

---

**PENGARUH BATUAN DASAR TERHADAP KUALITAS ENDAPAN NIKEL LATERIT  
BERDASARKAN ANALISIS PETROGRAFI DAN GEOKIMIA PADA SITE “AINUN”  
BLOK “SUCI” PT. ST NICKEL RESOURCES, KABUPATEN KONAWE,  
PROVINSI SULAWESI TENGGARA**

---

Suci Ainun Mandalay<sup>[1]</sup>, Hendra Bahar<sup>[1]</sup>, Sapto Heru Yuwanto<sup>[1]</sup>, dan Lakon Utamakno<sup>[1]</sup>

<sup>[1]</sup>Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya  
e-mail: hendrabahar@itats.ac.id

**ABSTRAK**

Penelitian ini terletak di lokasi PT. ST Nickel Resources, daerah Dunggua, Kecamatan Amonggedo, Kabupaten Konawe, Provinsi Sulawesi Tenggara. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui unsur-unsur geokimia, jenis mineral yang terkandung dalam batuan dasar, serta pengaruh batuan dasar terhadap endapan nikel laterit. Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan melakukan survei lapangan secara langsung mencakup pengambilan data litologi dan data hasil pemboran dari PT. ST Nickel Resources. Penelitian menggunakan analisis petrografi dan analisis geokimia *XRF (X-Ray Fluorescence)*. Hasil penelitian menunjukkan adanya unsur-unsur geokimia utama (*major*) seperti Ni, Co, Fe, SiO<sub>2</sub> dan Mg, dengan kadar Ni sebesar 0,69 – 1,51%. Di lokasi penelitian juga dijumpai jenis batuan ultrabasa diantaranya peridotit dan dunit, yang mengandung mineral olivin dan piroksen. Keberadaan kedua mineral tersebut merupakan penanda terdapatnya kadar nikel yang tinggi, sehingga menambah kualitas nikel yang ada pada daerah penelitian menjadi sangat baik.

*Kata kunci:* nikel, laterit, peridotit, dunit.

**PENDAHULUAN**

Pertambangan nikel di Indonesia telah lebih dulu dikembangkan di wilayah terpencil di Pulau Sulawesi dan Pulau Halmahera, karena saat itu belum terdapat kegiatan ekonomi lain yang bergerak dalam skala yang lebih besar. Kegiatan penambangan nikel memiliki peran yang sangat penting karena kegiatan eksploitasi sumber daya nikel mendorong pembangunan infrastruktur dan pembinaan sumber daya manusia di daerah penambangan, dan kemudian dapat digunakan untuk sektor-sektor lain di luar sektor pertambangan. Oleh karena itu, penambangan nikel dapat menjadi awal bagi pertumbuhan ekonomi di suatu wilayah.

Kompleks ofiolit di lengan tenggara Sulawesi merupakan bagian dari Lajur Ofiolit Sulawesi Timur. Istilah ofiolit dikemukakan pertama kali oleh Coleman (1977) untuk himpunan batuan yang terdiri dari batuan mafik, ultramafik, dan sedimen laut dalam (*pelagic sediments*). Batuan pembentuk lajur ini didominasi oleh batuan ultramafik dan mafik serta sedimen pelagik.

Batuan dasar dan topografi merupakan faktor yang sangat mempengaruhi pembentukan deposit nikel laterit yang secara langsung akan berpengaruh juga pada kualitas yang dihasilkan (Ahmad, 2006). Batuan dasar merupakan tempat terbentuknya endapan nikel laterit dan umumnya terdapat pada batuan ultrabasa yang diantaranya adalah peridotit. Penelitian ini mencoba untuk mengetahui pengaruh batuan dasar di daerah penelitian terhadap kualitas endapan nikel laterit.

**KAJIAN PUSTAKA**

**Keterdapatn Batuan Beku Ultrabasa**

Batuan ultrabasa hadir pada lapisan bumi sebagai bagian dari mantel atas yang terletak di bawah kerak benua atau kerak samudera (Kadarusman, 2009). Batuan ultrabasa yang ditemukan di kerak samudera pada umumnya mengalami serpentinisasi dengan intensitas yang beragam. Batuan ultrabasa terserpentinisasi tersebut ditemukan berasosiasi dengan gabro, dan dalam skala kecil terkadang ditemukan juga anortosit (Hekinian, 1982).

Batuan ultrabasa tersingkap di permukaan melalui berbagai pengaruh tektonik. Tiga prinsip sumber batuan ultrabasa dapat tersingkap di permukaan adalah (1) *orogenic peridotite* (2) *peridotite xenolith* (3) *oceanic peridotite* (Kadarusman, 2009). Batuan ultrabasa yang tersingkap di sisi timur Indonesia pada umumnya dihasilkan dari sikuen batuan ofiolit, yang disingkap melalui proses *orogenic peridotite*.

**Orogenic peridotite**

*Orogenic peridotite* memiliki karakteristik dimensi yang besar, dari beberapa kilometer hingga ratusan kilometer, disebut juga sebagai *Alpine type Peridotite* dengan lokasi tipenya berada di daerah mediterania seperti Ronda *Peridotite* dan Beni Bousera *Orogenic Peridotite*.

Di Asia, contoh yang baik untuk tipe ini adalah di *Horoman Ultramafic Rocks*, Hokkaido, Jepang, yang didominasi oleh lapisan peridotit dengan piroksenit yang memiliki tekstur melensa.

Peridotit yang dominan adalah lherzolit, dengan sedikit harzburgit dan piroksenit. Batuan ultrabasa ini terangkat ke permukaan melalui proses

metamorfisme tekanan sangat tinggi pada kejadian tumbukan antara kerak benua dengan kerak benua.

Tenaga pembawa batuan ultrabasa adalah gaya apung (*bouyancy*) dari kerak benua yang tidak tersubduksi setelah terjadinya pemutusan (*slab break off*) dari proses sebelumnya, yakni subduksi kerak benua.

### **Profil Nikel Laterit**

Gleeson, et. al., (2003), membagi profil nikel laterit menjadi 3 (tiga) bagian, yakni: zona protolit, zona saprolit dan zona limonit.

#### **1. Zona Protolit**

Zona protolit adalah batuan dasar, yakni batuan ultrabasa. Batuan ultrabasa yang dimaksud biasanya adalah harzburgit (peridotit yang kaya akan ortopiroksen), batuan peridotit lainnya dan juga dunit. Nikel hadir pada mineral silikat yang memiliki olivin kaya magnesium ataupun mineral hasil alterasi serpentin. Olivin yang tidak stabil pada kehadiran air selama pelapukan kimia, kemudian mengalami penguraian kimiawi meninggalkan mineral amorf feri-hidroksida dengan sedikit silika amorf dan fase elemen *immobile* lainnya seperti Cr.

#### **2. Zona Saprolit**

Hasil awal dari pelapukan adalah zona saprolit, yang masih memiliki sisa-sisa batuan dasar yang belum terlapukkan, meskipun pada batuan dasar sisa-sisa tersebut mineral yang ada di dalamnya telah mengalami alterasi. Batas antara batuan dasar dengan zona saprolit ini sangat tidak beraturan (bukan batas tegas yang horizontal). Pada kebanyakan profil nikel laterit tampak hadirnya pelapukan mengulit bawang (*spheroidal weathering*) sepanjang kekar dan rekahan, menghasilkan blok-blok batuan dasar yang segar, dikelilingi oleh material alterasi (dikenal dengan bongkah saprolit/*core stone*). Selama proses pelapukan, Mg di batuan dasar sudah hampir seluruhnya tercuci (*leached*), dan Si sebagian juga telah dilepaskan dari horizon ini melalui aliran airtanah.

#### **3. Zona Limonit**

Setelah unsur Si dan Mg tercuci oleh proses pelapukan dan mekanisme air tanah, Fe-oksida mendominasi bagian atas saprolit dan zona limonit yang berada di atasnya, bagian kaya oksida ini disebut dengan zona limonit. Zona ini mengandung hanya sekitar 15% total volume dari batuan dasarnya (Golightly, 1981). Kerak besi (disebut juga *ferruginous duricrust*, *cuirasse*, *canga*, *ferricrete*, atau *laterit residuum*) terbentuk di bagian atas dari zona ini dan melindungi bagian di bawahnya dari erosi fisik oleh air permukaan dan lainnya.

### **Proses Laterisasi**

Proses laterisasi merupakan serangkaian proses yang menyebabkan terjadinya tanah laterit. Proses utama yang membentuk tanah laterit ini adalah pelapukan kimia. Pelapukan kimia terdiri dari empat proses, yaitu: hidrolisis, oksidasi, hidrasi, dan pelarutan (Ahmad, 2006).

Hidrolisis merupakan proses peluruhan struktur kristal mineral asal karena pengaruh oksigen, karbon dioksida, airtanah, dan larutan asam atau air yang bersifat asam, sehingga terjadi pembentukan mineral baru atau mengalami pelindian sehingga unsur-unsurnya terpisah dan membentuk senyawa baru. Oksidasi merupakan proses terlepasnya unsur pada suatu senyawa mineral karena pengaruh oksigen yang mudah berikatan dengan unsur-unsur lain pada suatu senyawa yang kemudian membentuk senyawa baru. Hidrasi merupakan proses reaksi kimia karena pengaruh air yang sangat dominan dan menyebabkan pembentukan mineral-mineral *hidrous*.

Pelarutan merupakan proses pelarutan senyawa kimia sehingga menyebabkan terlapuknya suatu batuan dimana unsur-unsur atau mineral yang mudah larut dalam air akan ikut terbawa larutan sehingga menyebabkan rapuhnya suatu batuan.

Pada proses pelapukan kimiawi terdapat faktor-faktor yang mempercepat terjadinya pelapukan secara kimia (Ahmad, 2006), faktor-faktor tersebut antara lain:

##### **a. Faktor iklim dan cuaca**

Iklim dan cuaca setempat sangat berpengaruh dalam cepat atau lambatnya proses pelapukan kimia yang dialami. Pengaruh tingkat curah hujan, keasaman hujan, kelembaban, dan suhu.

##### **b. Faktor hidrosfer**

Hidrosfer merupakan faktor yang dipengaruhi oleh keadaan air permukaan ataupun airtanah. Kondisi muka airtanah, pergerakan air permukaan dan tingkat kecepatan resapan air permukaan ke dalam tanah merupakan hal yang dapat memicu cepat atau lambatnya proses pelapukan secara kimia.

##### **c. Faktor biosfer**

Biosfer merupakan faktor yang dipengaruhi oleh aktivitas ataupun kegiatan dari makhluk hidup baik flora, fauna, bakteri, maupun manusia sendiri sehingga mempercepat proses pelapukan kimia.

##### **d. Faktor litologi**

Kondisi batuan dasar juga mempengaruhi tingkat kecepatan proses pelapukan kimia. Dari struktur batuan yang masif, memiliki banyak rekahan, atau pada zona patahan bila batuan semakin tidak dalam bentuk masif maka semakin cepat mengalami pelapukan. Selain itu, pengaruh ukuran butir mineral, stabilitas mineral, dan morfologi dari batuan itu berada juga dapat mempengaruhi cepat atau lambatnya proses pelapukan kimia.

## METODE

### a. Analisis Petrografi

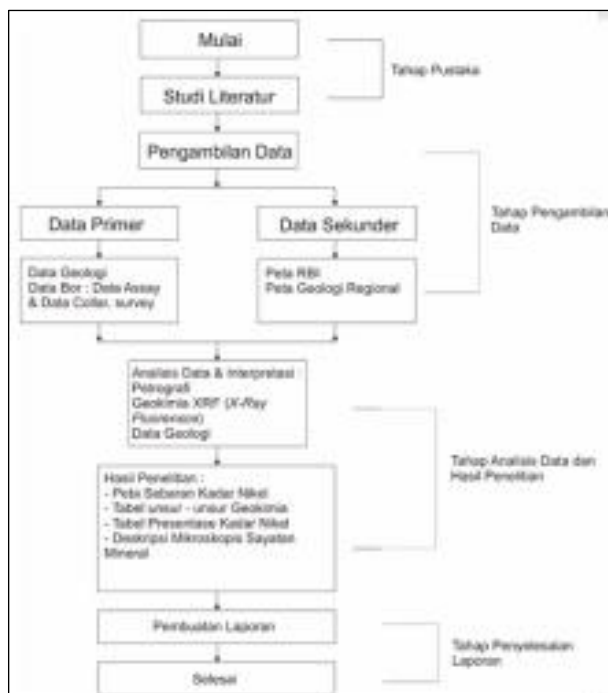
Analisis ini untuk menentukan jenis dan kelimpahan mineral yang hadir (baik primer maupun sekunder) untuk mengidentifikasi jenis batuan dasar yang mempengaruhi proses alterasi sehingga memenuhi kualitas dalam penambangan. Analisis petrografi dimulai dengan melakukan preparasi sampel batuan menjadi sayatan tipis (*thin section*) dengan ketebalan berkisar 0.03 mm yang menempel pada *slide glass* mikroskop. Analisis ini akan menghasilkan deskripsi mikroskopis sayatan mineral.

### b. Analisis Geokimia

Analisis geokimia ini menggunakan metode XRF (*X-Ray Fluorescence*) di laboratorium. Analisis ini berguna untuk menentukan kandungan unsur kimia pada litologi ataupun batuan dasar pembentuk nikel tersebut. Analisis data ini akan menghasilkan unsur-unsur geokimia yang terkandung dalam batuan dasar dan tabel persentase kadar nikel berdasarkan batuan dasar pada daerah penelitian.

### c. Analisis Geologi

Berupa analisis data geologi yang akan menghasilkan peta sebaran kadar nikel di lokasi penelitian, dan data pendukung, yaitu peta geomorfologi.



Gambar 1. Diagram alir metodologi penelitian

## HASIL

Sampel batuan dasar dari PT. ST Nickel Resources dianalisis di laboratorium sampel produksi dan geokimia dengan menggunakan alat penembak XRF (*X-Ray Fluorescence*), menghasilkan data unsur-

unsur geokimia yang terkandung pada sampel batuan dasar tersebut (tabel 1).

Endapan nikel yang ada di daerah penelitian adalah jenis nikel laterit, merupakan hasil pelapukan dari batuan ultrabasa (peridotit), kemudian batuan induk ini akan berubah menjadi serpentin akibat pengaruh larutan hidrotermal atau larutan residual pada waktu proses pembentukan magma (proses serpentinisasi). Faktor-faktor lain yang dominan membentuk endapan laterit adalah proses pelapukan dan pelindihan (*leaching*).

Pada tabel 1, terdapat unsur-unsur utama batuan ultrabasa pada daerah penelitian yang dilakukan terhadap 17 (tujuhbelas) unit sampel dari hasil pemboran. Namun, untuk unsur yang difokuskan dalam penelitian ini hanya unsur nikel, Ni (%), dengan menggunakan analisis XRF.

Pada tabel 2, dapat dilihat hasil analisis kadar nikel (Ni) pada zona batuan dasar (*bedrock*) yang dijumpai pada 17 (tujuhbelas) sampel titik bor dengan hasil yaitu: persentase kadar yang tinggi mencapai 1,51% dan kadar yang paling rendah 0,69%, dan berada pada lapisan zona batuan dasar (*bedrock*).

Tabel 1. Unsur-unsur geokimia pada batuan dasar di lokasi penelitian

| Ni%  | Co%   | Fe%    | SiO <sub>2</sub> % | MgO%   |
|------|-------|--------|--------------------|--------|
| 1.2  | 0.012 | 6.771  | 22.818             | 33.343 |
| 0.8  | 0.014 | 6.284  | 22.113             | 36.081 |
| 1.18 | 0.016 | 6.114  | 20.955             | 33.380 |
| 1.17 | 0.014 | 7.207  | 25.255             | 30.995 |
| 1.09 | 0.012 | 6.343  | 23.309             | 33.729 |
| 1.25 | 0.012 | 6.466  | 23.076             | 33.414 |
| 1.51 | 0.016 | 5.401  | 21.710             | 38.233 |
| 1.33 | 0.037 | 12.368 | 23.011             | 27.366 |
| 0.86 | 0.018 | 6.048  | 21.367             | 38.312 |
| 0.90 | 0.016 | 7.404  | 23.155             | 28.791 |
| 1.33 | 0.019 | 6.647  | 19.417             | 33.316 |
| 1.50 | 0.020 | 7.589  | 22.766             | 29.385 |
| 0.69 | 0.016 | 6.439  | 22.504             | 30.389 |
| 0.96 | 0.020 | 6.917  | 20.772             | 32.830 |
| 1.16 | 0.016 | 6.712  | 20.643             | 31.919 |
| 1.35 | 0.017 | 6.391  | 23.654             | 29.907 |
| 0.93 | 0.017 | 6.376  | 24.083             | 28.585 |

Sumber: PT. ST Nickel Resources

Tabel 2. Data kadar unsur nikel (Ni) pada zona batuan dasar menggunakan analisis XRF

| Max_depth | Ni (%) |
|-----------|--------|
| 16        | 1.2    |
| 9         | 0.8    |
| 12        | 1.18   |
| 16.5      | 1.17   |
| 13        | 1.09   |
| 32        | 1.25   |
| 16        | 1.51   |
| 31        | 1.33   |
| 12        | 0.86   |
| 23        | 0.90   |
| 28        | 1.33   |
| 19        | 1.50   |
| 31        | 0.69   |
| 24        | 0.96   |
| 25        | 1.16   |
| 10        | 1.35   |

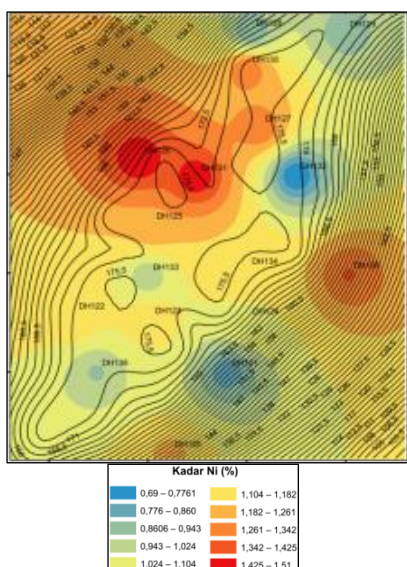
Sumber: PT. ST Nickel Resources

### **Pengaruh Batuan Dasar terhadap Kualitas Endapan Nikel Laterit**

Berdasarkan hasil analisis petrografi dan analisis geokimia XRF (menggunakan alat niton XL2) diketahui terdapat dua jenis batuan dasar, yaitu: peridotit dengan tipe lherzolit dan dunit. Daerah dengan kadar nikel 0,69 – 1,51% memiliki batuan dasar peridotit (lherzolit). Gambar 2 menunjukkan persentase sebaran kadar nikel di lokasi penelitian. Batuan dasar peridotit mengandung kadar nikel tinggi dibandingkan batuan dasar piroksinit, karena peridotit lebih banyak mengandung mineral olivin yang akan membentuk mineral garnierit, yaitu mineral pembawa unsur nikel, sedangkan batuan dasar piroksinit pada umumnya banyak mengandung mineral piroksin dibanding mineral olivin.

Ahmad, (2006) yang menyatakan bahwa salah satu batuan dasar endapan nikel laterit yaitu peridotit dan piroksinit, dengan peridotit (lherzolit) memiliki kandungan mineral olivin sebesar 65% sedangkan piroksinit merupakan batuan yang mengandung lebih banyak mineral piroksin ketimbang mineral olivin.

Dari data-data yang telah ada, dapat dijelaskan bahwa jenis batuan ultrabasa sangat mempengaruhi hasil dari proses laterisasi yang terjadi pada endapan nikel laterit. Batuan dasar di lokasi penelitian merupakan jenis batuan ultrabasa dengan penamaan batuan peridotit dan batuan dunit. Kedua batuan tersebut memiliki mineral olivin dan piroksen yang melimpah sehingga mendukung keterdapatannya mineral garnierit dan krisopras, kedua mineral tersebut merupakan penanda terdapatnya kadar nikel yang tinggi, sehingga kualitas nikel pada daerah penelitian ini sangat baik.



Gambar 2. Peta Sebaran Kadar Ni (nikel) di lokasi penelitian

### **KESIMPULAN**

1. Unsur-unsur geokimia yang terkandung dalam batuan dasar pada daerah penelitian ini yaitu berupa unsur geokimia utama saja seperti Ni, Co, Fe, SiO<sub>2</sub> dan Mg. Unsur-unsur tersebut didapat dari hasil analisis geokimia XRF (*X-Ray Fluorescence*). Kadar nikel dalam batuan dasar pada daerah penelitian ini sebesar 0,69% – 1,51%.
2. Jenis dan mineral pada batuan dasar di daerah penelitian adalah jenis batuan ultrabasa yang memiliki kandungan mineral olivin dan piroksen dengan rata-rata persentasenya sebesar 70%.
3. Pengaruh batuan dasar terhadap endapan nikel laterit pada daerah penelitian ini diketahui dari hasil analisis petrografi dan geokimia XRF (*X-Ray Fluorescence*). Dari kedua analisis tersebut diketahui bahwa batuan dasar di lokasi penelitian merupakan jenis batuan ultrabasa dengan penamaan batuan peridotit dan batuan dunit, memiliki mineral olivin dan piroksen yang melimpah, menandakan terdapatnya kadar nikel tinggi, dengan kualitas yang sangat baik.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Ahmad, W., 2006, *Laterites: Fundamentals of Chemistry, Mineralogy, Weathering Processes and Laterite Formation*, Property of PT. INCO for Laterite Ore Manual, Unpublished.
- Coleman, R.G., 1977, *Ophiolites*, Springer-Verlag, Berlin.
- Hekinian, R., 1982, *Petrology of the Ocean Floor*, Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, New York.
- Gleeson, S.A., Butt, C.R.M., Elias, M., 2003, *Nickel Laterites: A Review*, SEG (Society of Economic Geologist) Newsletter, No. 54.
- Golightly, J. P., 1979. Nickeliferous Laterites : A General Description. International Laterite Symposium New Orleans, Feb 19-21, 1979.
- Kadarusman, A., 2009, *Ultramafic Rocks Occurrences In Eastern Indonesia and Their Geological Setting*, Proceedings PIT IAGI Semarang, The 38<sup>th</sup> IAGI Annual Convention and Exhibition, Semarang.