



Karakteristik Endapan Nikel Laterit di Bawah Molasa Sulawesi Daerah Tinanggea, Sulawesi Tenggara

Raivel Raivel¹, dan Firman Firman²

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik UMK, Kendari

²Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Unkhair, Ternate

*Corresponding author: raivelgeologi011@gmail.com

Article History

Received : 12 Desember 2019

Revised : 25 Maret 2020

Accepted : 1 April 2020

Abstrak

Endapan nikel laterit merupakan suatu endapan yang memiliki nilai ekonomis dan tersebar luas di daerah bagian timur Indonesia khususnya Lengan Tenggara Sulawesi. Konawe selatan merupakan daerah tertutupi oleh batuan sedimen Miosen Awal (Molasa Sulawesi), namun disisi lain banyak terdapat perusahaan tambang yang mendiami daerah tersebut. Hal ini penting diteliti untuk menentukan karakteristik endapan nikel di bawah Molasa yang dapat digunakan sebagai bahan acuan dalam melakukan eksplorasi maupun eksploitasi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pengamatan lapangan dan analisis laboratorium (analisis petrografi dan XRF). Karakteristik endapan nikel ini terdiri dari profil endapan nikel dan pola distribusi unsur Ni serta unsur lainnya. Profil endapan nikel laterit di bawah Molasa Sulawesi terdiri dari dua tipe yaitu tipe A dan tipe B. Tipe A yaitu *top soil*, batuan sedimen, limonit, saprolit dan batuan dasar (*bedrock*). Sedangkan tipe B yaitu *top soil*, batuan sedimen, *hard saprolite* dan *bedrock*. *Top soil* disusun oleh bahan organik dan fragmen dari batuan dengan ketebalan 0,3 meter, batuan sedimen disusun oleh konglomerat, batupasir sisipan konglomerat, batupasir sisipan batulempung, batulempung sisipan batupasir dan batulempung dengan ketebalan 8-20 meter. Limonit disusun oleh hasil pelabukan dari batuan dasar lerzolit dengan tekstur halus hingga kasar dan keras, komposisi mineral yaitu geotit, hematit, magnetit dalam bentuk vein. Saprolit disusun oleh hasil alterasi dan pelapukan batuan lerzolit dengan tekstur sangat kasar dan keras serta bersifar homogen, masih memperlihatkan tekstur batuan asal dengan komposisi mineral geotit, hematit, serpentin dan kuarsa sebagai *vein*. Distribusi unsur Ni hanya terjadi pada zona limonit, saprolit hingga bedrock. Kadar Ni yang paling tinggi (*high grade*) hanya terletak dibagian atas zona saprolit yaitu 2,01-2,44 % dengan ketebalan rata-rata 3 meter. Sedangkan kadar *medium grade* dijumpai bagian tengah dan *low grade* terletak bagian bawah yaitu 1,46 - 1,90 % dengan ketebalan 1,2- 4,5 meter. Kadar Ni semakin kebawah semakin berkurang, sebaliknya semakin keatas zona saprolit semakin tinggi.

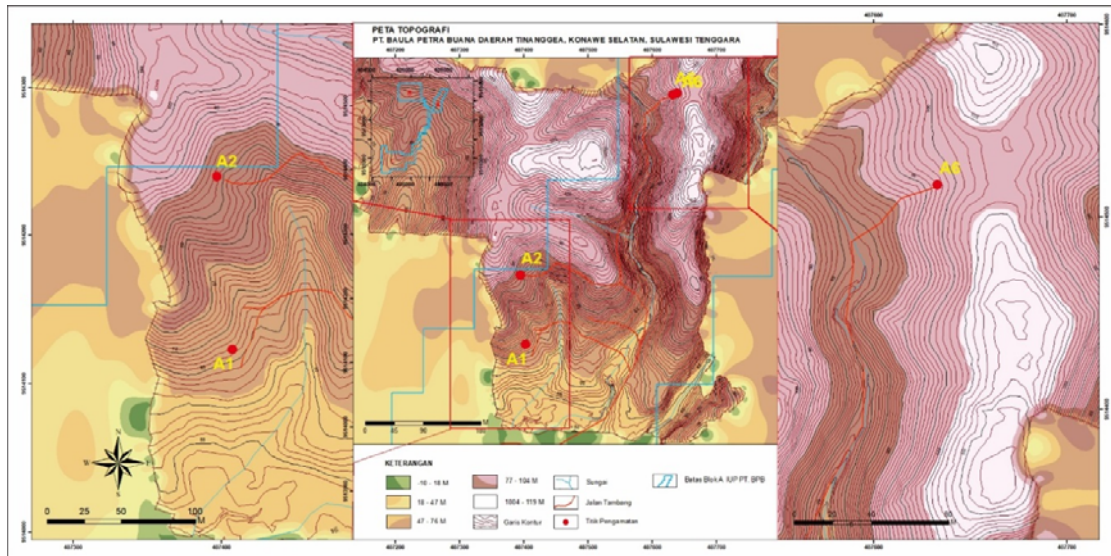
Kata kunci : *Nikel, Laterit, Molasa, Sulawesi Tenggara*

Abstract

The laterite nickel deposit is a sediment that has economic value and is widely distributed in the eastern part of Indonesia, especially the Southeastern part of Sulawesi. South Konawe is an area covered by Early Miocene sedimentary rocks (Molasa Sulawesi), but on the other hand there are many mining companies inhabiting the area. This is important to research to determine the characteristics of nickel deposits under Molasa which can be used as a reference in exploration and exploitation. The method used in this research is field observation and laboratory analysis (petrographic analysis and XRF). The characteristics of this nickel deposit consist of nickel deposit profiles and distribution patterns of Ni and other elements. The profiles of laterite nickel deposits under Sulawesi Molasa consist of two types, namely type A and type B. Type A, namely top soil, sedimentary rock, limonite, saprolite and bedrock. While type B is top soil, sedimentary rock, hard saprolite and bedrock. Top soil is composed of organic material and rock fragments with a thickness of 0.3 meters, sedimentary rocks are composed of conglomerates, conglomerate-inserted sandstones, claystone inset sandstones, sandstone inserts and claystones 8-20 meters thick. Saprolite is composed by the alteration and weathering of lerzolite rocks with a very rough and hard texture and homogeneous characteristics, still showing the texture of the original rock with the mineral composition of geotite, hematite, serpentine and quartz as a vein. The distribution of Ni elements only occurs in the saprolite to bedrock zone. The highest Ni content (*high grade*) is only located at the top of the saprolite zone, namely 2.01-2.92% with an average thickness of 3 meters. Meanwhile, the medium and low grade levels were only found in the middle and lower parts, namely 1.46-1.90% with a thickness of 1.2-4.5 meters. The lower Ni content decreases, conversely the higher the saprolite zone is higher.

Keywords: *Nickel, Laterite, Molasa, Southeast Sulawesi*

menggunakan metode analisis petrografi dan analisis XRF. Alat dan bahan yang digunakan yaitu kompas geologi (brunton), GPS, palu geologi, papan *clip board*, kamera, alat tulis menulis, lup, mistar 30 cm dan mikroskop polarisasi. Prosedur kerja dalam penelitian ini terdiri dari studi literatur, pengamatan lapangan dan analisis laboratorium. Studi literatur terdiri dari makalah, peta Lembar Kolaka, loparan dan jurnal. Pengamatan lapangan dengan pengambilan seluruh data geologi yang berhubungan dengan tujuan penelitian diantaranya yaitu pengambilan sampel dan pengukuran ketebalan batuan sedimen (Molasa) dan endapan nikel laterit. Pengambilan sampel dan pengukuran ketebalan batuan sedimen (Molasa) dilakukan pada setiap lapisan dan perbedaan karakter litologi, sedangkan pengambilan dan pengukuran sampel endapan nikel laterit dilakukan perlevel atau permeter untuk mengetahui perubahan kadar. Selanjutnya, analisis laboratorium yaitu analisis petrografi dilakukan pada batuan segar untuk mengetahui komposisi mineral dan jenis batuan dasar [9]. Analisis petrografi dilakukan dengan menggunakan mikroskop polarisasi di Laboratorium Fisika FMIPA UHO, sedangkan analisis XRF dilakukan untuk mengetahui kadar nikel laterit dan unsur lainnya pada zona saprolit. Analisis ini dilakukan di Laboratorium PT. Baula Petra Buana Konawe Selatan dan Laboratorium PT. Bintang Delapan Resources Kota Kendari Provinsi Sulawesi Tenggara.



Gambar 2. Peta topografi area studi A1, A2 dan A6

3. Hasil dan Pembahasan

Karakteristik endapan nikel laterit daerah studi dapat dilihat berdasarkan profil, karakter *ore*, batuan dasar (*parent rock*) dan distribusi unsur endapan nikel laterit.

3.1. Profil endapan nikel laterit daerah studi



Gambar 3. Profil endapan nikel laterit bagian kiri terdapat limonit & bagian kanan tanpa limonit area studi A1

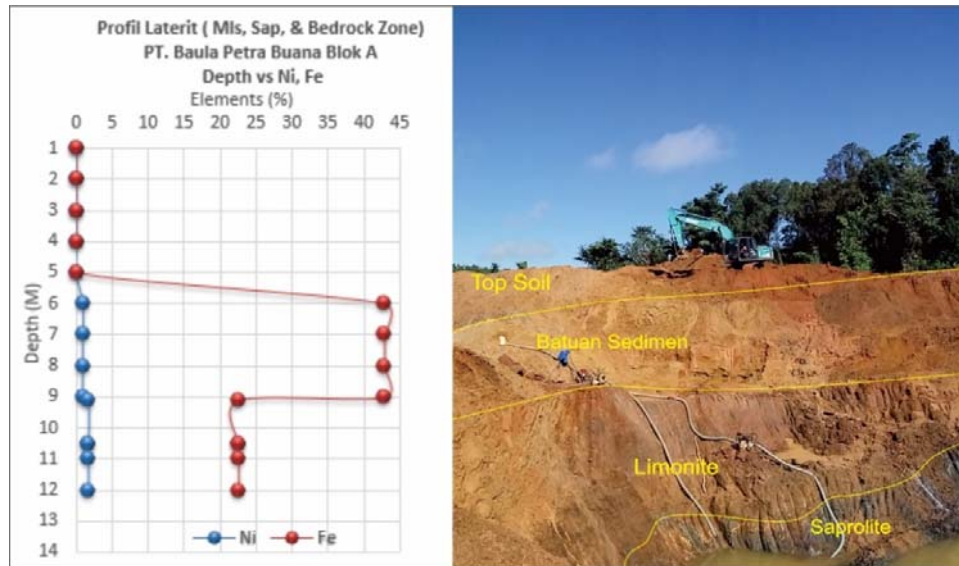
Profil endapan nikel laterit daerah studi ini terdiri dari dua tipe (tipe A dan tipe B). Tipe A yaitu tipe A terdiri dari terdiri dari zona *top soil*, zona *over burden* (batuan sedimen/molasa sulawesi), *limonite*, *saprolite* dan *bedrock* (Gambar 3 bagian kiri). Sedangkan, tipe B terdiri dari zona *top soil*, zona *over burden* (batuan sedimen), *saprolite* dan *bedrock* (Gambar 3 bagian kanan).

3.1.1 Profil endapan nikel laterit dengan lapisan limonit (tipe A)

Profil endapan nikel laterit ini hadir sebagaimana profil endapan laterit pada umumnya. Walaupun sedikit ada perbedaan yaitu memiliki *top soil* dan *overburden* bukan hasil dari pelapukan batuan ultrabasa atau batuan induk dari endapan nikel laterit yang terbentuk. Adapun profil endapan ini terdiri dari *top soil*, batuan sedimen, limonit, saprolit dan batuan dasar (*bedrock*).

a. Zona *top soil*

Lapisan *top soil* pada daerah studi memiliki karakteristik warna kecoklatan, tekstur butir halus sampai kasar dengan kekerasan lunak hingga sedang dengan ketebalan 30 cm. Zona ini memiliki kandungan humus organik bagian atas, akar pohon dan beberapa fragmen material lepas. Material ini bukan hasil pelapukan dari batuan ultrabasa, namun bersumber dari batuan lain (Gambar 3&4).



Gambar 4. Profil endapan nikel laterit dengan lapisan limonit (tipe A) area studi A1

b. Zona batuan sedimen

Zona batuan sedimen yaitu zona yang terletak pada lapisan kedua setelah zona *top soil* dan atau diatas zona limonit (Gambar 4). Zona ini disusun oleh batuan sedimen Miosen Awal yang terdiri dari batupasir halus hingga kasar dengan ketebalan 4-5 meter yang dijumpai di A1 (Gambar 2,3&4), batu pasir sisipan lempung dengan ketebalan 13,6 meter dan batulempung dengan ketebalan 3 – 6 meter yang dijumpai di A6 (Gambar 5). Secara regional batuan sedimen ini termasuk dalam Formasi Langkowala sebagai salah satu bagian dari Molasa Sulawesi yang menempati bagian selatan Lengan Lenggara Sulawesi [6].

c. Zona limonit

Zona ini terletak pada lapisan ketiga di bagian bawah lapisan batuan sedimen (Molasa Sulawesi) dan atau dibagian atas zona *bedrock* (Kompleks Ofiolit) dengan ketebalan kurang lebih 2 - 4 meter. Zona limonit ini memiliki karakteristik warna kuning kecoklatan, coklat kehitaman hingga merah kehitaman. Tekstur zona ini berbutir halus hingga kasar dan keras (*hard limonite*). Komposisi mineral zona ini terdiri dari limonit, geotit, hematit, dan magnetit. Magnetit hadir sebagai *vein* pada tubuh zona limonit ini. Kehadiran lapisan limonit dipengaruhi oleh ketebalan lapisan sedimen di atasnya. Jika semakin tebal lapisan sedimen maka kehadiran lapisan limonit tidak dijumpai dan sebaliknya jika lapisan sedimen menipis maka kehadiran lapisan limonit akan menebal (Gambar 3,4 & 5).

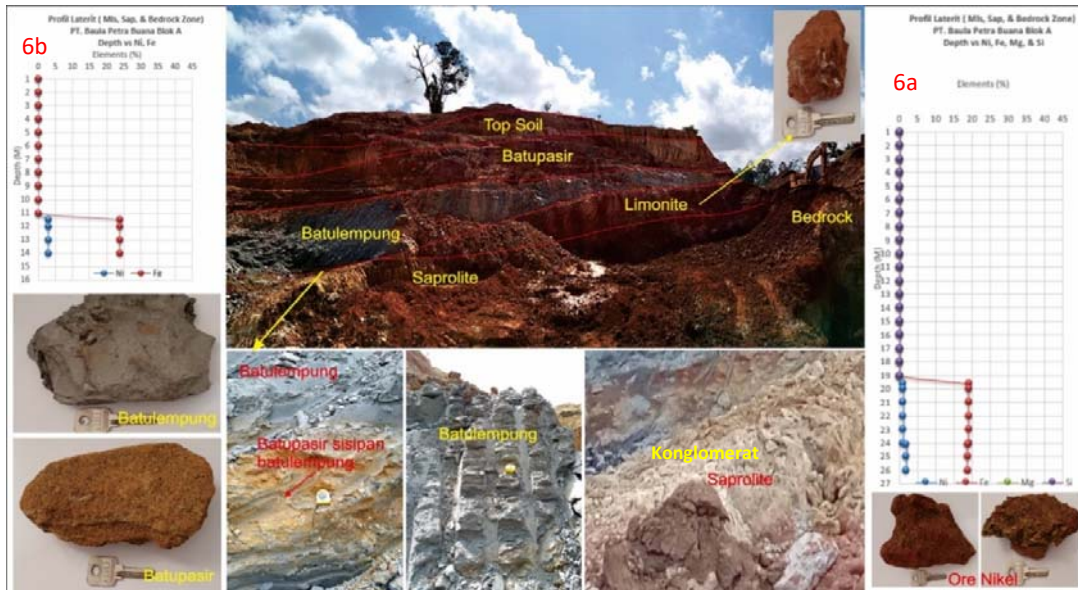
d. Zona saprolit

Zona ini terletak pada lapisan keempat di bagian bawah lapisan zona limonit dan atau dibagian atas zona *bedrock* (Kompleks Ofiolit) dengan ketebalan kurang lebih 3 meter. Zona saprolit ini memiliki karakteristik warna yang bervariasi diantaranya kuning kecoklatan, biru hingga berwarna hitam.

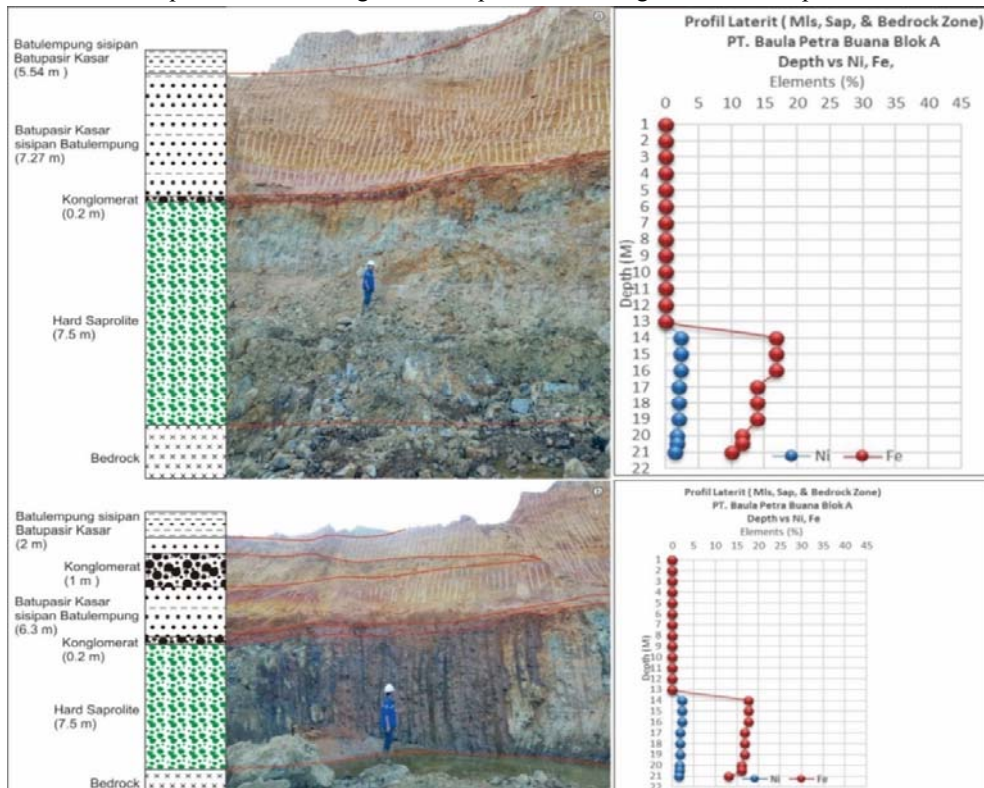
Tekstur zona saprolit ini berbutir halus hingga sangat kasar dan keras (*hard saprolite*), masih terlihat tekstur batuan asal (Gambar 3,4 & 5). Secara megaskopis komposisi mineral yang dapat diamati yaitu serpentin, geotit, hematit, manganes dan mineral kuarsa sebagai *vein* (Gambar 3,4 & 5).

e. *Bedrock*

Bedrock merupakan zona paling bawah dari profil endapan nikel laterit sebagai batuan pembawa endapan nikel laterit [10]. *Bedrock* ini disusun oleh batuan peridotit yang berwarna hijau hingga (warna segar) dan coklat kehitaman (warna lapuk), tingkat kristalinitas holokristalin, granularitas (bentuk kristal subhedral - anhedral dengan ukuran kristal faneritik), sedangkan struktur batuan *massive* dengan *vein* silika yang sangat intersif. Komposisi mineral batuan ini terdiri dari olivin, piroksin, serpentin dan *vein* kuarsa (Gambar 2).



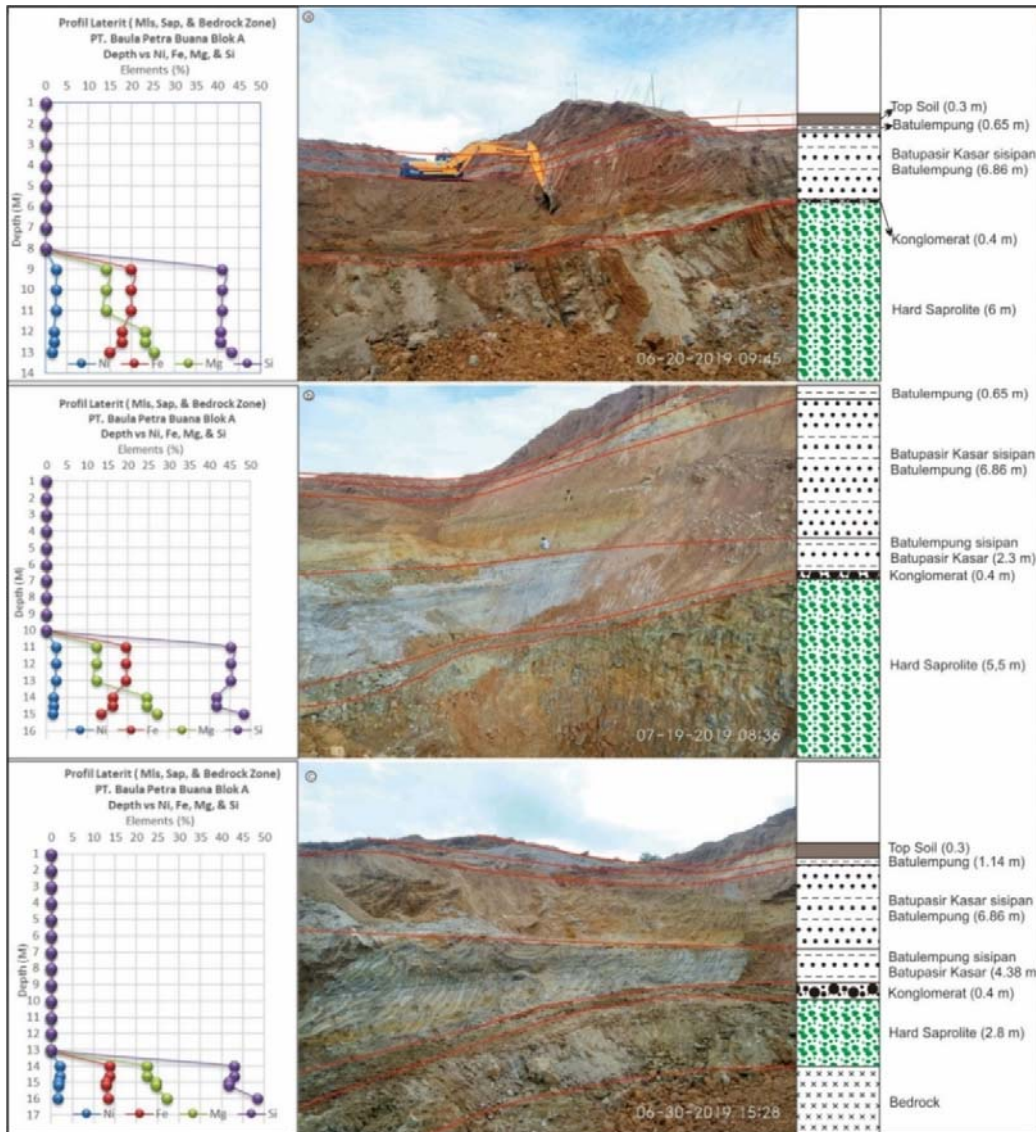
Gambar 5. Profil endapan nikel laterit bagian kiri tanpa limonit & bagian kanan terdapat limonit area studi A6



Gambar 6. Profil endapan nikel laterit dan kurva pola distribusi kadar unsur Ni & unsur lainnya area A1

3.1.2 Profil endapan nikel laterit tanpa lapisan limonit (tipe B)

Profil endapan nikel laterit ini hadir dalam tampilan yang berbeda. Perbedaan ini terletak pada komposisi penyusun *top soil* dan *overburden* yaitu bukan hasil dari pelapukan batuan ultrabasa atau batuan induk dari endapan nikel laterit yang terbentuk. Selain itu, hadir tanpa lapisan limonit diatas zona saprolit. Adapun profil endapan ini terdiri dari *top soil*, batuan sedimen, saprolit dan batuan dasar (*bedrock*).



Gambar 7. Profil endapan nikel laterit dan kurva pola distribusi kadar unsur Ni & unsur lainnya daerah A2

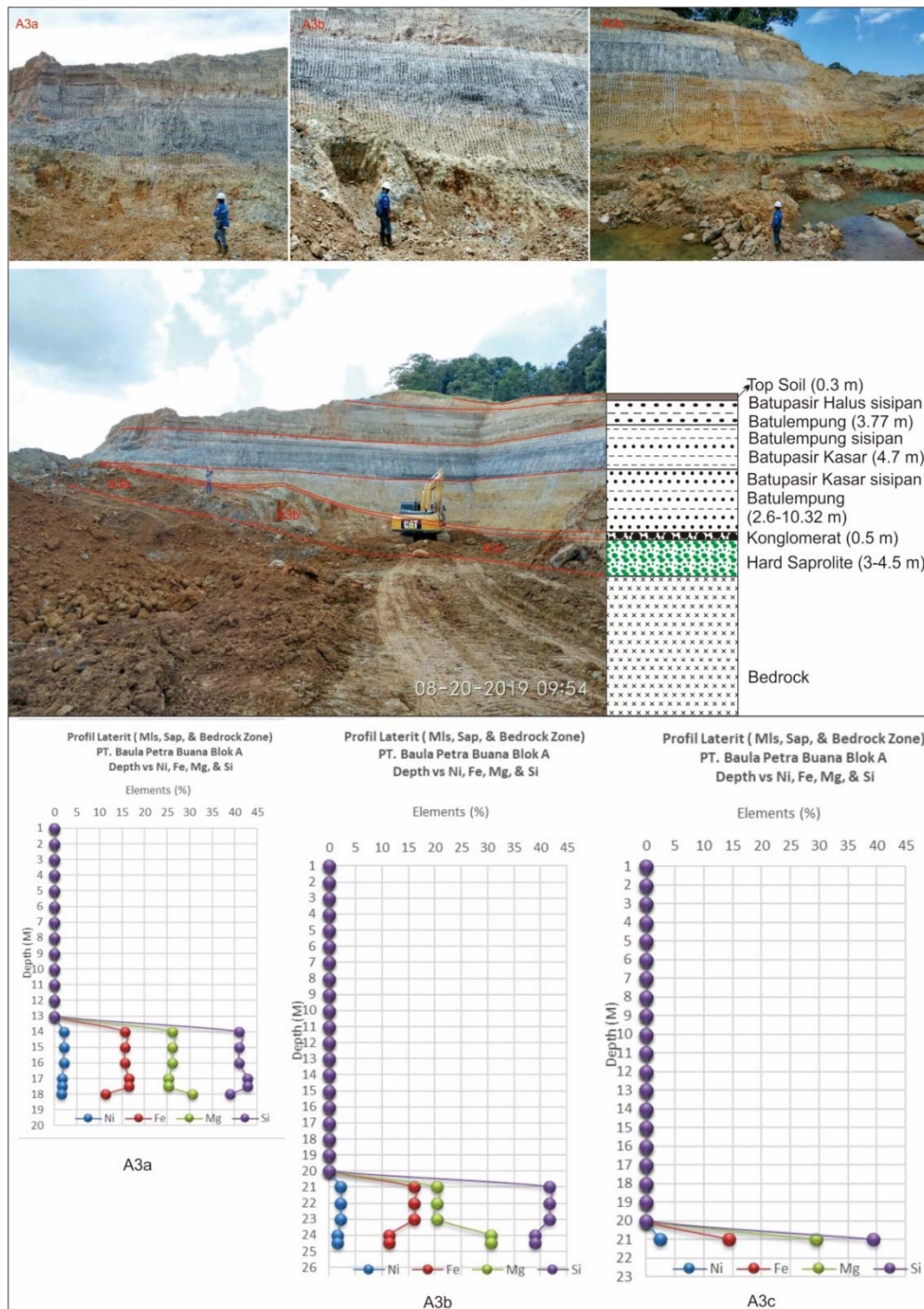
a. Zona *top soil*

Lapisan *top soil* pada daerah studi memiliki karakteristik warna abu-abu kecoklatan, tekstur butir halus sampai kasar dengan kekerasan lunak hingga sedang dengan ketebalan 30 cm. Zona ini memiliki kandungan humus organik bagian atas, akar pohon dan beberapa fragmen material lepas. Material ini bukan hasil pelapukan dari batuan ultrabasa, namun bersumber dari batuan lain (Gambar 6,7&8).

b. Zona batuan sedimen

Zona batuan sedimen yaitu zona yang terletak pada lapisan kedua setelah zona *top soil* dan atau diatas zona saprolit. Zona ini tersusun oleh batuan sedimen Miosen Awal (Surono, 2013) dengan ketebalan 8-20 meter. Secara regional batuan sedimen ini termasuk dalam Formasi Langkowala sebagai salah satu bagian dari Molasa Sulawesi yang menempati bagian selatan Lengan Lenggara Sulawesi (Surono, 2013). Berdasarkan hasil pengamatan lapangan batuan sedimen ini disusun oleh

konglomerat, batupasir sisipan konglomerat, batupasir sisipan batulempung, batulempung sisipan batupasir dan batulempung. Keterdapatan batuan ini, dijumpai dalam empat varietas susunan lapisan batuan yaitu: (1) konglomerat (0,2 m) – batulempung (0,3 m) – batupasir kasar (0,5 meter) – batulempung (6 m) – batupasir (5 m) (Gambar 5), (2) konglomerat (0,2 m) – batupasir kasar sisipan batulempung (7,27 m) – batulempung sisipan batupasir kasar (5,54 m) (Gambar 6a), (3) konglomerat (0,2 m) - batupasir sisipan batulempung (6,3-7,27 m) - konglomerat (1 m) – batulempung sisipan batupasir kasar (2m) (Gambar 6b). (4) konglomerat (0,4 m) - batupasir kasar sisipan batulempung (6,68 m) –batulempung (0,65 m) (Gambar 7a), (5) konglomerat (0,4m) -batulempung sisipan batupasir (2,3 – 4,38 m) - batupasir kasar sisipan batulempung (6,86 m) dan batulempung (0,65 – 1,14 m) (Gambar 7b&c), (6) Konglomerat (0,5 m) - batupasir kasar sisipan batulempung (2,6 – 10,23 m), batulempung sisipan batupasir (3,7 m) - batupasir halus sisipan batulempung (3,77 m) (Gambar 8).



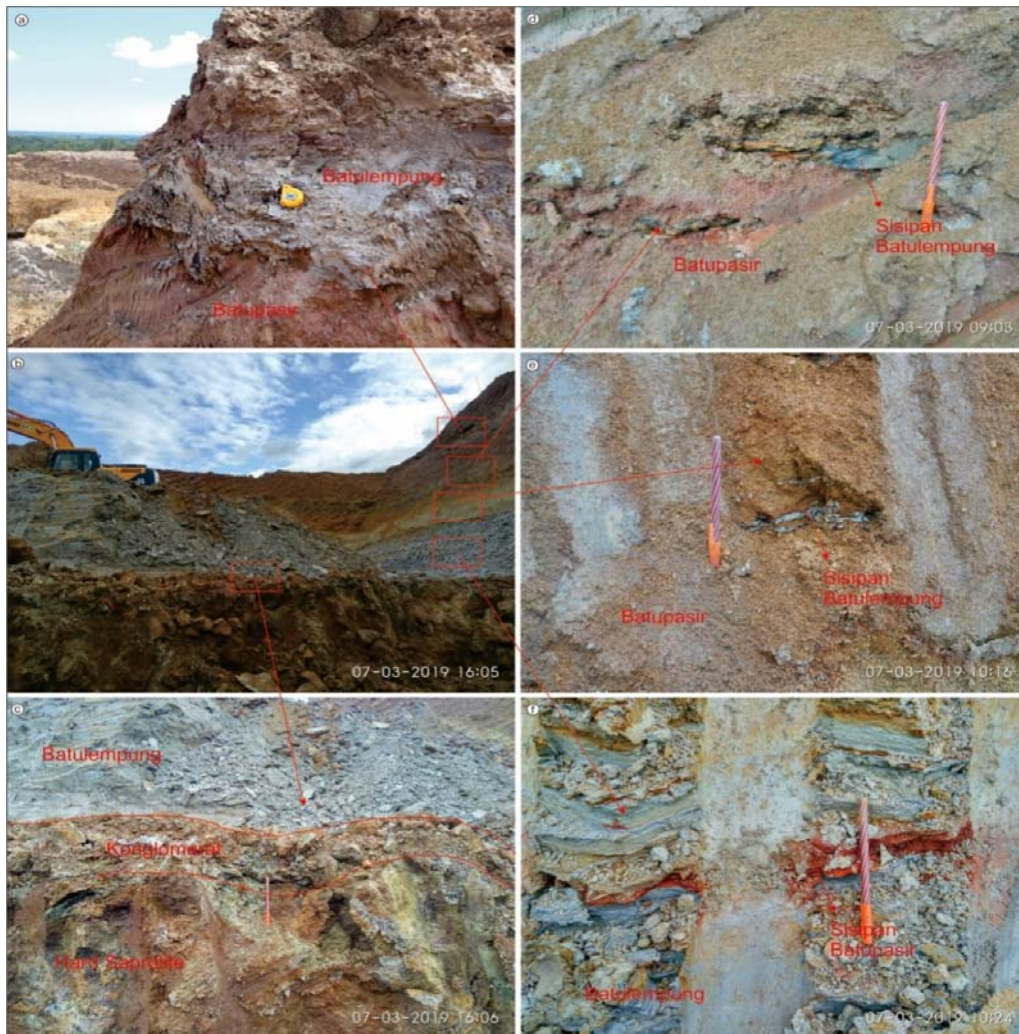
Gambar 8. Profil endapan nikel laterit dan kurva pola distribusi unsur Ni dan unsur lainnya daerah studi A3

c. Zona saprolit

Zona ini terletak pada lapisan ketiga di bagian bawah lapisan batuan sedimen Miosen Awal Formasi Langkowala (Molasa Sulawesi) dan atau dibagian atas zona *bedrock* (Kompleks Ofiolit) dengan ketebalan 4,5-7,5 meter. Zona saprolit ini memiliki karakteristik warna yang bervariasi diantaranya kuning kecoklatan, merah kehijauan, biru hingga berwarna hitam. Tekstur zona saprolit ini berbutir halus hingga sangat kasar dan keras (*hard saprolite*), masih terlihat tekstur batuan asal (Gambar 5,6,7&8). Secara megaskopis komposisi mineral yang dapat diamati yaitu serpentin, geotit, hematit, manganes dan mineral kuarsa sebagai *vein*.

d. Bedrock

zona *bedrock* ini merupakan zona paling bawah dari profil endapan nikel laterit [10]. *Bedrock* disusun oleh batuan asal dari endapan nikel laterit yaitu batuan peridotit (lerzolit). Karakteristik batuan ini berwarna hijau hingga (warna segar) dan coklat kehitaman (warna lapuk), tingkat kristalinitas holokristalin, granularitas (bentuk kristal suhedral-anhedral dengan ukuran kristal faneritik), sedangkan struktur batuan *massive* dengan *vein* silika yang sangat intersif. Komposisi mineral batuan ini terdiri dari olivin, piroksin, serpentin dan *vein* kuarsa (Gambar 6a).



Gambar 9. Foto kenampakan batuan sedimen Formasi Langkolawa (Molasa Sulawesi) daerah A2, (a) batulempung-batupasir, (b) profil endapan nikel laterit, (c) batulempung-konglomerat-*hard saprolite*, (d) batupasir-sisipan batulempung, (e) batupasir-sisipan batulempung, dan (f) batulempung-sisipan batupasir.

3.2. Karakteristik ore pada zona saprolit

Karakteristik *ore* pada zona saprolit ini memiliki perbedaan baik warna, terkstur maupun struktur. Perbedaan tersebut tergantung dari jenis dan susunan batuan sedimen sebagai lapisan atas zona saprolit.

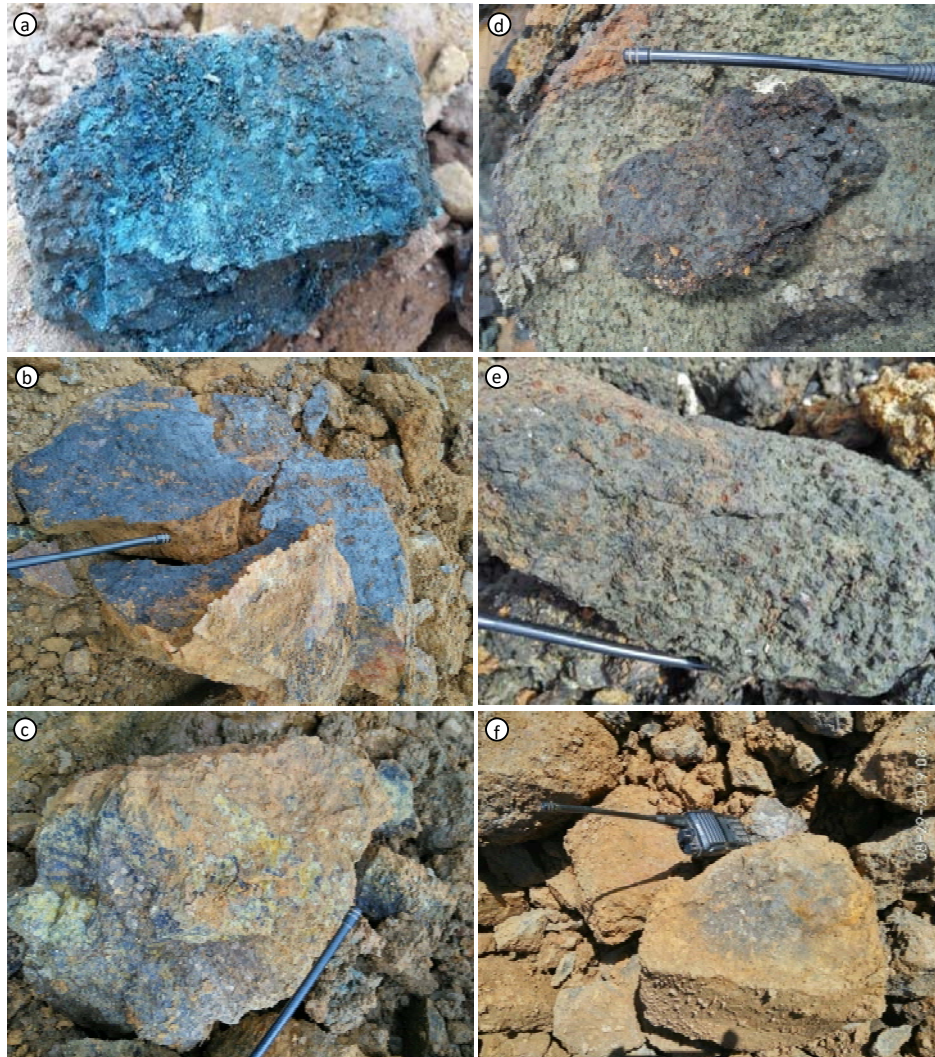
(1) jika lapisan atas zona saprolit adalah konglomerat-batupasir sisipan batulempung – konglomerat -

batulempung sisipan batupasir (Gambar 6&9) maka *ore* berwarna kuning, biru hingga kehitaman (Gambar 10a,b,d&e), tekstur keras hampir seluruhnya homogen dan memiliki ketebalan lapisan > 7,5 meter (Gambar 6).

(2) Jika lapisan atas zona saprolit adalah konglomerat - batulempung sisipan batupasir - batupasir sisipan batulempung - batulempung (Gambar 7&9), maka akan menghasilkan karakteristik *ore* berwarna merah-kuning kecoklatan (Gambar 10c&f) hingga kehijauan (Gambar 7), tekstur sangat keras dan ketebalan lapisan tipis yaitu 2,8 - 4,5 meter dengan pola sebaran setempat/*spot* (Gambar 7).

(3) jika lapisan atas zona saprolit adalah konglomerat-batupasir kasar sisipan batulempung hingga halus dan batu lempung (Gambar 7a&9), maka *ore* berwarna kuning hingga kemerahan, tekstur agak keras hingga keras hampir seluruhnya homogen dengan ketebalan > 7,5 meter (Gambar 7a).

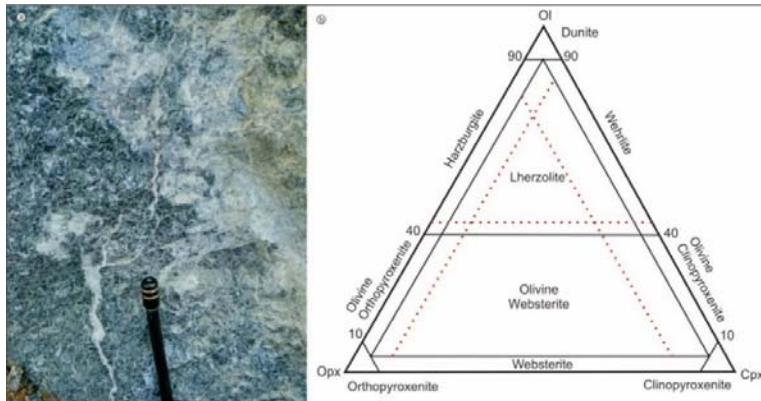
Ketebalan lapisan *ore* atau zona saprolit yang tipis diduga disebabkan oleh adanya lapisan batulempung yang tebal (4,38 meter) sehingga mengurangi infiltrasi air yang menembus batuan ultrabasa. Selain itu, ketersediaan *ore* menunjukkan pola penyebaran setempat-setempat atau hanya mengisi bagian cela batuan (Gambar 7c&8). Hal ini diduga sebagai zona struktur geologi yang berkembang pada batuan ultrabasa di bawah Molasa Sulawesi yang dimanfaatkan oleh air hasil infiltrasi dari batuan sedimen sebagai jalur *leaching* dan pengkayaan endapan nikel laterit. Berbeda ketika lapisan atas saprolit dengan lapisan batulempung yang tipis (0,65 meter) dan berada paling atas akan menghasilkan lapisan *ore* yang tebal dan homogen (Gambar 6&7a). Hal ini diduga disebabkan oleh infiltrasi air yang menembus batuan ultrabasa sangat besar sehingga proses *leaching* dan pengkayaan endapan nikel laterit terjadi dengan intensif.



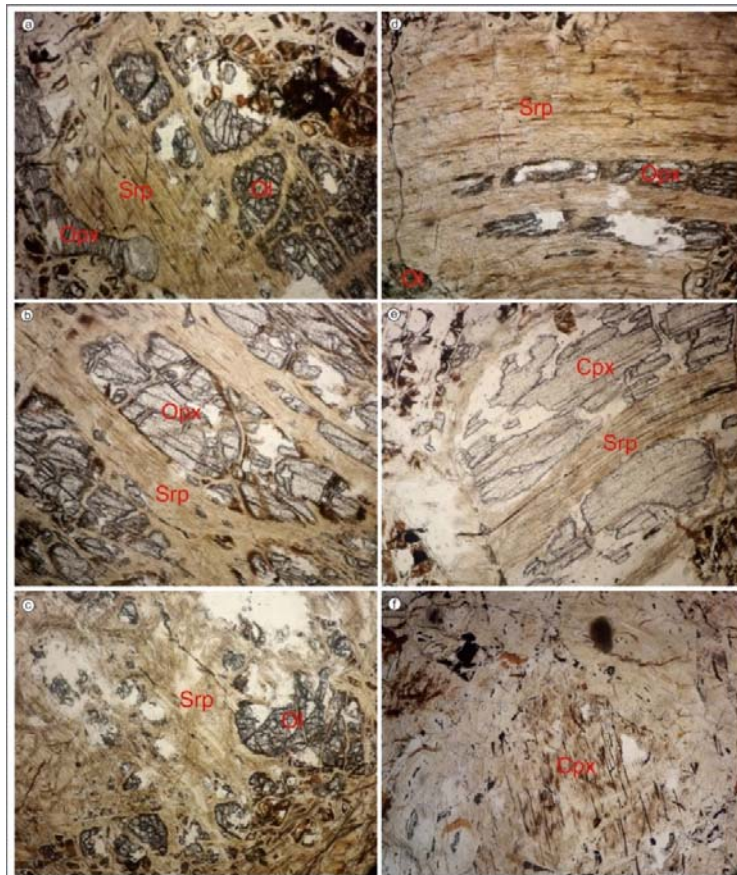
Gambar 10. Sampel *hard ore* nikel di bawah Molasa Sulawesi Daerah Penelitian.

3.3. Karakteristik petrografi batuan dasar endapan nikel laterit

Secara petrografi batuan dasar (*parent rock*) endapan nikel laterit yaitu lertzolit (Gambar 11). Kenampakan mikroskopis batuan ini memiliki warna absorpsi abu-abu kecoklatan, warna interferensi kuning kecoklatan, tingkat kristalinitas holokristalin, bentuk mineral subhedral – anhedral, febrik inequigranular, ukuran mineral $0.02 - 0.35\text{ mm}$, komposisi mineral terdiri dari olivin 40 %, klinopiroksin 25 %, ortopiroksin 20 % dan serpentin 15 % (Gambar 12). Sebahagian mineral penyusun batuan telah mengalami perubahan baik fisik maupun kimia. Perubahan fisik yang dijumpai seperti adanya rekahan yang begitu masif dan intensif yang terisi mineral serpentin pada tubuh mineral tersebut, sedangkan perubahan kimia yang dijumpai seperti adanya mineral serpentin pada bagian *margin* dan rekahan mineral. Hal ini menunjukkan telah terjadi perubahan komposisi kimia atau terjadi alterasi mineral pada batuan dasar menjadi mineral serpentin (Gambar 12).



Gambar 11. (a) Foto sampel batuan peridotit dengan *vein* silika dan (b) hasil *plotting* analisis petrografi batuan peridotit dengan menggunakan klasifikasi Strieckisen, 1979.



Gambar 12. Foto mikrograf batuan peridotit jenis lertzolit dengan komposisi mineral olivin (Ol) 40 %, *orthopyroxene* (Opx) 20 %, *clinopyroxene* (Cpx) 25 %, dan serpentin (Srp) 15 %.

3.4. Karakteristik distribusi kadar unsur nikel laterit dan unsur lainnya

Pola distribusi unsur Ni dan unsur lainnya (Fe, Mg dan Si) diketahui dengan menggunakan analisis XRF (*X-ray Fluorescence*) dengan sampel hasil *ore getting* pada empat PIT tambang yang berbeda dengan memperhatikan perubahan level pengambilan sampel. Keterdapatan Ni dan unsur lainnya hanya dijumpai pada zona limonit, saprolit hingga *bedrock*.

Tabel 1. Hasil analisis XRF kadar Ni dan unsur lainnya dengan menggunakan sampel hasil *ore getting* di PIT A1, A2 A3 dan A6.

Sample	Kedalaman (Meter)	Ni (%)	Fe (%)	Mg (%)	Si(%)	Keterangan
A1a	13-16	2,33	16,79	23,52	37,42	Saprolit
A1a	16-19	1,95	13,90	28,97	39,16	Saprolit
A1a	19-20,5	1,72	11,64	-	-	Saprolit
A1a	>20,5	1,46	13,01	-	-	Bedrock
A1b	13-16	2,32	17,66	-	-	Saprolit
A1b	16-17,5	1,84	17,34	-	-	Saprolit
A1b	17,5-19	1,65	16,03	-	-	Saprolit
A1b	>19	1,46	13,01	-	-	Bedrock
A1c	6-9	0,94	42,85	-	-	Limonit
A1c	9-12	1,76	22,61	-	-	Saprolit
A2a	8-11	2,44	19,87	14,15	40,96	Saprolit
A2a	11-12,5	1,96	17,70	23,17	40,67	Saprolit
A2a	12,5-14	1,53	14,93	25,29	43,20	Saprolit
A2a	>14	1,49	13,41	27,07	48,34	Bedrock
A2b	10-13	2,30	19,49	12,20	45,26	Saprolit
A2b	13-14,5	1,71	16,27	24,49	41,60	Saprolit
A2b	>16	1,49	13,41	27,07	48,34	Bedrock
A2c	13-14,6	2,01	13,76	22,45	43,02	Saprolit
A2c	14,6-15,8	1,67	12,92	24,56	41,72	Saprolit
A2c	>15,8	1,49	13,41	27,07	48,34	Bedrock
A3a	13-16	2,10	15,59	26,12	41,00	Saprolit
A3a	16-17,5	1,70	16,46	25,31	42,85	Saprolit
A3a	>17,5	1,59	11,26	30,53	38,91	Bedrock
A3b	20-23	2,13	15,99	20,43	41,60	Saprolit
A3b	23-24,5	1,66	13,17	25,76	42,29	Saprolit
A3b	>24,5	1,59	11,26	30,53	38,91	Bedrock
A3c	20-23	2,35	14,37	29,47	39,35	Saprolit
A6a	19,6-24	1,12	19,13	-	-	Limonit
A6a	24,1-25	1,92	18,80	-	-	Saprolit
A6b	11,5-14	2,92	23,93	-	-	Saprolit

a. Distribusi unsur Ni

Distribusi unsur Ni pada zona *top soil* (0 - 0,3 m) tidak menunjukkan nilai kadar Ni (Gambar 5,6,7&8). Begitu pula pada zona batuan sedimen (8 – 20 m) menunjukkan hal yang sama yaitu tidak menunjukkan nilai kadar Ni. Unsur Ni terkonsentrasi dengan baik tepat dibagian bawah batuan sedimen (Molasa Sulawesi) atau disebut sebagai zona saprolit dengan kadar Ni yang bervariasi (*high grade*, *medium grade*, dan *low grade*) tergantung pada kedalaman zona saprolit tersebut. Kadar tertinggi (*high grade*) selalu berada pada lapisan atas yaitu 2,01 - 2,44 % (Tabel 1) dengan ketebalan rata-rata 3 meter. Kadar menengah (*medium grade*) terdapat pada bagian tengah zona saprolit yaitu 1,71-1,96 % (Tabel 1) dengan ketebalan 1,5 – 3 meter. Kadar terendah pada zona saprolit terletak bagian bawah yaitu 1,53 – 1,66 % (Tabel 1) dengan ketebalan 1,2 – 1,5 meter. Sedangkan, kadar Ni yang terdapat pada bagian atas zona *bedrock* yaitu 1,46 – 1,49 % (Tabel 1). Berdasarkan hasil distribusi kadar Ni pada setiap zona endapan nikel laterit daerah studi, menunjukkan pola yang berbeda dengan zona endapan nikel sebagaimana mestinya. Pola distribusi kadar Ni pada zona saprolit yaitu semakin kebawah semakin rendah, sebaliknya semakin ke atas semakin tinggi. Hal ini disebabkan oleh air (H₂O) sebagai pengurai

hanya terkonsentrasi pada bagian atas batuan ultrabasa yang masuk melalui zona batuan sedimen (Molasa Sulawesi) sehingga batuan ultrabasa terurai dan membawa Ni hingga bagian bawah (Gambar 5,6,7&8).

b. Distribusi unsur Fe

Kandungan unsur Fe memiliki populasi unsur yang tinggi pada lapisan limonit yaitu 44 % [10]. Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis, zona limonit hanya dijumpai di area tertentu yaitu pada lapisan sedimen yang tipis (Gambar 3,4&5). Keterdapatannya unsur Fe pada zona limonit yaitu 19,13 – 42,85 % (Tabel 1). Sedangkan pada zona saprolit hingga *bedrock* kadar unsur Fe sekitar 11 – 19 % (Tabel 1) dengan kedalaman 13 – 25 meter (Gambar 3,4&5). Distribusi unsur Fe mengalami pergeseran yang sangat jelas dari zona *top soil* hingga batuan sedimen (0 %) menuju zona limonit (19,13 – 42,85 %), zona saprolit (19-16%) hingga zona *bedrock* (11-13 %). Zona *bedrock* akan memiliki kadar Fe lebih rendah dibandingkan dengan zona saprolit karena unsur Fe bersifat *amobile* (Gambar 5,6,7&8). Unsur Fe tidak terkayakan dengan baik pada zona saprolit dan *bedrock*. Hal ini disebabkan oleh keberadaan batuan ultrabasa dengan permukaan bumi sangat jauh yang dipisahkan oleh zona batuan sedimen (10-20 m) sehingga unsur Fe tidak memiliki kesempatan terkayakan. Kandungan unsur Fe semakin kebawah semakin berkurang dan sebaliknya semakin keatas semakin bertambah. Pola distribusi unsur Fe berbanding terbalik dengan unsur Ni, Si dan Mg (Gambar 5,6,7&8).

c. Distribusi unsur Mg

Persentase unsur Mg dari rendah ke tinggi yaitu 12,20 - 27,07 % (A2) dan 20 - 30,53 % (A3) -19% dengan kedalaman sekitar 12 - 24,5 meter. Pola distribusi unsur Mg berbanding terbalik dengan unsur Fe yang dapat dilihat pada A2 (Gambar 7) dan A3 (Gambar 8). Semakin kebawah unsur Mg semakin besar dan sebaliknya semakin keatas semakin berkurang. Hal ini disebabkan unsur Mg memiliki sifat *mobile*.

d. Distribusi unsur Si

Persentase kandungan unsur Si yaitu 38,91-45,46 % dari kedalaman 12 - 24,5 meter. Pola distribusi unsur Si yaitu semakin bertambah kedalaman semakin tinggi (Gambar 7&8). Secara umum pola distribusi unsur Si memiliki pola yang sama dengan unsur Mg yaitu dari rendah ke tinggi.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dalam studi karakteristik endapan nikel di bawah Molasa Sulawesi ini terdiri empat hal yaitu sebagai berikut:

- Profil endapan nikel yang terbentuk dari atas ke bawah terdiri dari tipe A dan tipe B. Tipe A terdiri dari *top soil*, batuan sedimen, limonit, saprolit dan batuan dasar (*bedrock*). Sedangkan, tipe B yaitu *top soil* (0,3 m), batuan sedimen (8-20 m) yang tersusun oleh batulempung, batupasir sisipan batulempung, batupasir sisipan konglomerat dan konglomerat dengan ketebalan, *saprolite/hard saprolite* (4,5-7,5 m), dan *bedrock*. Hal ini menunjukkan sebelum proses pembentukan endapan nikel laterit terlebih dahulu terbentuk endapan batuan sedimen Formasi Langkolawa sebagai bagian dari Molasa Sulawesi yang ditandai tidak adanya *top soil* dan zona *overbarden* dari batuan induk (batuan ultrabasa) serta zona limonit.
- Karakteristik ore pada zona saprolit yaitu warna ore terdiri dari merah, kuning kecoklatan, biru hingga hitam. Hal ini tergantung jenis batuan penutup dari ore tersebut. Sedangkan tekstur ore ini memiliki karakter keras dan homogen tergantung dari lapisan penutupnya pula. Jika lapisan batulempung yang tebal (4,38 m) maka akan menghasilkan ore yang tipis dan setempat (*spot*) dengan ketebalan 2,8-4,5 meter dan jika lapisan batulempung tipis (0,65 m), maka akan menghasilkan ore yang tebal yaitu > 7,5 m.
- Batuan dasar (*parent rock*) endapan nikel laterit yaitu lerzolit dengan kenampakan mikroskopis memiliki warna absorpsi abu-abu kecoklatan, warna interferensi kuning kecoklatan, tingkat kristalinitas holokristalin, bentuk mineral subhedral – anhedral, febrik inequigranular, ukuran mineral <0.02 – 0.35 mm, komposisi mineral terdiri dari olivin, klinopiroksin ortopiroksin dan serpentin. Mineral penyusun batuan ini telah mengalami alterasi dan pelapukan baik secara fisik maupun kimia.
- Pola distribusi unsur Ni dan unsur lainnya (Fe, Mg, Si) hanya terkonsentrasi pada limonit, zona saprolit dan sebagian pada zona *bedrock*. Unsur Ni hanya terkayakan dengan baik pada bagian atas hingga tengah zona saprolit dengan ketebalan yang bervariasi yaitu 4,5 hingga 7,5 meter, Fe terkayakan dengan baik pada zona limonit, sedangkan unsur Mg dan Si terkonsentrasi dan terkayakan bagian atas hingga bagian bawah zona saprolit.

5. Referensi

- [1] H. Cahit, K. Selahattin, G. Necip Tolga Q, G. Ibrahim Hasan S, P. and Osman, “*Mineralogy and genesis of the lateritic regolith related Ni-Co deposit of the Çaldağ area (Manisa, western Anatolia), Turkey,*” *Canadian Journal of Earth Science*, 2017.
- [2] Sukandarrumidi, *Geologi Mineral Logam*. Yogyakarta: Penerbit Gadjah Mada University Press, 2007
- [3] A. Maulana, *Endapan Mineral*. Yogyakarta: Penerbit Ombak, 2017.
- [4] L. Lintjewas, I. Setiawan, dan A. A. Kausar, “*Profil Endapan Nikel Laterit Di Daerah Palangga, Provinsi Sulawesi Tenggara,*” *Ris. Geo. Tam* Vol.29, No. 1, Juni 2019 (91-104).
- [5] Simandjuntak, Surono, dan Sukido, *Geologi Regional Lembar Kolaka Skala 1: 250.000*. Penerbit Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, 1993.
- [6] Surono, *Lengan Tenggara Sulawesi*. Bandung: Penerbit Badan Geologi, Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2013.
- [7] PT. Baula Petra Buana, *Laporan Kegiatan Explorasi Operasi Produksi Pertambangan Bahan Galian Nikel PT. Baula Petra*. Konawe Selatan. PT. Buala Perta Buana, 2013.
- [8] Syafrizal, K. Anggayana, D. Guntoro, *Karakteristik Mineralogi Endapan Nikel Laterit Di Daerah Tinanggea Kabupaten Konawe Selatan, Sulawesi Tenggara*, *JTM* Vol. XVIII, 2011.
- [9] A. L. Streckeisen, *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, 1978
- [10] W. Ahmad, “*Nickel Laterites Fundamentals of Chemistry, Mineralogy, Weathering Processes, Formation, and Exploration,*” VALE Inco, 2008.