

# KARAKTERISTIK GEOKIMIA ENDAPAN NIKEL LATERIT PADA BLOK X DI KABUPATEN MOROWALI UTARA PROVINSI SULAWESI TENGAH

Muh Gilang Tri Irawan<sup>1</sup>, Al Hussein Flowers R<sup>2</sup>, Paramitha Tedja T<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jl. Babarsari, Depok, Sleman, Yogyakarta 55281, Telp. (0274)487249

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik Dan Perencanaan,  
Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Email: [gilangirawan.gi@gmail.com](mailto:gilangirawan.gi@gmail.com), [alhussein@itny.ac.id](mailto:alhussein@itny.ac.id), [tedja.trisnaning@gmail.com](mailto:tedja.trisnaning@gmail.com)

## ABSTRAK

Daerah penelitian berada pada blok X PT. Paku Bumi Inti Mineral, Kabupaten Morowali Utara, Provinsi Sulawesi Tengah yang merupakan bagian dari jalur ofiolit Sulawesi dengan kondisi geologi yang kompleks dan tektonik yang masih aktif. Lokasi penelitian berada di Lengan Timur Sulawesi mempunyai potensi endapan nikel laterit yang cukup besar. Melimpahnya potensi nikel laterit tersebut tentunya cukup penting untuk diimbangi dengan kegiatan eksplorasi yang sistematis. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kondisi geologi dan juga karakteristik geokimia endapan nikel laterit pada daerah penelitian, sehingga dapat diketahui kadar Ni dari masing-masing titik bor kemudian faktor pengontrol apa saja yang menjadi penyebab tinggi dan rendahnya kadar Ni dari tiap titik bor pada daerah penelitian. Karakteristik tanah penutup (*top soil*) berwarna merah kecoklatan, banyak terdapat akar tanaman, dan memiliki kadar Ni sebesar 0,76-0,87 %. Zona Limonit berwarna coklat kemerahan dan memiliki kadar Ni sebesar 0,75-1,62 %. Zona Saprolit berwarna coklat kekuningan dan memiliki nilai Ni sebesar 0,47-2,13%. Zona *Bedrock* berwarna hitam kecoklatan memiliki kadar Ni sebesar 0,25-0,80 %. Faktor pengontrol dominan pada daerah penelitian berupa topografi, dan juga kekar.

**Kata Kunci** : Endapan Nikel Laterit, Karakteristik, Faktor Pengontrol.

## ABSTRACT

*The research area is in block X PT. Paku Bumi Inti Mineral, North Morowali Regency, Central Sulawesi Province which is part of the Sulawesi ophiolite route with complex geological conditions and still active tectonics. The research location is in the East Arm of Sulawesi which has quite large potential for laterite nickel deposits. The abundance of nickel laterite potential is certainly important enough to be balanced with systematic exploration activities. The aim of this research is to determine the geological conditions and also the geochemical characteristics of laterite nickel deposits in the research area, so that we can find out the Ni content from each drill point and then what controlling factors are the causes of high and low Ni levels from each drill point in the research area. The characteristics of the top soil are brownish red, contain lots of plant roots, and have a Ni content of 0.76-0.87%. The Limonite zone is reddish brown and has a Ni content of 0.75-1.62%. The Saprolite zone is yellowish brown and has a Ni value of 0.47-2.13%. The brownish black Bedrock zone has a Ni content of 0.25-0.80%. The dominant controlling factors in the research area are topography and ruggedness.*

**Keywords:** *Laterite, characteristics, controlling factors.*

## 1. PENDAHULUAN

Pulau Sulawesi merupakan suatu pulau yang terbentuk akibat perpaduan antara dua

rangkaian sabuk orogen (Busur Kepulauan Asia Timur dan Sistem Pegunungan Banda). Hal tersebut, menyebabkan kondisi geologi yang ada pada Pulau Sulawesi menjadi sangat kompleks dan membuat hampir seluruh bagian dari pulau ini terdiri atas morfologi pegunungan. Kondisi geologi Pulau Sulawesi yang sangat kompleks tersebut menyebabkan berbagai jenis batuan tersingkap akibat sangat aktifnya tektonik regional yang membentuk pulau ini. Akibatnya, Pulau Sulawesi ini memiliki banyak potensi kebencanaan maupun sumber daya yang sangat melimpah dibandingkan beberapa pulau besar lain yang ada di Indonesia. Seperti pada bagian Lengan Timur dan Lengan Tenggara Sulawesi yang tersusun oleh batuan kompleks ofiolit, batuan sedimen pelagis dan *mélange* dan memiliki sumber daya mineral yang cukup melimpah dibandingkan bagian-bagian Pulau Sulawesi lainnya.

Endapan nikel laterit merupakan salah satu sumber daya mineral logam yang sangat melimpah pada daerah-daerah yang disusun oleh batuan kompleks ofiolit. Hal tersebut disebabkan karena proses pembentukan endapan nikel laterit tersebut yang secara umum merupakan hasil proses pelapukan kimia terhadap batuan ultramafik (kompleks ofiolit) dan mengalami proses pengkayaan unsur seperti Ni, Fe, Mn, dan Co secara residual dan sekunder (Burger, 2000 dalam Syafrizal dkk., 2011). Endapan nikel laterit ini dicirikan oleh adanya logam oksida yang berwarna coklat kemerahan yang mengandung unsur Ni dan Fe (Cahit dkk., 2017).

## 2. METODE PENELITIAN

Secara administrasi daerah penelitian terletak pada Daerah X, Kabupaten Morowali Utara, Provinsi Sulawesi Tengah yang berada pada Teluk Tomori dan sekitarnya. Secara geografis daerah penelitian terletak pada koordinat  $7^{\circ} x' x''$  LS -  $7^{\circ} x' x''$  LS dan  $110^{\circ} x' x''$  BT -  $110^{\circ} x' x''$  BT (lokasi secara rinci tidak dapat ditampilkan) dengan luasan daerah penelitian  $\pm 20$  hektar. Berdasarkan Lembar Geologi Regional, daerah penelitian termasuk dalam Peta Geologi Lembar Poso 2115 bagian tenggara (Simandjuntak dkk, 1997).

Daerah penelitian dapat ditempuh dari kota Yogyakarta melalui perjalanan udara yaitu melalui rute penerbangan kota Yogyakarta menuju kota Makassar (Ujung Pandang) selama  $\pm 90$  menit dan kemudian dilanjutkan dengan rute penerbangan kota Makassar – Kabupaten Morowali selama  $\pm 60$  menit. Perjalanan kemudian dapat diteruskan melalui rute perjalanan darat yaitu menggunakan kendaraan roda empat melalui jalan provinsi menuju Kabupaten Morowali Utara selama  $\pm 4$  jam.

### 2.1 Tahap Penelitian

#### 2.1.1 Tahap Persiapan dan Pengumpulan Data

Tahapan ini merupakan tahapan yang dilakukan sebelum penelitian lapangan berlangsung (pra lapangan). Perlunya persiapan seperti studi literatur dan pengenalan daerah perlu dilakukan agar menunjang pengambilan data secara tepat dan tidak menghabiskan waktu. Beberapa tahap persiapan dan pengumpulan data yang dilakukan berupa:

##### a. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan agar lebih mengkhususkan suatu bahasan dan berguna sebagai literatur dalam proses penelitian. Sehingga dalam pengambilan data sudah memiliki pandangan atau gambaran khusus terhadap penelitian yang akan dilakukan. Studi literatur yang digunakan berdasarkan penelitian Ahmad (2008) dan sumber lainnya yang terkait dengan Endapan Nikel Laterit.

##### b. Tahap Pengambilan Data

Tahapan pengambilan data lapangan merupakan tahap dilakukannya kegiatan pengambilan data geologi yang dibutuhkan guna menyelesaikan permasalahan khusus atau penelitian yang ada pada daerah penelitian. Tahapan ini meliputi observasi geomorfologi dan kondisi geologi permukaan daerah penelitian, pengambilan data subsurface melalui kegiatan pengeboran, pengambilan sampel

inti batuan hasil pengeboran hingga dokumentasi kegiatan lapangan serta pembuatan database data geologi yang telah didapatkan.

### **2.1.2 Tahap Pengolahan Data dan Analisis Data**

Tahap pengolahan dan analisis data merupakan tahapan yang dilakukan pasca pengambilan data yaitu dengan melakukan analisis studio dan analisis laboratorium dari data yang telah diperoleh. Tahap analisis laboratorium dilakukan dengan melakukan analisis atau uji kimia terhadap sampel inti batuan yang telah didapatkan pada proses pengeboran sehingga didapatkan data kadar dari sampel tersebut dan kemudian disebut sebagai data pasca proses evaluasi data.

Pada tahapan analisis studio, tahap ini dimulai dengan melakukan kegiatan identifikasi data pengeboran yaitu dengan melakukan evaluasi data pengeboran (logging) yang sebelumnya telah didapatkan, hal ini bertujuan untuk memastikan kevalidan data dan mengurangi risiko kesalahan data geologi yang ada. Data tersebut kemudian dipisahkan menjadi 4 kelompok utama yang akan digunakan dalam proses pemodelan endapan nikel laterit pada daerah penelitian, meliputi data collar, data lithology, data survey maupun data assay.

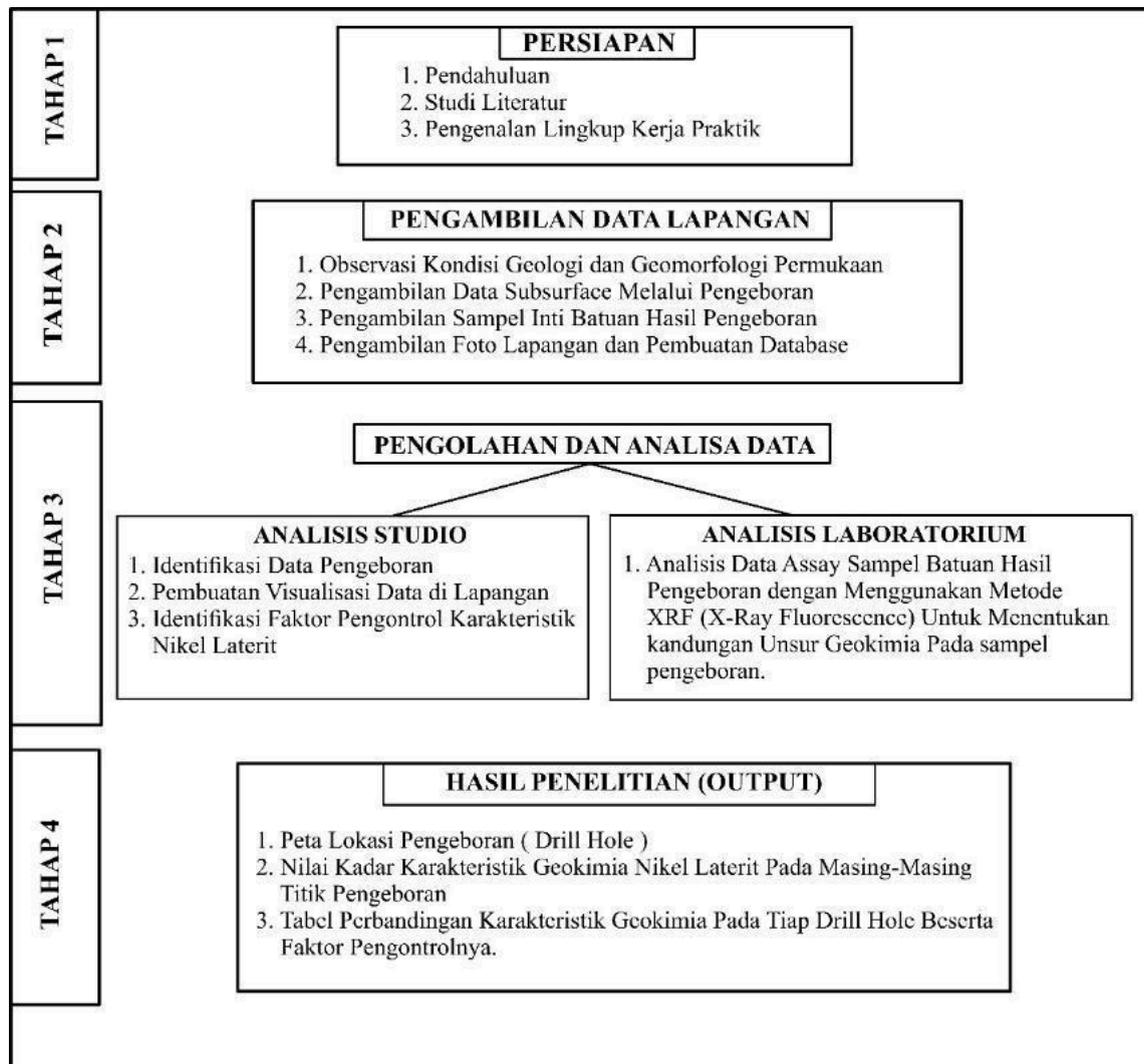
Evaluasi data tersebut dilakukan untuk membuat suatu basis data (database) logging bor (drill hole) yang akan digunakan dalam tahapan software baik dengan format basis data maupun Arcgis. Data-data tersebut meliputi data assay berupa informasi mengenai kadar pada tiap-tiap interval kedalaman tertentu sesuai dengan analisa kadar yang dilakukan, data collar yang berisi data koordinat bor meliputi data code atau nama titik bor, koordinat titik bor (x, y, z), dan kedalaman level akhir (depth) titik bor, data survey yang berupa data terkait arah kemiringan lubang bor dan data kedalaman bor, serta data lithology yang berupa data kedalaman masing-masing zona lapisan nikel laterit yang terdiri dari zona top soil, limonite, saprolite dan bedrock.

Tahapan pemodelan penentuan karakteristik geokimia endapan nikel laterit ini menggunakan metode (XRF) X-Ray Fluorescence yang mana dapat mengetahui setiap kadar unsur geokimia yang meliputi Ni, Fe, MgO, SiO<sub>2</sub>, kemudian digunakan sebagai dasar interpretasi faktor pengontrol geologi yang ada pada daerah penelitian.

Pada pengambilan data dan sampel batuan-endapan laterit yang dilakukan di daerah penelitian, metode yang digunakan adalah metode grid. Dalam eksplorasi endapan nikel laterit, metode grid merupakan metode yang umum dilakukan baik pada tahapan regional seperti mapping (apabila kondisi morfologi dan lapangan memungkinkan) maupun tahapan semi detail hingga detail.

### **2.1.3 Tahap Penyajian Hasil**

Tahapan penyajian hasil ini merupakan tahap akhir dengan menyajikan data yang meliputi hasil penelitian, data tersebut dibentuk ke dalam suatu laporan yang tersusun oleh keseluruhan proses penelitian dari awal hingga akhir sampai menghasilkan kesimpulan. Selain itu juga disajikan data untuk memperjelas hasil penelitian berupa korelasi antara diagram endapan nikel laterit dan *corebox* hasil pengeboran tiap titik bor.



**Gambar 1.** Diagram alir penelitian

### 2.2.1 Alat

1. Peralatan laboratorium kimia untuk uji kadar sampel tanah dan batuan (terbatas oleh perusahaan).
2. Komputer/laptop yang telah terinstal *software Arcgis 10.8, Global Mapper 12, Microsoft Office 2016, Index Iogas 64*
3. Peralatan tulis dan kerja.

### 2.2.2 Bahan

Bahan yang dimaksud merupakan sumber data yang digunakan dalam penyusunan laporan penelitian ini terdiri dari:

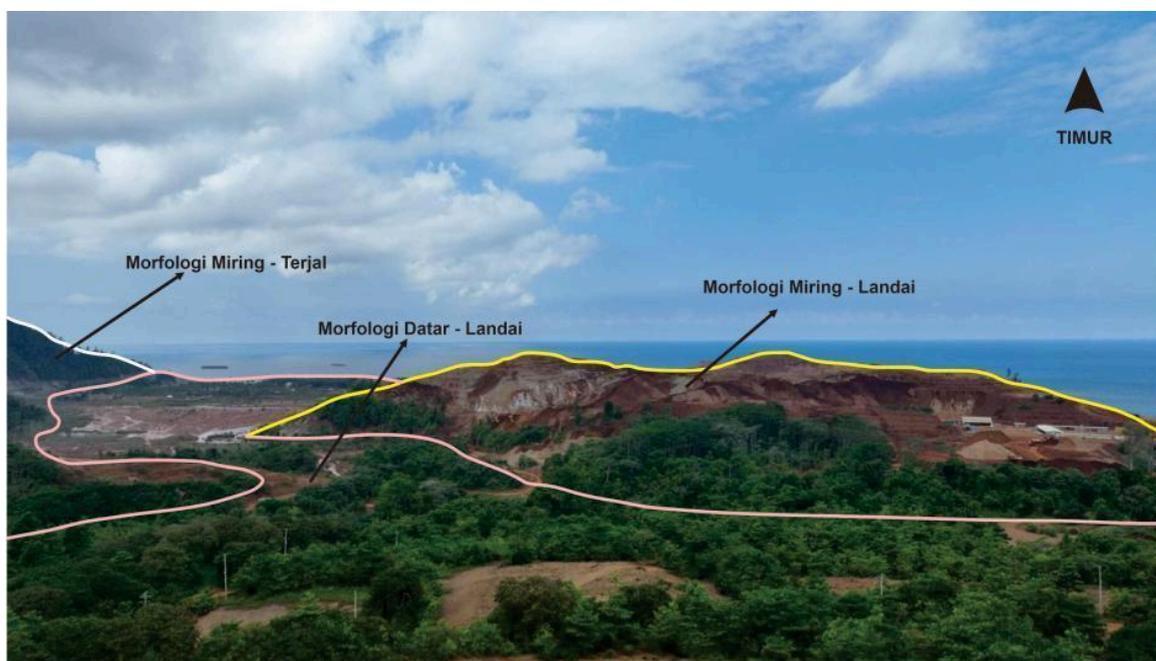
- a. Peta Geologi Regional Lembar Poso - 2115 (Simandjuntak dkk, 1997) skala 1:100.000.
- b. Peta *Digital Elevation Model* Nasional (DEMNAS; Anonim 2018).
- c. Data pemboran (*log bor*) sebanyak 5 titik bor pada Blok X, PT PAKU BUMI INTI MINERAL

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Morfologi Daerah Penelitian

Morfologi daerah penelitian dipengaruhi oleh tektonik regional pulau Sulawesi yang dimana mengakibatkan terbentuknya perbukitan-perbukitan yang cukup kompleks, pada daerah penelitian sendiri terdapat dua morfologi yaitu morfologi perbukitan dan morfologi dataran. Pada pengamatan kondisi geologi permukaan di daerah penelitian, didapatkan hasil berupa kondisi geomorfologi yang dapat dibagi menjadi dua yaitu morfologi curam hingga agak curam dan morfologi miring hingga landai (Gambar 3.1).

Morfologi curam hingga agak curam terdapat pada area lembah atau lereng bukit, sedangkan morfologi miring hingga landai dapat ditemui pada area punggung bukit atau area puncak bukit (Gambar 3.1). Morfologi daerah landai pada daerah penelitian memiliki ketebalan lapisan saprolite yang lebih tebal dibandingkan dengan morfologi pada daerah yang curam, pada khususnya daerah lembahan memiliki ketebalan lapisan saprolite yang lebih tebal.

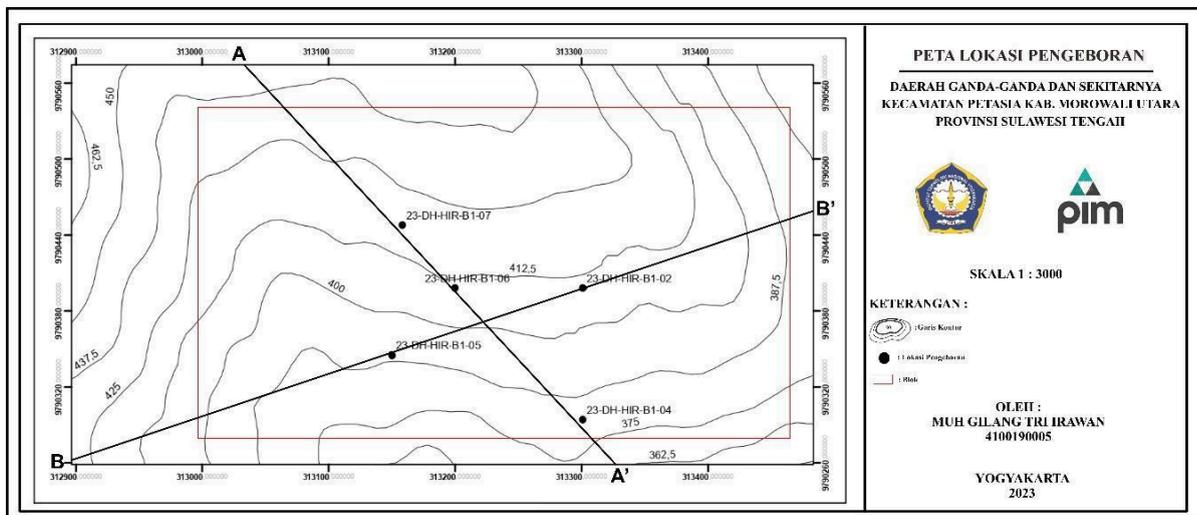


**Gambar 2.** Kenampakan morfologi miring – landai, morfologi miring – terjal dan morfologi curam pada daerah penelitian penelitian.

#### 3.2 Persebaran Titik Bor

Berdasarkan data yang diambil dan diperoleh dari hasil melalui tahap pemboran dan logging data sehingga mengetahui hasil dari profil nikel laterit tersebut. Aktivitas pemboran merupakan praktik membuat catatan rinci (sebuah catatan sumur) dari formasi geologi yang ditembus oleh lubang bor sehingga tujuan logging sampel yaitu untuk mendapatkan data bawah permukaan dari sampel core yang berguna untuk evaluasi dan validasi data serta interpretasi geologi bawah permukaan. Standar operasional prosedur (SOP) ini berlaku di semua kegiatan logging sampel bor nikel laterit.

Ruang lingkup logging sample meliputi persiapan, pengecekan ulang sampel core, logging, finish logging. Logging sample adalah suatu proses untuk merekam/mengambil data-data dari data sampel bor. Adapun persebaran peta titik 5 bor pada daerah penelitian ini memiliki variasi dan litologi yang berbeda pada setiap datanya. Berikut merupakan peta persebaran titik bor penelitian (Gambar 3.2).



Gambar 3. Peta persebaran titik bor penelitian

### 3.3 Hasil Analisis Endapan Nikel Laterit

Pada daerah penelitian, terdapat 5 titik bor, yaitu :

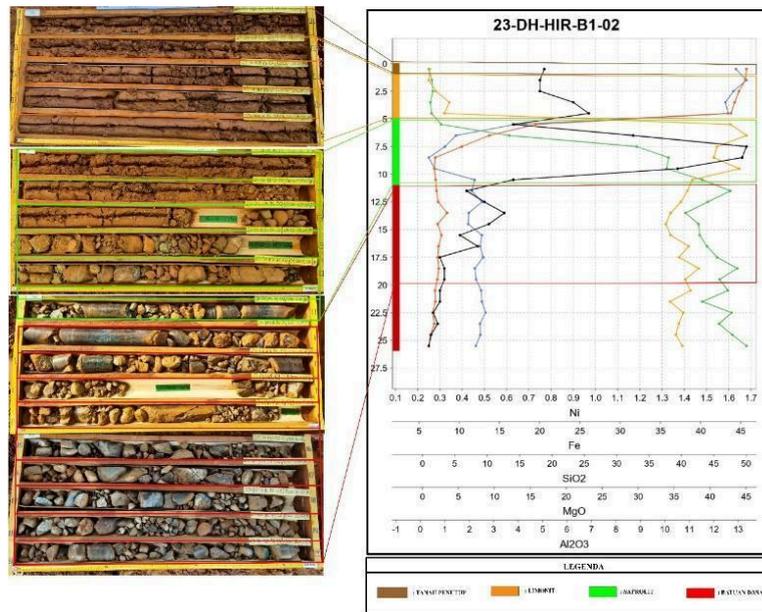
- 1) 23-HIR-B1-02
- 2) 23-HIR-B1-04
- 3) 23-HIR-B1-05
- 4) 23-HIR-B1-06
- 5) 23-HIR-B1-07

Berdasarkan hasil pemerian inti bor dari 5 titik bor pada daerah penelitian (Gambar 4.7). Contoh inti bor dari setiap Titik bor tersebut dianalisis menggunakan Metode XRF untuk mengetahui kadar Geokimia pada setiap profil endapan nikel Laterit. Berdasarkan hasil analisis geokimia, kadar Ni dari contoh 5 titik bor dapat Diuraikan sebagai berikut :

- ZONA TANAH PENUTUP (TOP SOIL) : 0,76-0,87 %
- ZONA LIMONIT : 0,75 - 1,62 %
- ZONA SAPROLIT : 0,47 - 2,13%
- ZONA BATUAN DASAR : 0,25 - 0,80%

#### 1. Titik Bor 23-DH-HIR-B1-02

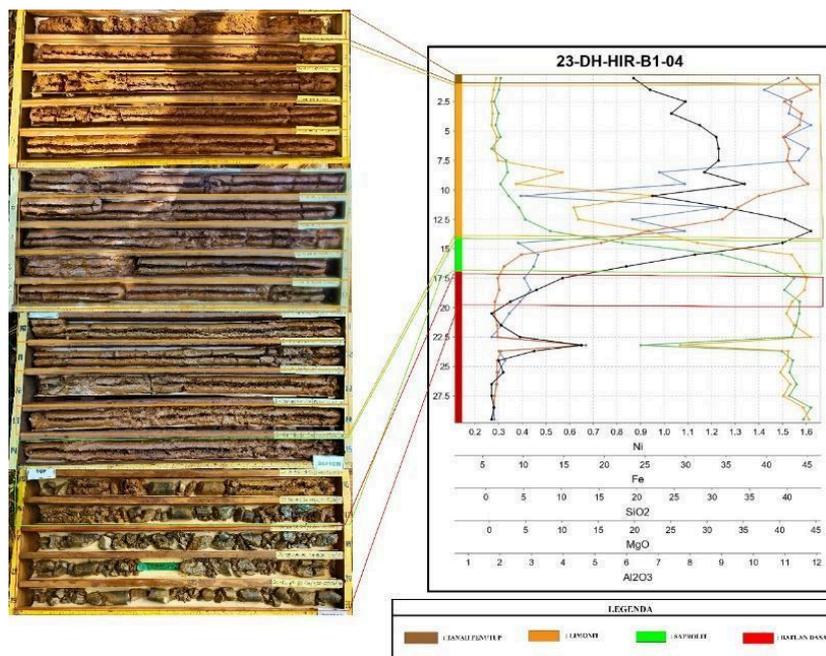
Kandungan nikel laterit pada drill hole 23-DH-HIR-B1-02 pada zona *topsoil* dan zona limonite kedalaman 0-5 m, mempunyai nilai rata-rata unsur Ni sebesar 0,82% (Gambar 3.3) dilihat pada gambar *core box* material penyusun pada zona ini yaitu *soft material*. Setelah memasuki zona pergantian antara zona limonit - zona saprolite, nilai Ni mengalami peningkatan kadar yang dicirikan dengan material penyusunnya berupa *hardmaterial*. mempunyai nilai rata-rata unsur Ni sebesar 1,19% lalu ketika memasuki zona peralihan antara zona saprolit menuju zona *bedrock* (batuan dasar) mempunyai nilai rata-rata unsur Ni sebesar 0,5%.



Gambar 4. Titik bor pada lubang bor 23-DH-HIR-B1-02

2. Titik Bor 23-DH-HIR-B1-04

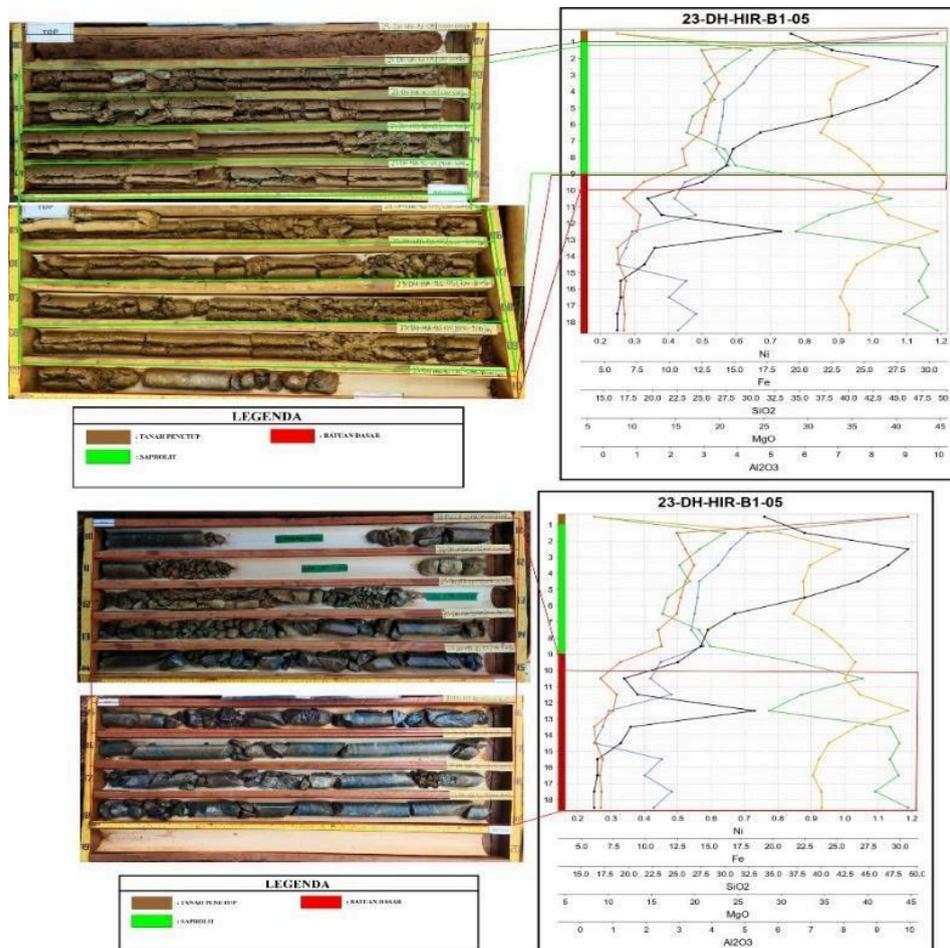
Kandungan nikel laterit pada drill hole 23-DH-HIR-B1-04 pada zona *topsoil* dan zona limonite mempunyai nilai rata-rata unsur Ni sebesar 1,1% dengan material penyusun berupa *soft material*, setelah memasuki zona pergantian antara zona limonit menuju zona saprolit, nilai Ni mengalami peningkatan kadar (Gambar 3.4) material penyusun pada zona tersebut mengalami perubahan dari *softmaterial* menjadi *hard material* yang mempunyai nilai rata-rata unsur Ni sebesar 1,3% ketika memasuki zona peralihan antara zona saprolit menuju zona *bedrock* (batuan dasar) kandungan unsur Ni mempunyai nilai rata-rata sebesar 0,3%.



Gambar 5. Titik bor pada lubang bor 23-DH-HIR-B1-04

3. Titik Bor 23-HIR-B1-05

Kandungan nikel laterit pada drill hole 23-DH-HIR-B1-04 pada zona topsoil, mempunyai nilai unsur Ni sebesar 0,76% material penyusunnya berupa *soft material* setelah memasuki zona pergantian antara zona OVBN menuju zona saprolite, nilai Ni mengalami peningkatan kadar (Gambar 3.4) material penyusun pada zona tersebut mengalami perubahan dari *soft material* menjadi *hard material* yang mempunyai nilai rata-rata unsur Ni sebesar 1,13% ketika memasuki zona peralihan antara zona saprolit menuju zona bedrock (batuan dasar) kandungan unsur Ni mempunyai nilai rata-rata sebesar 0,36%.

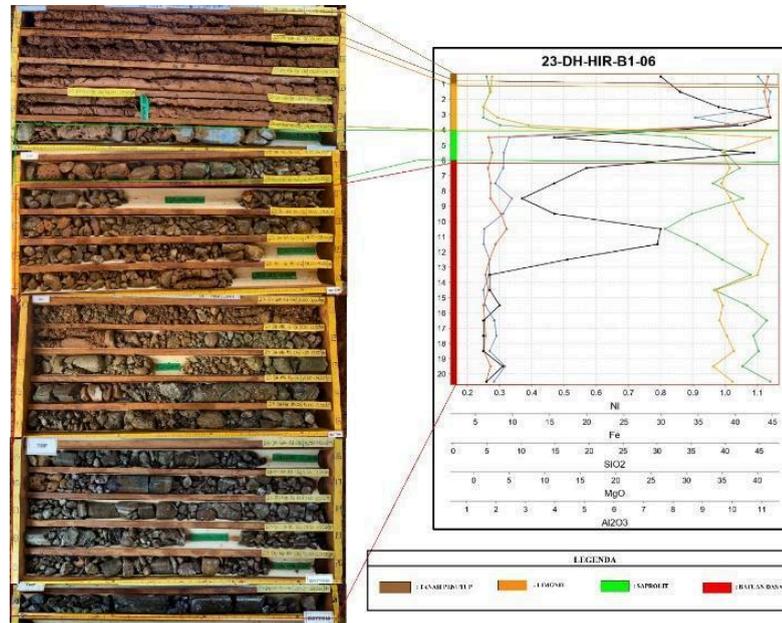


Gambar 6. Titik bor pada lubang bor 23-DH-HIR-B1-05

4. Titik Bor 23-HIR-B1-06

Kandungan nikel laterit pada drill hole 23-DH-HIR-B1-04 pada zona topsoil dan zona limonit mempunyai nilai unsur Ni sebesar 0,86% material penyusunnya berupa softmaterial setelah memasuki zona pergantian antara zona OVBN menuju zona saprolit, nilai Ni mengalami peningkatan kadar (Gambar 3.5) dengan material penyusun pada zona tersebut berupa hardmaterial yang mempunyai nilai rata-rata unsur Ni sebesar 1,09% ketika memasuki zona peralihan antara zona saprolit menuju zona bedrock (batuan dasar) kandungan unsur Ni mempunyai nilai rata-rata

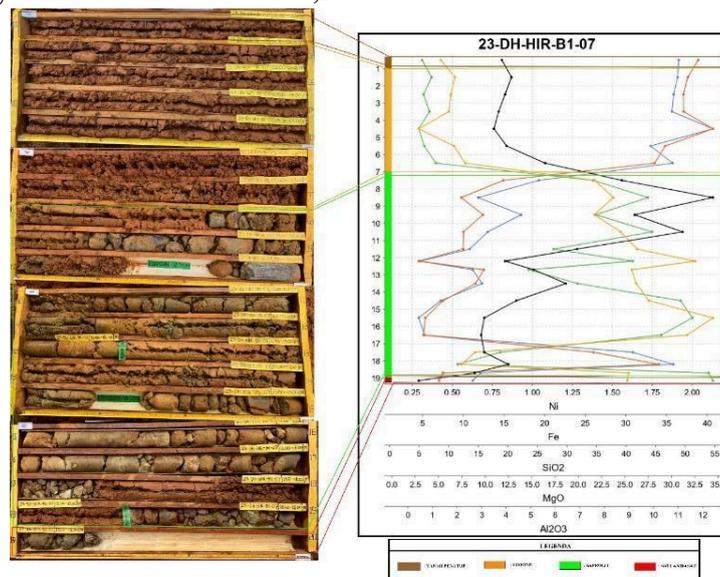
sebesar 0,41%.



Gambar 7. Titik bor pada lubang bor 23-DH-HIR-B1-06

**5. Titik Bor 23-DH-HIR-B1-07**

Kandungan nikel laterit pada drill hole 23-DH-HIR-B1-07 pada zona topsoil mempunyai nilai unsur Ni sebesar 0,87% material penyusunnya berupa softmaterial setelah memasuki zona pergantian antara zona OVBN menuju zona saprolit, nilai Ni mengalami peningkatan kadar (Gambar 3.6) yang mana material penyusun pada zona tersebut mengalami perubahan dari *soft material* menjadi *hard material* yang mempunyai nilai rata-rata unsur Ni sebesar 1,15% ketika memasuki zona peralihan antara zona saprolit menuju zona bedrock (batuan dasar) kandungan unsur Ni mempunyai nilai rata-rata sebesar 0,29%.



Gambar 8. Titik bor pada lubang bor 23-DH-HIR-B1-07

Profil Geokimia Endapan Nikel Laterit pada daerah penelitian mengalami kecenderungan pola kelimpahan unsur ke Arah bawah permukaan yang dipengaruhi oleh laterisasi. Perilaku tersebut dipengaruhi oleh mobilitas unsur-unsur pada profil nikel laterit yang diketahui dari tingkat unsur tertentu yang mengalami perpindahan akibat Aliran air tanah. Perilaku yang terjadi selama proses laterisasi berlangsung meliputi :

- Pelindian (leaching) terutama pada MgO dan SiO<sub>2</sub> (Pengkayaan unsur pada Zona BRK dan SAPR)
- Pengkayaan (supergen) terutama pada unsur Ni (Pengkayaan unsur Pada SAPR)
- Residual unsur terutama pada Fe dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Pengkayaan unsur pada Zona OVBN dan LIMO).

Berdasarkan hasil analisis kadar Geokimia unsur dan senyawa, dapat diketahui bahwa distribusi kadar Ni, Fe, SiO<sub>2</sub>, MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pada 5 titik bor pada setiap profil memperlihatkan karakteristik yang hampir sama, antara lain :

#### 1. Ni

Kadar Unsur Ni mengalami peningkatan seiring bertambahnya kedalaman, dan memiliki kadar paling tinggi pada zona saprolit. Hal ini terjadi karena unsur Ni bersifat semi-mobile, akan dilarutkan oleh air hujan yang bersifat asam. Kemudian akan terjadi proses infiltrasi ke dalam tanah dan terjadi pengkonsentrasian kembali ketika unsur Ni bertemu dengan air tanah yang bersifat basa. Proses pengkonsentrasian unsur Ni pada suatu kedalaman tertentu biasa disebut proses *supergen enrichment*.

Penurunan kadar unsur Ni terjadi ketika telah mencapai zona batuan dasar. Hal ini terjadi karena kandungan unsur Ni di batuan ultramafik hanya berkisar antara 0,06-0,39% (Ahmad, 2001).

#### 2. Fe

Berbeda dari unsur Ni, Unsur Fe memiliki kecenderungan mengalami penurunan kadar seiring bertambahnya kedalaman. Hal ini terjadi karena unsur Fe bersifat immobile. Proses pengkonsentrasian unsur Fe menjadi endapan hasil oksidasi membentuk mineral hematit (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) selain itu, juga dapat terjadi hidrasi antara unsur besi dengan air tanah (basa/OH-) sehingga membentuk mineral goetit (Fe<sub>2</sub>O.H<sub>2</sub>O) pengkayaan unsur ini terjadi pada zona topsoil dan zona limonit dan akan mengalami penurunan unsur pada zona saprolit dan zona bedrock.

#### 3. SiO<sub>2</sub>

Senyawa SiO<sub>2</sub> memiliki kecenderungan sama seperti senyawa Ni karena unsur SiO<sub>2</sub> bersifat mobile. Kadar senyawa SiO<sub>2</sub> akan mengalami peningkatan seiring bertambahnya kedalaman. Pengkayaan unsur ini terjadi pada zona saprolit dan zona bedrock dan mengalami penurunan unsur pada zona topsoil dan zona limonit.

#### 4. MgO

Senyawa MgO memiliki kecenderungan sama dengan senyawa SiO<sub>2</sub> karena unsur Mg bersifat mobile. Seiring bertambahnya kedalaman, maka akan terjadi peningkatan kadar senyawa MgO. Pengkayaan unsur ini terjadi pada zona saprolit dan zona bedrock dan mengalami penurunan unsur pada zona topsoil dan zona limonit.

#### 5. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Senyawa Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> memiliki kecenderungan sama seperti unsur Fe karena unsur Al bersifat immobile. Semakin bertambahnya kedalaman, maka semakin rendah kadar senyawa Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Pengkayaan unsur ini terjadi pada zona topsoil dan zona limonit dan akan mengalami penurunan unsur pada zona saprolit dan zona bedrock.

### 4. KESIMPULAN

Profil endapan nikel laterit pada daerah penelitian terbagi menjadi 4 zona yaitu tanah penutup (top soil), limonit, saprolit dan batuan dasar (bedrock). Kadar unsur Ni pada tiap-tiap zonanya berkisar pada nilai : tanah penutup 0,76-0,87 %, limonit 0,75 - 1,62 %, saprolit 0,47 - 2,13%, batuan dasar (Bedrock) 0,25 - 0,80%.

Faktor pengontrol dominan yang mempengaruhi tinggi dan banyaknya kelimpahan Unsur Ni yang berbeda-beda pada Daerah penelitian di interpretasikan yaitu berupa morfologi. Morfologi inilah yang mengontrol bagaimana proses dan kecepatan air permukaan dan tanah dapat meresap sehingga dapat terjadinya proses pengkayaan supergene yang akan meningkatkan kelimpahan unsur Ni. Selain kondisi morfologinya, faktor lain yang berperan adalah struktur geologi karena daerah penelitian berada pada jalur ofiolit yang secara tektonik akan sangat aktif proses pengangkatan dan deformasi yang terjadi sehingga dapat memungkinkan terbentuknya banyak cekungan atau daerah rendahan untuk kemudian menghasilkan suatu endapan nikel laterit yang cukup tebal dibandingkan dengan daerah sekitarnya dan juga struktur geologi lainnya berupa kekar.

Kandungan Unsur Ni yang paling tinggi berada pada zona saprolit dikarenakan unsur Ni yang bersifat semi-mobile. Senyawa MgO dan SiO<sub>2</sub> bersifat mobile, sehingga kadarnya meningkat seiring bertambahnya kedalaman. Sebaliknya unsur Fe dan juga Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bersifat immobile, menunjukkan penurunan kadar seiring dengan bertambahnya kedalaman.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan ucapan terima kasih banyak kepada Institut Teknologi Nasional Yogyakarta sebagai institusi penulis berasal. Penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada PT. PAKU BUMI INTI MINERAL yang telah memfasilitasi dan mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian terkait Studi “KARAKTERISTIK GEOKIMIA ENDAPAN NIKEL LATERIT PADABLOK X DI KABUPATEN MOROWALI UTARA PROVINSI SULAWESI TENGAH”

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, W., 2001, Nickel Laterites : A Training Manual, Chemistry, Mineralogy & Formation of Ni Laterites. Property of PT INCO for Laterite Ore Manual.
- Ahmad, W., 2006, Laterites: Fundamentals of Chemistry, Mineralogy, Weathering Processes and Laterite Formation, Property of PT. INCO for Laterite Ore Manual, Unpublished.
- Ahmad, W. 2008. Nickel Laterites: Fundamental of Chemistry, Mineralogy, Weathering Processes, Formation and Exploration. Soroako, South Sulawesi. Property of PT. INCO for Laterite Ore Manual, Unpublished.
- Anonim. 2018. DEMNAS Seamless Digital Elevation Model (DEM) dan Batimetri Nasional, <http://tides.bog.go.id/DEMNAS/DEMNAS.php>, diakses tanggal 21 November 2023.
- Butt, C., R. M., and Zeegers H. 1992. Regolith exploration geochemistry in tropical and subtropical terrains. Handbook of Exploration Geochemistry 4. Amsterdam Amsterdam. Elsevier.
- Cahit, H., Selahattin, K., Necip G, Tolga Q, Ibrahim G, Hasan S, Osman P., 2017. Mineralogy and genesis of the lateritic regolith related Ni-Co deposit of the Caldag area (Manisa, western Anatolia), Turkey. Canadian Journal of Earth Science.
- Coffield, D.O., Bergman, S.C., Garrard, R.A., Guritno, N., Robinson, N.M., Talbot, J. 1993. Tectonic and stratigraphic evolution of the Kalosi PSC area and associated development of a Tertiary petroleum system, South Sulawesi, Indonesia. Proceedings of the Indonesian Petroleum Association, 22nd Annual Convention 1993, 679–706p.
- Elias, M. 2002. Nickel laterite deposits – a geological overview, resources and exploitation. Centre for Ore Deposit Research, University of Tasmania, Hobart, Special Publication 4, 205-220p.

- 
- Evans, A.M. 2009. Ore Geology and Industrial Minerals: An Introduction, Third Edition. Blackwell Publishing Science Ltd, 404 hal.
- Hall, R. 2002. Cenozoic geological and plate tectonic evolution of SE Asia and the W Pacific: computer based reconstructions, model and animations. *Journal of Asian Earth Sciences* 20, 353–431p.
- Hall, R., Wilson, M.E.J. 2000. Neogene Sutures in Eastern Indonesia. *Journal of Asian Earth Sciences* 18: 787-814.
- Kadarusman, A., Miyashita, S., Maruyama, S., Parkinson, C. D., Ishikawa, A. 2004. Petrology, Geochemistry and Paleogeographic Reconstruction of the East Sulawesi Ophiolite, Indonesia. *Tectonophysics* 392(1–4):55–83.
- Maps, G. (2023). Google Maps. Retrieved from <http://googlemaps.com> diakses tanggal 27 Desember 2023.
- Rose, A.W., Hawkes, H.E., Webb, J.S. 1979. *Geochemistry in Mineral Exploration*. Edisi Kedua. Academic Press, London.
- Simandjuntak, T.O., Rusmana, E., Surono, Supandjono, J.B. 2007. Peta Geologi Lembar Malili, Sulawesi skala 1:250.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Simandjuntak, T.O., Surono, Supandjono, J.B. 1997. Peta Geologi Lembar Poso, Sulawesi skala 1:250.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Sompotan, A.F. 2012. *Struktur Geologi Sulawesi*. Perpustakaan Sains Kabumian, Institut Teknologi Bandung.
- Surono. 2010. *Geologi Lengan Tenggara Sulawesi*. Publikasi Khusus, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 161h
- Surono, Hartono, Udi, (2013), *Geologi Sulawesi*, LIPI Press, Jakarta.
- Streckeisen, A., Wenk, E., & Frey, M. (1974). On steep isogratic surfaces in the Simplon area. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 47.
- Syafrizal, 2011. Karakterisasi Mineralogy Endapan Nikel Laterit di daerah Tinanggea Kabupaten Palangga Provinsi Sulawesi Tenggara. *JTM*. XVIII (4/2011).
- Syahrul, Dermawan, A. 2020. Penyebaran Nikel Laterit Menggunakan Korelasi Lapisan Pada PT Vale Indonesia Site Pomalaa, Kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Geomine*, Volume 8, Nomor 1: April 2020, Hal. 44 – 50.
- Van Bemmelen, R., 1949. *The Geology of Indonesia*, vol. IA, Martinus Nijhoff, The Hague, 792 hal.