

PENGARUH BATUAN DASAR DAN KELERENGAN TERHADAP KADAR DAN KETEBALAN NIKEL LATERIT STUDI KASUS DAERAH PETASIA, MOROWALI UTARA

THE EFFECT OF BEDROCK AND SLOPE ON THE LEVELS AND THICKNESS OF NICKEL LATERITE CASE STUDY OF PETASIA AREA, NORTH MOROWALI

Muhammad Ilham*, Henri Sampe, Ardani Patanduk, M. Haikal Al Mubarak, Nanang Ridho S.
Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta

* Email: ilhamsmansa100@gmail.com

Abstract

The formation of nickel deposits is then influenced by several factors including bedrock and slope. This study was conducted to determine the effect of bedrock type and slope on Ni content and thickness in the study area. The research area is located in Petasia, North Morowali. The research methods included literature study, geological vulnerability, petrographic analysis, slope analysis and geochemical data analysis. The bedrock of the study area is arranged based on serpentinitized peridotite and serpentinite units, where serpentinitized peridotite is composed of olivine, orthopyroxene, clinopyroxene, and serpentine minerals, while serpentinite is composed of serpentine minerals and to a lesser extent, orthopyroxene, olivine. Ni content in the limonite zone ranges from 0.97-1.45% (waste), in the saprolite zone it ranges from 0.79-2.07% (waste-high grade), and in bedrock it ranges from 0.35% -1.36% (waste). Spatial distribution shows that serpentinite bedrock is associated with low and some moderate grades of Ni, while peridotite bedrock is dominated by residual grades and locally by high grades. The Ni content of the 0-2% slope is included in the waste category, the 2-7% slope is included in the high level and waste category, the 7-15% slope is included in the medium waste category, the 15-30% slope is likely to be at a low level and some waste, and slope > 30% decision in the category of waste. The slope factor for laterite thickness is not significant where based on the thickness vs slope graph, the thickest saprolite is on slopes 7°-15° and the thickest limonite is on slopes 15°-30°.

Keywords: *Nickel, Laterite, Bedrock, Slope, Thickness, Grade.*

Abstrak

Pembentukan endapan nikel laterit dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya batuan dasar dan kelerengan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh jenis batuan dasar dan kelerengan terhadap kadar dan ketebalan Ni di daerah telitian. Daerah telitian terletak di daerah Petasia, Morowali Utara. Metode penelitian yang dilakukan meliputi studi pustaka, pemetaan geologi, analisis petrografi, analisis kelerengan serta analisis geokimia data bor. Batuan dasar daerah telitian disusun oleh satuan peridotit terserpentinisasi dan serpentinit, dimana peridotit terserpentinisasi tersusun atas mineral olivin, orthopiroksen, klinopiroksen, dan serpentin, sedangkan serpentinit tersusun atas mineral serpentin serta sedikit, orthopiroksen, olivin. Kadar Ni pada zona limonit berkisar 0,97-1,45% (waste), pada zona saprolite berkisar 0,79-2,07% (waste-high grade), dan pada bedrock berkisar 0,35%-1,36% (waste). Distribusi spasial menunjukkan bahwa batuan dasar serpentinit berasosiasi dengan kadar Ni *low grade* dan sebagian *medium grade*, sementara batuan dasar peridotit didominasi oleh kadar *waste* dan secara setempat oleh kadar *high grade*. Kadar Ni pada kelerengan 0-2% termasuk dalam kategori *waste*, kelerengan 2-7% termasuk dalam kategori *high grade* dan *waste*, kelerengan 7-15% termasuk dalam kategori *medium-waste*, kelerengan 15-30% terkonsentrasi pada *low grade* dan sebagian *waste*, dan kelerengan >30% terkonsentrasi pada kategori *waste*. Faktor kelerengan terhadap ketebalan laterit tidak signifikan dimana berdasarkan grafik ketebalan vs kelerengan, saprolit paling tebal berada pada lereng 7°-15° dan limonit paling tebal pada lereng 15°-30°.

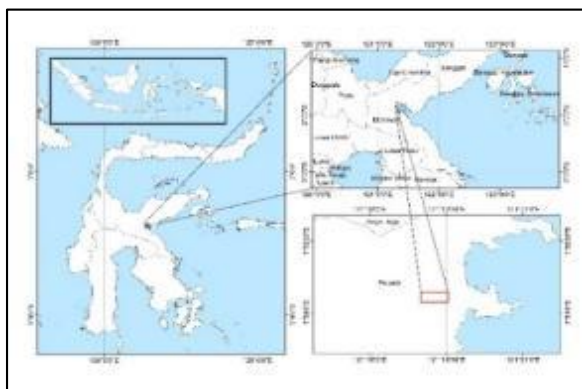
Kata Kunci: *Nikel, Laterit, Batuan Dasar, Kelerengan, Ketebalan, Kadar.*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan wilayah yang memiliki sumber daya mineral yang sangat melimpah. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi geologi Indonesia yang berada pada zona subduksi beberapa lempeng yang memungkinkan terjadinya mineralisasi bijih yang bernilai ekonomis untuk ditambang. Selain faktor geologi, proses pembentukan endapan mineral di Indonesia juga dikontrol oleh kondisi alam Indonesia yang beriklim tropis, sehingga dapat terjadi proses pelapukan dan pengayaan unsur.

Pengkayaan unsur nikel laterit dipengaruhi morfologi terutama faktor kelerengan. Pada lereng yang terjal, air akan mengalir di permukaan dan terjadi erosi yang intensif dan proses pengayaan unsur Ni lebih didominasi oleh proses mekanik dibandingkan proses kimiawi, sehingga tidak terjadi pertukaran unsur yang signifikan. Sementara pada lereng yang landai, air akan menginfiltrasi rekahan atau pori batuan dan proses pengayaan unsur Ni didominasi proses kimiawi.

Waheed (2008) menjelaskan bahwa zona laterit yang bagus umunya beroosiasi dengan kelerengan 5 – 15 %. Pengaruh jenis litologi atau batuan dasar akan menghasilkan komposisi mineral yang berbeda, sehingga kadar unsur Ni akan berbeda pula.



Gambar 1. Peta insert daerah penelitian

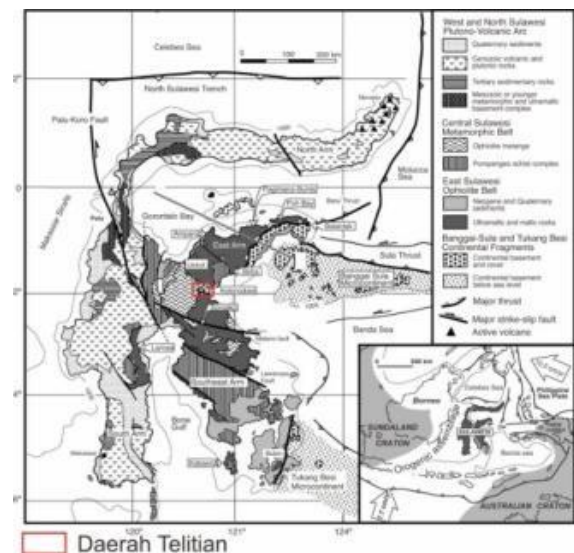
Daerah Ganda-ganda berada di Kecamatan Petasia, Kabupaten Morowali Utara. Berdasarkan geologi regional, daerah telitian termasuk dalam Mandala Sulawesi Timur atau *East Sulawesi Ophiolite Belt* (ESOB) yang tersusun atas batuan beku

ultramafik. Berdasarkan hal tersebut penulis mencoba untuk mengetahui pengaruh batuan dasar dan kelerengan terhadap kadar nikel laterit.

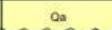
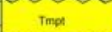
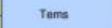



TINJAUAN PUSTAKA

A. Geologi Regional

Daerah telitian termasuk dalam Peta Geologi Lembar Bungku (Simandjuntak dkk, 1993) pada kompleks batuan ultramafik yang berumur Kapur (Gambar 3), tersusun oleh batuan ultramafik antara lain batuan peridotit, harzburgit, dunit dan serpentin. Memiliki hubungan tidak selaras dengan Formasi Matano



Gambar 2. Peta Litotektonik Sulawesi modifikasi (Hall dan Wilson, 2000) dalam (Kadarusman, 2004)

Umur		Formasi		Litologi
Kuartar	Holosen	 Qa	Aluvium	Lumpur, lempung, pasir, kerikil, kerakal
	Plistosen			
Tersier	Paleosen	 Tmpt	Formasi Tomata	Perselingan antara Kongi, btp, btp, serpih, dg sisipan Lignit
	Miosen	Atas		
	Tengah			
	Awal	 Tams	Formasi Salodik	Perselingan antara Kongi, btp, btp, serpih, dg sisipan Lignit
	Oligosen			
	Eosen			
Kapur	Paleosen		Formasi Matano	Kalsiut, napal, serpih, sisipan rjeng radiolarian
			Formasi Masku	Harzburgit, wewit, wewit, serpih, dunit, diabas dan gabbro
Jura			Formasi Nanka	Konglomerat, bps miksan, serpih, lensa batubara
Trias		 Trjt	Formasi Tokala	Perselingan Btgamping klastika, bps sela, serpih, napal, bgs pasir

Gambar 3. Kolom stratigrafi regional Sulawesi Tengah (Simandjuntak dkk, 1993)

B. Batuan Beku Ultramafik

Batuan ultramafik adalah batuan yang kaya akan mineral mafik (*ferromagnesian*) yang minim silika. Batuan ini tersusun dari mineral mafik seperti olivin, piroksen, hornblende dan mika (Waheed, 2008). Menurut Kadarusman (2004), batuan beku ultramafik hadir pada mantel bagian atas yang terletak pada kerak benua dan samudera. Menurut (Waheed, 2008), batuan beku ultramafik hadir di permukaan bumi dalam tiga bentuk, yaitu:

- Berasosiasi dengan intrusi berlapis, dimana batuan beku ultramafik terbentuk akibat pengendapan mineral-mineral berat saat kristalisasi magma basa.
- Sebagai tubuh batuan dalam bentuk lensa, *stock, dike*.
- Sebagai tubuh batuan yang masif dan berasosiasi dengan ofiolit yang terangkat akibat proses tektonik.

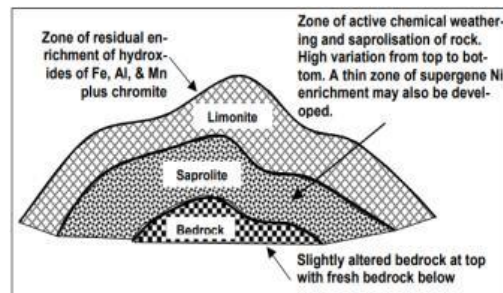
C. Profil Endapan Nikel Laterit

Proses pelapukan batuan ultramafik berkaitan dengan proses kimiawi dimana unsur non mobile akan tertinggal sebagai residu, sementara unsur mobile akan mengalami proses pelindihan oleh air tanah dan mengalami proses pengayaan (*supergen enrichment*). Hasil dari pengayaan unsur ini ditandai dengan perbedaan lapisan pada profil endapan nikel laterit (Gambar 4). Berdasarkan (Waheed, 2008) profil laterit dibagi menjadi:

- 1) Lapisan Penutup, ditandai dengan hadirnya mineral oksida. Lapisan ini dicirikan dengan tanah berwarna merah.
- 2) Limonit, pada zona ini ditandai dengan dengan kehadiran mineral seperti goetit, hematit, dan magnetit. Pada bagian bawah zona ini (zona transisi) ditandai dengan kehadiran mineral lempung.
- 3) Saprolit, pada zona ini merupakan zona ubahan dari batuan dasar sehingga banyak dijumpai fragmen batuan dasar (*boulder*). Zona ini merupakan zona bijih dimana

dijumpai kekar yang banyak terisi mineral silikat (kuarsa, garnierite dan krisopras) yang merupakan mineral penciri zona saprolit.

- 4) Batuan Dasar, pada zona ini tidak dijumpai material ubahan sehingga yang dijumpai berupa batuan dasar yang masih segar.



Gambar 4. Ilustrasi profil laterit (Waheed, 2008)

D. Genesa Endapan Nikel Laterit

Endapan nikel laterit merupakan endapan bijih yang terbentuk akibat dari proses pelapukan. Menurut Waheed (2008), pelapukan adalah proses perubahan fisik dan kimia dari batuan dan mineral yang terjadi di dekat atau di permukaan bumi.

Batuan dasar berpengaruh terhadap kadar Ni yang memiliki prosentasi berdasarkan mineral mafik. Pada umumnya Olivin > Orthopiroksen > Clinopiroksen. Mineral olivine terbentuk pada suhu tinggi sangat stabil di bawah kondisi atmosfer hingga saat ini terjadi pelapukan intensitas tinggi akan melepaskan ion Ni yang terdapat pada ikatan atomnya (Waheed, 2008). Olivin dapat mengandung 0,4% NiO dan 0,32% Ni berasal pada kristalisasi awal akibat proses magmatik.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan laterit nikel menurut Butt dan Cluzel (2013) adalah sebagai berikut :

- a. Komposisi batuan dasar pada endapan nikel laterit mengandung mineral olivine dan piroksen dengan kandungan Ni 0,2 – 0,4%.
- b. Pada iklim dengan suhu hangat dan curah hujan tinggi akan mempercepat proses pembentukan endapan nikel laterit. Pada daerah iklim tropis dominan dijumpai endapan nikel laterit tipe *hydrous Mg*

silicates sedangkan pada daerah dengan iklim sedangkan pada daerah sub tropis dominan dijumpai endapan tipe *clay silicates*.

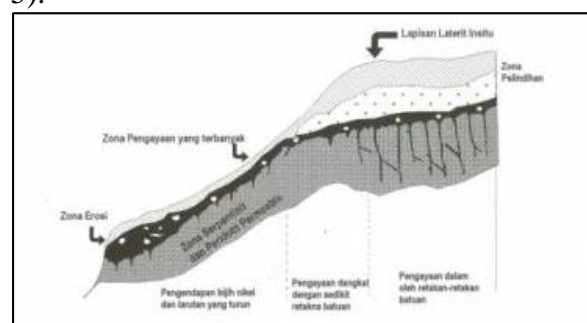
- c. Umur pelapukan pada daerah tropis, waktu yang dibutuhkan untuk pelapukan akan lebih cepat dibanding pada daerah subtropis
- d. Geomorfologi. Faktor ini berperan penting dalam pembentukan endapan nikel laterit, karena berhubungan dengan struktur geologi, drainase, dan posisi muka air tanah. Topografi landai memungkinkan infiltrasi air ke bawah sehingga memberi kesempatan untuk terakumulasinya unsur Ni.

Proses lateritisasi adalah proses *leaching* pada mineral – mineral yang mudah larut terdapat pada lingkungan yang bersifat asam dan lembab serta membentuk konsentrasi pengkayaan proses lateritisasi pada unsur Fe, Cr, Al, Ni, dan Co. Menurut Bateman (1981), endapan biji nikel dapat terbentuk jika batuan induk atau batuan asalnya mengalami pelapukan, sehingga mineral – mineral yang mudah larut akan terbawa akibat proses erosi, sedangkan mineral biji yang stabil dan memiliki berat jenis yang tinggi terkumpul menjadi endapan konsentrasi sisa. Air permukaan yang bergerak hingga bawah permukaan tanah atau zona pelindihan, dimana fluktuasi air yang meningkat dengan kontak saprolit yang masih mengandung mineral – mineral yang tidak stabil mengalami pelarutan seperti olivin dan piroksen. Selanjutnya dari batuan dasar mengalami pelapukan dan lateritisasi oleh air tanah mengubah menjadi saprolit ke limonit, kemudian mengalir secara vertikal Gambar 4. mengalami pelarutan secara vertikal maka batuan asal yang mengandung Ca, Mg, Si, Cr, Mn, Ni, dan Co akan mengalami dekomposisi sebab air tanah merupakan pelarut yang baik, Unsur pertama kali terlarut adalah Ca dan Mg selanjutnya didominasi transportasi larutan secara horizontal (Valeton, 1967 dalam Waheed, 2008). Penyebaran endapan nikel dikontrol oleh arah aliran air tanah dan sangat dipengaruhi oleh bentukan morfologi, air tanah bergerak dari tinggian dan melalui lereng, air tanah

pembawa Ni yang berasosiasi dengan unsur Mg dan Si akan terakumulasi pada zona rekahan membentuk mineral garnierit, proses ini akan berlangsung tersu menrus hingga terbentuk zona saprolit. Lereng dengan kemiringan relatif landai – agak curam merupakan kemiringan yang ideal untuk berlangsungnya proses mekanik dan kimia, sehingga menjadi faktor pendukung dalam proses pengayaan unsur Ni. Menurut (Sutisna dkk., 2006), terdapat lima kelas kemiringan lereng yang mempengaruhi proses pengayaan Ni dalam laterit, yaitu:

- Kemiringan lereng $< 10^\circ$, proses kimia $<$ mekanik, kadar Ni kecil, Fe tinggi
- Kemiringan lereng $10 - 20^\circ$, keseimbangan ideal, kadar Ni tinggi
- Kemiringan lereng $20-25^\circ$, proses mekanik relatif $>$ kimia, kadar Ni sedang
- Kemiringan lereng $25-30^\circ$, proses mekanik $>$ kimia, kadar Ni dan Fe kecil
- Kemiringan lereng $> 30^\circ$, proses mekanik $>$ kimia, kadar Ni dan Fe sangat kecil.

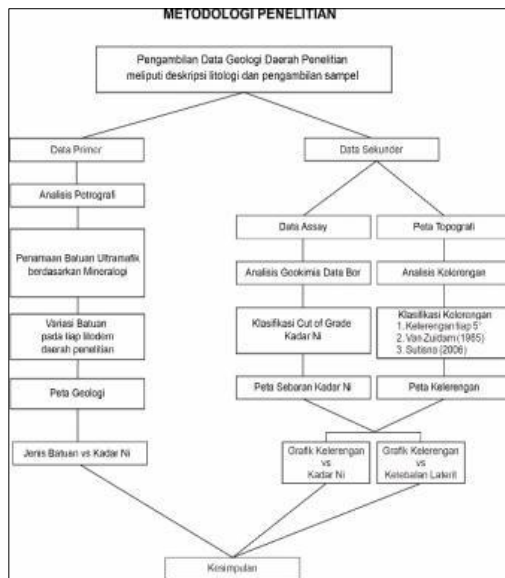
Struktur dan pembentukan profil nikel laterit dapat dikaitkan dengan daya larut mineral dan kondisi aliran air tanah. susunan profil lengkap dari atas ke bawah adalah sebagai berikut, yaitu : zona limonit, zona pelindihan (*leaching zone*) dan zona saprolit yang terletak di atas batuan asalnya (Gambar 5).



Gambar 5. Penampang vertikal dan horizontal endapan nikel laterit serta proses yang terjadi (Golightly, 1981)

METODE

Pada penelitian kali ini menggunakan analisis petrografi dari sampel yang diambil dilapangan. Selain data petrografi digunakan juga data assay dan data topografi untuk analisis pada penelitian ini.



Gambar 6. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Batuan Dasar Daerah Telitian

Daerah telitian terdiri dari dua satuan litodem yang merupakan bagian dari Komplek Ultramafik Ofiolit Sulawesi Timur, yaitu Satuan peridotit terserpentinisasi dan Satuan serpentinit (Gambar 7).

1. Satuan Peridotite terserpentinisasi

Satuan peridotit terserpentinisasi mencakup 77.48% dari luas daerah telitian. Satuan peridotit terserpentinisasi memiliki intensitas pelapukan sedang dan intensitas serpentinisasi rendah-sedang (Foto -1). Berdasarkan analisis petrografi, Satuan peridotit terdiri atas dominasi olivin websterit terserpentinisasi dan sebagian lherzolit terserpentinisasi

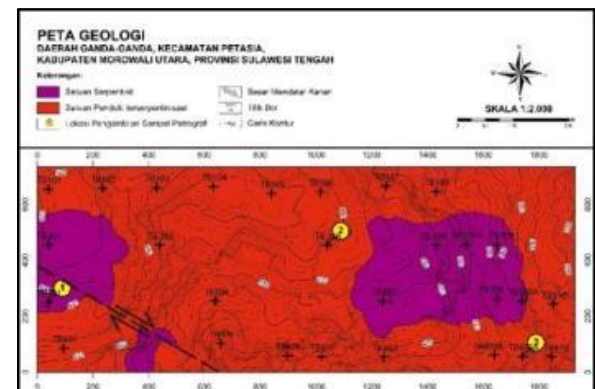
Deskripsi petrografi menunjukkan bahwa olivin websterit terserpentinisasi memiliki warna absorpsi abu-abu hingga kecoklatan, *holokristalin*, *fanerik* halus hingga sedang, bentuk kristal *anhedral* hingga *subhedral*, ukuran kristal 0,2 – 1 mm, relasi *equigranular hipidiomorfik*, dan tekstur khusus *mesh structure* pada olivin. Olivin websterit terserpentinisasi tersusun atas mineral klinopiroksen (10-35%), orthopiroksen (10-75%), olivin (15-25%) dan lizardit (10-20%) (Gambar 8a).

Deskripsi petrografi menunjukkan bahwa lherzolit terserpentinisasi memiliki warna absorpsi abu-abu hingga kecoklatan,

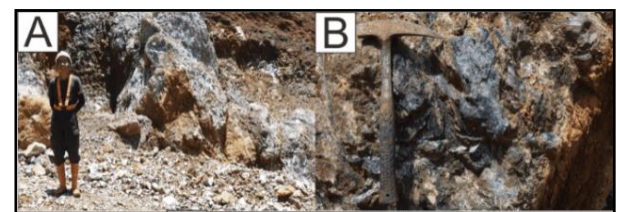
holokristalin, *fanerik* halus hingga sedang, bentuk kristal *anhedral* hingga *subhedral*, ukuran kristal 0,2 – 1 mm, relasi *equigranular hipidiomorfik*, dan tekstur khusus *mesh structure* pada olivin. Lherzolit terserpentinisasi tersusun atas mineral klinopiroksen (15%), orthopiroksen (20%), lizardit (25%), dan olivin (40%) (Gambar 8.b).

2. Satuan Serpentinit

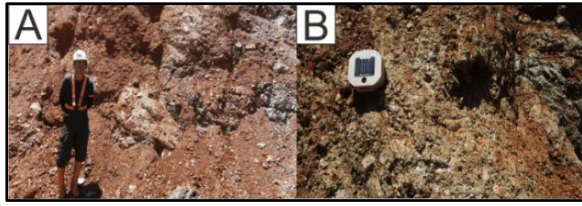
Satuan Serpentinit mencakup 22.52 % dari luas daerah telitian dan memiliki pola sebaran setempat. Satuan serpentinit memiliki intensitas pelapukan tinggi dan serpentinisasi tinggi (Gambar 9). Berdasarkan analisis petrografi, Satuan Serpentinit menunjukkan warna absorpsi abu-abu hingga kecoklatan, struktur *non foliasi*, tekstur *nematoblastik*, tersusun atas mineral antigorit (40%), lizardit (25%), klinopiroksen (5%), orthopiroksen (25%) dan olivin (5%). Bentuk kristal *subhedral-anhedral* dengan ukuran kristal 0,1 – 1,5 mm (Gambar 10.c).



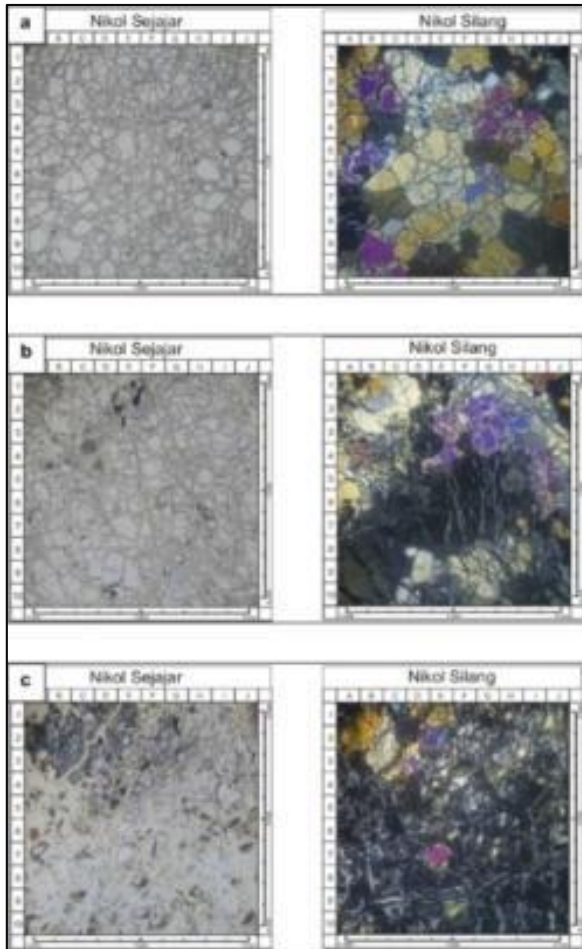
Gambar 7. Peta geologi daerah telitian



Gambar 8. a) Singkapan satuan peridotit terserpentinisasi dengan derajat serpentinisasi sedang hingga tinggi, b) foto litologi peridotit terserpentinisasi.



Gambar 9. a) Singkapan satuan serpentinite dengan derajat serpentinisasi tinggi, b) foto litologi serpentinit.



Gambar 10. Sayatan petrografi daerah penelitian. a) Olivin websterite terserpentinisasi; b) Lherzolite terserpentinisasi; c) Serpentinite.

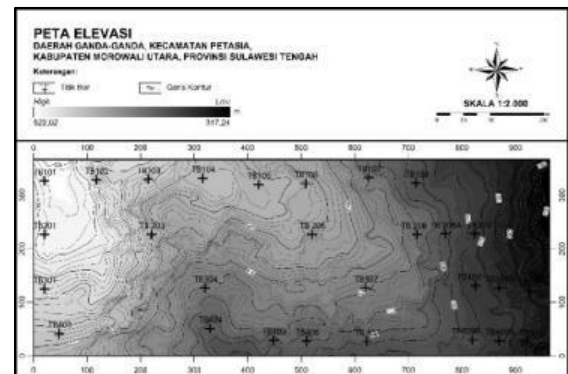
B. Kelerengan

Daerah telitian memiliki elevasi terendah 317,24 meter dan tertinggi 522,02 meter (Gambar 11). Daerah tinggian didominasi pada bagian barat peta dan daerah rendahan didominasi pada bagian timur peta. Perubahan elevasi yang signifikan terdapat pada bagian timur dan selatan daerah

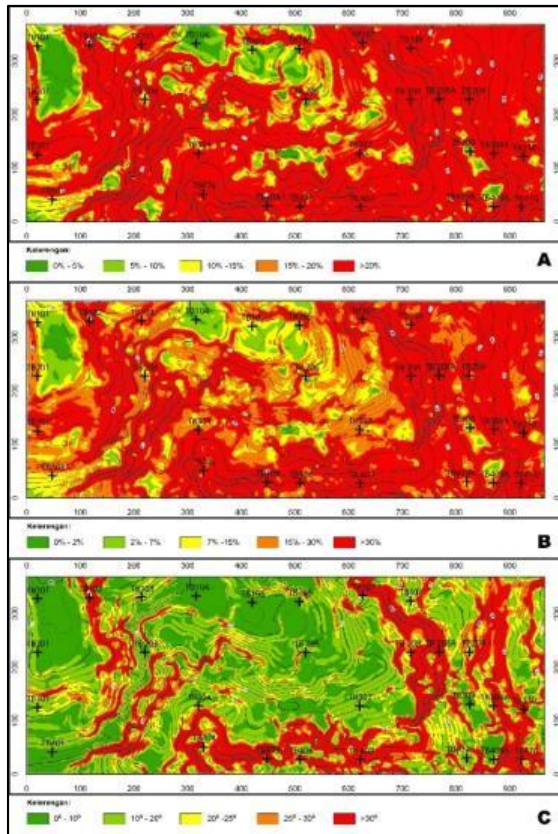
penelitian.

Analisis kelerengan daerah telitian diolah dari peta elevasi, kemudian dikelompokkan ke dalam tiga klasifikasi. Klasifikasi A membagi kelerengan daerah telitian setiap 5° , klasifikasi B merupakan modifikasi dari klasifikasi kelerengan menurut Van Zuidam (1985); dan klasifikasi C mengacu pada Sutisna (2006).

Pada klasifikasi A, pola sebaran kelerengan 10° - 15° , 15° - 20° , dan $>20^{\circ}$ memiliki sebaran yang relatif sama. Pada klasifikasi B, pola sebaran kelerengan 7° - 15° , 15° - 30° , dan $>30^{\circ}$ memiliki perbedaan yang signifikan. Pada klasifikasi C, rentang kelerengan 0° - 10° dan 10° - 20° memiliki sebaran yang sangat luas apabila dibandingkan dengan kelerengan 20° - 25° , kelerengan 25° - 30° memiliki sebaran yang hampir sama dengan kelerengan $>30^{\circ}$. Berdasarkan perbandingan klasifikasi kelerengan tersebut, dalam penelitian ini digunakan klasifikasi kelerengan B (modifikasi dari klasifikasi kelerengan Van Zuidam, 1985).



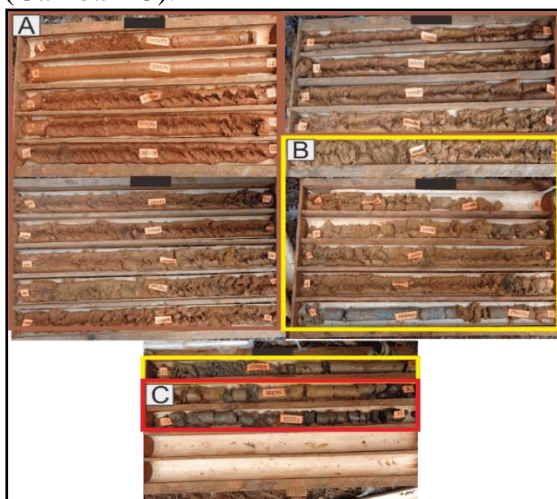
Gambar 11. Peta elevasi daerah telitian.



Gambar 12. Peta klasifikasi kelerengan daerah telitian.

C. Kadar Ni

Analisis kualitatif dilakukan pada data *core* untuk membagi zona laterit daerah telitian. Zona laterit daerah telitian dibagi menjadi limonit, saprolit, dan *bedrock* (Gambar 13).

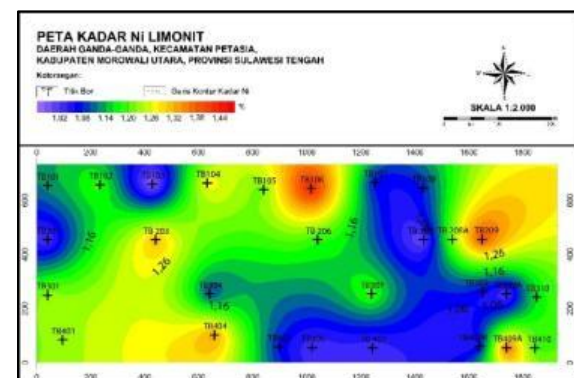


Gambar 13. Profil laterit yang diperoleh dari hasil pemboran eskplorasi pada titik bor TB310 dibagi menjadi limonit (a), saprolit (b), dan *bedrock* (c).

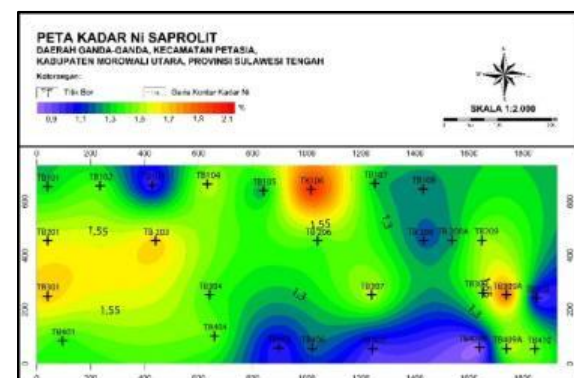
Analisis geokimia data bor dilakukan secara kuantitatif untuk mengetahui sebaran unsur Ni pada setiap zona laterit daerah telitian. Kadar unsur Ni pada setiap titik bor ditentukan dengan mencari nilai rata-rata kadar Ni pada masing-masing zona limonit, saprolit dan *bedrock*. Untuk memperoleh peta sebaran kadar Ni, dilakukan interpolasi kadar Ni pada masing-masing titik bor dengan bantuan *software* Surfer 13. Klasifikasi kadar (*Cut of Grade*) unsur Ni daerah telitian dibagi menjadi empat, yaitu *waste*, *low grade*, *medium grade*, dan *high grade* (Tabel 1).

Tabel 1. Klasifikasi kadar unsur Ni daerah telitian

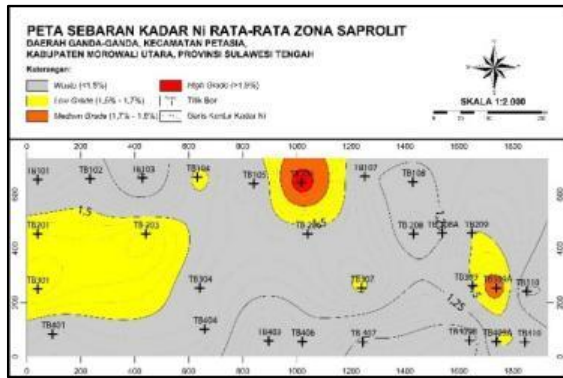
Kadar	Kriteria
<1,5 %	<i>Waste</i>
1,5 % - 1,7%	<i>Low Grade</i>
1,7 % - 1,9%	<i>Medium Grade</i>
>1,9%	<i>High Grade</i>



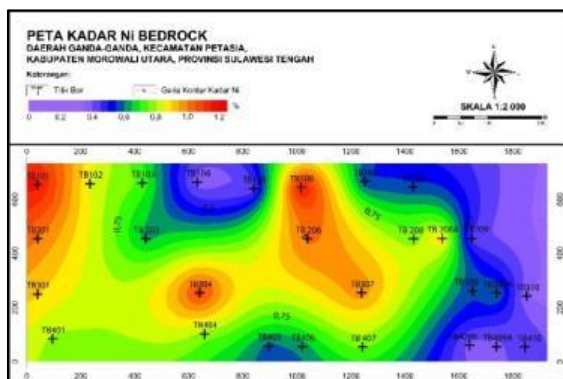
Gambar 14. Peta distribusi kadar Ni pada zona limonit.



Gambar 15. Peta Distribusi kadar Ni pada zona saprolit



Gambar 16. Peta distribusi kadar Ni pada zona saprolit berdasarkan cut of grade.



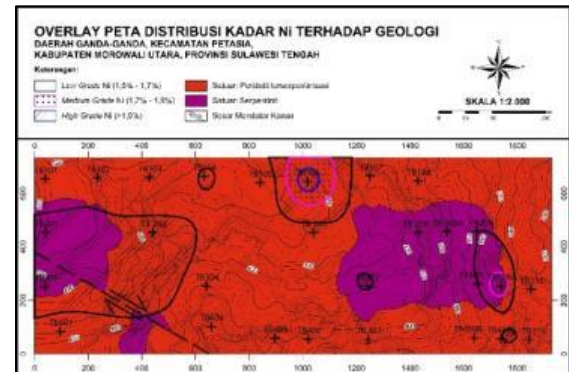
Gambar 17. Peta Distribusi kadar Ni pada bedrock.

Hasil analisis geokimia data bor menunjukkan zona limonit memiliki kadar Ni rata-rata minimum 0,97% pada titik bor TB103 dan kadar Ni rata-rata maksimum 1,45% pada titik bor TB106, sehingga termasuk dalam kriteria *waste* (Gambar 14). Zona saprolit memiliki kadar Ni rata-rata minimum 0,79% pada titik bor TB409R dan kadar Ni rata-rata maksimum 2,07% pada titik bor TB106 (Gambar 15), sehingga termasuk dalam kriteria *waste* hingga *high grade*. Distribusi kadar Ni high grade terdapat pada bagian utara, kadar Ni medium grade pada bagian timur dan utara, kadar Ni low grade teradapt pada bagian timur, utara dan barat daerah tellitian (Gambar 16). *Bedrock* memiliki kadar Ni rata-rata minimum 0,35% pada titik bor TB310 dan kadar Ni rata-rata maksimum 1,36% pada TB203 (Gambar 17), sehingga termasuk dalam kriteria *waste*.

Perbedaan kadar pada zona bedrock, saprolit, dan limonit dipengaruhi oleh sifat dari unsur Ni, dimana Ni merupakan unsur

semi-mobile/ kelarutan terbatas, namun dapat larut dalam kondisi air tanah dengan pH yang asam, apabila terdapat unsur *mobile* maka unsur Ni menjadi tidak larut sehingga Ni terendapkan pada zona saprolit

D. Hubungan Batuan Dasar terhadap Kadar Ni

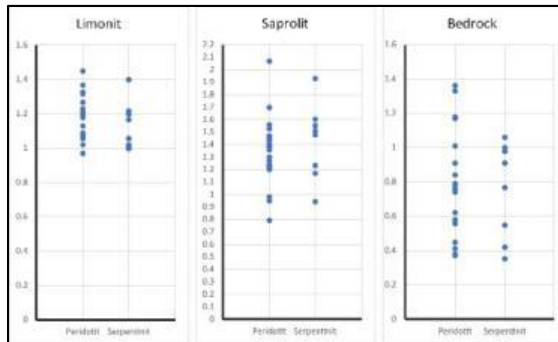


Gambar 18. Overlay peta distribusi kadar Ni pada zona saprolite terhadap peta geologi.

Hubungan spasial distribusi kadar Ni terhadap batuan dasar dapat diamati pada (Gambar 18). Batuan dasar serpentinite berasosiasi dengan kadar Ni low grade pada bagian barat dan kadar Ni low grade hingga medium grade di bagian timur daerah telitian. Pada bagian utara dan tenggara daerah telitian, kadar Ni low grade hingga high grade bertampalan dengan batuan dasar peridotit.

Korelasi batuan dasar terhadap kadar Ni dapat diamati pada (Gambar 19). Satuan peridotit memiliki kadar Ni tertinggi pada zona saprolit dengan nilai 0,79% - 2,07%, pada zona limonit 0,97% - 1,45%, dan pada *bedrock* 0,37% - 1,36%. Sementara pada serpentinit kadar Ni pada zona saprolit 0,94% - 1,93%, pada zona limonit 1% - 1,4%, dan pada *bedrock* 0,35% - 1,06% (Grafik 3).

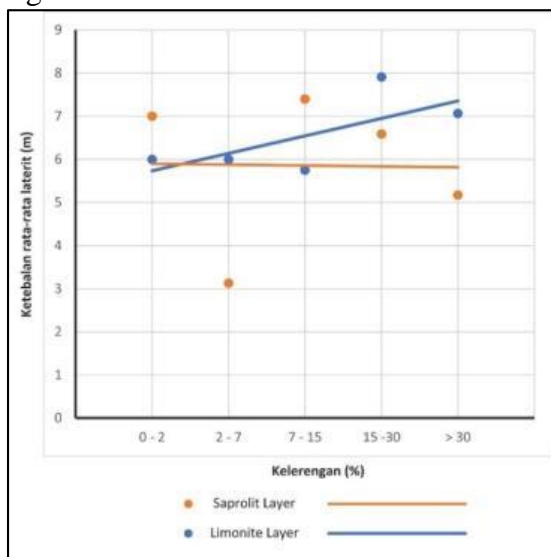
Unsur Ni memiliki sifat kelarutan terbatas dan mobiltas terbatas, sehingga unsur Ni akan terakumulasi pada zona saprolit. Kadar Ni pada Satuan peridotit lebih tinggi dibandingkan pada Satuan serpentinit.



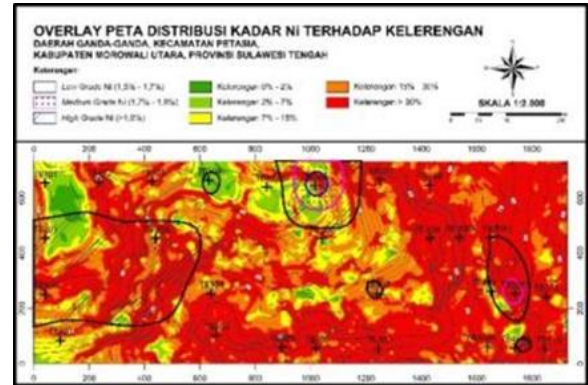
Gambar 19. Grafik perbandingan kadar unsur Ni terhadap satuan peridotit dan serpentin

E. Hubungan kelerengan terhadap kadar Ni dan ketebalan laterit

Hubungan kelerengan terhadap kadar Ni dapat diamati pada (Gambar 20). Garis regresi zona limonit dan saprolit terhadap ketebalan laterit menunjukkan hubungan berbanding terbalik, dimana ketebalan laterit cenderung menurun dari kelerengan 0 – 2% menuju kelerengan >30%. Hal tersebut disebabkan oleh erosi yang lebih intens terjadi pada kelerengan terjal (Gambar 21), sehingga ketebalan laterit yang dihasilkan lebih tipis. Nilai koefisien determinasi yang kecil menunjukkan bahwa pengaruh faktor kelerengan terhadap ketebalan laterit tidak signifikan.



Gambar 20. Grafik hubungan kelerengan terhadap ketebalan rata-rata laterit.

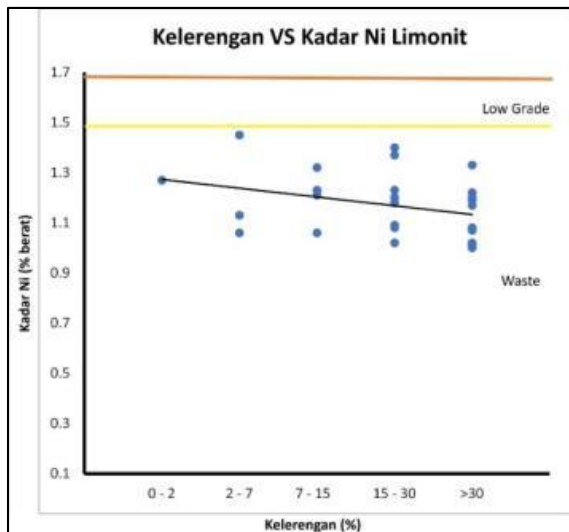


Gambar 21. Overlay peta distribusi kadar Ni pada zona saprolite terhadap peta kelerengan

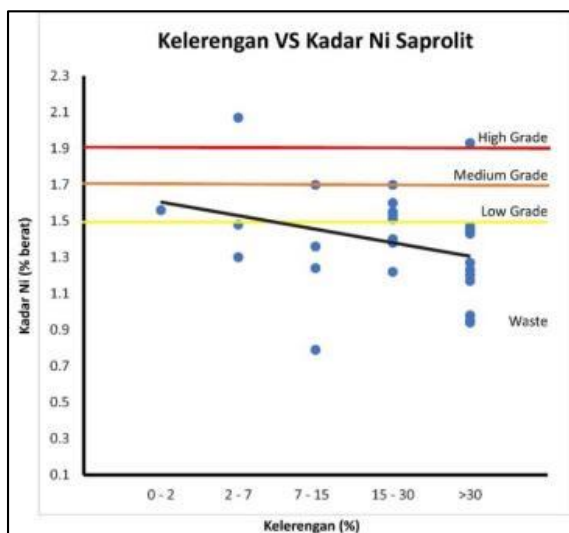
Hubungan kelerengan terhadap kadar Ni pada zona limonit dapat diamati pada (Gambar 22). Kadar Ni pada zona limonit termasuk dalam kriteria *waste*. Garis regresi menunjukkan hubungan berbanding terbalik.

Hubungan kelerengan terhadap kadar Ni pada zona saprolit dapat diamati pada (Gambar 23). Kadar Ni tertinggi terdapat pada kelerengan 2 – 7°. Pada kelerengan 0 – 2°, 2 – 7°, 7 – 15° tidak menunjukkan konsentrasi kadar Ni, hal ini dikarenakan daerah telitian didominasi oleh kelerengan 15 – 30° dan >30°. Distribusi kadar Ni pada kelerengan 15 – 30° terkonsentrasi di kriteria *low grade* dan sebagian *waste*, sementara pada kelerengan >30° kadar Ni terkonsentrasi pada kriteria *waste*.

Berdasarkan garis regresi diperoleh hubungan kelerengan terhadap kadar Ni yaitu berbanding terbalik. Semakin tinggi kelerengan, maka semakin rendah kadar Ni. Hal ini disebabkan oleh kecepatan air permukaan pada kelerengan >30° lebih cepat, sehingga intensitas infiltrasi lebih kecil dibandingkan pada kelerengan yang lebih landai. Proses infiltrasi pada kelerengan yang lebih landai akan menyebabkan pelindian (*leaching*), sehingga unsur yang bersifat lebih *mobile* akan terlarut ke bagian bawah profil laterit dan unsur Ni yang bersifat *semimobile* akan terkonsentrasi pada zona saprolit.



Gambar 22. Grafik perbandingan kelerengan terhadap kadar Ni pada zona limonit



Gambar 23. Grafik perbandingan kelerengan terhadap kadar Ni pada zona saprolite

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan:

- Jenis batuan dasar pada daerah telitian terdiri dari peridotit terserpentinisasi dan serpentinit.
- Kemiringan lereng pada daerah telitian bervariasi dari 0°-10°, 10°-20°, 20°-25°, 25°-30° dan >30°.
- Kadar Ni pada zona limonit berkisar 0,97% - 1,45% (*waste*). Kadar Ni pada zona saprolit 0,79% - 2,07% (*waste - high*

grade). Kadar Ni pada *bedrock* 0,35% - 1,36% (*waste*).

- Jenis batuan dasar sangat berpengaruh terhadap kadar nikel laterit, batuan dasar yang berbeda akan menghasilkan kadar unsur yang berbeda pula. Kadar Ni pada Satuan peridotit lebih tinggi dibandingkan pada Satuan serpentinit.

Distribusi unsur Ni *high grade* dan *medium grade* berada pada kelerengan 0°-10° dan 10°-20°, unsur Ni *low grade* berada pada kelerengan 20°-25°, unsur Ni *waste* berada pada kelerengan 25°-30° dan >30°. Kadar Ni tertinggi beradap 0°-20° merupakan lereng dengan kadar unsur Ni tertinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Tuhan yang Maha Esa dan juga kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi selama penelitian dilakukan hingga pada tahap penyelesaian penulisan hasil penelitian ini, terkhusus kepada teman-teman Geofisika 2017 dan masyarakat Desa Sapaya, Kabupaten Gowa.

DAFTAR PUSTAKA

- Bateman, AM, Jensen, ML. (1981). *Economic Mineral Deposits*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Butt, Charles R. M. and Dominique Cluzel..(2013) “*Nickel Laterite Ore Deposits: Weathered Serpentinities.*” *Elements* 9(2):123–128.
- Golightly, JP.(1981). *Nickelferous Laterite Deposit: Economic Geology*. 710 – 735. (*in this case 75 Anniversary Volume 710 –735*).
- Kadarusman, A., (2004). Petrology, geochemistry and paleogeographic reconstruction of the East Sulawesi Ophiolite, Indonesia. *Tectonophysics* 392 (2004) 55 – 83.

- Simanjuntak, T. (1993). *Geologi Lembar Bungku, Sulawesi Tengah, Skala 1 : 250.000*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Sutisna, DT, Sunuhadi, DN, Pujobroto, A, Herman, DZ.(2006). Perencanaan Eksplorasi Cebakan Nikel Laterit di Daerah Wayamli, Teluk Buli, Halmahera Timur sebagai Model Perencanaan Eksplorasi Cebakan Nikel Laterit di Indonesia. *Buletin Sumberdaya Geologi.*; 1: 48-56.
- Waheed, A. (2008). *Nickel Laterites Fundamentals of Chemistry, Mineralogy, Weathering Processes, Formation, and Exploration*. Sorowako: VALE Inco.
- Van Zuidam, R.A., (1985). "Aerial and Geomorphology Mapping". Smith Publisher The Hague, ITC