Mineral (2017), adalah sebagai berikut:

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  $\text{CO}_2$  yang kemudian meresap ke bawah permukaan sampai pada leaching zone, yang dimana zona tersebut merupakan tempat terjadinya fluktuasi air tanah berlangsung.
- 3) Akibat fluktuasi tersebut, air tanah yang kaya  $\text{CO}_2$  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.





Gambar 2 Pembentukan Endapan Nikel (Kadarusman Dkk, 2004)

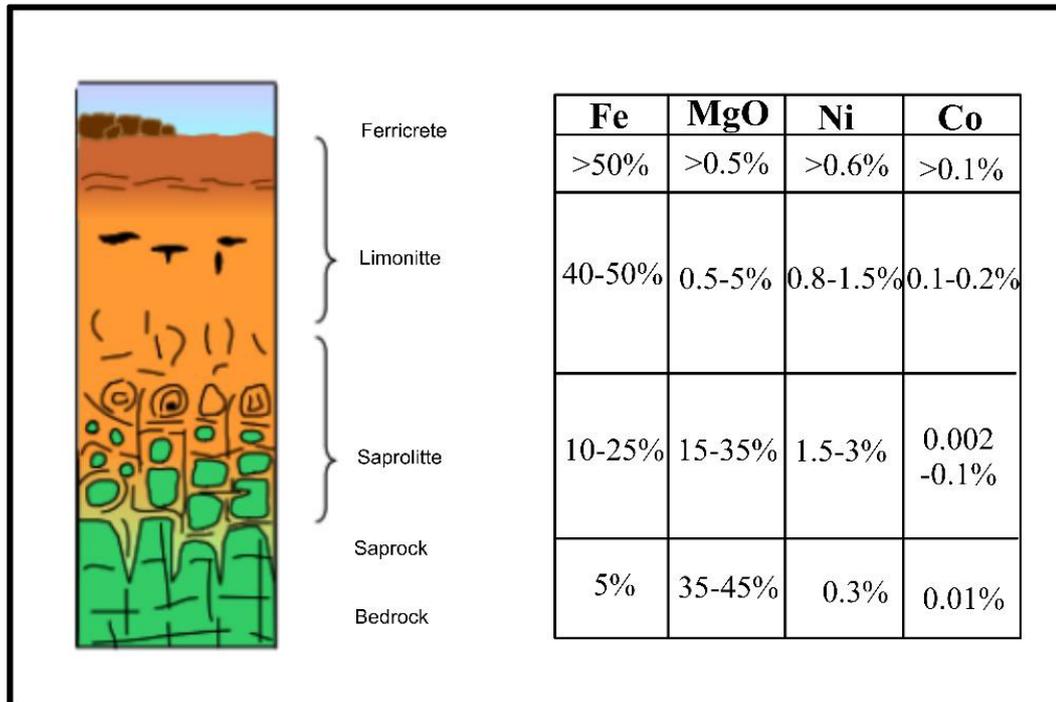
## 2.4 Profil Laterit

Lapisan lapisan pada profil laterit dibagi menjadi empat horizon yaitu :

- 1) Lapisan tanah penutup (*Overburden*), merupakan lapisan yang terletak di bagian atas permukaan berwarna coklat kemerahan hingga gelap. Lapisan ini mempunyai kadar besi yang tinggi tetapi kadar nikel yang rendah, yaitu sekitar 60% Fe. Terkadang dijumpai mineral hematit dan cromit dan merupakan kumpulan massa goethite dan limonite.
- 2) Lapisan limonit, merupakan lapisan yang terletak di bawah lapisan tanah penutup atau *iron cap* berwarna kuning atau merahcoklat. Lapisan ini memiliki kadar besi sekitar sekitar 40-50% Fe, sebagian besar nikel pada zona ini hadir dalam mineral oksida mangan dan litioforit. Terkadang juga ditemukan mineral talk, tremolit, kromiferus, kuarsa, gipsit dan magemit.
- 3) Lapisan saprolit, merupakan lapisan yang terletak dibawah zona limonit berwarna kuning kecoklatan agak kemerahan dan umumnya juga disebut zona pengkayaan mineral. Pada lapisan ini mineral utama yang dijumpai adalah serpentin ( $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$ ); dengan kandungan nikel lebih tinggi daripada yang terdapat pada lapisan limonit, yaitu sekitar 1,5-3% Ni. Lapisan ini merupakan lapisan yang bernilai ekonomis yang ditambang sebagai bijih nikel. Di bagian dasar (*bedrock*), merupakan lapisan yang terletak dibagian bawah pada profil laterit umumnya merupakan batuan peridotit yang tidak atau belum



mengalami pelapukan berwarna kuning pucat hingga abu abu kehijauan. Pada lapisan ini secara umum kadar nikelnya kecil, sekitar 0,2 - 0,4% nikel sehingga tidak terlalu bernilai ekonomis lagi. Zona ini terfrakturiasi kuat sehingga terkadang bersifat terbuka dan terisi oleh mineral garnierit dan silika.



Gambar 3 Profil endapan nikel laterit sesuai dengan zonasi/horizon utama yang terbentuk (Elias Dkk, 2002)

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

## 2.5 Geomorfologi

Geomorfologi adalah ilmu yang mendeskripsikan secara genetis bentuk lahan dan proses-proses yang mengakibatkan terbentuknya bentuk lahan tersebut



mencari hubungan antara bentuk lahan dengan proses-proses dalam susunan n (Zuidam, 1985). Bentuk lahan mengalami perubahan secara dinamis ini proses perubahan selama proses geomorfologi bekerja pada bentuk

lahan tersebut. Tenaga yang bekerja disebut dengan tenaga geomorfologi yaitu semua media alami yang mampu mengikis dan mengangkut material di permukaan bumi seperti air mengalir, air tanah, gletser, angin, penyinaran oleh matahari sebagai akibat proses geomorfologi, baik yang berasal dari dalam bumi (endogen) maupun yang berasal dari luar bumi (eksogen). Dalam mempelajari mengenai geomorfologi penekanan utamanya adalah mempelajari bentuklahan/landform. Bentuk lahan sendiri merupakan bentukan pada permukaan bumi sebagai hasil perubahan bentuk permukaan bumi oleh proses-proses geomorfologis yang beroperasi di permukaan bumi. Proses geomorfologis diakibatkan oleh adanya tenaga yang ditimbulkan oleh medium alami yang berada di permukaan bumi. Kondisi geomorfologi yang dimiliki suatu daerah merupakan sumberdaya alam. Salah satu bagian dari sumberdaya alam adalah sumberdaya lahan. Pemanfaatan sumberdaya lahan yang seoptimal mungkin menjadi suatu keharusan agar mendapat hasil yang optimal, namun perlu diupayakan agar tidak terjadi kerusakan pada lahan. Data mengenai sumberdaya lahan sangat diperlukan untuk dapat memanfaatkan potensi sumberdayalahana secara optimal. Informasi mengenai kondisi geomorfologi pada suatu daerah merupakan dasar utama penyusunan pengelolaan lahan. Peta geomorfologi yang memuat data tentang bentuklahan dan proses geomorfologinya, merupakan salah satu bentuk data relatif lengkap mengenai potensi sumberdaya lahan.

Menurut Van Zuidam (1985) Geomorfologi sendiri terdiri dari 4 aspek utama yaitu aspek morfologi, aspek morfogenesis, aspek morfokronologi dan aspek morfoasosiasi, yaitu:

- 1) Aspek morfologi mencakup morfometri dan morfografi, morfometri mencakup aspek ukuran dan bentuk unsur- unsur penyusun bentuklahan. Morfografi merupakan susunan dari objek alami yang ada di permukaan bumi.
- 2) Aspek morfogenesis merupakan asal usul pembentukan bentuk lahan dan perkembangannya
- 3) Aspek morfokronologi merupakan urutan bentuk lahan yang ada di permukaan



sebagai hasil proses geomorfologis.

Aspek morfoasosiasi merupakan kaitan antara bentuk lahan satu dengan bentuk lahan yang lain dalam susunan keruangan atau sebarannya di permukaan bumi.

Adapun pada penelitian kali ini berfokus pada aspek morfologi daerah penelitian, hal-hal yang diperhatikan adalah sebagai berikut:

1) Morfometri

Morfometri menilai bentuk lahan secara kuantitatif dan dijadikan sebagai komponen pendukung morfografi dan morfogenetik. Ini membuat klasifikasi lebih jelas dengan data yang jelas. Pada awal pengembangannya, metode geomorfologi kuantitatif mengkategorikan bentuk muka bumi berdasarkan angka (numerik), seperti perbedaan tinggi, kemiringan lereng (slope), dan sistem drainase. Semuanya diperoleh melalui peninjauan peta topografi. Pembagian kemiringan lereng dan bentuk lahan secara kuantitatif melalui perhitungan dikelompokkan berdasarkan jumlah persen dan besar sudut lereng. Selanjutnya, perbandingan perbedaan ketinggian dengan jarak datar yang terbentuk digunakan untuk menghitung jumlah tersebut. Lereng dapat dikategorikan berdasarkan kemiringannya, bentuknya, dan panjangnya. Kemiringan lereng dapat dihitung dengan berbagai rumus salah satunya menggunakan rumus dibawah ini:

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

Keterangan :

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

Gambar 4 Rumus Kemiringan Lereng

Morfometri meliputi deskripsi dan pengukuran parameter bentuklahan seperti morfometri DAS, longsor, lereng, dan lembah. Parameter topografi lereng terdiri dari dua bagian, yaitu kemiringan lereng dan beda tinggi relief. Dengan mengelompokkan rentang nilai kemiringan lereng yang sama, pemetaan morfologi bertujuan untuk mengidentifikasi evolusi geomorfologi ini. Diagonal (id), jumlah kontur yang memotong diagonal jaring, interval kontur, dan jaring adalah variabel yang diperlukan untuk menghitung kemiringan



lereng. Hasil dari gabungan variabel tersebut dikalikan seratus persen, sehingga hasil dari perhitungan klasifikasi digunakan sebagai referensi untuk menentukan perbandingan antara perbedaan ketinggian dengan jarak datar yang terbentuk. Lereng dapat dikategorikan berdasarkan kemiringannya, bentuknya, dan panjangnya.. Ukuran kemiringan lereng yang telah disepakati dan dibakukan untuk menilai suatu bentuk lahan pada pemetaan geologi yaitu:

Tabel 1 Klasifikasi Kemiringan Lereng (Zuidam, 1985)

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

## 2) Morfografi

Morfografi menjelaskan tentang kondisi bentuk lahan, misalnya lereng, perbukitan atau dataran (Zuidam, 1985). Bentuk permukaan lereng dikelompokkan dalam cembung, cekung, lurus, dan kompleks. Berdasarkan ketidakteraturan (*irregularity*), permukaan lereng juga dapat dibedakan menjadi



rata atau halus (*smooth*) dan tidak beraturan (*irregular*). Lereng sebagai suatu unit morfografi juga dapat diklasifikasikan berdasarkan panjang segmennya, yaitu:

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

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

Tabel 2 Hubungan ketinggian absolut dengan morfografi (Zuidam, 1985)

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

## 2.6 Pengaruh Karakteristik Topografi Terhadap Endapan Laterit

Morfologi dan topografi menjadi faktor yang berperan penting dalam proses lateritisasi. Karna pada kondisi kemiringan topografi yang berbeda akan terbentuk ketebalan endapan yang berbeda-beda juga. Umumnya bijih (ore) terdapat pada zona saprolit dan sebagian kecil pada zona limonit, hal ini tergantung dari kadar andung pada zona tersebut yang tidak terlepas dari faktor morfologi dan dalam penentuan seberapa tebal bijih (ore) yang terdapat dalam laterit



Topografi memiliki peranan penting dalam pembentukan endapan nikel laterit terutama kaitannya dengan struktur, pengaliran dan posisi permukaan air tanah. Keadaan topografi yang demikian umumnya endapan *silikat hydrous* yang memiliki kadar yang tertinggi yang terbentuk pada batuan peridotit. Di area dengan relief tinggi, banyak endapan dengan zona pengkayaan kadar yang tinggi terletak di kemiringan bukit, secara profil permukaan air tanah pada posisi-posisi topografi yang rendah dan ditambah dengan adanya struktur seperti patahan dan kekar (*joint*) memberikan laju proses *leaching* yang maksimum dan pengaliran larutan sehingga meningkatkan konsentrasi residu dan akumulasi di dalam saprolit. Keadaan topografi yang demikian umumnya endapan *silikathydrous* yang memiliki kadar yang tertinggi yang terbentuk pada batuan peridotit. Di daerah dengan relief rendah pengaliran terpengaruh dan permukaan air tanah menjadi tinggi. Keadaan seperti ini umumnya dalam tatanan (*craton*) dan terjadi secara lokal di kawasan yang melebar (*accreted terrain*). Aliran air yang berkurang memperlambat laju proses *leaching* dan penghilangan larutan pelapukan sehingga konsentrasi Ni sebagian besar hanya berupa residu, dengan sedikit akumulasi (Ahmad, 2006)

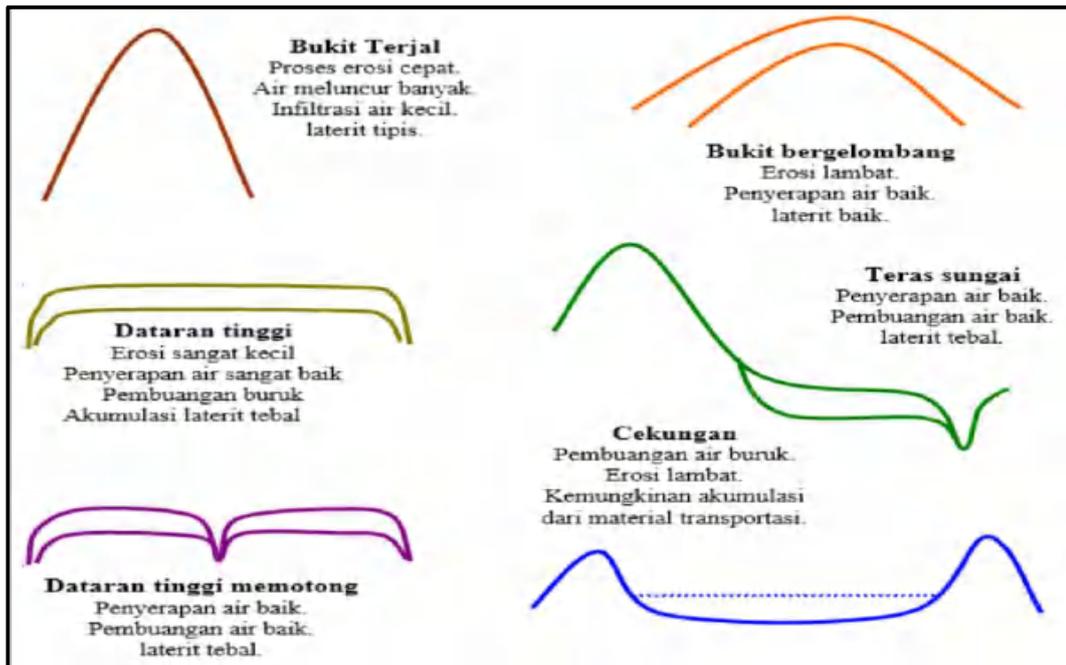
Menurut Waheed Ahmad (2005), perkembangan nikel laterit yang memiliki kualitas yang baik berada pada sistem terasering, dataran tinggi, dan lereng bukit yang relatif landai serta kemiringan lereng yang umumnya dijumpai idealnya berada pada kemiringan 20%, namun pada beberapa kasus dapat dijumpai hingga 30 persen. Sedangkan menurut Adi Maulana (2017), morfologi mempunyai peranan dalam penyerapan air hujan, dimana pada slope yang memiliki nilai kemiringan yang tinggi akan menyebabkan penetrasi ke batuan akan sedikit yang berdampak pada jenis pelapukan yang terjadi.

Pada proses pengayaan nikel, air berperan penting dalam proses tersebut. Air yang membawa nikel akan cenderung mengikuti arah topografi. Secara kualitatif pada lereng dengan derajat tinggi (curam) maka proses pengayaan nikel cenderung akan sangat kecil. Bila proses pengayaan kecil maka pembentukan bijih (*ore*) juga akan kecil (tipis), sedangkan pada daerah dengan

an lereng sedang / landai umumnya proses pengayaan berjalan dengan memiliki waktu untuk proses pengayaan, dan umumnya *ore* yang terbentuk d. Akibat lereng yang sangat curam maka erosi yang terjadi sangat kuat



hingga mengakibatkan zona limonit dan zona saprolit tererosi. Penyebaran horizontal Ni tergantung dari arah aliran air tanah yang sangat dipengaruhi oleh bentuk kemiringan lereng (topografi). Air tanah bergerak dari daerah-daerah yang memiliki tingkat ketinggian ke arah lereng, yang mana sebagian besar dari air tanah pembawa Ni, Mg dan Si yang mengalir ke arah zona pelindian atau zona tempat fluktuasi air tanah berlangsung (Ahmad, 2006).



Gambar 5 Klasifikasi Sederhana antara Bentuk Lahan dan Proses Laterisasi (Waheed, 2006)

## 2.7 Metode *Inverse Distance Weighting* (IDW)

Metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) merupakan suatu metode geostatistika terkait interpolasi yang digunakan untuk menaksir nilai pada lokasi yang tidak tersampel berdasarkan data sekitarnya. Metode IDW secara langsung mengimplementasikan asumsi bahwa sesuatu yang saling berdekatan akan lebih serupa dibandingkan dengan yang saling berjauhan. 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 nal terhadap jarak (Hendro Purnomo, 2018).



umsi dari metode ini yaitu nilai interpolasi akan lebih mirip dengan data ang dekat daripada yang jauh. Secara lebih lanjut dapat dijelaskan dengan

rumus berikut. Jika  $d$  adalah jarak titik yang ditaksir,  $z$ , dengan titik data, maka faktor pembobotan  $w$  adalah:

- Untuk ID pangkat satu (*Inverse Distance*)

$$w_j = \frac{\frac{1}{d_j}}{\sum_{i=1}^j \frac{1}{d_i}}$$

- Untuk ID pangkat dua (*Inverse Distance Square*)

$$w_j = \frac{\frac{1}{d_i^2}}{\sum_{i=1}^j \frac{1}{d_i^2}}$$

- Untuk ID pangkat tiga (*Inverse Distance Cubed*)

$$w_j = \frac{\frac{1}{d_i^3}}{\sum_{i=1}^j \frac{1}{d_i^3}}$$

- Maka hasil taksiran  $z$

$$z = \sum_{i=1}^j w_i z_i$$

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. Kerugian dari metode IDW adalah nilai hasil interpolasi terbatas pada nilai yang ada pada data sampel. Pengaruh dari data sampel terhadap hasil interpolasi disebut sebagai isotropik. Dengan kata lain, karena metode ini menggunakan rata-rata dari data sampel sehingga nilainya tidak bisa lebih kecil dari minimum atau lebih besar dari data sampel. Untuk mendapatkan hasil yang baik, sampel data yang digunakan harus rapat yang berhubungan dengan variasi lokal.



Pada tahapan prospeksi dan eksplorasi pendahuluan kegiatan eksplorasi titik, metode ini sering digunakan karena memiliki keunggulan dalam proses lainnya metode ini lebih sederhana dan hanya memerlukan minimal data hilang sedikit yaitu 14 data apabila sebaran datanya cukup mewakili.