

# **GEOLOGI DAN KARAKTERISTIK BATUAN DASAR TERHADAP ENDAPAN NIKEL LATERIT DI DAERAH WATUPARI, KECAMATAN ROUTA, KABUPATEN KONAWA, PROVINSI SULAWESI TENGGARA**

Devon Sena Thorffata, Sutarto, Joko Soesilo  
Teknik Geologi, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta  
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara) Condong Catur, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55283  
[devonsenathorffata@gmail.com](mailto:devonsenathorffata@gmail.com)

**Sari** – Daerah penelitian terletak di dalam wilayah eksplorasi PT Sulawesi Cahaya Mineral yang secara administratif terletak di daerah Watupari, Kecamatan Routa, Kabupaten Konawe, Provinsi Sulawesi Tenggara yang merupakan salah satu daerah dengan potensi endapan nikel laterit yang cukup baik.

Geomorfologi pada daerah penelitian terbagi menjadi dua bentuk asal yaitu bentuk asal denudasional dan bentuk asal fluvial. Bentuk asal denudasional terbagi lagi menjadi empat bentuklahan yaitu Perbukitan Denudasional (D1), Lereng Denudasional (D2), Morfologi Bergelombang (D3), dan Bukit Terisolir (D4). Bentuk asal fluvial terbagi menjadi dua bentuklahan yaitu Tubuh Sungai (F1) dan Rawa (F2).

Stratigrafi daerah penelitian terbagi dari yang paling tua ke yang paling muda yaitu Satuan Peridotit Routa yang berumur Kapur, Satuan Dunit yang berumur Kapur, Satuan Konglomerat Routa yang berumur Miosen-Pliosen, dan Endapan Aluvial yang berumur Resen.

Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian berupa kekar dan sesar. Struktur kekar berupa kekar berpasangan (shear joint) yang memiliki arah tenggara – barat laut dan timur – barat. Struktur sesar berupa kekar gerus dan kekar tarik (shear fracture dan gash fracture) yang memiliki arah umum SF N207°E/76° dan GF N240°E/56° dengan pergerakan sesar normal left slip fault, arah umum SF N332°E/80° dan GF N284°E/60° dengan pergerakan sesar left slip fault, dan arah umum SF N107°E/49° dan GF N181°E/80° dengan pergerakan normal left slip fault.

Batuan dasar adalah salah satu faktor yang menentukan kadar nikel pada endapan nikel laterit karena merupakan sumber dari kandungan nikel sebelum mengalami pengkayaan. Penelitian studi ini mencakup pemetaan geologi untuk mengetahui sebaran satuan batuan dan pengolahan data sekunder berupa geokimia titik bor yang kemudian dikorelasikan. Berdasarkan penelitian, dapat disimpulkan bahwa Satuan Dunit Routa merupakan satuan yang menghasilkan endapan nikel laterit dengan kadar yang cukup tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa batuan dasar memiliki pengaruh penting dalam terbentuknya endapan nikel laterit. Selain itu, faktor-faktor lain seperti topografi juga memiliki pengaruh penting terhadap endapan nikel laterit.

**Kata Kunci** : Nikel laterit, batuan dasar, geokimia, harzburgit, lherzolit, wehrlit

## **PENDAHULUAN**

Nikel adalah komoditas tambang yang banyak digunakan sebagai campuran logam karena sifatnya keras tetapi dapat dibentuk serta tahan terhadap karat. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil nikel terbesar di dunia dengan produksi sebesar 2,6 juta ton pada tahun 2019 silam. Nikel berasal dari tiga sumber utama yaitu nikel primer, nikel laterit, dan nikel nodul polimetalik. Penelitian dilakukan di daerah Konawe, Sulawesi Tenggara yang secara geologi tersusun oleh batuan ultramafik berupa peridotit (harzburgit, lherzolit, wehrlit), dunit, websterit, dan lain-lain. Batuan-batuan ultramafik tersebut merupakan batuan dasar yang berpotensi untuk membentuk endapan nikel laterit.

Nikel laterit merupakan sumber terbesar dari produksi nikel di dunia. Nikel laterit sendiri terbentuk akibat dari pelapukan dari batuan ultramafik serta pengkayaan pada lapisan tanah yang berada di atas batuan dasar tersebut. Produksi nikel utama di Indonesia sebagian besar berasal dari endapan laterit yang banyak terdapat di Indonesia bagian timur. Keterdapatan nikel laterit pada daerah tersebut dikarenakan oleh proses tektonik yang kompleks sehingga batuan lantai samudera yang didominasi batuan mafik dan ultramafik dapat tersingkap ke permukaan. Endapan tersebut dikontrol oleh karakteristik batuan dasar, tingkat erosi dan pelapukan, struktur geologi, serta morfologi. Indonesia bagian timur merupakan daerah yang ideal karena memiliki singkapan batuan ultramafik dengan iklim tropis serta struktur geologi yang intens sehingga memungkinkan endapan nikel laterit untuk terbentuk. Batuan ultramafik sendiri berpotensi untuk membentuk endapan nikel laterit karena memiliki kandungan Ni yang tinggi pada mineral-mineral mafiknya. Menurut Ahmad (2008), olivin mengandung rata-rata 0,32% Ni, ortopiroksen mengandung 0,07% Ni, klinopiroksen mengandung 0,04% Ni.

**METODE PENELITIAN**

Data yang digunakan pada penelitian adalah data primer dan data sekunder. Tahapan penelitian pada studi ini terbagi menjadi beberapa tahapan (Gambar 1) yang akan dijelaskan berikut ini yang terbagi menjadi:

**Tahap Pra Pemetaan**

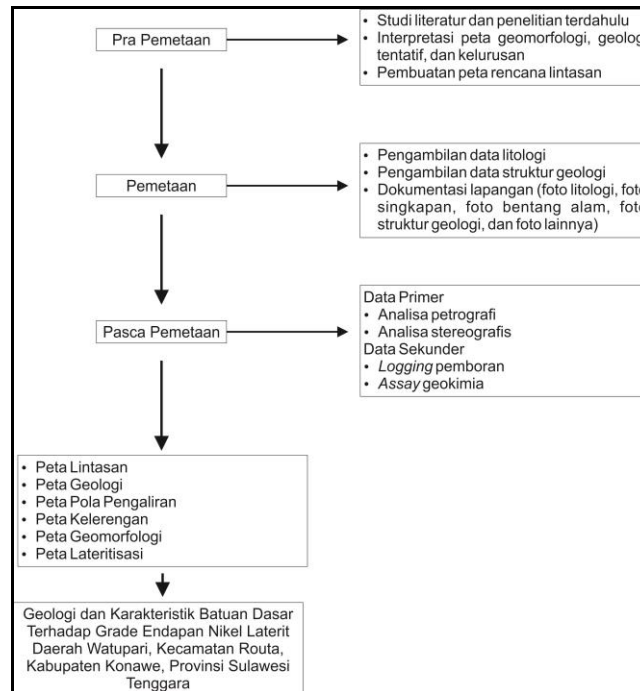
Meliputi tahapan-tahapan yang dilakukan sebelum kegiatan pemetaan. Tahap ini meliputi studi literatur dan penelitian terdahulu, interpretasi peta, dan rencana lintasan.

**Tahap Pemetaan**

Meliputi tahapan-tahapan yang dilakukan pada saat kegiatan pemetaan. Tahap ini meliputi pengambilan data litologi, data struktur geologi, dan dokumentasi lapangan.

**Tahap Pasca Pemetaan**

Meliputi tahapan-tahapan yang dilakukan setelah kegiatan pemetaan. Tahap ini meliputi analisa petrografi dan analisa stereografis untuk data primer. Data sekunder meliputi *logging* pemboran dan *assay* geokimia.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

**GEOLOGI DAERAH PENELITIAN**

**Pola Pengaliran**

Daerah penelitian memiliki pola pengaliran Sub-Paralel dan Sub-Dendritik.

**Geomorfologi**

Daerah penelitian terbagi menjadi dua bentuk asal yaitu denudasional dan fluvial. Bentuk asal denudasional terbagi menjadi empat bentuklahan yaitu Perbukitan Denudasional (D1), Lereng Denudasional (D2), Morfologi Bergelombang (D3), dan Bukit Terisolir (D4). Bentuk asal fluvial terbagi menjadi dua bentuklahan yaitu Tubuh Sungai (F1) dan Rawa (F2).

**Stratigrafi**

Daerah penelitian dari yang paling tua hingga ke paling muda adalah Satuan Peridotit Routa yang berumur Kapur, Satuan Dunit Routa yang berumur Kapur, Satuan Konglomerat Routa yang berumur Miosen-Pliosen, dan Endapan Aluvial yang berumur Resen.

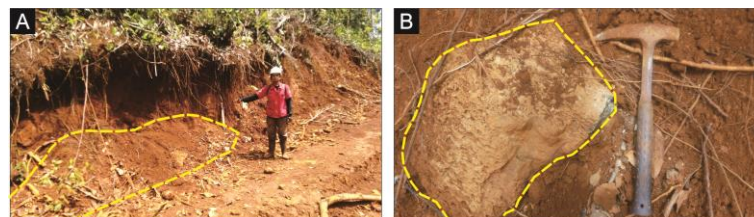
**Satuan Peridotit Routa**

Satuan ini memiliki litologi dominan peridotit yang berupa harzburgit (Gamabr 2) dan lherzolit (Gambar 3) yang beberapa sudah mengalami serpentinisasi khususnya pada bagian yang terdapat *fracture*. Satuan ini memiliki tingkat pelapukan rendah-tinggi dan mencakup sekitar 60% dari luasan daerah penelitian. Pada geologi regional, satuan ini termasuk ke dalam kompleks ultramafik pada *East Sulawesi Ophiolite* (ESO) yang memiliki umur Pra-Tersier yaitu pada zaman Kapur.

Gambar 2. Singkapan dengan litologi *harzburgite*Gambar 3. Singkapan dengan litologi *lherzolite*

### Satuan Dunit Rوتا

Satuan ini memiliki litologi dominan berupa dunit (Gambar 4) yang beberapa sudah mengalami serpentinisasi khususnya pada bagian yang terdapat *fracture*. Satuan ini memiliki tingkat pelapukan rendah-tinggi dan mencakup sekitar 20% dari luasan daerah penelitian. Pada geologi regional, satuan ini termasuk ke dalam kompleks ultramafik pada *East Sulawesi Ophiolite* (ESO) yang memiliki umur Pra-Tersier yaitu pada zaman Kapur.

Gambar 4. Singkapan dengan litologi *dunite*Gambar 5. Singkapan dengan litologi *harzburgite*

### Satuan Konglomerat Rوتا

Satuan ini memiliki litologi dominan berupa konglomerat ultramafik dan batupasir kerikilan. Satuan ini merupakan satu-satunya satuan batuan yang tidak tersingkap di permukaan. Satuan ini memiliki tingkat pelapukan tinggi dan mencakup hanya sekitar 9% daerah penelitian. Satuan ini secara regional termasuk ke dalam Formasi Tomata yang berumur Miosen-Pliosen dan terendapkan secara tidak selaras terhadap Kompleks Ultramafik.

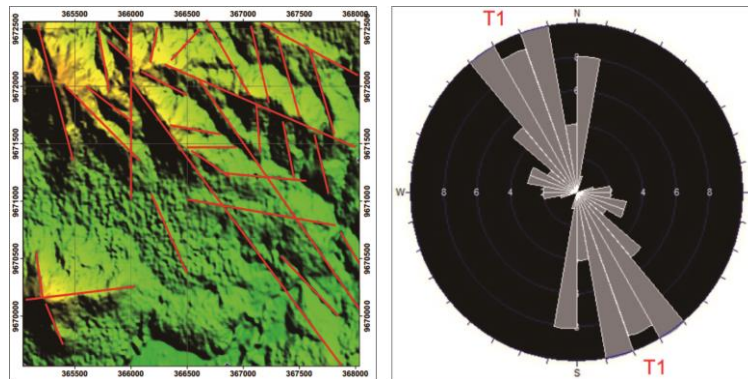
### Satuan Endapan Aluvial

Satuan ini terdiri dari material lepas hasil rombakan batuan asal dan menempati 1% dari luasan peta.

### Struktur Geologi

Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian berupa kekar dan sesar. Struktur kekar berupa kekar berpasangan (*shear joint*) yang memiliki arah tenggara – barat laut dan timur – barat. Struktur sesar berupa kekar gerus dan kekar tarik (*shear fracture* dan *gash fracture*) yang memiliki arah umum SF N207°E/76° dan GF N240°E/56° dengan pergerakan sesar normal left slip fault, arah umum SF N332°E/80° dan GF N284°E/60°

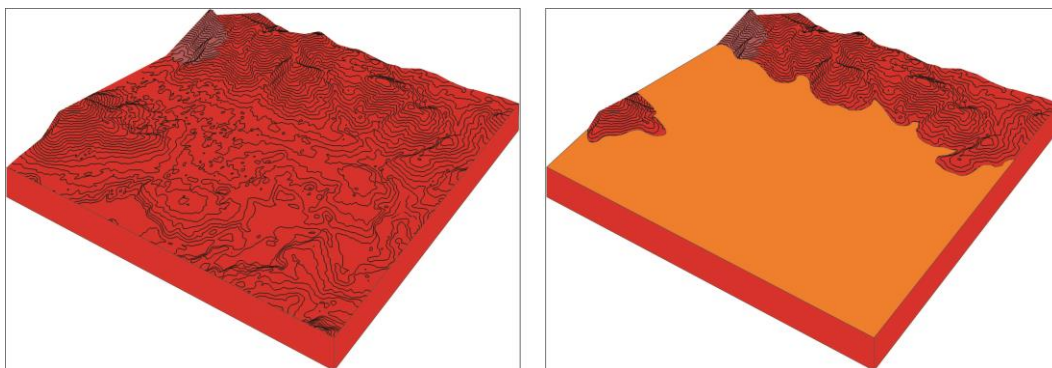
dengan pergerakan sesar left slip fault, dan arah umum SF N107°E/49° dan GF N181°E/80° dengan pergerakan normal left slip fault (Gambar 6).



Gambar 6. Tegangan utama daerah penelitian

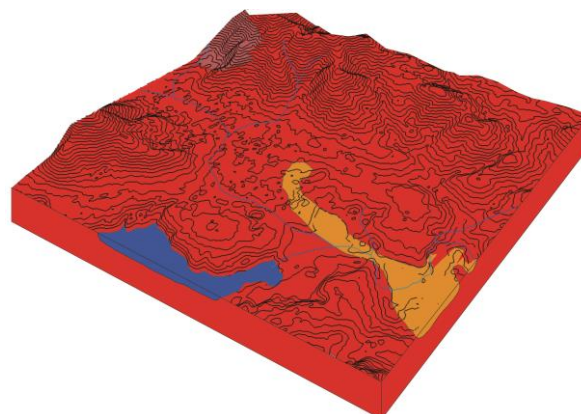
**Sejarah Geologi**

Batuan ultramafik yang berumur kapur mengalami pengangkatan ketika terjadi obduksi pada saat proses subduksi antara Lempeng Mikrokontinen Banggai-Sula dan Sulawesi. Setelah mengalami pengangkatan, batuan ultramafik yang berupa dunit dan peridotit (harzburgit dan lherzolit) pada daerah penelitian kemudian terekspos pada permukaan yang menyebabkan terjadinya proses pelapukan akibat dari berbagai macam faktor seperti struktur geologi, iklim, vegetasi, dan lain-lain. Pada Tersier tepatnya Miosen hingga Pliosen, morfologi cekungan mengakibatkan terjadinya proses sedimentasi material hasil rombakan dari ESO yang berupa batuan ultramafik. Proses sedimentasi tersebut mengakibatkan terbentuknya konglomerat ultramafik yang melampar di atas peridotit dan dunit (Gambar 7).



Gambar 7. Rekonstruksi geologi daerah penelitian

Setelah satuan konglomerat terendapkan, proses erosi yang intens menyebabkan litologi pada daerah penelitian mengalami pelapukan yang sangat intens. Terbentuk rawa pada bagian selatan dari daerah penelitian yang merupakan hasil tampungan air dari tinggian yang mengelilingi daerah tersebut (Gambar 8).



Gambar 8. Model 3D geologi daerah penelitian



## KARAKTERISTIK BATUAN DASAR TERHADAP GRADE ENDAPAN NIKEL LATERIT

### Batuan Dasar Daerah Penelitian

Daerah penelitian tersusun oleh tiga jenis batuan dasar yaitu Satuan Peridotit Rouda, Satuan Dunit Rouda, dan Satuan Konglomerat Rouda.

### Profil Fisik Daerah Penelitian

Berdasarkan data bawah permukaan yang berupa data bor, profil laterit yang terbentuk secara umum dari yang paling bawah adalah batuan dasar, saprolit, limonit, dan *top soil*. Pada beberapa daerah juga dijumpai lapisan penutup berupa *ferricrete* (Gambar 9)



Gambar 9. Profil fisik daerah penelitian

### Profil Geokimia Daerah Penelitian

Studi khusus penelitian tentang karakteristik batuan dasar terhadap grade endapan nikel laterit menggunakan parameter geokimia yang membandingkan antara unsur mayor yaitu Fe, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, dan MgO serta unsur minor yaitu Ni, Co, MnO dan Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Profil geokimia dibuat pada tiap titik bor untuk mengetahui tingkat mobilitas unsur pada saat proses lateritisasi

### Perbandingan Kadar Unsur Mayor (Fe, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, MgO) dan Unsur Minor (Ni, Co, MnO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) Pada Tiap Satuan Litodem

Terdapat 90 titik bor yang sudah dianalisa menggunakan data logging dan data geokimia. Berdasarkan data logging, secara umum didapat 3 jenis bedrock yaitu Peridotit pada 80 titik bor, Dunit pada 6 titik bor, dan Konglomerat pada 4 titik bor. Data geokimia yang digunakan adalah unsur mayor (Fe, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, dan MgO) dan unsur minor (Ni, Co, MnO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dengan hasil yang menunjukkan karakteristik yang berbeda untuk tiap jenis bedrock.

Tabel 1. Kandungan geokimia pada Satuan Peridotit Rouda

LITOLOGI	Ni	Co	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO
PDT	0,24	0,01	0,13	0,42	6,39	2,13	42,34	36,98
SR-PDT	0,75	0,01	0,17	0,59	8,61	2,65	42,71	29,15
RS-PDT	0,47	0,01	0,14	0,46	6,88	2,76	42,40	33,80
SP-PDT	1,48	0,02	0,28	1,11	13,74	2,62	36,11	27,71
FS-PDT	1,35	0,09	0,94	2,41	33,42	9,28	21,37	2,47
LM-PDT	0,99	0,09	0,87	2,80	42,02	13,26	5,49	1,28
TL	0,74	0,05	0,53	1,96	30,57	11,45	18,62	8,73

Tabel 2. Kandungan geokimia pada Satuan Dunit Rouda

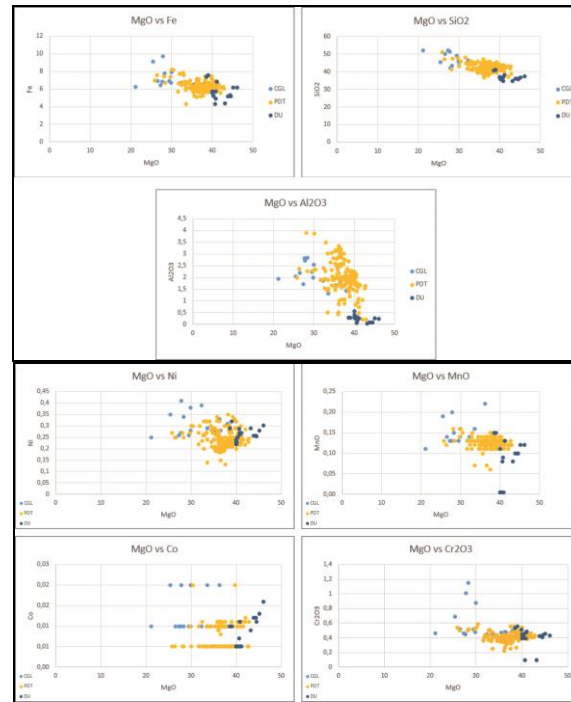
LITOLOGI	Ni	Co	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO
DU	0,27	0,01	0,08	0,46	5,68	0,22	36,23	41,33
SR-DU	0,34	0,01	0,13	0,39	6,10	2,23	42,37	36,51
RS-DU	0,95	0,01	0,16	0,58	7,84	1,67	41,29	33,27
SP-DU	1,48	0,02	0,28	1,11	13,74	2,62	36,11	27,71
FS-DU	1,77	0,05	0,86	3,25	34,41	10,00	17,46	4,52
LM-DU	1,01	0,07	1,01	3,09	44,17	11,74	4,46	1,35
TL	0,75	0,06	0,61	2,91	41,83	15,59	4,08	1,04

Tabel 3. Kandungan geokimia pada Satuan Konglomerat Routa

LITOLOGI	Ni	Co	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO
CGL	0,31	0,01	0,15	0,58	7,14	2,02	46,21	30,56
SR-CGL	0,62	0,03	0,29	0,62	10,47	2,39	42,40	29,32
SP-CGL	0,91	0,09	1,15	2,35	30,46	11,00	24,22	4,62
LM-CGL	0,95	0,09	0,89	4,21	39,59	11,56	11,36	1,60
TL	0,62	0,04	0,39	1,27	18,26	4,66	34,15	19,86

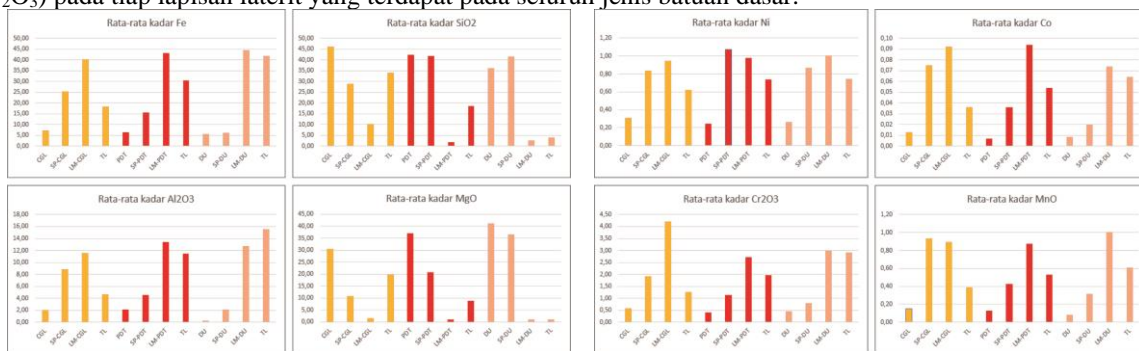
**Karakteristik Batuan Dasar Terhadap Grade Endapan Nikel Laterit**

Plotting antara unsur MgO terhadap unsur mayor dan unsur minor menunjukkan pola kandungan tiap unsur pada tiap lapisan laterit.



Gambar 10. Grafik scatter plot MgO vs unsur mayor (Fe, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dan unsur minor (Ni, Co, MnO, dan Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) tiap batuan dasar

Berikut adalah rata-rata dari seluruh unsur mayor (Fe, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, MgO) dan unsur minor (Ni, Co, MnO, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) pada tiap lapisan laterit yang terdapat pada seluruh jenis batuan dasar.



Gambar 11. Grafik rata-rata kandungan unsur mayor dan unsur minor pada tiap batuan dasar

**Faktor Konsentrasi Ni**

Faktor konsenstrasi unsur Ni digunakan untuk mengetahui besarnya tingkat pengkayaan unsur Ni pada tiap profil laterit yang terbentuk pada batuan dasar. Hal ini dapat diketahui dengan membandingkan kadar Ni pada tiap profil laterit dengan kadar Ni yang terdapat di batuan dasar.

Tabel 4. Faktor konsentrasi Ni di lapisan laterit pada tiap batuan dasar

LITOLOGI	Ni	Co	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FAKTOR KONSENTRASI Ni
CGL	0,31	0,01	0,15	0,58	7,14	2,02	46,21	30,56	-
SR-CGL	0,62	0,03	0,29	0,62	10,47	2,39	42,40	29,32	2,00
SP-CGL	0,91	0,09	1,15	2,35	30,46	11,00	24,22	4,62	2,95
LM-CGL	0,95	0,09	0,89	4,21	39,59	11,56	11,36	1,60	3,08
TL	0,62	0,04	0,39	1,27	18,26	4,66	34,15	19,86	-
LITOLOGI	Ni	Co	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FAKTOR KONSENTRASI Ni
PDT	0,24	0,01	0,13	0,42	6,39	2,13	42,34	36,98	-
SR-PDT	0,75	0,01	0,17	0,59	8,61	2,65	42,71	29,15	3,09
RS-PDT	0,47	0,01	0,14	0,46	6,88	2,76	42,40	33,80	1,93
SP-PDT	1,48	0,02	0,28	1,11	13,74	2,62	36,11	27,71	6,09
FS-PDT	1,35	0,09	0,94	2,41	33,42	9,28	21,37	2,47	5,53
LM-PDT	0,99	0,09	0,87	2,80	42,02	13,26	5,49	1,28	4,05
TL	0,74	0,05	0,53	1,96	30,57	11,45	18,62	8,73	-
LITOLOGI	Ni	Co	MnO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MgO	FAKTOR KONSENTRASI Ni
DU	0,27	0,01	0,08	0,46	5,68	0,22	36,23	41,33	-
SR-DU	0,34	0,01	0,13	0,39	6,10	2,23	42,37	36,51	1,30
RS-DU	0,95	0,01	0,16	0,58	7,84	1,67	41,29	33,27	3,59
SP-DU	1,48	0,02	0,28	1,11	13,74	2,62	36,11	27,71	5,59
FS-DU	1,77	0,05	0,86	3,25	34,41	10,00	17,46	4,52	6,68
LM-DU	1,01	0,07	1,01	3,09	44,17	11,74	4,46	1,35	3,79
TL	0,75	0,06	0,61	2,91	41,83	15,59	4,08	1,04	-

Berdasarkan tabel, masing-masing batuan dasar menunjukkan faktor konsentrasi unsur Ni pada tiap profil laterit yang berbeda-beda. Pada Satuan Konglomerat Routa, unsur Ni memiliki faktor konsentrasi sebesar 2 kali pada *saprolite rock*, 2,95 kali pada *saprolite*, dan 3,08 kali pada *limonite*. Pada Satuan Peridotit Routa, unsur Ni memiliki faktor konsentrasi sebesar 3,09 kali pada *saprolite rock*, 1,93 kali pada *rocky saprolite*, 6,09 kali pada *saprolite*, 5,53 kali pada *ferrigenous saprolite*, dan 4,05 kali pada *limonite*. Pada Satuan Dunit Routa, unsur Ni memiliki faktor konsentrasi sebesar 1,30 pada *saprolite rock*, 3,59 kali pada *rocky saprolite*, 5,59 kali pada *saprolite*, 6,68 kali pada *ferrigenous saprolite*, dan 3,79 kali pada *limonite*. Faktor konsentrasi pada *transported limonite* tidak dibandingkan karena lapisan tersebut tidak bersifat insitu dan merupakan rombakan material dari daerah lain.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian yang dilakukan di daerah Watupari, Kecamatan Routa, Kabupaten Konawe, Sulawesi Tenggara adalah sebagai berikut:

1. Terdapat dua Satuan Bentuk Asal yaitu Bentuk Asal Denudasional yang terdiri dari Perbukitan Denudasional (D1), Lereng Denudasional (D2), Bukit Terisolir (D3), Dataran Nyaris (D4), dan Bentuk Asal Fluvial yang terdiri dari Tubuh Sungai (F1) dan Rawa (F2).
2. Terdapat tiga satuan batuan yang terbagi menjadi satuan litostratigrafi dan satuan litodemik. Satuan Litostratigrafi terdiri dari Satuan Konglomerat Routa sedangkan satuan litodemik terdiri dari Satuan Peridotit Routa dan Satuan Dunit Routa.
3. Terdapat dua jenis struktur geologi yaitu *shear fracture* dan *gash fracture* yang terdapat pada tiga lokasi pengamatan dan *shear joint* yang terdapat pada tiga lokasi pengamatan.
4. Proses Lateritisasi pada daerah penelitian berjalan dengan baik yang dibuktikan dengan terbentuknya profil laterit lengkap yang terdiri dari batuan dasar, saprolit, dan limonit pada Satuan Peridotit Routa, Satuan Dunit Routa, dan Satuan Konglomerat Routa.
5. Terdapat sepuluh lapisan profil laterit yang berkembang pada daerah penelitian dari yaitu *ferricrete*, *ferrigenous zone*, *transported limonite*, *limonite*, *ferrigenous saprolite*, *saprolite*, *rocky saprolite*, *saprolite rock*, dan batuan dasar.
6. Profil geokimia menunjukkan keterdapatannya unsur mayor dan minor pada tiap lapisan yang berbeda-beda. Unsur Fe, Al, Cr yang merupakan unsur yang bersifat *non-mobile* sangat melimpah di zona limonit. Unsur Ni, Co, Mn yang merupakan unsur yang bersifat semi-mobile banyak terdapat di zona *saprolite*. Unsur Si dan Mg yang bersifat mobile sangat melimpah di zona batuan dasar.
7. Kandungan unsur Ni pada tiap lapisan profil laterit bervariasi. Pada batuan dasar, satuan Konglomerat Routa memiliki rata-rata kandungan tertinggi sebesar 0,31%, diikuti oleh Satuan Dunit Routa sebesar 0,27%, dan Satuan Peridotit Routa sebesar 0,24%. Pada zona saprolit, Satuan Dunit Routa memiliki rata-rata kandungan tertinggi sebesar 1,77%, diikuti oleh Satuan Peridotit Routa sebesar 1,48%, dan Satuan Konglomerat Routa sebesar 0,91%. Pada zona limonit, Satuan Dunit Routa memiliki rata-rata kandungan tertinggi sebesar 1,01%, diikuti oleh Satuan Peridotit Routa sebesar 0,99%, dan Satuan Konglomerat Routa sebesar 0,95%.
8. Faktor konsentrasi unsur Ni pada tiap satuan batuan bervariasi. Pada Satuan Konglomerat Routa, unsur Ni memiliki faktor konsentrasi sebesar 2 kali pada *saprolite rock*, 2,95 kali pada *saprolite*, dan 3,08

- kali pada *limonite*. Pada Satuan Peridotit Rوتا, unsur Ni memiliki faktor konsentrasi sebesar 3,09 kali pada *saprolite rock*, 1,93 kali pada *rocky saprolite*, 6,09 kali pada *saprolite*, 5,53 kali pada *ferrigenous saprolite*, dan 4,05 kali pada *limonite*. Pada Satuan Dunit Rوتا, unsur Ni memiliki faktor konsentrasi sebesar 1,30 kali pada *saprolite rock*, 3,59 kali pada *rocky saprolite*, 5,59 kali pada *saprolite*, 6,68 kali pada *ferrigenous saprolite*, dan 3,79 kali pada *limonite*. Faktor konsentrasi pada *transported limonite* tidak dibandingkan karena lapisan tersebut tidak bersifat insitu dan merupakan rombakan material dari daerah lain.
9. Satuan Dunit Rوتا memiliki *ore* nikel tipe *High Grade Saprolite Ore* pada zona saprolit dan *Low Grade Limonite Ore* pada zona limonit. Satuan Peridotit Rوتا memiliki *ore* nikel tipe *Medium Grade Saprolite Ore* pada zona saprolit dan *Low Grade Limonite Ore* pada zona limonit. Satuan Konglomerat Rوتا memiliki *ore* nikel dengan kandungan Ni di bawah *cut off grade* pada zona saprolit dan *Low Grade Limonite Ore* pada zona limonit.
  10. Tipe litologi batuan dasar memiliki pengaruh terhadap *grade* endapan nikel laterit yang akan terbentuk. Hal ini dikarenakan litologi yang berbeda memiliki komposisi mineral yang berbeda sehingga kandungan unturnya akan berbeda pula. Pada endapan nikel laterit, batuan dasar yang tinggi akan kandungan Ni akan memiliki profil laterit dengan kadar Ni yang lebih tinggi. Namun, karakteristik batuan dasar juga ditunjang faktor-faktor pengontrol lainnya juga seperti morfologi dimana profil laterit yang terbentuk pada morfologi curam akan lebih tipis dan pengayaan Ni menjadi tidak maksimal begitu pula dengan sebaliknya.
  11. Daerah penelitian memiliki potensi geologi positif dan negatif. Potensi positif berupa terdapatnya komoditas logam berharga yaitu nikel (Ni) dengan kadar yang cukup ekonomis untuk ditambang. Potensi negatif berupa potensi gerakan massa pada beberapa daerah yang tersusun oleh material lepas dan memiliki morfologi curam. Hal ini juga dibebani oleh tingginya curah hujan dan tingginya intensitas struktur geologi di daerah penelitian. Potensi negatif lainnya adalah apabila dilakukan penambangan maka dapat berpotensi untuk mencemari lingkungan akibat dari limbah penambangan berupa Cr dalam bentuk mineral kromit yang termasuk logam berat. Kandungan Cr yang tinggi pada limbah dapat mengontaminasi air sungai dan air tanah yang dikonsumsi oleh masyarakat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, W. 2008. *Fundamentals of Chemistry, Mineralogy, Weathering Processes and Laterite Formation*. Sorowako.
- Apostolikas, T. 2009. Nickel, World Production and Demand. 3<sup>rd</sup> Balkan Mining Congress, Balkanmine 2009 pp 29-34
- Asfar, S., Erick, S. 2019. Karakteristik Batuan Ultrabasa Pada Kompleks Ofiolit Desa Paka Indah, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Rekayasa Geofisika Indonesia* pp 24-37.
- Cluzel, D. 2013. Nickel Laterite Ore Deposits: Weathered Serpentinities. *Elements Vol. 9* pp 123-128.
- Elias, M. 2001. Nickel Laterite Deposits - Geological Overview, Resources, and Exploitation. *CODES Special Publication 4*, pp 205-220
- Freyssinet, P., C.R.M Butt, R.C Morris, dan P Piantone, 2005. Ore-Forming Processes Related to Lateritic Weathering. *Economic Geology 100th Anniversary volume*, pp 681-722
- Gill, Robin. 2010. *Igneous Rock: A Practical Guide*. UK: Wiley-Blackwell.
- Gleeson, A.S., Butt, C.R.M, Elias, M. 2003. Nickel Laterites: A Review. *SEG (Society of Economic Geologist) Newsletter*, No. 54, pp 9-16.
- Golightly, J.P. 2010. Progress in Understanding The Evolution of Nickel Laterites. *Society of Economic Geologist Special Publications Vol. 15*. pp 1-25
- Kadarusman, Ade. 2009. Ultramafic Rocks Occurences In Eastern Indonesia and Their Geological Setting. *Proceeding PIT IAGI, The 38th Convention and Exhibition*.
- Marsh, E., Anderson, E. 2011. Ni-Co Laterites – A Deposit Model. Virginia: U.S. Geological Survey
- Moetamar. 2007. Inventarisasi Endapan Nikel Laterit Kabupaten Konawe, Provinsi Sulawesi Tenggara, *Proceeding Pemaparan Hasil Kegiatan Lapangan dan Non Lapangan Tahun 2007*, Pusat Sumber Daya Geologi
- Rickard, M.J. 1972. Fault Classification: Discussion. *Geological Society of America Bulletin*, No.83, pp 2545-2545.
- Simandjuntak T.O., dan Barber A.J. 1996. Contrasting tectonic styles in the Neogen orogenic belts of Indonesia. Tectonic Evolution of SE Asia: *Geological Society Special Publication*, No. 106, pp 185-201.
- Sugiyono, A. 1998. Overview of Nickel Industry in Indonesia. *Mamberamo New Quarterly Newsletter Vol. 2*, No. 1, pp 1-8