

# KORELASI ENDAPAN NIKEL LATERIT BERDASARKAN DATA GEOKIMIA DAN PETROGRAFI DI BLOK X PT. Z KABUPATEN MOROWALI UTARA PROVINSI SULAWESI TENGAH

Naurah Ma'aayisya<sup>1)</sup> Muhammad Agus Karmadi<sup>1)</sup> Iit Adhithia<sup>1)</sup>  
Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik – Universitas Pakuan<sup>1)</sup>  
E-mail : naurahmaaayisya@gmail.com

## ABSTRAK

Daerah penelitian masuk ke dalam kompleks batuan ultramafik yang merupakan lokasi potensial terbentuknya endapan nikel laterit. Profil laterit di daerah penelitian terbagi menjadi empat zona, yaitu *top soil*, limonit, saprolit, dan *bedrock*. Setiap zona memiliki karakteristik yang berbeda berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhinya, seperti sifat fisik yang terlihat di atas permukaan, perbedaan sifat kimia, serta jenis batuan induk. Tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui korelasi jenis batuan dasar terhadap kadar unsur kimia pada setiap zona laterit. Metode yang digunakan meliputi pengamatan secara langsung di lapangan, analisis petrografi, serta analisis geokimia menggunakan XRF (*X-Ray Fluorescence Spectrometry*). Hasil penelitian menunjukkan batuan dasar penyusun daerah ini terdiri dari serpentinit dan dunit terserpentinisasi dengan distribusi unsur Ni, Fe, SiO<sub>2</sub>, dan MgO pada setiap zona yang memperlihatkan pola normal dari sifat kelarutannya, serta termasuk ke dalam morfologi perbukitan yang didominasi oleh kemiringan lereng curam. Korelasi antara jenis batuan dasar dengan kadar unsur menunjukkan bahwa zona saprolit dengan batuan dasar dunit memiliki kadar Ni yang lebih tinggi dibandingkan serpentinit, disebabkan oleh kandungan mineral olivin yang lebih besar pada dunit sebagai mineral pembawa Ni. Selain itu, kondisi morfologi pun turut mempengaruhi ketebalan zona laterit. Zona limonit dan saprolit cenderung menipis pada lereng curam karena pengaruh dari pergerakan air dan tingkat pelapukan. Hal tersebut menunjukkan bahwa jenis batuan dasar dan morfologi saling berinteraksi dalam mengontrol pengayaan unsur Ni pada endapan laterit.

**Kata Kunci:** Endapan Nikel Laterit; Batuan Dasar; XRF; Petrografi; Korelasi Zona Laterit

## ABSTRACT

*The research area is a part of the ultramafic rock complex, which represents a potential location for the formation of laterite nickel deposits. The laterite profile in the research area is classified into four zones: topsoil, limonite, saprolite, and bedrock. Each zone has distinct characteristics based on various influencing factors, including physical properties visible on the surface, differences in chemical properties, and the type of parent rock. The purpose of this study was to determine the correlation between the type of bedrock and the chemical element content in each laterite zone. The methods used include direct observation in the field, petrographic analysis, and geochemical analysis using XRF (X-Ray Fluorescence) Spectrometry. The results of the study show that the bedrock in this area consists of serpentinite and serpentinitized dunite with the distribution of Ni, Fe, SiO<sub>2</sub>, and MgO elements in each zone showing a normal pattern of solubility, and included as hilly morphology dominated by steep slopes. The correlation between bedrock type and element content indicates that saprolite zones with dunite as the bedrock have higher Ni content than serpentinite, due to the higher olivine mineral content in dunite as a Ni-carrying mineral. In addition, morphological conditions also affect the thickness of the laterite zone. The limonite and saprolite zones tend to become thinner on steep slopes due to the influence of water movement and weathering rates. This suggests that bedrock type and morphology interact to control Ni enrichment in laterite deposits.*

**Keywords:** Laterite Nickel Deposits; Bedrock; XRF; Petrography; Laterite Zone Correlation

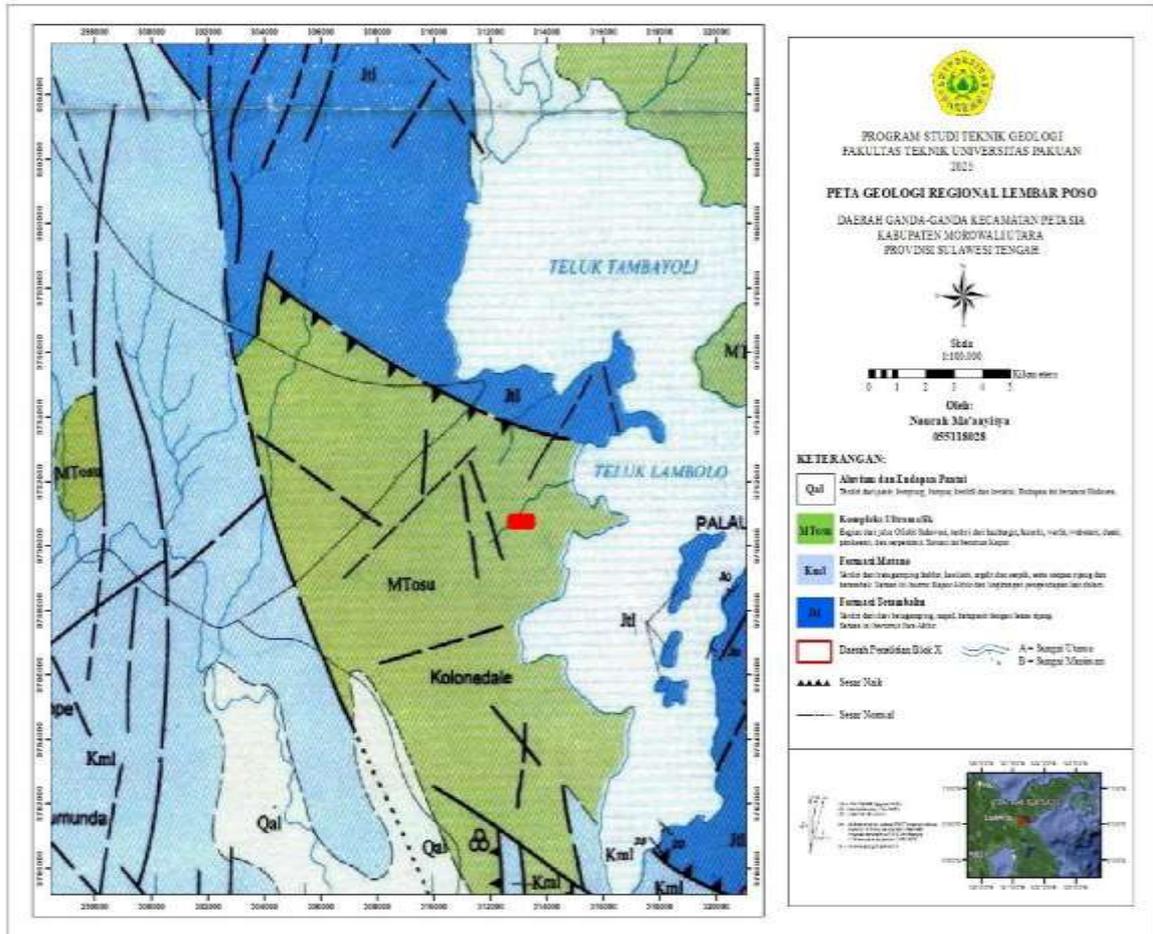
## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penelitian dilakukan di Blok X yang merupakan sebagian kecil dari area Izin Usaha Pertambangan (IUP) PT. Z yang terletak di

Kabupaten Morowali Utara, Provinsi Sulawesi Tengah. Sebagaimana pada Peta Geologi Lembar Poso oleh Simandjuntak dkk. (1997), wilayah penelitian masuk kedalam kompleks batuan

ultramafik yang merupakan bagian dari Jalur Ofiolit Sulawesi. Ahmad (2009) berpendapat bahwa batuan ultramafik adalah batuan yang kaya mineral mafik.



Gambar 1. Peta geologi regional daerah penelitian (Simandjuntak, dkk., 1997)

Endapan nikel laterit adalah tanah residual yang terbentuk diatas batuan ultramafik melalui proses pelapukan kimiawi dan pengayaan supergen (Ahmad, 2009). Menurut Elias (2002), profil nikel laterit umumnya terdiri dari empat zona berbeda: tanah penutup atau top soil, limonit, saprolit, dan batuan dasar (bedrock). Setiap zona memiliki karakteristik unik yang membedakannya satu sama lain. Perbedaan ini dapat dikenali dari sifat fisik yang terlihat di atas permukaan, termasuk jenis laterit, vegetasi, dan kondisi morfologi. Selain dari hal tersebut, perbedaan komposisi kimia dan pengamatan sifat optik batuan dasar untuk menentukan jenis batuan induk pembentuk endapan nikel pada daerah penelitian.

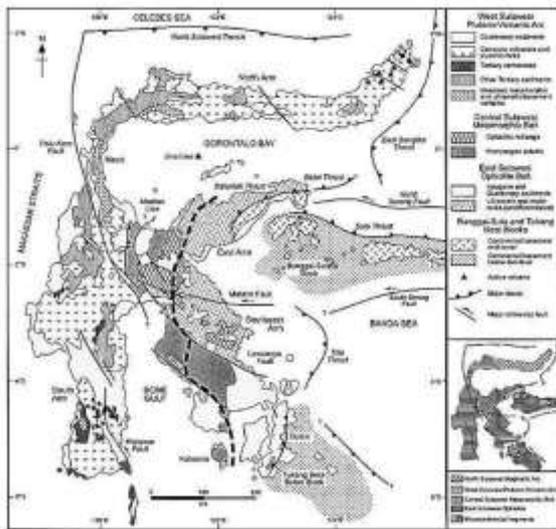
Karena adanya perbedaan karakteristik antara setiap zona endapan nikel laterit berdasarkan faktor yang mempengaruhinya, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian lebih lanjut dengan mengkorelasikan jenis batuan dasar

terhadap kadar unsur kimia pada setiap zona laterit di daerah penelitian.

## 1.2. Tinjauan Pustaka

### 1.2.1. Geologi Regional

Empat mandala tektonik membentuk Sulawesi: Mandala Barat (West and North Sulawesi Volcano-Plutonic Arc), Mandala Tengah (Central Sulawesi Metamorphic Belt), Mandala Timur (East Sulawesi Ophiolite Belt), dan Blok Benua Banggai-Sula-Tukang Besi (Sukanto, 1975; Hamilton, 1979; dalam Hall dan Wilson, 2000). Daerah penelitian termasuk kedalam wilayah Mandala Timur tersusun oleh ofiolit dan sedimen berumur Mesozoikum dan Kenozoikum (Hall dan Wilson, 2000). Ofiolit yang ditemukan terdiri dari batuan peridotit, gabro makro, retas piroksenit, diabas, basal, dan endapan pelagic berumur Kapur Akhir hingga Oligosen Akhir (Suro dan Hartono, 2013).



Gambar 2. Mandala tektonik Sulawesi (Hall dan Wilson, 2000).

Fisiografi Sulawesi terbagi menjadi lima bagian, yaitu Lengan Utara Sulawesi, Lengan Timur Sulawesi, Lengan Tenggara Sulawesi, Lengan Selatan Sulawesi, dan Sulawesi Tengah. Daerah penelitian masuk ke dalam Lembar Poso yang menempati bagian barat Lengan Timur Sulawesi. Morfologi bagian barat Lengan Timur Sulawesi merupakan pegunungan tinggi yang membujur antara garis ujung Api sampai Teluk Kolokolo bagian timur dan garis Lemoro sampai Teluk Tomini di barat yang memiliki lebar sekitar 75 - 100 km (Sutardji, 2006).

### 1.2.2. Batuan Dasar Endapan Nikel Laterit

Batuan ultramafik merupakan batuan yang kaya akan mineral-mineral mafik (*ferromagnesian*), seperti olivin, piroksen, hornblend, dan mika (Ahmad, 2009). Berdasarkan klasifikasi penamaan batuan beku ultramafik menurut Streckeisen (1976) membagi batuan berdasarkan kandungan mineralnya, yaitu olivin, orthopiroksen, dan klinopiroksen. Batuan ultramafik diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, yaitu peridotit, piroksenit, hornblendit, dan serpentinit.

### 1.2.3. Faktor Yang Mempengaruhi Endapan Nikel Laterit

Menurut Ahmad (2009), faktor-faktor yang dapat mempengaruhi sistem pelapukan kimia dibagi menjadi beberapa kategori, yaitu:

1. Faktor atmosferik (iklim), berkaitan dengan temperatur, curah hujan, kelembaban dan musim.
2. Faktor biosferik (vegetasi).

3. Faktor hidrosferik, yaitu meliputi jumlah absorpsi air dan muka air tanah.
4. Faktor litologi; komposisi batuan dasar, ukuran butir mineral, stabilitas mineral, rekahan pada
5. batuan dasar, dan topografi.
6. Faktor kombinasi, yaitu kondisi pH air tanah, potensial redoks (eH), tingkat penghapusan bahan terlarut,
7. dan peran waktu dalam pembentukan laterit.

Secara umum, kelarutan merupakan fungsi suhu air dan kondisi pH serta Eh. Asam didalam air tanah merupakan *humic acid* yang berasal dari pembusukan vegetasi dan sangat membantu dalam melarutkan unsur-unsur tertentu dalam air tanah (Ahmad, 2009). Menurut Ahmad (2009) mobilitas dari suatu unsur yang berasosiasi dengan batuan ultramafik/laterit dibagi ke dalam kategori berikut:

1. Elemen bersifat sangat larut dan sangat *mobile* (Mg, Si, Ca, Na, dsb.), unsur yang mudah tercuci selama pelapukan dan larut dalam air tanah.
2. Elemen bersifat tidak larut dan tidak *mobile* (Fe<sup>3+</sup> (ferric), Al, Cr, dsb.), unsur yang tidak dapat larut dalam air tanah dan sebagian besar merupakan penyusun dari tanah residual.
3. Elemen memiliki daya larut terbatas dan mobilitas terbatas (Ni, Co, Mn.), unsur yang sebagian larut dalam air tanah dan tidak larut jika terdapat unsur yang lebih larut.

Efek dari transformasi mineral dan mobilitas unsur akan menghasilkan lapisan bertingkat atau berlapis dari hasil pelapukan batuan induk yang umumnya disebut sebagai profil laterit (Elias, 2002). Profil endapan nikel laterit umumnya diklasifikasikan menjadi empat zona utama, yaitu:

#### 1. Ferricrete atau Top Soil

Tanah residu dari hasil oksidasi dengan kadar besi yang sangat tinggi. Dijumpai pada bagian atas gembur dan mengandung lapisan organik. Tidak terlihat adanya indikasi mineral.

#### 2. Limonit

Zona dimana konsentrasi residu unsur tidak *mobile* telah mencapai nilai maksimumnya. Bagian atas zona ini (*yellow limonite*) kaya akan mineral goetit sedangkan bagian bawah terdiri dari oksida besi (*red limonite*) yang lebih terhidrasi, yaitu mineral hematit. Dikenal dengan "*low grade ore*" terkadang

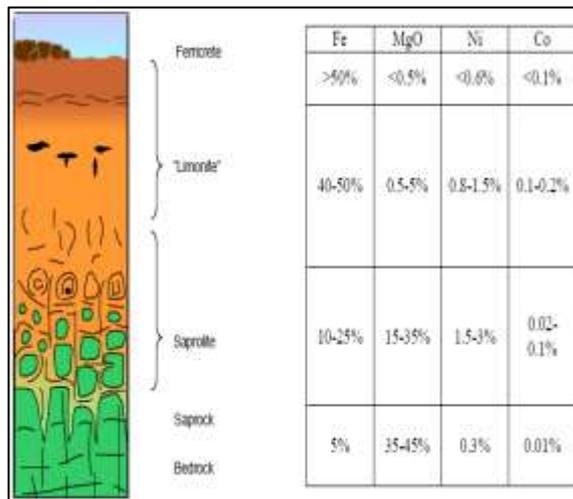
dapat dianggap sebagai lapisan ekonomis (sebagai campuran).

### 3. Saprolit

Zona dimana proses pelapukan kimia berlangsung paling aktif dan terletak dibawah muka air tanah. Pelapukan berkembang pada rekahan batuan dan rekahan mikro pada kristal. Zona ini juga banyak mengandung fragmen batuan dasar dan *boulder* serta urat-urat *garnierite* dan *crysopras*. Pengayaan supergen terjadi pada zona ini sehingga memiliki kadar rata-rata nikel yang tinggi.

### 4. Batuan Dasar (*Bedrock*)

Terletak di bagian terbawah dari profil laterit, terdiri dari bongkahan batuan induk yang secara umum sudah tidak mengandung mineral ekonomis, karena belum mengalami proses pelapukan yang intensif.



Gambar 3. Profil laterit yang terbentuk oleh batuan ultramafik (Elias, 2002)

## II. METODE PENELITIAN

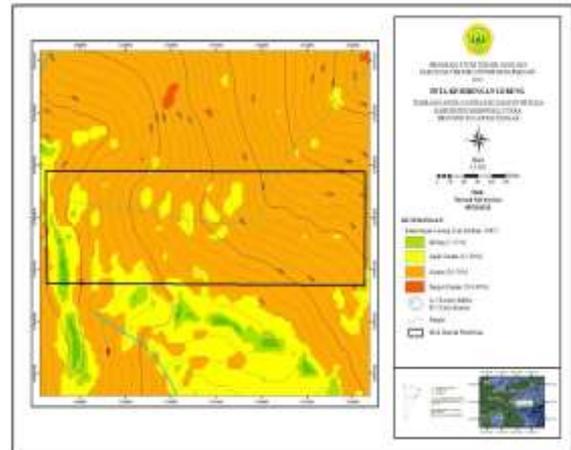
Kegiatan penelitian dilakukan dalam 3 (tiga) tahap, yaitu:

1. Tahap pendahuluan; mempelajari berbagai referensi yang berkaitan dengan tema penelitian bertujuan untuk lebih memahami kondisi regional daerah penelitian.
2. Tahap pengambilan data; data yang diambil, yaitu data *core logging bor*, data sampel batuan, dan dokumentasi data permukaan berupa singkapan batuan serta profil laterit.
3. Tahap analisis dan pengolahan data. Tahap analisis dibagi menjadi 2, yaitu:
  - a. Analisis geokimia menggunakan metode XRF (*X-Ray Fluorescence Spectrometry*) untuk mengetahui kadar unsur dalam bentuk oksida mayor dan unsur tunggal (Na, Mg, Al, Si, P, K, Ca, Ti, Mn, Fe), serta unsur minor dan jejak

(Rb, Sr, Y, Zr, Cr, Ni, Cu, Zn, dll.).

- b. Analisis petrografi, dilakukan dengan mendeskripsi kenampakan mikroskopis batuan untuk mengetahui komposisi mineral, tekstur, struktur, dan penamaan batuan.

Pengolahan data dari hasil analisis dengan bantuan perangkat lunak ArcGIS 10.8, Adobe Illustrator 2022, dan Microsoft Excel menghasilkan peta, profil laterit titik bor, dan tabel titik pengeboran.

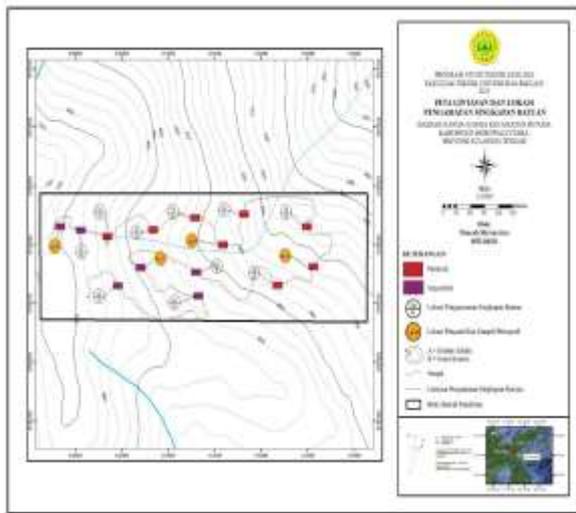


Gambar 4. Peta kemiringan lereng daerah penelitian Blok X

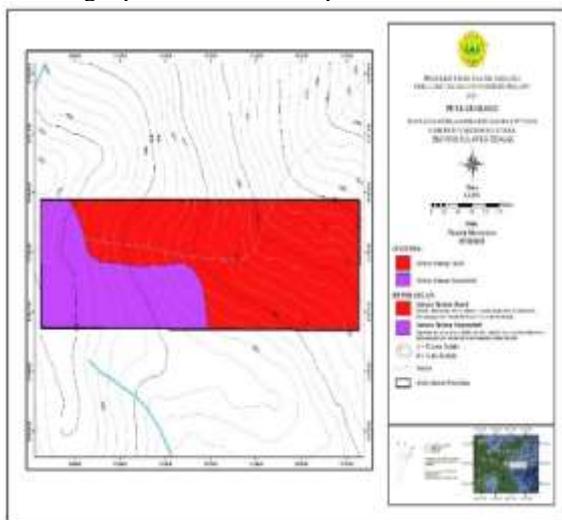
Berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapangan, nikel daerah penelitian terbentuk akibat proses pelapukan dan pengkayaan batuan ultramafik. Profil laterit yang terlihat menunjukkan susunan zonasi laterit yang terdiri atas *top soil*, zona limonit, zona saprolit, dan *bedrock* (Gambar 5). Terdapat 14 lokasi singkapan batuan dan 4 lokasi pengambilan sampel petrografi (Gambar 6). Dijumpai dua jenis batuan di lapangan, yaitu batuan dunit (kelompok peridotit) dan batuan serpentinit (Gambar 7).



Gambar 5. Profil laterit daerah penelitian Blok X

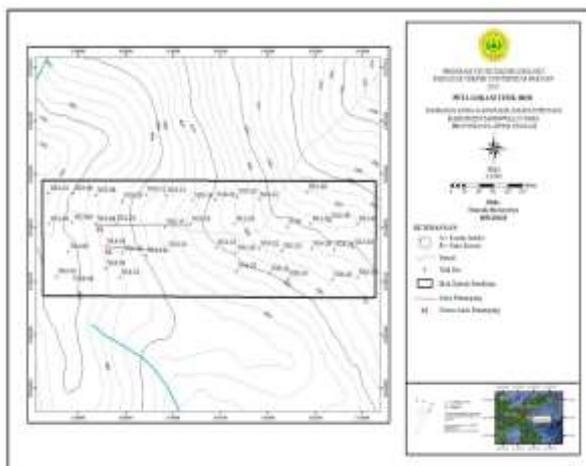


Gambar 6. Peta lintasan dan lokasi pengamatan singkapan batuan daerah penelitian Blok X.



Gambar 7. Peta geologi daerah penelitian Blok X

Sebagai hasil dari kegiatan pengeboran di wilayah penelitian terdapat 43 titik lokasi pemboran yang tersebar pada total luasan 15,4 hektar seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 8. Peta lokasi titik bor daerah penelitian Blok X

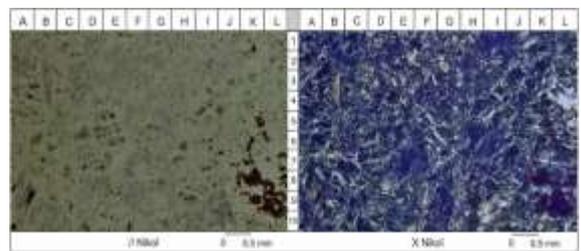
Tabel 1. Titik pengeboran daerah penelitian Blok X

No.	Hole ID	Elevasi (m)	Depth (m)	Ketebalan (m)			
				Top Soil	Limonit	Saprolit	Bedrock
1	N10-04	504	17	2	7	6	2
2	N10-06	483	12	1	2	7	2
3	N10-08	460	15	2	0.5	9.5	3
4	N10-10	437	10	1	0	7	2
5	N10-12	425	12	1	1	7	3
6	N10-14	412	7	1	1	3	2
7	N10-16	394	13	1	0	9	3
8	N10-18	375	23	1	1	18	3
9	N10-20	365	10	1	3	6	0
10	N10-22	348	21.3	1.6	0	18.7	1
11	N10-26	311	11	0.4	0.6	7	3
12	N12-04	496	22	1	1	18	2
13	N12-06	470	18	2	2	9	5
14	N12-08	489	13	1	2	5	5
15	N12-10	446	17	1	2	9	5
16	N12-14	404	14	1	1	9	3
17	N12-16	385	21	1	1	14	5
18	N12-20	368	24.5	1	2	18	3.5
19	N12-24	343	15	1	0	12	2
20	N12-26	333	15.5	0	2	8.5	5
21	N12-28	347	17	0	4	10	3
22	N12-30	360	22	2	2	13	5
23	N14-06	488	22.5	1	1	17	3.5
24	N14-08	485	22.2	1	3	16	2.2
25	N14-10	454	20	1	2	15	2
26	N14-12	422	10	1	1.5	4.5	3
27	N14-14	415	10	1	1	5	3
28	N14-18	388	18	1	1	12	4
29	N14-20	381	11	1	2	6	2
30	N14-22	371	19	1	1	13	4
31	N14-24	366	13.3	0	1	7.3	5
32	N14-26	357	13	2	1	8	2
33	N14-28	369	19	1.4	2	4.15	11.45
34	N14-30	344	12.5	2	2	8.5	0
35	N16-04	492	19	0	1	13	5
36	N16-06	489	17	1	3	10	3
37	N16-08	471	21	0	2	16	3
38	N16-10	457	20	1	5	11	3
39	N16-20	394	10	1	0	7	3
40	N16-22	390	14.5	0	2	8	4.5
41	N16-24	382	22	0	2	15	5
42	N16-28	366	25	1	1	21	2
43	N16-30	362	25	2	2	18	3

## 2.1. Analisa Petrografi

### Pemerian Sayatan Tipis Lp 1:

Berdasarkan pengamatan nikol sejajar kenampakan sayatan berwarna abu-abu sedangkan nikol silang berwarna abu-abu kecoklatan, ukuran butir  $\varnothing < 0,1 - 0,8$  mm, bentuk butir subhedral – anhedral, kemas inequigranular, derajat kristalisasi holokristalin, komposisi mineral serpentin (92%), piroksen (3%), dan mineral opak (5%). Berdasarkan hasil analisis petrografi maka nama batuan adalah Serpentin.

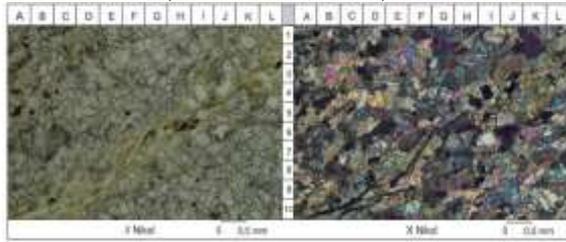


Gambar 9. Sayatan tipis batuan serpentin pada Lp 1 Blok X.

### Pemerian Sayatan Tipis Lp 9:

Berdasarkan pengamatan nikol sejajar kenampakan sayatan berwarna abu-abu kehijauan sedangkan nikol silang berwarna abu-abu kecoklatan, ukuran butir  $\varnothing < 0,1 - 3$  mm,

bentuk butir subhedral – anhedral, kemas inequigranular, derajat kristalisasi holokristalin, komposisi mineral olivin (82%), serpentin (15%), dan mineral opak (3%). Berdasarkan hasil analisis petrografi maka nama batuan adalah Dunit (Streckeisen, 1976).



Gambar 10. Sayatan tipis batuan dunit terserpentinisasi pada Lp 9 Blok X

Hasil analisis petrografi pada sampel batuan dasar dapat diindikasikan batuan penyusun daerah penelitian telah mengalami proses

serpentinisasi yang mengubah mineral utama olivin menjadi mineral serpentin. Dengan itu, maka batuan dasar daerah penelitian merupakan batuan serpentinit dan dunit terserpentinisasi (kelompok peridotit) menurut klasifikasi Streckeisen (1976).

## 2.2. Analisis Geokimia

Analisis dengan menggunakan metode XRF (*X-Ray Fluorescence Spectrometry*) dilakukan pada 8 sampel titik bor dari hasil pemboran, unsur kimia yang difokuskan dalam penelitian adalah unsur Ni, Fe, SiO<sub>2</sub>, dan MgO yang keterdapatannya ada pada setiap zona endapan nikel laterit. Berikut data presentase kadar unsur hasil analisis XRF daerah penelitian di Blok X.

Tabel 2. Data hasil XRF Pada 4 Titik Bor Dengan Batuan Dasar Serpentinit

Hole ID	Laboratory (%)				Zona	Tebal (m)
	Ni	Fe	SiO <sub>2</sub>	MgO		
N14-01	8.98	34.23	34.02	9.88	Top Soil	1
	4.79	13.48	29.89	18.88	Limonite	1
	8.94	14.44	34.5	16.89	Limonite	1
	8.76	8.11	39.79	28.42	Serpentite	1
	8.88	7.81	40.96	29.44	Serpentite	1
	7	10.89	37.92	28.88	Serpentite	1
	8.05	9.27	40.29	22.24	Serpentite	1
	8.66	1.7	41.47	25.84	Serpentite	1
	8.27	8.77	42.06	24.87	Serpentite	1
	8.72	8.44	42.92	18.59	Serpentite	1
	4.75	8.29	42.27	24.28	Serpentite	1
	1.01	39.5	38.09	13.05	Limonite	1
	1.12	19.54	40.65	28.65	Serpentite	1
	8.88	8.84	41.97	23.89	Serpentite	1
	8.89	8.73	41.09	27.51	Serpentite	1
	8.91	8.38	42.4	24.44	Serpentite	1
8.74	8.62	42.6	27.82	Serpentite	1	
8.93	9.88	42.27	25.17	Serpentite	1	
3.47	8.82	45.29	19.46	Serpentite	1	
8.89	6.9	47.11	29.27	Serpentite	1	
8.29	5.89	31.16	33.72	Bedrock	1	
8.1	8.44	43.51	32.81	Bedrock	1	

Hole ID	Laboratory (%)				Zona	Tebal (m)
	Ni	Fe	SiO <sub>2</sub>	MgO		
N14-10	8.93	24.49	33.43	7.08	Top Soil	1
	8.99	15.42	36.91	22.01	Limonite	1
	1.04	15.49	37.41	16.48	Serpentite	1
	8.95	12.88	36.24	24.21	Serpentite	1
	8.81	14.27	31.97	20.29	Limonite	1
	1.02	12.88	42.1	22.48	Serpentite	1
	1.17	12.84	42.21	24.8	Serpentite	1
	8.97	12.44	41.42	27.22	Serpentite	1
	8.84	9.45	43.97	25.02	Serpentite	1
	8.60	10.19	46.43	21.02	Serpentite	1
	3.50	9.24	42.04	24.77	Serpentite	1
	8.84	8.44	47.84	27.18	Serpentite	1
	1.23	11.17	45.88	25.92	Serpentite	1
	1.27	8.88	44.99	29.8	Serpentite	1
	1.34	11.01	43.88	24.96	Serpentite	1
	1.4	10.89	42.11	27.18	Serpentite	1
1.44	11.56	42.95	25.94	Serpentite	1	
8.96	8.89	43.83	34.11	Serpentite	1	
8.7	6.27	46.88	35.82	Bedrock	1	
8.28	6.21	43.87	36.84	Bedrock	1	

Hole ID	Laboratory (%)				Zona	Tebal (m)
	Ni	Fe	SiO <sub>2</sub>	MgO		
N14-12	8.8	41.88	18.62	1.87	Top Soil	1
	8.86	32.21	16.23	5.1	Limonite	1
	8.83	24.64	23.93	9.21	Limonite	0.5
	8.91	16.8	35.24	12.45	Serpentite	0.2
	8.81	11.69	38.94	16.88	Serpentite	0.3
	8.75	7.68	41.88	18.23	Serpentite	0.7
	8.94	10.66	41.91	22.70	Serpentite	0.6
	1.05	7.18	41.85	18.52	Serpentite	0.4
	1.24	7.36	40.62	18.80	Serpentite	1
	8.59	4.87	41.68	19.91	Bedrock	1
	8.77	7.69	41.72	19.24	Serpentite	1
	8.57	6.76	40.62	25.45	Bedrock	1
	8.73	8.84	40.23	19.29	Bedrock	1

Hole ID	Laboratory (%)				Zona	Tebal (m)
	Ni	Fe	SiO <sub>2</sub>	MgO		
N14-14	0.02	32.02	21.28	5.7	Top Soil	1
	0.85	17.2	28.44	11.56	Limonite	1
	0.87	9.61	41.35	23.78	Serpentite	1
	0.84	10.32	40.26	25.77	Serpentite	1
	0.98	9.1	41.1	17.36	Serpentite	1
	1.01	9.06	46.51	16.8	Serpentite	1
	0.93	8.44	41.22	22.21	Serpentite	1
	0.58	6.49	44.13	34	Bedrock	1
	0.14	5.41	37.85	34.28	Bedrock	1
	0.11	5.74	40.19	33.48	Bedrock	1

Tabel 3. Data hasil XRF pada 4 titik bor dengan batuan dasar dunit serpentinitisasi

Hole ID	Laboratory (%)				Zona	Tebal (m)
	Ni	Fe	SiO <sub>2</sub>	MgO		
N12-10	0.989	27.84	21.45	6.71	Top Soil	1
	1.05	18.32	31.13	10.03	Limonite	1
	1.01	18.52	33.63	12.67	Limonite	1
	1.1	13.89	41.82	16.76	Serpentite	1
	1.21	8.89	40.32	27.24	Serpentite	1
	1.22	8.14	47.88	25.48	Serpentite	1
	1.31	10.88	45.19	31.39	Serpentite	1
	1.23	11.17	46.89	30.18	Serpentite	1
	1.25	11.22	43.47	30.01	Serpentite	1
	1.22	8.67	44.47	32.26	Serpentite	1
	8.91	9	41.84	28.64	Serpentite	1
	10.86	8.88	45.79	22.74	Serpentite	1
	8.80	9.8	44.67	21.61	Serpentite	1
	8.84	9.83	44.77	21.45	Serpentite	1
	1.01	10.5	36.28	21.28	Serpentite	1
	1	9.85	47.99	28.89	Serpentite	1
0.84	7.82	45.45	27.74	Bedrock	1	
0.84	6.74	45.28	31.3	Bedrock	1	
8.81	8.33	46.76	27.88	Bedrock	1	
8.8	7.87	48.85	30.83	Bedrock	1	
8.57	7.31	47.88	29.88	Bedrock	1	

Hole ID	Laboratory (%)				Zona	Tebal (m)
	Ni	Fe	SiO <sub>2</sub>	MgO		
N12-14	0.87	32.26	19.53	3.61	Top Soil	1
	0.71	18.68	39.77	22.62	Serpentite	1
	1.07	27.28	25.88	6.88	Limonite	1
	1.34	25.9	40.91	22.3	Serpentite	1
	1.39	12.2	44.23	12.83	Serpentite	1
	1.29	12.94	46.34	17.2	Serpentite	1
	1.88	8.97	43.21	27.19	Serpentite	1
	1.83	11.39	40.84	19.84	Serpentite	0.4
	8.94	8.96	41.26	27.87	Serpentite	0.6
	8.72	8.88	41.8	24.74	Serpentite	1
	8.57	7	45.87	36.61	Bedrock	1
	8.57	7.24	46.21	29.19	Bedrock	1
	8.76	8.27	45.13	26.37	Serpentite	1
	8.73	8.1	44.48	28.77	Serpentite	1
	8.53	7.99	44.86	26.3	Bedrock	1

Hole ID	Laboratory (%)				Zona	Tebal (m)
	Ni	Fe	SiO <sub>2</sub>	MgO		
N12-08	0.86	27.93	22.97	1.84	Top Soil	1
	1.08	14.66	34.28	2.84	Limonite	1
	1.3	16.51	37.74	3	Limonite	1
	1.8	14.85	37.86	19.52	Serpentite	1
	1.27	18.11	39.17	17.84	Serpentite	1
	8.76	6.71	43.78	29.21	Serpentite	1
	8.80	7.02	43.7	19.23	Serpentite	1
	8.6	8.85	43.89	21.89	Serpentite	1
	8.29	8.7	42.23	26.27	Serpentite	1
	8.1	6.34	43.26	23.63	Bedrock	1
	8.29	6.22	42.88	21.88	Bedrock	1
	8.28	8	44.83	34.89	Bedrock	1
	8.28	8.78	44.81	30.21	Bedrock	1

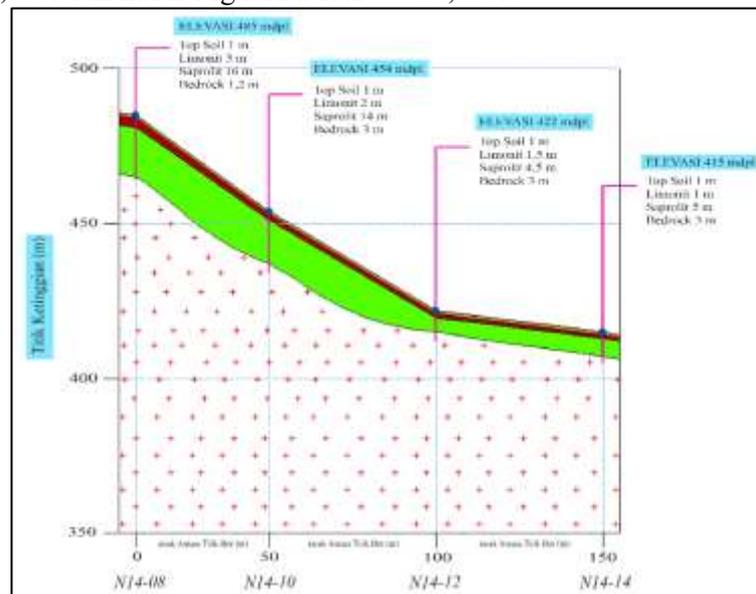
### 2.3. Profil Laterit Data Bor Daerah Penelitian

Zonasi laterit daerah penelitian dapat dibagi menjadi empat zona, yaitu *top soil*, zona limonit, zona saprolit, dan *bedrock* yang didasarkan pada data presentase kadar unsur Ni, Fe, SiO<sub>2</sub>, dan MgO. Profil laterit di Blok X didasarkan pada 8 titik bor dari data *core logging bor* dan hasil analisis geokimia. 8 Titik bor tersebut dikelompokkan sesuai jenis batuan dasarnya.

### 2.4. Korelasi Zonasi Profil Laterit Daerah Penelitian

Korelasi setiap zona profil laterit pada titik bor N14-08, N14-10, N14-12, dan N14-14 dengan batuan dasar serpentinit (Gambar 11) memiliki elevasi bervariasi antara 485 – 415 mdpl dengan ketebalan *top soil* sebesar 1 meter. Kadar Ni rata-rata 0,88%, kadar Fe rata-rata 32,99%, kadar SiO<sub>2</sub> rata-rata 17,69% dan kadar MgO rata-rata

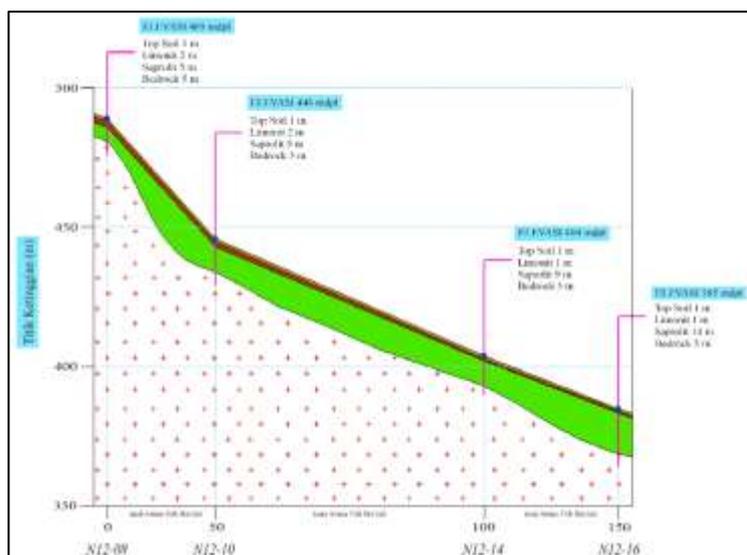
3,8%. Zona limonit dengan variasi ketebalan antara 1 - 3 meter, kadar Ni rata-rata 0,87%, kadar Fe rata-rata 19,23%, kadar SiO<sub>2</sub> 29,22%, dan kadar MgO rata-rata 12,46%. Pada zona limonit kadar Fe rata-rata mengalami penurunan hingga 42%, sedangkan kadar rata-rata kadar SiO<sub>2</sub> dan MgO mengalami banyak peningkatan. Zona saprolit dengan ketebalan antara 4 – 16 meter, kadar Ni rata-rata 0,95%, kadar Fe rata-rata 9,72%, kadar SiO<sub>2</sub> rata-rata 42,16%, dan kadar MgO rata-rata 23,77%. Pada zona saprolit terjadi pengkayaan Ni akibat proses pencucian yang intens, diikuti dengan penurunan kadar Fe karena terakumulasi pada zona di atasnya sebagai endapan residual, dilanjutkan dengan adanya kenaikan kadar SiO<sub>2</sub> dan MgO secara signifikan yang sudah sesuai dengan sifat kelarutannya. *Bedrock* dengan ketebalan 2 – 3 meter, kadar Ni rata-rata 0,4%, kadar Fe rata-rata 6,23%, kadar SiO<sub>2</sub> rata-rata 42,22%, dan kadar rata-rata MgO 34,63%.



Gambar 11. Profil laterit berdasarkan titik bor N14-08 hingga N14-14

Korelasi setiap zona profil laterit pada titik bor N12-08, N12-10, N12-14, dan N12-16 dengan batuan dasar dunit terserpentinisasi (Gambar 12) memiliki elevasi bervariasi antara 489 – 385 mdpl dengan ketebalan *top soil* sebesar 1 meter. Kadar Ni rata-rata 0,92%, kadar Fe rata-rata 33,07%, kadar SiO<sub>2</sub> rata-rata 18,9% dan kadar MgO rata-rata 3,87%. Korelasi zona limonit dengan variasi ketebalan antara 1 - 2 meter, kadar Ni rata-rata 1,08%, kadar Fe rata-rata 26,49%, kadar SiO<sub>2</sub> 25,55%, dan kadar MgO rata-rata 6,83%. Pada zona limonit kadar Ni meningkat sebanyak 17%, kadar Fe rata-rata mengalami penurunan hingga 20%, serta kadar rata-rata SiO<sub>2</sub> dan MgO mengalami

peningkatan. Zona saprolit dengan ketebalan antara 5 – 14 meter, kadar Ni rata-rata 1,1%, kadar Fe rata-rata 10,27%, kadar SiO<sub>2</sub> rata-rata 43,3%, dan kadar MgO rata-rata 22,19%. Pada zona saprolit pengayaan nikel bertambah akibat proses pencucian yang intens, diikuti dengan penurunan kadar Fe karena terakumulasi pada zona di atasnya sebagai endapan residual, dilanjutkan dengan adanya kenaikan kadar SiO<sub>2</sub> dan MgO secara signifikan yang sudah sesuai dengan sifat kelarutannya. *Bedrock* dengan ketebalan antara 3 – 5 meter, kadar Ni rata-rata 0,42%, kadar Fe rata-rata 7,09%, kadar SiO<sub>2</sub> rata-rata 45,24%, dan kadar rata-rata MgO 30,94%.



Gambar 12. Profil laterit berdasarkan titik bor N12-08 hingga N12-14

Berdasarkan hasil korelasi analisis distribusi unsur Ni, Fe, SiO<sub>2</sub>, dan MgO pada setiap zona endapan nikel laterit dari 8 titik bor disimpulkan bahwa terdapat peningkatan presentase kadar Ni dari zona limonit sampai zona saprolit dan mengalami penurunan presentase kadar Ni pada *bedrock* dikarenakan mobilitas unsur Ni yang terbatas sehingga hanya sebagian yang bisa larut dalam air tanah.

Ini menunjukkan bahwa Ni memiliki mobilitas terbatas dan terkonsentrasi pada zona saprolit, yang mengartikan sesuai dengan pola normal endapan nikel laterit. Adapun zona saprolit menjadi tempat pengayaan Ni dengan presentase kadar yang berbeda-beda disebabkan oleh adanya perbedaan jenis batuan dasar. Terlihat dari presentase kadar Ni yang lebih besar pada zona saprolit dengan batuan dasar dunit. Hal tersebut tidak terlepas dari pengaruh komposisi mineral dunit yang mengandung >90% mineral olivin sebagai mineral pembawa unsur Ni. Distribusi Fe pada setiap zona endapan nikel laterit menunjukkan penurunan presentase kadar menuju bagian bawah profil disebabkan karena Fe bersifat tidak *mobile* sehingga akan terakumulasi di zona atas dari profil endapan nikel laterit.

Kebalikan dari unsur Fe, unsur SiO<sub>2</sub> dan MgO menunjukkan bahwa semakin kearah bawah zona maka terjadi peningkatan presentase kadarnya. Hal tersebut disebabkan karena SiO<sub>2</sub> dan MgO merupakan unsur yang memiliki mobilitas tinggi sehingga mudah berpindah tempat sampai ke zona terbawah.

Berdasarkan korelasi 8 titik bor terhadap ketebalan setiap zona endapan nikel laterit, khususnya pada zona limonit dan saprolit terlihat bahwa dominasi sebarannya mengikuti daerah perbukitan dengan kemiringan lereng dominan curam. Hal tersebut diinterpretasikan dengan rata-rata ketebalan zona limonit yang tipis antara 1 – 2 meter dan rata-rata ketebalan zona saprolit yang cukup tipis tidak sampai 10 meter. Oleh karena itu, morfologi dapat mempengaruhi ketebalan zona endapan nikel laterit dimana lapisan yang lebih tebal terbentuk di daerah dengan topografi landai, seperti punggung, dan lapisan yang lebih tipis terjadi di lereng yang curam. Morfologi pun turut mengontrol pergerakan dan laju aliran air permukaan dan tanah sehingga mempengaruhi pengayaan unsur Ni.

#### IV. KESIMPULAN

Profil endapan nikel laterit daerah penelitian terdiri dari *top soil*, zona limonit, zona saprolit, dan batuan dasar (*bedrock*) yang terbagi menjadi dua jenis, yaitu serpentinit dan dunit terserpentinisasi (kelompok peridotit). Hasil analisis distribusi unsur Ni, Fe, SiO<sub>2</sub>, dan MgO pada setiap zona endapan nikel laterit daerah penelitian menunjukkan pola normal dari sifat kelarutan suatu unsur. Zona saprolit yang menjadi tempat pengayaan unsur Ni memperlihatkan adanya perbedaan rata-rata presentase kadar Ni pada batuan dasar dengan jenis yang berbeda, dimana endapan nikel laterit dengan batuan dasar dunit memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan serpentinit. Dengan itu, maka jenis litologi berpengaruh terhadap pembentukan endapan nikel laterit karena memiliki komposisi mineral yang berbeda

sehingga kemampuan dalam mengikat unsur Ni pun berbeda. Morfologi daerah penelitian yang didominasi kemiringan lereng curam menyebabkan ketebalan zona endapan nikel laterit yang tipis, berdasarkan hal tersebut maka morfologi berpengaruh terhadap pengayaan unsur Ni.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad, W. (2009). *Nickel Laterites: Fundamental of Chemistry, Mineralogy, Weathering, Process, Formation, and Exploration*. Sorowako, South Sulawesi: PT. International Nickel Indonesia. (tidak diterbitkan)
- [2] Hall, R. & Wilson, M. E. J., 2000, *Neogene sutures in eastern Indonesia*. *Journal of Asian Earth Sciences*, 18, 781–808.
- [3] Hamilton, W. (1979). *Tectonics of the Indonesian Region*. *United States Geological Survey Professional Paper No. 1078*, United States Geological Survey, Denver.
- [4] Mick, Elias. (2002). *Nickel laterite deposits – geological overview, resources and exploitation*. *Special publication A*. *Mich Elias Association*. CSA Australia Pty ltd. 24 p. Wegmuller. M., J. P. von der Weid, P. Oberson, and N. Gisin, “*High resolution fiber distributed measurements with coherent OFDR*,” in *Proc. ECOC’00*, 2000, paper 11.3.4, p. 109.
- [5] Simandjuntak, T.O., Suroño dan Supandjono, J.B., 1997. Peta Geologi Lembar Poso, Sulawesi skala 1:250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- [6] Streckeisen, A., 1976, *To each plutonic rock its proper name*. *Earth Science Review*, 12(1), 1-33. [https://doi.org/10.1016/00128252\(76\)90052-0](https://doi.org/10.1016/00128252(76)90052-0).
- [7] Sukamto, R. (1975). *The Structure of Sulawesi In The Light of Plate Tectonics*. *Paper Presented at Regional Conference on The Geology and Mineral Resources of Southeast Asia Organized by Association of Indonesian Geologists*.
- [8] Suroño, Hartono, Udi. (2013). *Geologi Sulawesi*, LIPI Press, Jakarta.
- [9] Sutardji, 2006. *Diktat Kuliah Geologi Indonesia*, Universitas Negeri Semarang.
- [10] van Zuidam, R.A., 1985, *Guide to Geomorphologic Aerial Photographs Interpretation and Mapping*, *Enschede The Netherlands*, 325.