

## **PROFIL ENDAPAN NIKEL LATERIT DI DAERAH PALANGGA, PROVINSI SULAWESI TENGGARA**

### ***PROFILE OF NICKEL LATERITE DEPOSIT IN PALANGGA, SOUTHEAST SULAWESI PROVINCE***

**Ledyantje Lintjewas, Iwan Setiawan, dan Andrie Al Kausar**

Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI

**ABSTRAK** Nikel laterit adalah mineral logam hasil dari proses pelapukan dan pengayaan mineral pada batuan ultramafik. Geologi di daerah Palangga, Provinsi Sulawesi Tenggara, disusun oleh batugamping dari Formasi Eimoko dan Formasi Langkolawa yang memiliki hubungan ketidakselarasan dengan batuan ultramafik di bawahnya sebagai pembawa endapan nikel laterit. Proses pelapukan pada batuan ultramafik menghasilkan karakter dan profil nikel laterit yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakterisasi nikel laterit berdasarkan pada mineralogi dan profil dari Zona lateritisasi. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa jenis batuan pembawa nikel laterit di Daerah Palangga adalah harzburgit. Nikel laterit memiliki ketebalan sekitar 15 meter. Zona Limonit memiliki komposisi mineral lempung berupa kaolinit, mineral oksida berupa mineral magnetit, hematit, kromit dan mineral hidroksida berupa gutit. Kedalaman Zona Limonit yaitu sekitar 0 - 3 meter dengan kandungan Ni sekitar 0,76 – 1,78%, Fe sekitar 34,10 – 48,31%, dan SiO<sub>2</sub> sekitar 9,42 – 18,02%. Zona Saprolit memiliki komposisi mineral silikat berupa kuarsa, garnierit,

antigorit, enstatit, dan lisardit. Kedalaman Zona Saprolit sekitar 3 – 9 m dengan kandungan Ni sekitar 1,79 – 2,98%, Fe sekitar 10,27 – 34,52%, SiO<sub>2</sub> sekitar 22,0 – 49,63%. Batuan dasar (*Bedrock*) memiliki komposisi mineral silikat, antigorit, enstatit, olivin, augit dan lisardit. Kedalaman batuan dasar (*bedrock*) sekitar 9 – 10 meter dengan kandungan Ni sekitar 0,95 – 1,28%, Fe sekitar 7,62 – 8,29%, SiO<sub>2</sub> sekitar 42,81 – 45,85%. Zona Saprolit merupakan Zona yang kaya akan nikel, dengan mineral penyusun berupa kuarsa, garnierit, antigorit, enstatit, dan lisardit.

**Kata Kunci :** Nikel Laterit, Zona Saprolit, Zona Limonit, Profil Laterit, Komplek Ultramafik.

**ABSTRACT** Nickel laterite is metal mineral formed by weathering and mineral enrichment of ultramafic rock. Geology of Palangga area, Southeast Sulawesi Province arranged by limestone of Eimoko Formation and Langkowala Formation that have unconformity relation with ultramafic rock as source of nickel laterite. Weathering process underwent ultramafic rock resulted in different nickel laterite characters and their profile. The study aims to identify characterization of nickel laterite based on mineralogy and lateritization profile zones. Based on the result of study, source of nickel laterite in Palangga area is harzburgite. Nickel laterite profile has around 15 meters thick. Mineral composition of Limonite Zone is clay mineral as kaolinit, oxide mineral consisted of magnetite, hematite, chromite, and hidroksida mineral as goetite. Depth of Limonite Zone around 0 - 3 meters with Ni grade around 0,76 – 1,78%, Fe around 34,10 – 48,31%, and SiO<sub>2</sub> around 9,42 – 18,02%. Mineral composition of Saprolite Zone is silicate mineral consist of quartz, garnierite, antigorite, enstatite, and lizardite minerals. Depth of Saprolite Zone around 3 – 9 meters with Ni grade around 1,79 – 2,98%, Fe around 10,27 – 34,52%, and SiO<sub>2</sub> around 22,0 – 49,63%. Mineral composition of bedrock is silikat minerals consists

---

Naskah masuk : 21 Juni 2018  
Naskah direvisi : 24 September 2018  
Naskah diterima : 11 Juni 2019

---

Ledyantje Lintjewas  
Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI  
Email : ledicute\_geo@yahoo.com

of antigorite, enstatite, olivine, augit, and lizardite minerals. Depth of Bedrock around 9 – 10 meters with grade Ni 1,28%, Fe around 7,62 – 8,29%, and SiO<sub>2</sub> around 42,81 – 45,85%. The Saprolite Zone is a Zone that rich in nickel, with mineral composition is quartz, garnierite, antigorite, enstatite, and lizardite minerals.

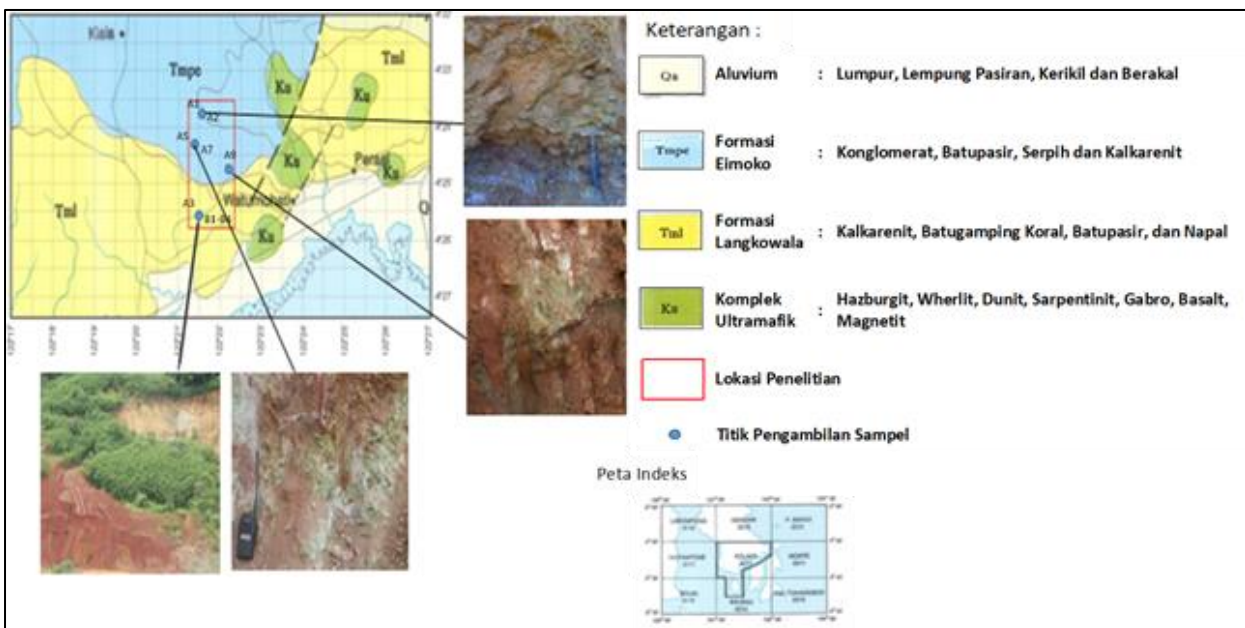
**Keywords :** Nickel laterite, Saprolite Zone, Limonite Zone, Laterite Profile, Ultramafic Complex.

**PENDAHULUAN**

Nikel laterit merupakan salah satu mineral logam hasil dari proses pelapukan kimia batuan ultramafik yang mengakibatkan pengkayaan unsur Ni, Fe, Mn, dan Co secara residual dan sekunder (Syafrizal et al., 2011; Burger, 1996). Nikel laterit dicirikan oleh adanya logam oksida yang berwarna coklat kemerahan mengandung Ni dan Fe (Cahit et al., 2017). Salah satu faktor yang mempengaruhi pembentukan endapan nikel laterit adalah morfologi, batuan asal dan tingkat pelapukan (Kurniadi et al., 2017). Tingkat pelapukan yang tinggi sangat berperan terhadap proses lateritisasi (Tonggiroh et al., 2012). Proses terbentuknya nikel laterit dimulai dari proses pelapukan yang intensif pada batuan peridotit (Sundari dan Woro, 2012), selanjutnya infiltrasi air hujan masuk ke dalam zona retakan batuan dan akan melarutkan mineral yang mudah larut pada

batuan dasar. Mineral dengan berat jenis tinggi akan tertinggal di permukaan sehingga mengalami pengkayaan residu seperti unsur Ca, Mg, dan Si. Mineral lain yang bersifat *mobile* akan terlarutkan ke bawah dan membentuk suatu zona akumulasi dengan pengkayaan (*supergen*) seperti Ni, Mn, dan Co (Golightly, 1979).

Pada daerah penelitian yaitu di daerah Palangga, Provinsi Sulawesi Tenggara berdasarkan Peta Geologi Lembar Kolaka (Simandjuntak et al., 1993) sebagian besar disusun oleh Batugamping Formasi Eimoko (Tmpe) berumur Miosen Akhir – Pliosen dan Formasi Langkowala berumur Miosen (Gambar 1). Komplek Ultramafik (Ku), tersusun oleh harsbugit, dunit, werlit, serpentinit, gabro, dan basalt, diperkirakan berumur Kapur, sebagai sumber endapan nikel laterit. Komplek Ultramafik tersingkap secara terbatas, sebagian besar ditutupi oleh batugamping dari Formasi Eimoko dan Formasi Langkowala secara tidak selaras (Simandjuntak et al., 1993) (Gambar 1). Proses pelapukan batuan Kompleks Ultramafik (Ku) berpengaruh terhadap karakteristik dan profil nikel laterit. Keberadaan endapan nikel laterit yang unik, yaitu terdapat di bawah batugamping akan menunjukkan karakteristik yang unik pula. Tujuan penelitian ini yaitu mengidentifikasi karakterisasi nikel laterit berdasarkan pada mineralogi dan profil dari zona lateritisasi.



Gambar 1. Peta Geologi daerah Palangga yang menunjukkan satuan batuan menurut Simandjuntak et al. (1993).

Keberadaan endapan nikel laterit, memiliki perbedaan karakteristik pada masing-masing daerah. Perbedaan tersebut dapat diketahui dari sifat fisik yang nampak di atas permukaan meliputi jenis laterit, litologi, vegetasi yang tumbuh, dan kondisi morfologi (Mubdiana et al., 2015). Di beberapa daerah di Sulawesi seperti di daerah Soroako dan Konawe Utara, tipe endapan nikel laterit sangat berbeda dengan endapan nikel laterit di daerah penelitian yang sebagian besar ditutupi oleh batugamping. Pada daerah Soroako batas antara zona lateritisasi terlihat sangat jelas dan tidak dijumpai adanya batugamping sebagai lapisan paling atas dari endapan nikel laterit. Pada bagian atas dijumpai adanya *Top Soil* yang terdiri dari humus dan pepohonan. Bagian bawah *top soil* dijumpai adanya lapisan *overburden* dengan komposisi utama berupa Fe, Cr, Mn, dan Co. Bagian bawah *overburden* dijumpai adanya Zona Limonit dan Zona Saprolit dijumpai pada bagian bawah Zona Limonit sedangkan zona paling bawah berupa *bedrock* yang merupakan batuan segar yang belum mengalami proses pelapukan (Sufriadin, 2013). Perbedaan karakteristik suatu daerah endapan nikel laterit berhubungan dengan adanya perbedaan komposisi mineralogi batuan asalnya dan zona lateritisasi.

Morfologi daerah Palangga tersusun oleh satuan bentang alam perbukitan denudasional bergelombang lemah, dicirikan oleh bentuk morfologi membentuk huruf V, tingkat erosi yang tinggi, dengan pola aliran sungai yang dendritik (Lintjewas, 2012). Pada bentang alam ini dijumpai litologi berupa batuan ultramafik atau peridotit dan batugamping Formasi Eimoko dan Formasi Langkowala.

## METODE

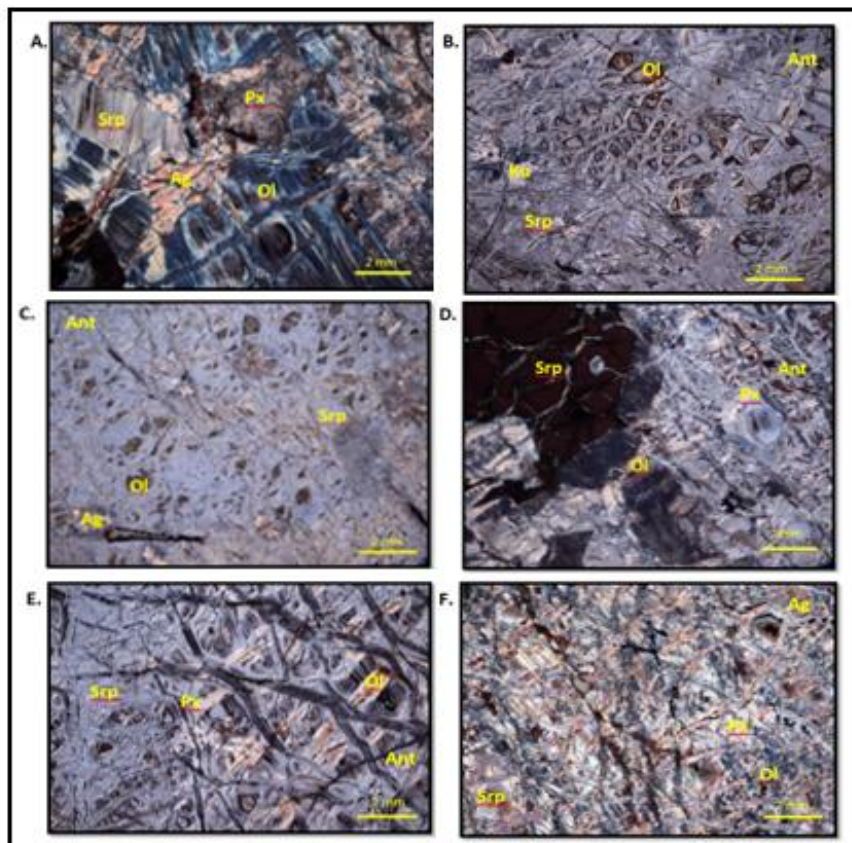
Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode studi data literatur, pengamatan geologi lapangan, analisis laboratorium berupa analisis petrografi, analisis XRF, dan analisis XRD. Studi literatur untuk membangun kerangka pikir sebagai acuan atau perbandingan hasil penelitian terdahulu. Data literatur tersebut berupa makalah, peta geologi pada Lembar Kolaka, laporan dan jurnal.

Tahap selanjutnya yaitu melakukan pengamatan geologi lapangan di daerah Palangga, Kabupaten Konawe Selatan, Provinsi Sulawesi Tenggara (Gambar 1). Penelitian geologi lapangan dilakukan dengan tujuan untuk pengambilan data

lapangan berupa data geomorfologi, data litologi, data pemboran, dan pengambilan sampel batuan untuk dianalisis di laboratorium. Sampel batuan yang diambil berupa sampel batuan hasil pengeboran (A1, A2, A3, A5, A7, A9) dan singkapan batuan segar yang diambil pada lapisan *Bedrock* (Bor A1, A7, A9) dan pada Saprolit (A2, A3, A5) (Gambar 1). Tujuan pengambilan sampel pengeboran adalah untuk mengetahui ketebalan, penyebaran laterit dan kadar dari tiap-tiap lubang bor yang mewakili daerah sekitarnya. Garis 0 meter pada lubang bor adalah pada lapisan di bawah tanah penutup sehingga diketahui ketebalan setiap zona lateritisasi. Sampel profil diambil untuk melihat komposisi mineral secara lengkap dengan melihat perbedaan setiap zona yang berbeda. Garis 0 m pada singkapan adalah tanah permukaan sehingga diketahui kedalamannya setiap zona.

Tahap selanjutnya adalah analisis data laboratorium berupa analisis petrografi, analisis XRF (*X-Ray Fluorescence Spectroscopy*) dan analisis XRD (*X-Ray Diffraction*). Analisis petrografi dilakukan terhadap sampel batuan segar dimaksudkan untuk mengetahui komposisi mineral dan jenis batuan dasar (*bedrock*) pada daerah penelitian. Analisis petrografi dilakukan di Laboratorium Fisika Sumberdaya Geologi, Puslit Geoteknologi LIPI dengan menggunakan mikroskop polarisasi Nikon Eclipse 100 iPol. Analisis batuan dilakukan pada sampel batuan segar yang diambil pada *Bedrock* (bor A1, A7, A9) dan pada bagian Saprolit (A2, A3, A5), hasil analisis petrografi ditunjukkan pada Gambar 2.

Analisis XRD dilakukan untuk mengetahui komposisi mineral pembawa unsur Fe, Ni dan mineral asosiasinya sebagai acuan untuk pembuatan profil zona endapan nikel laterit pada daerah penelitian. Analisis dilakukan di Laboratorium Fisika Sumberdaya Geologi, Puslit Geoteknologi LIPI. Analisis XRD dilakukan pada batugamping, zona limonit, zona saprolit dan batuan dasar (*bedrock*). Sample B1, B2, B3, B4 yang akan dianalisis XRD terlebih dahulu dihaluskan sampai 100 mesh dan dibuat menjadi powder, setelah itu sampel dimasukkan kedalam XRD (Shimadzu 7000) dan dianalisis menggunakan 2theta selama 30 menit persampel. Data hasil analisis yang keluar berupa grafik hasil karakterisasi XRD, dimana sumbu tegak menunjukkan nilai intensitas dari mineral dan sumbu horisontal menunjukkan nilai 2theta yang



Gambar 2. Fotomikrografi batuan peridotit jenis harsburgit ((A. Kode bor A1), (B. Kode bor A2), (C. Kode bor A3), (D. Kode bor A5) (E. Kode bor A7) dan (F. kode bor A9)) (Streickeisen, 1979).

merupakan besaran sudut yang digunakan pada saat analisis XRD dengan satuan derajat ( $^{\circ}$ ). (Gambar 3 dan Tabel 1).

Analisis XRF dilakukan untuk mengetahui kadar dari nikel laterit dan mineral logam lainnya. Analisis dilakukan di Laboratorium Geomineral Aneka Tambang, Kendari (2011). Analisis XRF dilakukan pada Zona Limonit, Zona Saprolit dan batuan dasar (bor A1, A2, A3, A5, A7, A9) (Gambar 4). Sample batuan yang akan dianalisis XRF (Shimadzu) terlebih dahulu di haluskan dan di *quartering*. Sampel yang telah dihaluskan sampai 100 mesh kemudian dibuat dalam bentuk *palp*, selanjutnya dimasukkan kedalam XRF selama 30 menit persampel. Data hasil analisis yang dihasilkan berupa persentasi unsur Ni dan unsur logam lainnya (Tabel 2).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Karakteristik Endapan Nikel Laterit pada Palangga*

Batuan peridotit di daerah Palangga telah mengalami proses serpentinisasi, sebagian besar

tertutupi oleh Batugamping Formasi Eimoko (Tmpe), dan Formasi Langkowala (Tml). Batugamping yang dijumpai di daerah penelitian memiliki kenampakan fisik di lapangan berwarna coklat sampai kuning pucat, berbutir kasar, dan memiliki rongga-rongga. Batuan peridotit yang dijumpai berwarna abu-abu pucat sampai abu-abu kehijauan, dimana pada batuan tersebut banyak dijumpai rekahan-rekahan yang telah terisi oleh kuarsa. Batuan peridotit tersebut merupakan batuan dari Komplek Ultramafik (Ku), dijumpai sebagian telah mengalami proses lateritisasi membentuk endapan nikel laterit.

Berdasarkan hasil pengamatan petrografi (Gambar 2) pada sampel batuan peridotit yang diambil pada *Bedrock* (Bor A1, A7, A9) dan pada Saprolit (A2, A3, A5) memiliki komposisi mineral antara lain : piroksen (Px) berupa ortopiroksin sekitar 15% berwarna absorpsi kuning, warna interferensi hitam, belahan satu arah, pleokrisme monokroik, bentuk subhedral – anhedral, relief dan intensitas tinggi, orde satu.

Serpentin (Srp) sekitar 15% berwarna coklat pucat, relief rendah, bentuk kristal anhedral. Antigorit (Ant) sekitar 15% berwarna putih kecoklatan, berstruktur *fibrolamellar*, bentuk kristal anhedral. Olivin (Ol) sekitar 40% berwarna absorpsi kuning, warna interferensi hijau kebiruan, belahan dua arah, pleokrisme monokroik, bentuk euhedral – anhedral, intensitas dan relief tinggi. Augit (Ag) sekitar 15%, berwarna absorpsi kuning, warna interferensi putih kecoklatan, belahan satu arah, pleokrisme monokroik, bentuk subhedral – anhedral, relief dan intensitas tinggi (Gambar 5). Dari persentase dan deskripsi mineral nama dari batuan tersebut adalah harsburgit (Streickeisen, 1979). Sebagian besar batuan peridotit telah mengalami proses serpentinisasi dan pengkayaan unsur besi.

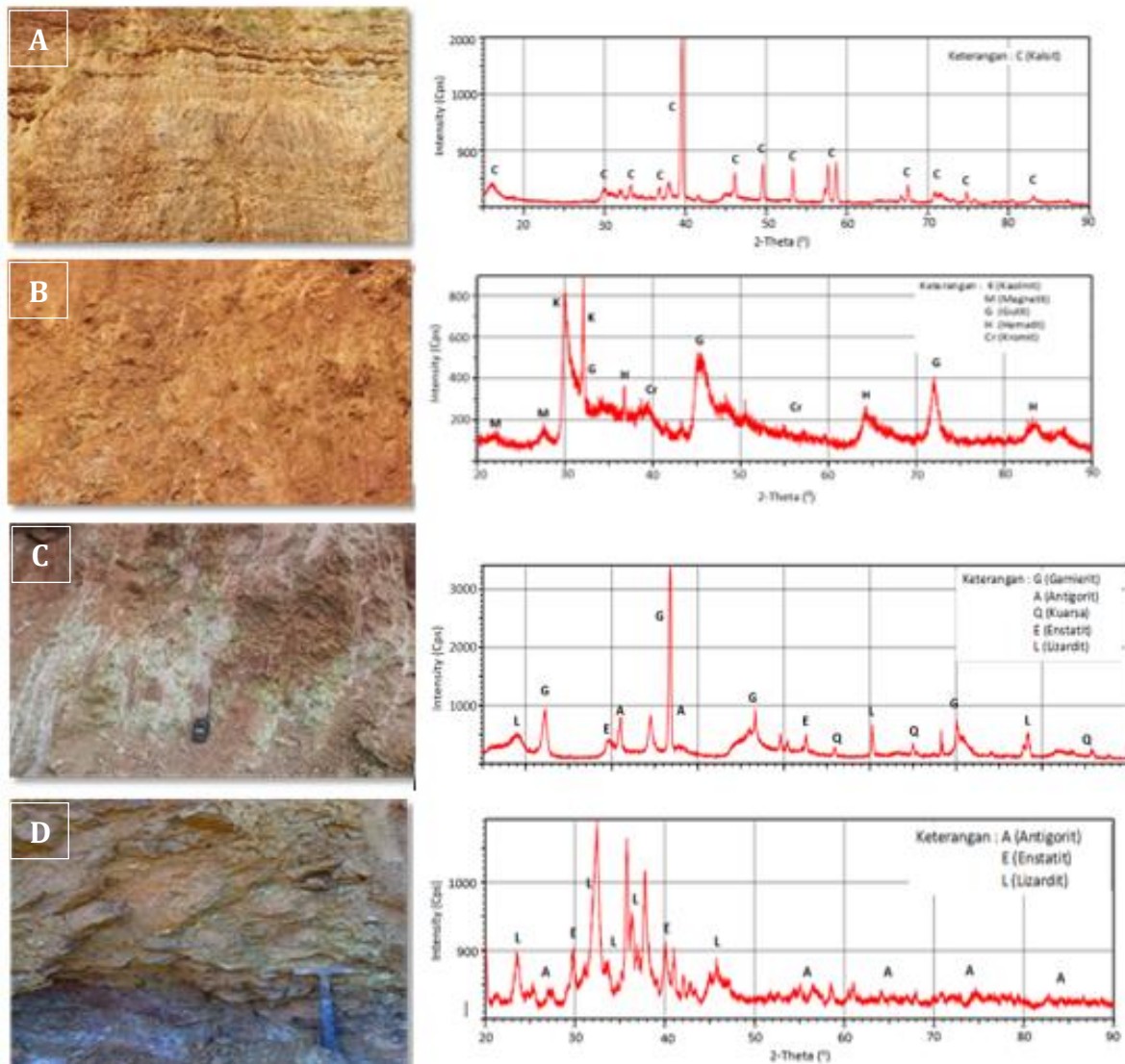
Dalam penelitian ini dilakukan analisis pada batugamping dan tanah dari Zona Limonit, Zona Saprolit dan Batuan Dasar (*Bedrock*) Sample B1, B2, B3, B4. Hasil analisa mineralogi dengan menggunakan metode XRD pada batugamping menunjukkan bahwa komposisi mineral utama

penyusun batugamping berupa mineral karbonat yaitu kalsit ( $\text{CaCO}_3$ ). Tanah dari Zona Limonit memiliki komposisi mineral lempung berupa kaolinit ( $(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4)$ ), mineral oksida berupa mineral magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), kromit ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ ) dan mineral hidroksida berupa gutit ( $\text{FeO}(\text{OH})$ ). Tanah dari Zona Saprolit memiliki komposisi mineral silikat berupa kuarsa ( $\text{SiO}_2$ ), garnierit ( $(\text{Ni},\text{Mg})\text{SiO}_3\text{n.H}_2\text{O}$ ), antigorit ( $(\text{Mg},\text{Fe})_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ), enstatit ( $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$ ), dan lisardit ( $(\text{Mg},\text{Fe})_2\text{SiO}_4$ ). Batuan dasar (*Bedrock*) memiliki komposisi mineral silikat antigorit ( $(\text{Mg},\text{Fe})_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ), enstatite ( $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$ ), dan lisardit ( $(\text{Mg},\text{Fe})_2\text{SiO}_4$ ) (Tabel 1 dan Gambar 3).

Dari hasil analisis XRD pada batugamping, grafik menunjukkan hubungan nilai intensitas dengan sudut 2theta, dimana mineral kalsit memiliki nilai intensitas mineral tertinggi yaitu 2000 (Gambar 3A). Pada Zona Limonit, mineral kaolinit memiliki nilai intensitas mineral tertinggi yaitu 800, kemudian mineral hidroksida berupa gutit ( $\text{FeO}(\text{OH})$ ), mineral oksida berupa magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), kromit ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ ) (Gambar

Tabel 1. Hasil analisis XRD.

No	Sample	Kelompok Mineral				
		Oksida	Hidroksida	Silikat	Karbonat	Lempung
1.	Batugamping	-	-	-	Kalsit ( $\text{CaCO}_3$ )	-
2.	Limonit	- Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) - Hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) - Kromit ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ )	- Gutit $\text{FeO}(\text{OH})$	-	-	Kaolinit ( $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ )
3.	Saprolit	-	-	- Kuarsa ( $\text{SiO}_2$ ) - Garnierit ( $(\text{Ni},\text{Mg})\text{SiO}_3\text{n.H}_2\text{O}$ ) - Antigorit ( $(\text{Mg},\text{Fe})_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ) - Enstatit ( $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$ ) - Lisardit ( $(\text{Mg},\text{Fe})_2\text{SiO}_4$ )	-	-
4.	Bedrock	-	-	- Antigorit ( $(\text{Mg},\text{Fe})_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ) - Enstatit ( $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$ ) - Lisardit ( $(\text{Mg},\text{Fe})_2\text{SiO}_4$ )	-	-



Gambar 3. Grafik hasil karakterisasi XRD yang menunjukkan hubungan nilai intensitas mineral dan sudut 2-theta. A. Pada batugamping (kode sampel B1) mineral kalsit memiliki nilai intensitas tertinggi yaitu 2000, B. Pada Zona Limonit (kode sampel B2), mineral kaolinit memiliki nilai intensitas tertinggi yaitu 800, C. Pada Zona Saprolit (kode sampel B3), mineral garnierit memiliki nilai intensitas tertinggi yaitu 3000, D. Pada batuan dasar (*Bedrock*) mineral lizardite memiliki nilai intensitas yaitu > 1000 (kode sampel B4).

3B). Kehadiran mineral oksida dan hidroksida pada Zona Limonit akibat adanya larutan besi yang bersenyawa dengan oksida dan mengendap sebagai ferry hidroksida (Darijanto, 2000). Endapan tersebut akan menghilangkan air dan membentuk mineral seperti gutit ( $\text{FeO}(\text{OH})$ ), dan hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), sehingga besi oksida banyak dijumpai dibagian permukaan tanah.

Pada tanah lapukan Zona Saprolit, hasil analisis XRD menunjukkan nilai intensitas mineral

tertinggi 3000 adalah mineral silikat berupa garnierite ( $\text{Ni,MgSiO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ), lisardit ( $\text{Mg,Fe}-_2\text{SiO}_4$ ), enstatit ( $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$ ), antigorit ( $\text{Mg,Fe}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ , dan kuarsa ( $\text{SiO}_2$ ). Kehadiran mineral silikat pada Zona Saprolit dikarenakan magnesium dan nikel silikat yang tertinggal di dalam larutan selama air tanah bersifat asam, dan bereaksi dengan batuan dan tanah maka akan cenderung mengendap sebagai hidrosilikat (Darijanto, 2000). Proses *leaching* pada mineral penyusun batuan yang tidak resisten

Tabel 2. Hasil analisis kandungan unsur dan mineral sampel pemboran menggunakan metode XRF.

Analyte	Ni	Co	CaO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	MnO	SiO <sub>2</sub>	Keterangan
Skema	XRFPNL								
Limit deteksi	0.01	10	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	
Unit analisis	%	ppm	%	%	%	%	%	%	
Identifikasi sampel									
A1 0 - 1 M	1,62	1260	0,05	3,33	69,08	48,31	1,25	18,02	Limonit
A1 1 - 2 M	1,63	1160	0,08	2,97	67,38	47,12	1,24	14,38	Limonit
A1 2 - 3 M	1,71	920	0,10	2,55	57,74	40,38	0,95	16,85	Limonit
A1 3 - 4 M	1,78	980	0,16	2,63	60,44	42,27	0,98	18,87	Limonit
A1 4 - 5 M	2,76	560	0,23	1,74	35,68	24,95	0,62	35,11	Saprolit
A1 5 - 6 M	2,55	360	0,25	1,48	27,35	19,13	0,43	40,35	Saprolit
A1 6 - 7 M	2,66	200	0,15	0,89	17,14	11,99	0,27	44,41	Saprolit
A1 7 - 8 M	2,41	199	0,21	1,07	16,95	11,85	0,17	45,41	Saprolit
A1 8 - 9 M	2,14	194	0,10	0,80	15,14	10,59	0,23	45,63	Saprolit
A1 9 - 10 M	1,28	142	0,16	0,69	11,42	7,99	0,15	45,85	Bedrock
A2 0 - 1 M	0,97	1180	0,04	2,83	62,18	43,48	1,00	16,42	Limonit
A2 1 - 2 M	0,97	1340	0,01	2,98	65,74	45,97	0,98	11,24	Limonit
A2 2 - 3 M	1,40	600	0,37	1,94	48,76	34,10	0,52	22,78	Limonit
A2 3 - 4 M	2,01	300	0,61	1,23	23,78	16,63	0,29	47,98	Saprolit
A2 4 - 5 M	2,63	260	0,41	1,24	20,20	14,13	0,27	53,88	Saprolit
A2 5 - 6 M	2,70	137	0,27	0,80	12,21	8,54	0,17	49,63	Saprolit
A2 6 - 7 M	2,42	127	0,32	0,80	12,82	8,97	0,15	45,30	Saprolit
A3 0 - 1 M	0,87	1400	0,02	2,76	61,95	43,32	1,04	11,71	Limonit
A3 1 - 2 M	0,83	1200	0,01	2,92	62,30	43,57	0,92	9,42	Limonit
A3 2 - 3 M	0,88	1000	0,01	2,81	66,75	46,68	0,63	11,93	Limonit
A3 3 - 4 M	1,83	420	0,16	1,55	26,42	18,48	0,31	46,08	Saprolit
A3 4 - 5 M	1,79	500	0,85	1,70	35,21	24,62	0,39	40,19	Saprolit
A3 5 - 6 M	1,79	520	0,60	1,88	37,23	26,03	0,44	39,18	Saprolit
A3 6 - 7 M	1,93	179	0,21	1,05	15,69	10,97	0,16	48,91	Saprolit
A5 0 - 1 M	0,76	980	0,02	2,38	53,69	37,55	0,69	12,47	Limonit
A5 1 - 2 M	1,08	980	0,02	2,40	59,24	41,43	0,77	13,54	Limonit
A5 2 - 3 M	2,82	320	0,35	1,48	24,23	16,94	0,30	45,14	Saprolit
A5 3 - 4 M	2,41	500	0,30	1,85	38,62	27,01	0,53	35,61	Saprolit
A5 4 - 5 M	2,29	400	0,43	1,59	29,35	20,52	0,40	39,66	Saprolit
A5 5 - 6 M	2,37	111	0,38	0,75	11,79	8,24	0,14	46,89	Saprolit
A7 0 - 1 M	1,84	640	0,10	2,23	47,82	33,44	0,56	25,35	Saprolit
A7 1 - 2 M	2,81	300	0,16	1,44	23,96	16,76	0,32	42,71	Saprolit
A7 2 - 3 M	2,98	280	0,10	1,32	21,48	15,02	0,31	42,23	Saprolit
A7 3 - 4 M	2,38	220	0,35	1,11	18,25	12,76	0,24	43,15	Saprolit
A7 4 - 5 M	2,17	156	0,42	0,90	14,69	10,27	0,19	41,60	Saprolit
A7 5 - 6 M	1,38	129	0,29	0,69	11,86	8,29	0,17	45,51	Bedrock
A9 0 - 1 M	0,80	1040	0,01	2,99	66,77	46,69	0,65	14,67	Limonit
A9 1 - 2 M	0,80	680	0,01	3,19	66,69	46,64	0,42	10,19	Limonit
A9 2 - 3 M	1,08	500	0,08	2,46	61,90	43,29	0,64	13,65	Limonit
A9 3 - 4 M	1,92	500	0,34	1,53	28,79	20,13	0,36	33,38	Saprolit
A9 4 - 5 M	1,99	400	0,23	2,53	47,65	33,32	0,58	34,08	Saprolit
A9 5 - 6 M	1,38	420	0,11	1,74	32,08	22,43	0,36	22,00	Saprolit
A9 6 - 7 M	1,67	390	0,12	2,65	49,37	34,52	0,52	22,62	Saprolit
A9 7 - 8 M	1,88	380	0,41	1,59	29,96	20,95	0,37	38,05	Saprolit
A9 8 - 9 M	0,95	117	0,75	0,68	10,90	7,62	0,13	42,81	Bedrock

akan mengakibatkan terjadinya pengkayaan *insitu* pada Fe, Cr, Al, Ni dari batuan pembawa nikel laterit (Boldt, 1979). Pada proses pelapukan yang lebih lanjut Ni akan terlarut dan terbawa ke bawah batas muka air tanah dan terpresipitasi lagi sebagai mineral *Ni-magnesium hydrosilicate* yang disebut garnierit [(Ni,Mg)SiO<sub>3</sub>n.H<sub>2</sub>O)] (Sufriadin et al., 2009). Pada batuan dasar (*bedrock*), intensitas mineral tertinggi > 1000 adalah mineral silikat berupa mineral lisardit, mineral antigorit, dan mineral enstatit (Gambar 3D). Pada batuan dasar, tingkat pelapukan sangat rendah, sehingga tidak terjadi *leaching*, yang dicirikan dengan dijumpai batuan yang masih segar, berwarna abu-abu keputihan sampai abu-abu kehijauan, dan bersifat kompak.

Analisis sampel pemboran dari sumur bor A1, A2, A3, A5, A7 dan A9 dengan menggunakan metode XRF hasilnya diperlihatkan pada Tabel 2. Pada sampel pemboran dapat diketahui bahwa ketebalan endapan nikel laterit pada Zona Limonit yaitu sekitar 0 - 3 meter dengan kandungan Ni sekitar 0,76 - 1,78%, Fe (34,10 - 48,31%), dan SiO<sub>2</sub> (9,42 - 18,02%). Pada Zona Saprolit ketebalan endapan nikel laterit sekitar 3 - 9 meter dengan kandungan Ni sekitar 1,79 - 2,98%, Fe (10,27 - 34,52%), dan SiO<sub>2</sub> (22,00 - 49,63%). Pada batuan dasar (*bedrock*) memiliki kandungan Ni (0,95 - 1,28%) yang sudah semakin berkurang, Fe (7,62 - 8,29%), dan SiO<sub>2</sub> sekitar 42,81 - 45,85%. Kandungan Ni tertinggi terdapat pada Zona Saprolit pada sumur bor A7 dengan Ni 2,98% (Tabel 2).

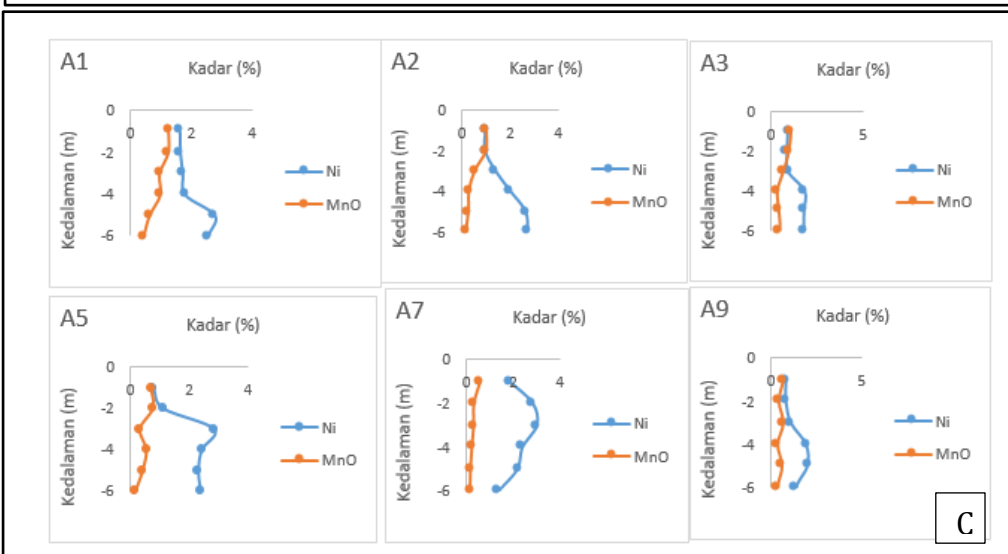
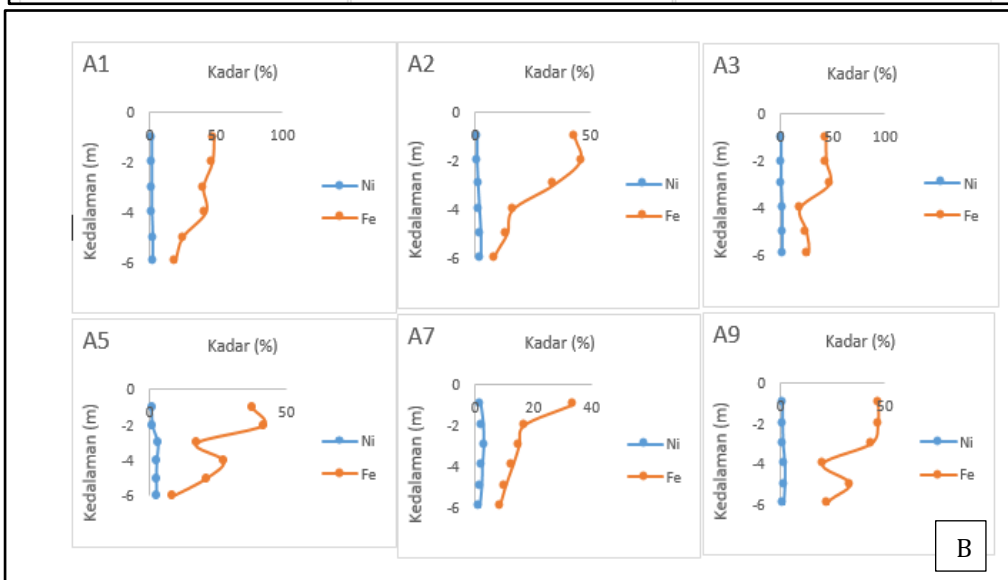
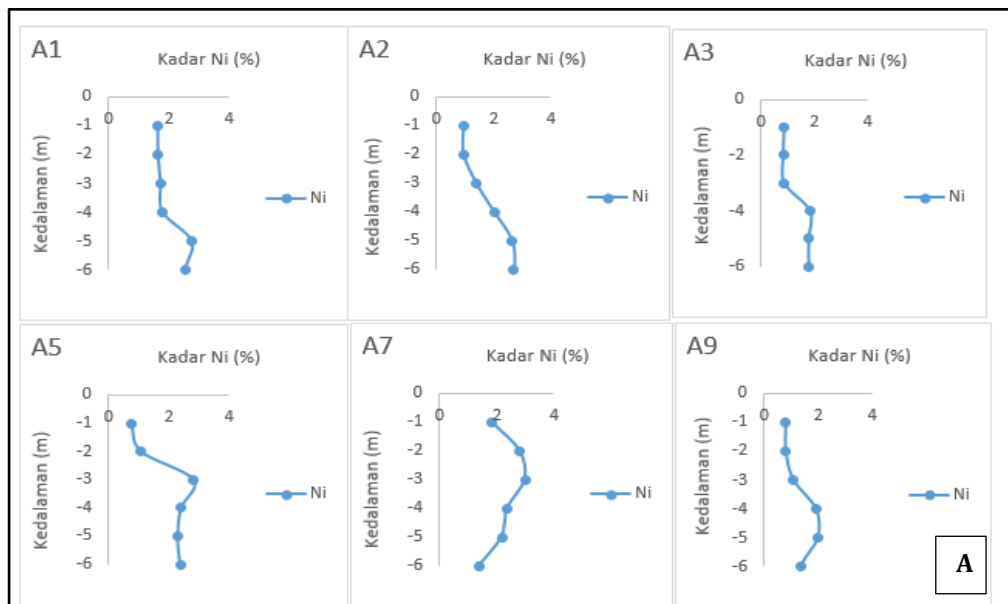
Berdasarkan grafik distribusi penyebaran unsur kadar Ni tertinggi 2,98% (kode sampel A7 Tabel 2) berada pada Zona Saprolit. Persamaan distribusi unsur dari masing-masing titik bor (kode sampel A1, A2, A3, A5, A7, A9) dapat dilihat dari bentuk grafik yang hampir relatif sama dimana kandungan kadar Ni akan semakin berkurang menjadi 0,95%, mendekati batuan dasar (*bedrock*) (kode sampel A9) dan semakin meningkat pada Zona Saprolit. Sebaliknya kadar Fe, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> semakin tinggi pada bagian permukaan sekitar 48,31% Fe, 69,08% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan 3,33% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (kode sampel A1), tetapi semakin mendekati batuan dasar (*bedrock*) semakin berkurang sekitar 7,62 % Fe, 10,90% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan 0,68% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (kode sampel A9). Hal ini dikarenakan ketika terjadi pelapukan atau proses pelindian oleh air dalam suatu batuan asal, unsur Fe dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ini akan terurai dan membentuk suatu larutan serta

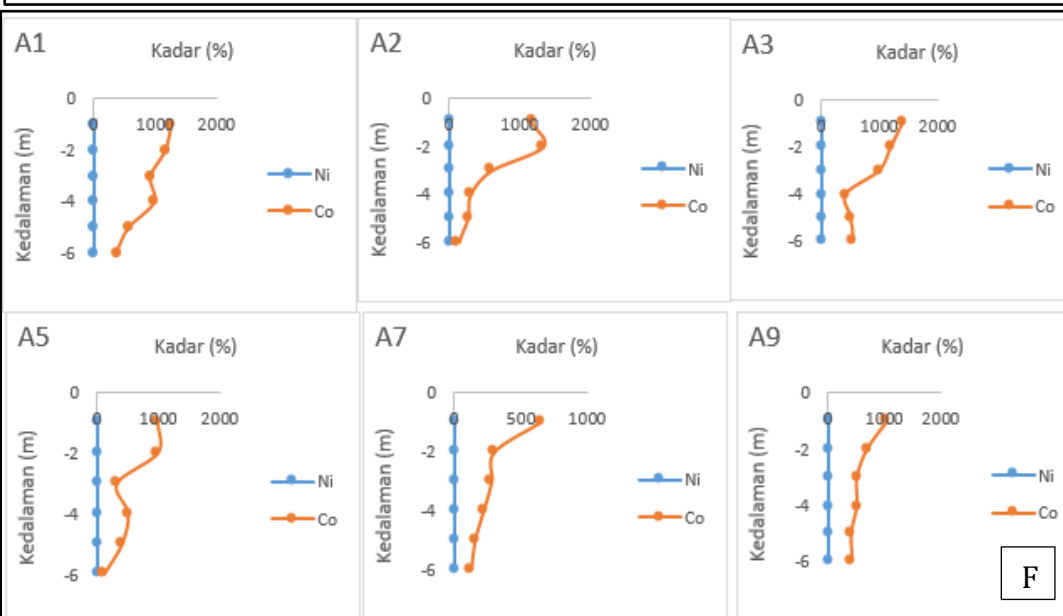
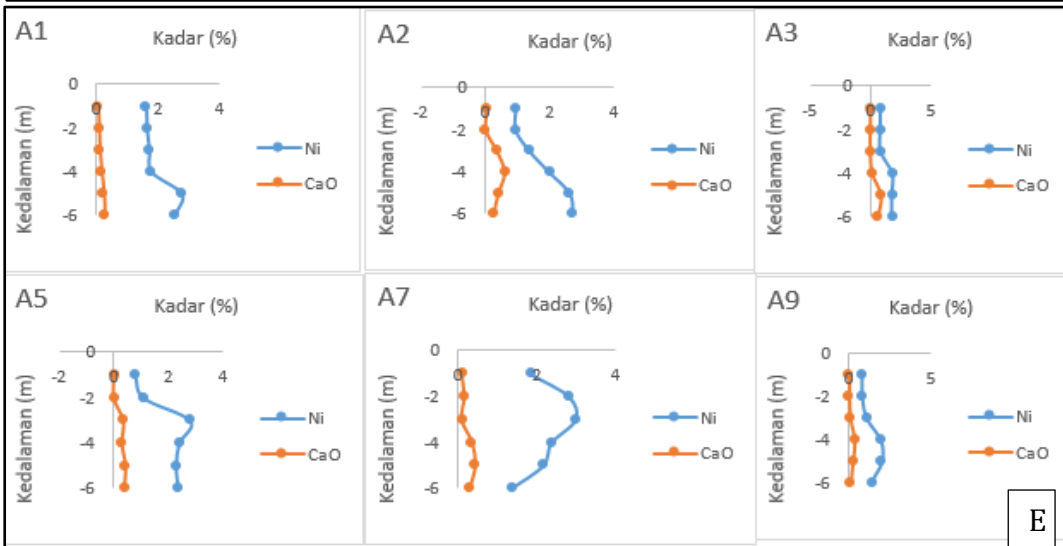
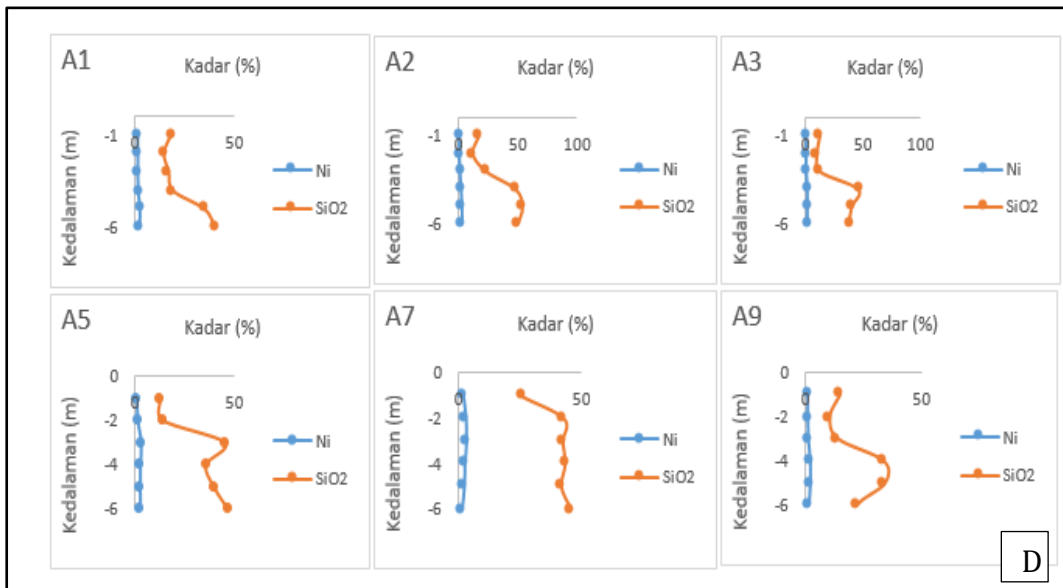
mempunyai sifat *immobile* sehingga akan terkayakan atau terakumulasikan dekat dengan permukaan tanah (Waheed, 2008). Selama proses suplai air terus berlangsung, kandungan unsur Mg, Si, dan Ni yang terdapat dalam suatu larutan akan terus masuk sampai ke dalam tanah karena unsur Mg, Si, dan Ni bersifat *mobile* (Golightly, 1979). Hal ini mengakibatkan kadar SiO<sub>2</sub> semakin mendekati batuan dasar (*bedrock*) semakin meningkat sekitar 45,85% (kode sampel A1). Pengkayaan MnO dan Co pada zona batas antara saprolit dan limonit terjadi akibat adanya perpindahan unsur yang terjadi secara vertikal dari zona bagian atas dan mengalami proses presipitasi (Ellias, 2003). Hal ini mengakibatkan kadar MnO dan Co sangat meningkat dibagian permukaan dengan kadar MnO sekitar 1,25% dan Co sekitar 1260 ppm (kode sampel A1), tetapi semakin mendekati batuan dasar (*bedrock*) kadar MnO dan Co semakin berkurang sekitar 0,15% MnO dan 142 ppm Co (kode sampel A1).

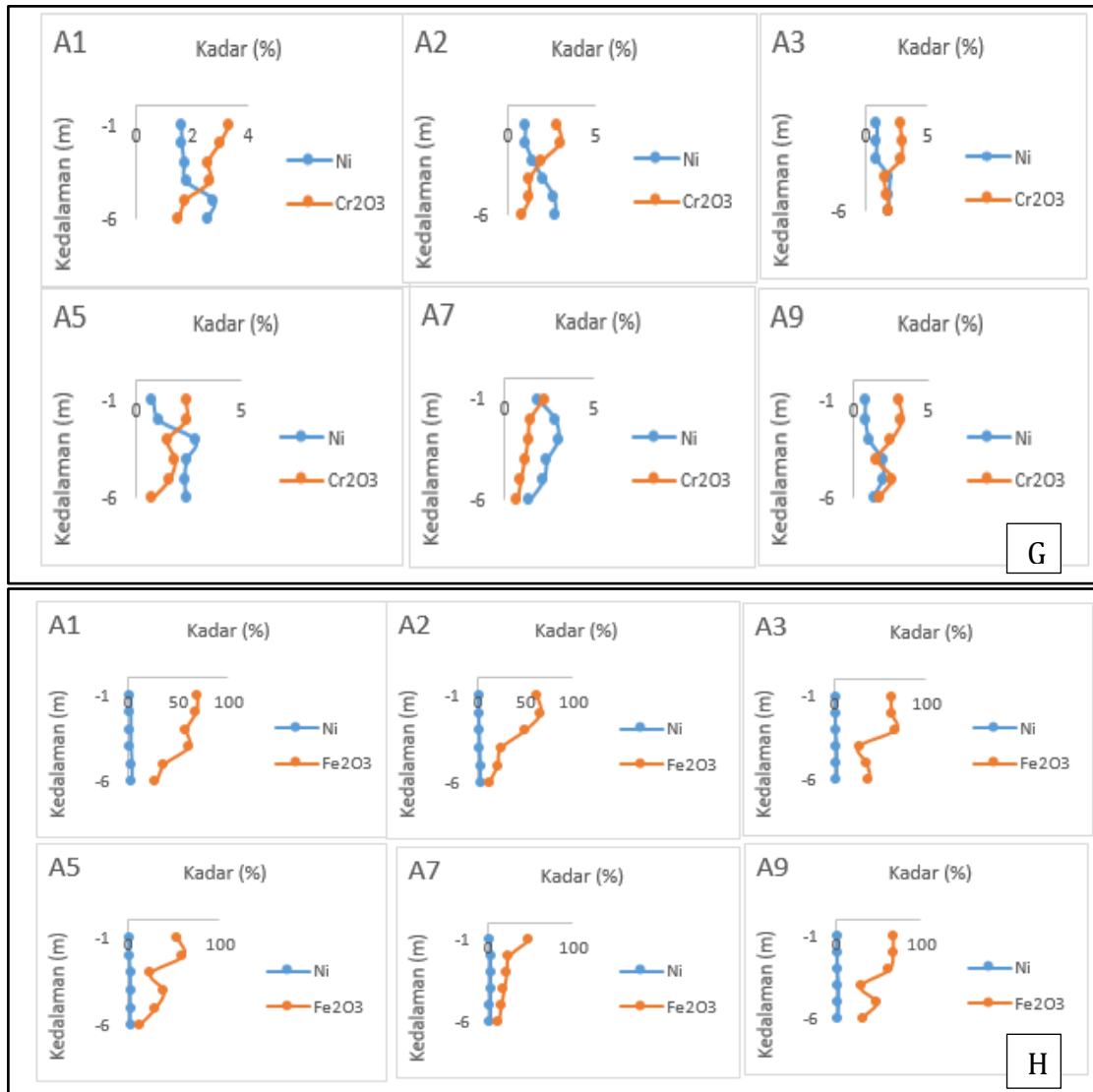
#### **Profil Endapan Nikel Laterit Palangga**

Di daerah Palangga, batuan peridotit yang telah mengalami proses pelapukan berwarna kuning kecoklatan, dan sedikit berwarna hitam atau abu-abu putih dengan warna kehijauan. Batugamping yang dijumpai memiliki ketebalan sampai dengan 15 m, menutupi lapisan endapan nikel laterit hasil pelapukan batuan peridotit. Ketebalan dari endapan nikel laterit tersebut bervariasi dimana Zona Limonit memiliki ketebalan sekitar 0 - 3 meter dengan komposisi mineral berupa hematit, kromit, magnetit dan gutit dan mengandung mineral lempung berupa kaolinit (Gambar 5). Zona Saprolit yang dijumpai memiliki ketebalan sekitar 3 meter - 9 meter dengan komposisi mineral berupa lisardit, enstatit, antigorit dan kuarsa (Gambar 5), dan yang paling bawah merupakan batuan dasar (*bedrock*) dengan komposisi mineral berupa lisardit, enstatit, antigorit, augit, olivin. Faktor morfologi sangat mempengaruhi terhadap ketebalan dari zona lateritisasi, dimana pada morfologi yang landai, batugamping yang dijumpai tidak begitu tebal, sekitar 0 - 2 meter, sedangkan endapan nikel laterit yang dijumpai cukup tebal sekitar 0 - 20 meter, sebaliknya pada morfologi yang terjal dimana singkapan batugamping yang dijumpai cukup tebal sekitar 15 meter endapan nikel laterit yang dijumpai tidak begitu tebal sekitar 10 meter. Dari hasil pengamatan tersebut di atas, menunjukkan bahwa profil dari endapan nikel









Gambar 4. Grafik distribusi vertikal penyebaran unsur Ni, Fe, SiO<sub>2</sub>, Co, MnO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, dan Cr<sub>2</sub>O pada hasil pemboran dengan kode sampel A1, A2, A3, A5, A7, A9.

laterit yang dijumpai pada daerah penelitian tidak teratur (Gambar 6).

Profil endapan Nikel laterit ke arah vertikal dan lateral di daerah Palangga (Gambar 5 dan 6 Kode B1, B2, B3 dan B4).

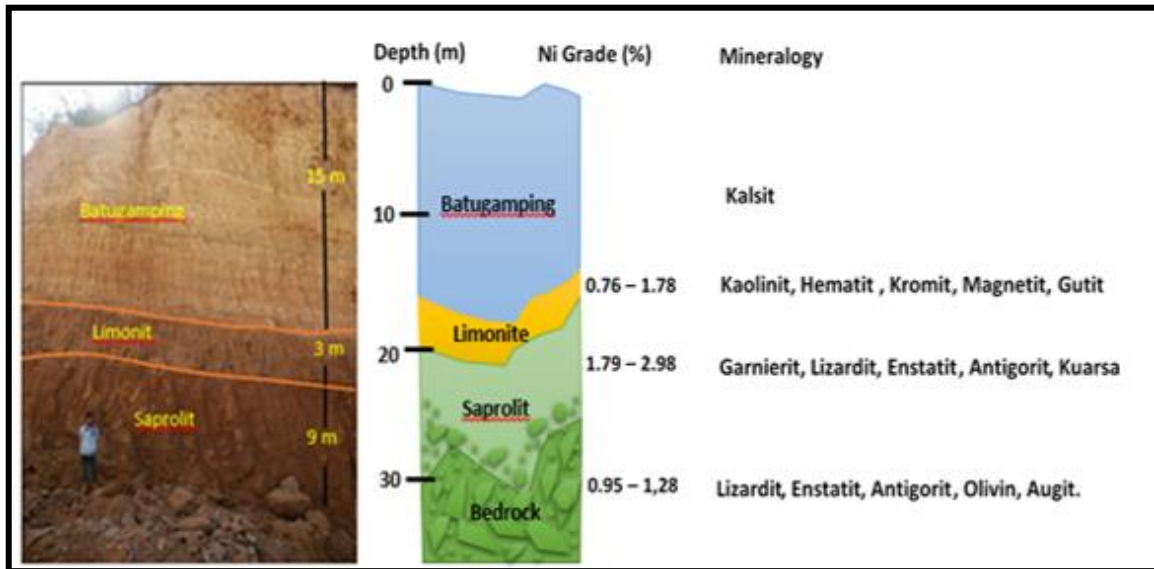
– Lapisan tanah penutup (*Top Soil*)

Lapisan tanah penutup dibagi berdasarkan satuan geomorfologi yang ada, berupa daerah perbukitan denudasional bergelombang lemah (Lintjewas, 2012) memperlihatkan adanya tanah penutup yang agak kurang atau relatif lebih tipis. Lapisan tanah penutup pada daerah penelitian memiliki karakteristik berwarna kuning kecoklatan, berbutir halus

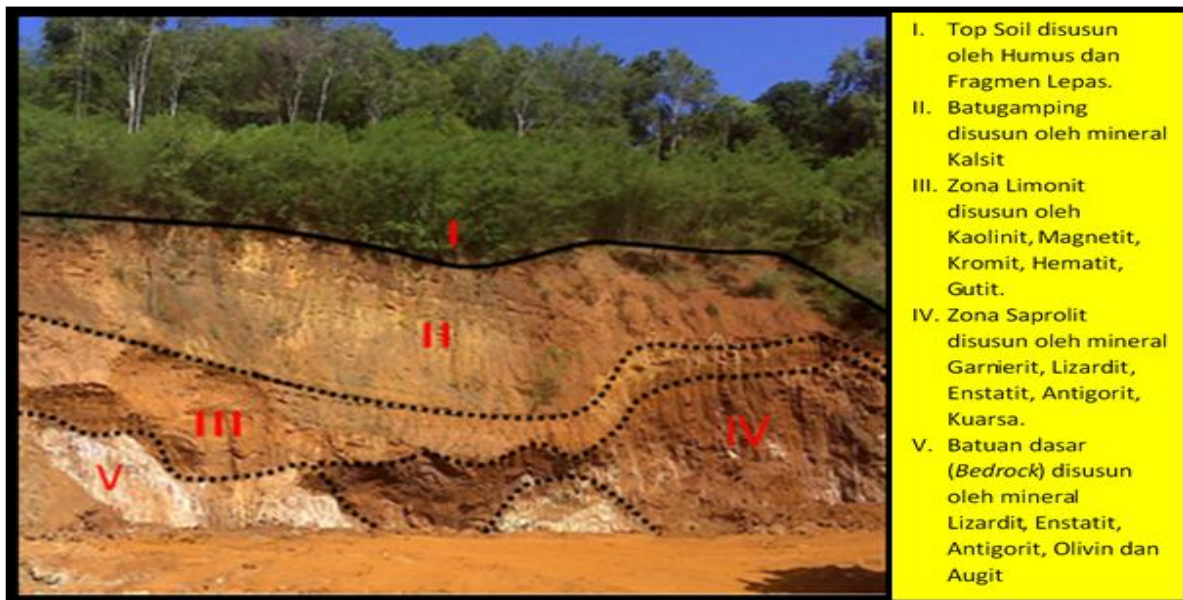
sampai sedang, memiliki kekerasan yang lunak sampai sedang, dan pada bagian atas mengandung lapisan humus organik serta fragmen material lepas dan sebagian besar merupakan batuan sedimen berupa batugamping.

– Batugamping

Batugamping merupakan batuan dari Formasi Eimoko dan Formasi Langkowala, ditemukan dibawah lapisan tanah penutup (*top soil*) dan di bagian atas Zona Limonit. Batugamping yang dijumpai pada daerah penelitian berwarna coklat pucat sampai kekuningan, berbutir kasar, memiliki rongga-rongga.



Gambar 5. Skematik ilustrasi endapan nikel laterit daerah penelitian (Kode B1, B2, B3 dan B4).



Gambar 6. Profil endapan Nikel laterit pada Palangga (Kode B1, B2, B3, dan B4).

– Zona Limonit

Zona Limonit berwarna coklat kekuningan – coklat kehitaman, berbutir halus sampai dengan kasar, kekerasan lunak sampai sedang, dijumpai adanya mineralisasi, dengan tingkat elastisitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan Zona lainnya. Pada Zona Limonit sering dijumpai adanya fragmen batuan asal dengan mineral utama berupa mineral gutit, mineral lempung magnetit, kromit, dan hematit. Gradasi ke arah Zona Saprolit dapat terlihat dari adanya

perubahan warna menjadi coklat kekuningan – coklat kehijauan dan hijau.

– Zona Saprolit

Zona Saprolit berwarna coklat kehitaman – coklat kehijauan, berbutir halus sampai dengan kasar, dengan kekerasan yang lunak sampai kasar, pada zona ini masih terlihat relik mineral batuan asal, atau fragmen kuarsa. Semakin ke arah bawah terlihat adanya gradasi ukuran butir yang menjadi lebih kasar, dengan perselingan bongkah. Semakin ke arah bawah rekahan yang

dijumpai semakin intensif dan adanya gerusan pada mineral olivin. Komposisi mineral berupa lisardit, enstatit, dan antigorit dengan urat berupa mineral kuarsa.

– Batuan dasar (*bedrock*)

*Bedrock* merupakan bagian paling bawah pada zona laterit dimana *bedrock* ini merupakan batuan asal dari endapan nikel laterit berupa batuan peridotit yang bersifat *massive*, *Bedrock* yang dijumpai di daerah Palangga berwarna abu-abu keputihan sampai abu-abu kehijauan, dimana pada batuan tersebut banyak dijumpai rekahan yang biasanya telah terisi oleh mineral kuarsa dengan penyebaran yang tidak merata. Komposisi mineral berupa lisardit, enstatit, antigorit, augit dan olivin.

### KESIMPULAN

Profil endapan nikel laterit yang dijumpai di daerah Palangga pada bagian atas berupa Batugamping sebagai batuan penutup endapan nikel laterit. Bagian bawah batugamping berupa Zona Limonit, Zona Saprolit dan pada bagian paling bawah berupa batuan dasar (*Bedrock*). Batugamping di daerah Palangga disusun oleh mineral karbonat yaitu mineral kalsit ( $\text{CaCO}_3$ ). Mineralogi endapan nikel laterit pada Zona Limonit memiliki komposisi mineral lempung berupa kaolinit, mineral oksida berupa mineral magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), kromit ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ ) dan mineral hidroksida berupa gutit ( $\text{FeO}(\text{OH})$ ). Kedalaman Zona Limonit yaitu sekitar 0 - 3 meter dengan kandungan Ni sekitar 0,76 - 1,78%, Fe sekitar 34,10 - 48,31%, dan  $\text{SiO}_2$  sekitar 9,42 - 18,02%. Zona Saprolit memiliki komposisi mineral silikat berupa kuarsa ( $\text{SiO}_2$ ), garnierit ( $(\text{Ni},\text{Mg})\text{SiO}_3\text{nH}_2\text{O}$ ), antigorit ( $(\text{Mg},\text{Fe})_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ), enstatit ( $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$ ), lisardit ( $(\text{Mg},\text{Fe})_2\text{SiO}_4$ ). Kedalaman saprolit sekitar 3 - 9 meter dengan kandungan Ni sekitar 1,79 - 2,98%, Fe sekitar 10,27 - 34,52%,  $\text{SiO}_2$  sekitar 22,0 - 49,63%. Batuan dasar (*Bedrock*) memiliki komposisi mineral silikat antigorit ( $(\text{Mg},\text{Fe})_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ ), enstatit ( $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$ ), lisardit ( $(\text{Mg},\text{Fe})_2\text{SiO}_4$ ), olivin ( $(\text{Mg},\text{Fe})_2\text{SiO}_4$ ), dan augit ( $(\text{Ca},\text{Na})(\text{Mg},\text{Fe},\text{Al},\text{Ti})(\text{Si},\text{Al})_2\text{O}_6$ ). Kedalaman batuan dasar (*bedrock*) sekitar 9 - 10 meter dengan kandungan Ni sekitar 0,95 - 1,28%, Fe sekitar 7,62 - 8,29%,  $\text{SiO}_2$  sekitar 42,81 - 45,85%. Lapisan yang paling banyak mengandung nikel laterit dijumpai pada Zona Saprolit.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Manajemen dan Tim Eksplorasi PT. X, Rekan-rekan Teknisi Laboratorium Fisika Sumberdaya Geologi dan Laboratorium Kimia Sumberdaya Geologi, Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI yang telah membantu dalam proses analisis sampel dan semua pihak yang telah banyak membantu sehingga tulisan ini dapat terselesaikan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Best, M. G., 1982. *Igneous and Metamorphic Petrology*. W.H. Freeman and Company. San Fransisco. 630p.
- Burger, P. A., 1996. *Origins and Characteristic of Lateritic Deposits*. Proseding nickel'96 PP 179 - 183 the australisian institute of mining and metallurgy. Meulbourne.
- Boldt, J. R., 1979. *The Winning of Nickel its Geology, Mining and Extractive Metalurgy*. Toronto.
- Cahit, H., Selahattin, K., Necip G, Tolga Q, Ibrahim G, Hasan S, Osman P., 2017. *Mineralogy and genesis of the lateritic regolith related Ni-Co deposit of the Çaldağ area (Manisa, western Anatolia), Turkey*. Canadian Journal of Earth Science.
- Darijanto, T., 2000. *Ganesa Bijih Nikel Lateritik Gebe*. Jurnal Teknologi Mineral ITB. VII(2), 95-108.
- Donald, L. W., 2010. *Abbreviations For Names, Of - Rock Forming Minerals*. American Mineralogist, 95, 185 - 187.
- Ellias, M., 2003. *Nickel Laterite Deposite - Geological Overview, Resources and Eksploitation*. Spesial publication A, Mich Ellias Association, CSA Australia Pty ltd.24p.
- Golightly, J. P., 1979. *Nickeliferous Laterite Deposits, Economic Geology 75<sup>th</sup> Anniversary Volume*, 710-735.
- Kurniadi, A., Rosana, F. M., Yuningsih, T. E., Pambudi, L., 2017. *Karakteristik Batuan Asal Pembentukan Endapan Nikel Laterit Di Daerah Madang dan Serakaman Tengah*. Padjadjaran Geoscience Journal, 1(2).

- Lintjewas, L., 2012. Model Geologi dan Desain Pit tambang Endapan Nikel Laterit Daerah Watudemba, Sulawesi Tenggara. Thesis Fakultas Teknik Geologi, Universitas Gadjah Mada. Tidak Terbit
- Mubdiana, A., Widodo, S., Anshariah., 2015. Karakteristik Endapan Nikel Laterit Pada Blok X Pt. Bintang delapan Mineral Kecamatan Bahodopi Kabupaten Morowali Provinsi Sulawesi Tengah. Jurnal Geomine, Vol. 01 No. 1
- Palandri, J. L., dan Reed, M. H., 2004. Geochemical Models of Metasomatism in Ultramafik Systems: Serpentinization, Rodingitization, and Sea Floor Carbonate Chimney Precipitation, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 68, 1115-1133.
- Tonggiroh, A., Mustafa, M., Suharto, 2012. Analisis Pelapukan Serpentin dan Endapan Nikel Laterit Daerah Pallangga Kabupaten Palangga Sulawesi Tenggara.
- Simanjuntak, T., 1993. Geologi Lembar Kolaka, Sulawesi, Skala 1 : 250.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Streckeisen, A. L., 1978. *IUGS Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks. Classification and Nomenclature of Volcanic Rocks, Lamprophyres, Carbonatites and Melilite Rocks. Recommendations and Suggestions. Neues Jahrbuch für Mineralogi, Abhandlungen*, 141, 1-14.
- Syafrizal, 2011. Karakterisasi Mineralogy Endapan Nikel Laterit di daerah Tinanggea Kabupaten Palangga Provinsi Sulawesi Tenggara. *JTM*. XVIII (4/2011).
- Sundari dan Woro., 2012, Analisis Data Eksplorasi Bijih Nikel Laterit Untuk Estimasi Cadangan dan Perancangan PIT pada PT. Timah Eksplorasi Di Desa Baliara Kecamatan Kabaena Barat Kabupaten Bombana Provinsi Sulawesi Tenggara, Universitas Nusa Cendana: Kupang.
- Sufriadin, A., Idrus., S., Pramumijoyo., I.W. Warmada., I. Nur, Suharto. 2009, "Serpentinisasi pada batuan ultramafik dan aplikasinya terhadap eksplorasi endapan nikel laterit", *Proceedings of International Conference on Earth Science and Technology*, Yogyakarta, 6th – 7th August, C011 – C018. (ISBN: 978979175494-1).
- Sufriadin, 2013. Mineralogy, Geochemistry, And Leaching Behavior of the Soroako Nickeliferous Laterite Deposits, Sulawesi, Indonesia. Disertasi Fakultas Teknik Geologi, Universitas Gadjah Mada.
- Waheed, A., 2002. Nickel Laterites-A Short Course: Chemistry, Mineralogy and Formation of Nickel Laterites (Tidak dipublikasikan).212h.
- Waheed, A., 2008. Nickel Laterites Fundamentals of Chemistry, Mineralogy, Weathering Processes, Formation, and Exploration. VALE Inco.