



Geokimia Endapan Nikel Laterit di Tambang Utara, Kecamatan Pomalaa, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara

The Geochemistry of Laterite Nickel Deposits in the North Mining, Pomalaa Sub-district, Kolaka Residency, Southeast Sulawesi Province

Riko Ardiansyah Indra Kusuma¹, Hashari Kamaruddin¹, Mega Fatimah Rosana², dan Euis Tintin Yuningsih²

¹PT ANTAM Tbk Unit Geomin, Antam Office Park Tower B Lt 10. Jl. TB. Simatupang No. 1, Jakarta Selatan, Indonesia

²Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran, Bandung, Indonesia

email: riko_starr@yahoo.com

Naskah diterima : 24 Agustus 2018, Revisi terakhir : 29 April 2019 Disetujui : 29 April 2019, Online : 30 April 2019

DOI: 10.33332/jgsm.2019.v20.2.85-92p

Abstrak- Pomalaa secara administratif berada di wilayah Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara. Wilayah izin usaha pertambangan nikel di Pomalaa dikelola oleh Badan Usaha Milik Negara, Badan Usaha Milik Daerah, dan Swasta. Pomalaa merupakan salah satu kecamatan yang memiliki kekayaan alam berupa nikel. Endapan nikel laterit merupakan hasil dari pelapukan batuan ultramafik yang mengalami proses pelindian dan terakumulasi di zona pemerikayaan supergen. Faktor lateritisasi tersebut dikendalikan oleh litologi, morfologi, dan struktur. Secara umum, profil endapan nikel laterit di daerah Tambang Utara dari atas ke bawah terdiri dari tanah penutup, limonit, saprolit, dan zona batuan dasar/*bedrock*. Endapan nikel laterit di Tambang Utara menunjukkan ketebalan yang bervariasi, berdasarkan warna, tekstur, ukuran dan komposisi mineral. Ketebalan endapan laterit dari hasil pemboran berkisar antara 25 - 30 meter. Contoh *soil* dan batuan dari masing-masing zona laterit setiap meter hasil dari pemboran dilakukan pengujian laboratorium dengan metode analisa XRF (*X-Ray Fluorescence*) dengan jumlah contoh sebanyak 283. Unsur Ni tinggi menunjukkan pemerikayaan di zona saprolit, sedangkan unsur Fe (besi) tinggi berada di zona limonit.

Katakunci: nikel, laterit, geokimia, Pomalaa

Abstract- Pomalaa is administratively located in Kolaka Regency, Southeast Sulawesi Province. The nickel mining business area in Pomalaa is managed by State-Owned Enterprises and Private Enterprises. Pomalaa is a sub-district that has natural resources in the form of nickel. Nickel Laterite deposits is a result weathering of ultramafic rock that is leaching process and accumulates in the supergen enrichment zone. The lateritization factor is controlled by lithology, morphology, and structure. In general, the profile of laterite nickel deposits in the North Mine area from top to bottom consists of top soil, limonite, saprolite, and bedrock zones. The laterite nickel precipitate in the North Mine shows varying thickness, based on color, texture, size and mineral composition. Laterite deposits from drilling results reaches an range of 25 - 30 meters. Soil and rocks sampling from each laterite zone every meter resulting from drilling are carried out by laboratory testing using XRF (*X-Ray Fluorescence*) analysis method with 283 total sample. High Ni element shows enrichment in the saprolite zone, whereas in the high Fe (iron) element is in the limonite zone.

Keywords: nickel, laterite, geochemical, Pomalaa

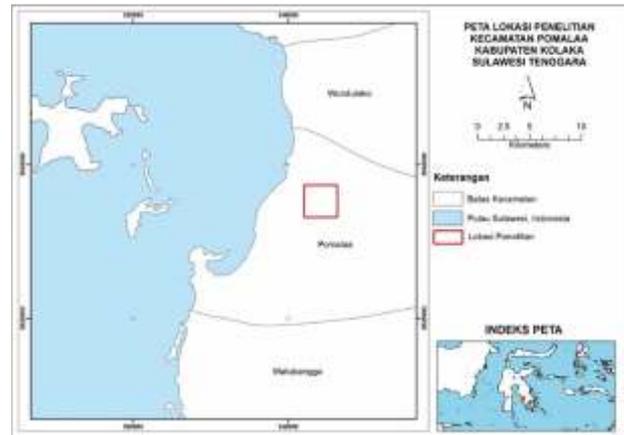
PENDAHULUAN

Pomalaa secara administratif berada di wilayah Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara yaitu dengan kisaran koordinat $3^{\circ}30'$ - $4^{\circ}30'$ Lintang Selatan dan 120° - 122° Bujur Timur. Tambang Utara merupakan salah satu wilayah di kecamatan Pomalaa yang berada di bagian utara dari konsesi Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi milik PT. Antam Tbk (Gambar 1).

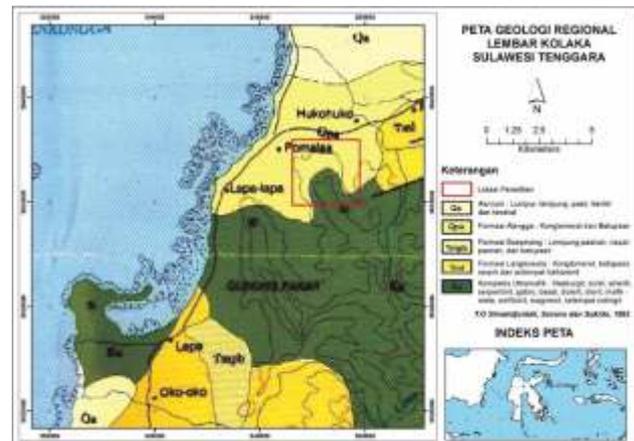
Geologi regional pada lembar Kolaka (Simandjuntak dkk, 1993) menunjukkan bahwa Pomalaa masuk kedalam Komplek batuan ultramafik (Gambar 2). Berdasarkan peta geologi lokal, daerah Pomalaa tersusun oleh batuan ultramafik antara lain batuan peridotit, hasburgit, dunit dan serpentinit (Kusuma, dkk., 2015). Batuan ultramafik adalah batuan yang kaya akan mineral mafik (ferromagnesian) dan minim bahkan absen kuarsa, feldspars dan feldspathoid. Batuan ini pada dasarnya terdiri atas olivin, piroksen, hornblenda dan mika (Ahmad, 2008).

Pomalaa merupakan salah satu kecamatan yang memiliki kekayaan alam berupa nikel. Endapan nikel laterit merupakan hasil dari pelapukan batuan ultramafik yang mengalami proses pelindian dan terakumulasi di zona pemerayaan supergen. Batuan ultramafik sebagian besar berasal dari plutonik. Densitas magma ultramafik mungkin terlalu tinggi untuk bergerak naik melalui bagian kerak bumi. Batuan ultramafik kemungkinan sebagian besar telah diturunkan melalui diferensiasi magmatik menjadi magma dasar (Ahmad, 2008). Batuan ultramafik di Pomalaa mempunyai komposisi olivin yang melimpah, hal ini sebagai sumber pembentukan endapan laterit nikel yang baik.

Penelitian berkaitan dengan proses pembentukan endapan nikel laterit telah dilakukan diantaranya oleh (Golightly, 1981; Brand, dkk., 1998; Freyssinet, dkk., 2005; Ahmad 2008; Thorne, dkk., 2012; Butt dan Cluzel 2013; dan Myagkiy, dkk., 2017). Endapan nikel laterit didefinisikan sebagai sisa tanah/residu dari hasil proses pelapukan panjang, melalui proses pelapukan kimiawi dan pemerayaan supergen, utamanya dari batuan ultramafik di bawah kondisi suhu cukup tinggi berkisar antara $27-31^{\circ}\text{C}$, curah hujan yang cukup tinggi rata-rata 119,84 mm (PT. Antam Tbk) dan dikontrol oleh pergerakan fluktuatif muka air tanah pada saat pembentukannya. Pencucian unsur bergerak (*mobile*) dalam batuan ultramafik seperti silika dan magnesium menyebabkan konsentrasi sisa/residu pada unsur tidak bergerak (*immobile*) seperti besi, nikel dan kobalt.



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Kecamatan Pomalaa, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara.



Sumber: Simandjuntak, dkk., (1993).

Gambar 2. Geologi Regional Lembar Kolaka

Ketebalan endapan laterit bervariasi dipengaruhi oleh morfologi pada setiap daerah. Keadaan morfologi sangat mempengaruhi sirkulasi air beserta unsur lainnya. Daerah yang landai, air akan bergerak perlahan-lahan sehingga akan mempunyai kesempatan untuk masuk lebih dalam melalui rekahan-rekahan atau pori-pori batuan. Pada daerah terjal, air akan mengalir di permukaan dan terjadi erosi yang intensif. Akumulasi endapan umumnya terdapat pada daerah yang landai sampai kemiringan sedang. Jenis batuan penyusun/*source rock* sangat berpengaruh terhadap pembentukan nikel laterit. Litologi yang berbeda akan menghasilkan komposisi mineral yang berbeda-beda serta akan mempengaruhi geokimia nikel pada suatu endapan nikel laterit. Umur dari endapan laterit berkisar antara Paleozoikum sampai sekarang dan sebagian besar endapan yang berada di zona tropis saat ini masih mengalami proses laterisasi (Ahmad, 2008).

Menurut Waheed Ahmad (2008), beberapa faktor penting yang mempengaruhi pelapukan kimia dalam membentuk laterit nikel, antara lain:

- Atmosfer (iklim), berkaitan dengan temperatur, curah hujan, dan musim.
- Biologi, berupa material organik.
- Air, berkaitan dengan ketersediaan air, muka air tanah, dan *water absorption - run off*.
- Litologi, berkaitan dengan komposisi batuan dasar, kestabilan mineral, ukuran kristal, *grain size*, porositas, *fractures* dan *joints*.
- Kombinasi, yaitu *acidity/basicity* (pH), potensial redoks (Eh), dan *rate of removal of solids*.
- Topografi

Berdasarkan sifat kimia unsur atau senyawa yang mempengaruhi pelapukan dalam pembentukan endapan laterit nikel, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui geokimia endapan nikel yang terdapat di daerah penelitian, sehingga dapat menjadi acuan dalam mengembangkan penelitian dan pemanfaatan endapan laterit nikel khususnya di Pomalaa dan sekitarnya.

DATA DAN METODE

Metode yang digunakan dalam pengambilan data yaitu menggunakan data pemboran. Urutan endapan laterit nikel dari permukaan hingga batuan dasar dapat diketahui dari pemboran secara vertikal. Hasil pemboran tersebut diambil contoh *soil* dan batuan berdasarkan kedalaman setiap 1 meter dari setiap zonasi laterit. Profil zonasi laterit dari atas ke bawah yaitu terdiri atas tanah penutup, limonit, saprolit dan batuan dasar. Contoh *soil* dan batuan tersebut kemudian dilakukan preparasi dengan cara *quattrin* dan dikirim ke laboratorium PT Antam Tbk. untuk dilakukan analisis geokimia dengan menggunakan metode XRF (*X-Ray Fluorescence*). XRF merupakan salah satu dari analisis kimia yang banyak digunakan untuk mengetahui kadar unsur dalam bentuk oksida mayor dan unsur tunggal (Na, Mg, Al, Si, P, K, Ca, Ti, Mn, Fe) dan juga menganalisis unsur-unsur minor dan jejak, diantaranya Rb, Sr, Y, Nb, Zr, Cr, Ni, Cu, Zn, Ga, Ba, Pb, Th, U ± La, Ce, Nd, Sm (Wilson, 1989). Lebih dari 99% batuan

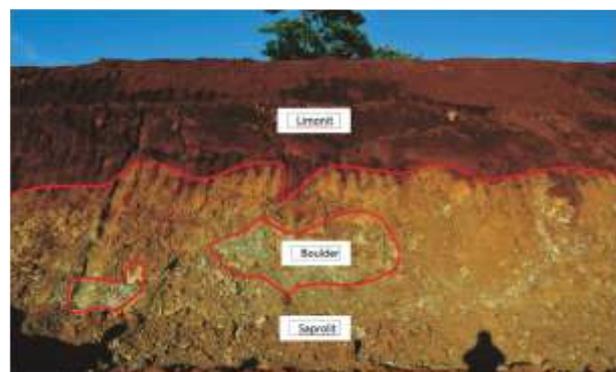
terbentuk oleh 11 elemen utama oksida: SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, FeO, MnO, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, dan P₂O₅ (Best, 2003). Data pengukuran XRF setiap 1 meter dari hasil bor inti yang terdiri dari elemen utama berupa FeO (total), MgO, SiO₂, Al₂O₃ dan elemen minor berupa unsur Ni, Co, dan Cr dengan jumlah contoh sebanyak 283 diperlukan untuk mengetahui setiap perubahan zonasi dari profil endapan nikel laterit dari permukaan (tanah penutup) hingga bawah permukaan (batuan dasar). Pengamatan singkapan di area dinding tambang terbuka dapat dijumpai di lapangan, sehingga dapat menggambarkan mengenai urutan profil dari dinding tambang yang memperlihatkan perubahan zonasi lateritnya.

HASIL PENELITIAN

Pengamatan di lapangan dilakukan di area tambang terbuka dan area sekitar tambang (Gambar 3). Singkapan *soil*/tanah dan batuan yang terlihat di lapangan dapat diamati pada dinding tambang yang menunjukkan suatu profil endapan laterit secara vertikal. Hasil pengamatan lapangan menunjukkan urutan dari zonasi laterit mulai dari tanah penutup, limonit, saprolit dan batuan dasar.

1. Tanah Penutup

Tersusun oleh material lepas berukuran lempung-pasir yang umumnya berwarna coklat dengan kandungan organik yang tinggi seperti akar-akar tumbuhan dan oksida besi berupa nodul besi (Fe) maupun tanah. Ketebalan tanah penutup berkisar 1 meter sampai dengan 2 meter dan mengandung unsur nikel yang rendah <0,7% Ni.



Gambar 3. Profil Laterit Dinding Tambang Utara, Pomalaa.

2. Zona Limonit

Merupakan zona yang mengandung pemerayaan besi residual pada profil laterit yang disusun oleh oksida besi terhidrasi. Materialnya sangat lunak dan didominasi oleh material berukuran lempung. Bagian atas berwarna coklat kehitaman yang mengandung mineral hematit. Nikel dapat terikat pada struktur mineral gutit bersama sejumlah unsur seperti alumunium, mangan dan kromium. Hasil analisis geokimia menunjukkan kadar nikel pada kisaran 0,4% sampai dengan 1,5% Ni. Ketebalan zona limonit di daerah penelitian berkisar antara 2 meter sampai dengan 9 meter.

3. Zona Transisi

Zona transisi pada profil laterit secara setempat dijumpai endapan nikel laterit di daerah penelitian berupa *yellow limonite*. Pada bagian atas zona transisi terdapat zona limonit berwarna *red limonite*, sedangkan di bagian bawahnya terdapat zona saprolit. Secara megaskopis zona transisi didominasi oleh limonit berwarna kuning kemerahan yang mengandung mineral-mineral smektit, hematit dan silika. Relik tekstur batuan asal secara setempat masih terlihat dengan baik. Ketebalan zona transisi berkisar antara 1 meter sampai dengan 2 meter. Hasil analisis geokimia menunjukkan kandungan nikel zona transisi berkisar antara 1,5% sampai dengan 2% Ni.

4. Zona Saprolit

Zona saprolit dicirikan dengan warna coklat kehijauan, memiliki tekstur halus hingga kasar, relik mineral batuan asalnya tergantikan oleh mineral sekunder dari produk pelapukan, vein garnierit dan vein silika dengan tekstur *boxwork* berkembang dengan baik yang memperlihatkan jejak struktur batuan asalnya. Ketebalan zona saprolit berkisar $\pm 10-15$ m. Kadar nikel pada zona saprolit berkisar antara 1,8% - 3% Ni.

5. Zona Batuan Dasar

Merupakan zona yang memiliki intensitas rekahan yang tinggi. Berwarna abu-abu kecoklatan, dengan tekstur batuan yang kasar dengan komposisi mineral olivin-piroksen dengan mineral ubahan serpentin yang merupakan batuan ultramafik yaitu batuan peridotit. Rekahan-rekahan berbentuk tidak teratur dan sebagian terisi berupa urat oleh silika dan garnierit. Dari inti bor

diketahui kedalaman batuan dasar dari permukaan berkisar antara 25 meter sampai dengan 30 meter. Zona batuan dasar ini memiliki kadar nikel $<0,5\%$ Ni.

Pengamatan pada dinding tambang terlihat jelas menunjukkan perubahan gradasi warna dari zona limonit menuju zona saprolit, serta terdapat boulder batuan ultramafik dan mineral silika yang berada di antara zona saprolit (Gambar 3). *Soil* pada zona limonit dominan berwarna merah kecoklatan, sedangkan zona saprolit berwarna kuning. Warna tersebut menunjukkan bahwa adanya pengaruh unsur-unsur kimiawi yang dominan pada masing-masing zona. Pada zona limonit unsur Fe (besi) dominan yang terdiri dari mineral hematit (Fe_2O_3), sedangkan pada zona saprolit ialah dominan unsur magnesium dan silika yakni mineral serpentin ($\text{H}_4\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_9$) yang merupakan ubahan dari mineral olivin-forsterit (Mg_2SiO_4) dan piroksen ($\text{XY}(\text{Si,Al})_2\text{O}_6$).

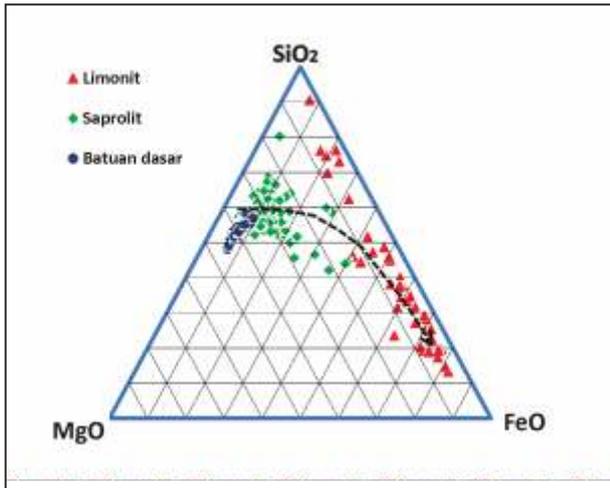
Kegiatan pemboran dilakukan pada morfologi dataran. Conto soil dan batuan dari setiap 1 meter bor diambil dan dilakukan analisa kimia di laboratorium menggunakan alat XRF untuk mengetahui unsur utama seperti FeO, MgO, SiO_2 dan unsur minor yaitu Ni, Co, Cr, dan Al_2O_3 (Lampiran 1).

Evaluasi hasil analisa senyawa kimia SiO_2 , MgO dan FeO dimasukkan kedalam diagram ternary yang menunjukkan suatu populasi data antara zona limonit, saprolit dan batuan dasar (Gambar 4).

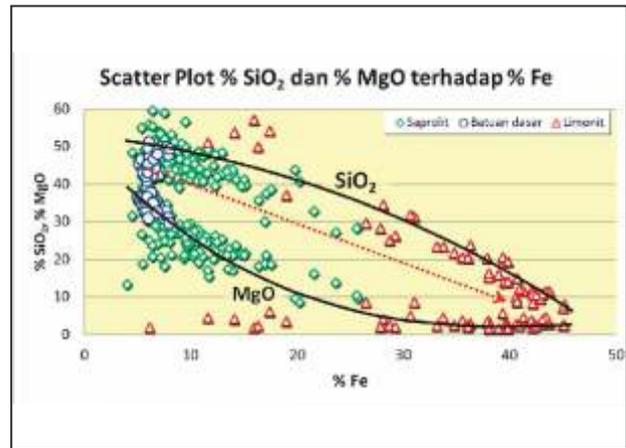
Hasil analisa kimia antara lain senyawa $\% \text{SiO}_2$, $\% \text{MgO}$ terhadap unsur $\% \text{Fe}$ ditampilkan menggunakan diagram scatter (Gambar 5).

Tren Polynomial penurunan garis hitam terhadap garis merah dari kiri ke kanan pada gambar 5 menunjukkan bahwa tren penurunan nilai senyawa kimia pada MgO dan SiO_2 , sedangkan peningkatan nilai unsur terdapat pada Fe.

Nilai senyawa kimia pada batuan dasar perlahan menurun ke arah kanan yaitu zona limonit. Nilai penurunan senyawa SiO_2 ditunjukkan pada garis hitam bagian atas mendekati garis merah menunjukkan tren penurunan lebih lambat dibanding senyawa MgO yang menunjukkan garis hitam bagian bawah menjauhi garis merah yang merupakan tren penurunan lebih cepat. Hal tersebut menunjukkan bahwa senyawa MgO lebih mudah larut dan memiliki proses lateritisasi yaitu leaching atau pelindiannya lebih cepat dibanding senyawa SiO_2 .



Gambar 4. Ternary Diagram untuk % SiO₂ dan % MgO terhadap % Fe₂O₃.



Gambar 5. Scatter Plot Tren Polynomial Nilai Unsur % SiO₂ dan % MgO terhadap % Fe.

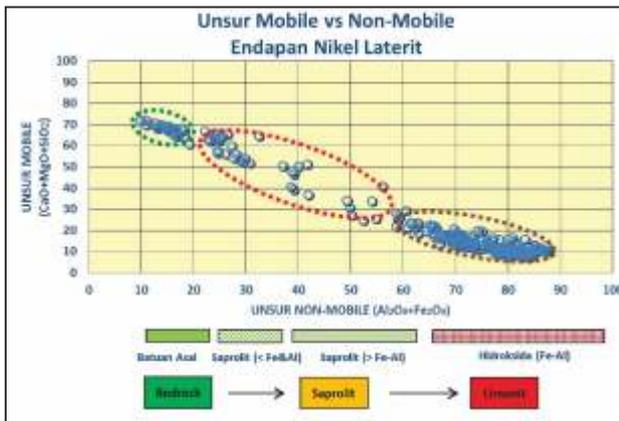
Lampiran 1. Hasil Analisa XRF pada Unsur Kimia Utama dan Minor

No. Conto	Koordinat			Unsur Kimia Utama				Unsur Kimia Minor		
	X	Y	Z	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	Ni	Co	Cr ₂ O ₃
BGN 01.01	347900,21	9537399,72	39,80	60,82	10,83	3,00	9,28	0,95	0,15	2,76
BGN 01.02	347900,21	9537399,72	38,80	60,15	8,33	2,35	9,91	1,04	0,15	3,00
BGN 01.03	347900,21	9537399,72	37,80	64,36	7,20	2,53	8,14	1,23	0,16	3,40
BGN 01.04	347900,21	9537399,72	36,80	64,51	8,13	2,52	7,90	1,13	0,16	3,05
BGN 01.05	347900,21	9537399,72	35,80	62,51	11,38	3,17	6,92	1,10	0,16	2,47
BGN 01.06	347900,21	9537399,72	34,80	36,77	28,45	9,70	3,93	1,67	0,09	1,91
BGN 01.07	347900,21	9537399,72	33,80	23,46	35,86	18,21	2,53	2,14	0,05	1,42
BGN 01.08	347900,21	9537399,72	32,80	17,52	39,74	22,34	1,47	1,81	0,03	1,18
BGN 01.09	347900,21	9537399,72	31,80	14,46	42,49	26,02	1,33	1,90	0,02	0,78
BGN 01.10	347900,21	9537399,72	30,80	11,64	43,38	32,01	1,05	1,31	0,01	0,72
BGN 01.11	347900,21	9537399,72	29,80	10,22	46,11	28,13	1,59	1,43	0,01	0,73
BGN 01.12	347900,21	9537399,72	28,80	13,83	43,65	25,31	1,59	1,27	0,02	0,83
BGN 01.13	347900,21	9537399,72	27,80	15,01	44,33	24,94	2,63	1,27	0,02	0,99
BGN 01.14	347900,21	9537399,72	26,80	19,41	42,32	22,72	1,71	1,70	0,04	0,96
BGN 01.15	347900,21	9537399,72	25,80	21,65	39,82	21,83	1,98	1,72	0,04	1,28
BGN 01.16	347900,21	9537399,72	24,80	15,71	43,67	26,29	2,48	1,65	0,03	0,90
BGN 01.17	347900,21	9537399,72	23,80	20,35	41,40	23,78	1,81	1,87	0,04	1,15
BGN 01.18	347900,21	9537399,72	22,80	9,10	43,79	35,39	0,60	0,36	0,00	0,54
BGN 01.19	347900,21	9537399,72	21,80	10,09	46,13	31,26	2,45	0,84	0,01	0,53
BGN 01.19,4	347900,21	9537399,72	20,80	16,31	43,23	26,23	1,59	1,19	0,03	0,87
BGN 01.20	347900,21	9537399,72	20,40	10,84	46,49	32,53	0,65	0,61	0,01	0,55
BGN 01.21	347900,21	9537399,72	19,80	12,60	48,73	27,00	1,68	1,20	0,02	0,61
BGN 01.22	347900,21	9537399,72	18,80	12,88	44,07	28,98	1,41	1,01	0,02	0,69
BGN 01.23	347900,21	9537399,72	17,80	8,64	42,63	36,61	0,68	0,37	0,00	0,54
BGN 01.24	347900,21	9537399,72	16,80	9,57	45,57	33,21	0,82	1,04	0,01	0,45
BGN 01.25	347900,21	9537399,72	15,80	9,28	46,12	33,60	0,53	0,87	0,01	0,48
BGN 01.26	347900,21	9537399,72	14,80	9,15	46,86	33,89	1,09	0,68	0,00	0,56
BGN 01.27	347900,21	9537399,72	13,80	8,34	41,69	38,27	0,67	0,25	0,00	0,49
BGN 01.28	347900,21	9537399,72	12,80	8,36	40,75	38,12	0,96	0,24	0,00	0,49
BGN 05.01	347900,15	9537299,97	39,263	57,19	19,07	13,22	7,89	0,85	0,14	2,39
BGN 05.02	347900,15	9537299,97	38,263	60,49	11,25	2,78	9,05	0,92	0,15	2,41
BGN 05.03	347900,15	9537299,97	37,263	58,07	10,13	2,79	10,16	0,95	0,14	2,33
BGN 05.04	347900,15	9537299,97	36,263	61,37	9,57	2,89	8,57	1,07	0,15	2,61
BGN 05.05	347900,15	9537299,97	35,263	62,08	11,48	4,83	6,00	1,45	0,16	3,00
BGN 05.06	347900,15	9537299,97	34,263	30,95	32,81	16,23	3,44	2,80	0,07	1,92
BGN 05.07	347900,15	9537299,97	33,263	15,17	40,72	24,79	1,79	2,62	0,02	0,85
BGN 05.08	347900,15	9537299,97	32,263	13,81	44,20	25,92	1,37	2,37	0,02	0,85
BGN 05.09	347900,15	9537299,97	31,263	13,88	47,29	23,92	1,29	2,82	0,02	0,78
BGN 05.10	347900,15	9537299,97	30,263	17,28	44,99	20,08	1,66	2,19	0,03	0,99
BGN 05.11	347900,15	9537299,97	29,263	19,84	44,02	21,01	1,89	2,36	0,04	0,99
BGN 05.12	347900,15	9537299,97	28,263	18,40	42,81	21,35	4,25	2,14	0,03	0,89
BGN 05.13	347900,15	9537299,97	27,263	15,40	48,73	19,21	3,14	1,49	0,02	1,20
BGN 05.13,7	347900,15	9537299,97	26,263	14,76	46,02	21,52	6,20	1,05	0,02	0,84
BGN 05.14	347900,15	9537299,97	25,563	8,98	46,96	30,34	1,61	0,69	0,01	0,62
BGN 05.14,65	347900,15	9537299,97	25,263	10,50	47,58	26,81	4,74	1,27	0,01	0,55
BGN 05.15	347900,15	9537299,97	24,613	8,94	43,86	33,84	0,76	0,34	0,01	0,51
BGN 05.16	347900,15	9537299,97	24,263	8,97	43,96	34,51	0,55	0,33	0,01	0,51
BGN 05.16,7	347900,15	9537299,97	23,263	13,51	56,79	24,71	1,47	1,17	0,02	0,72
BGN 05.17	347900,15	9537299,97	22,263	9,66	44,31	33,49	0,69	0,92	0,01	0,54
BGN 05.18	347900,15	9537299,97	21,263	12,86	46,74	29,27	1,28	1,54	0,02	0,60
BGN 05.19	347900,15	9537299,97	20,263	9,14	47,59	23,64	7,95	1,15	0,01	0,51
BGN 05.20	347900,15	9537299,97	19,263	7,85	46,93	35,96	0,45	0,25	0,01	0,39
BGN 05.21	347900,15	9537299,97	18,263	7,49	46,50	35,94	0,64	0,23	0,01	0,40
BGN 05.22	347900,15	9537299,97	17,263	7,87	43,84	34,86	1,61	0,23	0,01	0,43

Unsur *mobile* dibandingkan dengan unsur *non mobile* menunjukkan bahwa (Gambar 6):

1. Lingkaran hijau merupakan zona *bedrock* atau batuan dasar yang memiliki mobilitas tinggi (Ca, Mg+SiO_2) terhadap proses laterisasi.
2. Lingkaran merah merupakan zona saprolit yang memiliki mobilitas unsur sedang.
3. Lingkaran coklat merupakan zona limonit yang kaya akan unsur *non mobile* (Al dan Fe).

Hal ini menunjukkan bahwa senyawa MgO dan SiO_2 pada endapan laterit pada zona bagian atas yaitu zona limonit larut dan mengalami *leach out* kemudian bergerak dan mengendap ke arah bawah. Unsur Fe dan Al kaya karena perubahan volume dan komposisi dari mineral asal menjadi oksida besi (Fe) dan mineral lempung (Al).



Gambar 6. Unsur *Mobile* (CaO+MgO+SiO_2) dengan *Non Mobile* ($\text{Al}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3$) di Endapan Nikel Laterit.

DISKUSI

Profil geokimia endapan laterit Pomalaa merupakan gambaran dari suatu kondisi bahwa perilaku atau kecenderungan pola kelimpahan unsur ke arah bawah permukaan yang dipengaruhi oleh proses lateritisasi. Perilaku tersebut dipengaruhi oleh mobilitas unsur-unsur pada profil laterit nikel yang diketahui dari tingkat unsur tertentu yang mengalami perpindahan akibat aliran airtanah. Perilaku yang terjadi selama proses lateritisasi berlangsung meliputi: (i) pelindian

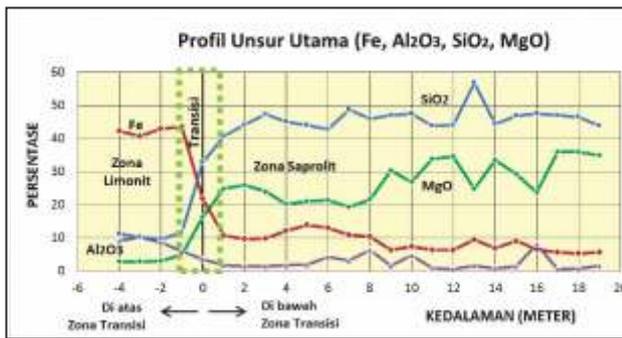
(*leaching*) terutama pada MgO dan SiO_2 ; (ii) proses pemerayaan (*superagen*) terutama pada unsur Ni dan Co; (iii) serta residual unsur yang terutama dialami oleh Fe, Cr dan Al.

Untuk mengetahui profil geokimia Pomalaa maka digunakan kombinasi dari ketiga perilaku kimiawi baik pelindian (SiO_2 dan MgO), pemerayaan (Ni dan Co) serta residual (Fe, Cr dan Al). Selanjutnya parameter kimiawi tersebut dibagi ke dalam 2 (dua) kelompok berdasarkan kelimpahan kehadirannya (prosentase) dalam komposisi laterit menjadi elemen kimiawi utama (Fe, Al_2O_3 , SiO_2 , MgO) dan minor (Ni, Co, Cr_2O_3).

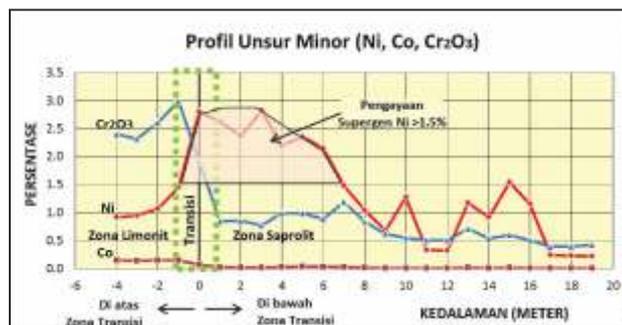
Diagram kimia unsur utama dan minor terhadap kedalaman laterit memperlihatkan SiO_2 terkonsentrasi di zona saprolit kemudian mengalami penurunan secara signifikan pada saat melewati zona transisi kemudian masuk ke zona limonit. Demikian juga dengan MgO yang memperlihatkan perilaku yang sama sesuai dengan sifat kelarutannya, yang mudah larut selama proses pelapukan dan mengalami pencucian ke zona saprolit bagian bawah. Sebaliknya konsentrasi Fe dan Al_2O_3 mengalami peningkatan pada zona limonit dan menurun secara signifikan ketika melewati zona transisi hingga memasuki zona saprolit (Gambar 7).

Diagram elemen minor Co dan Cr_2O_3 memperlihatkan pola yang sama dengan Fe, dimana pengkayaannya terjadi pada zona limonit dan mengalami penurunan kadar pada zona saprolit. Berbeda halnya dengan unsur Ni yang mengalami pemerayaan pada zona saprolit dibanding zona limonit (Gambar 8).

Grafik unsur baik utama dan minor di Tambang Utara memperlihatkan pola yang normal dari suatu profil endapan laterit, dimana elemen dengan mobilitas tinggi berupa SiO_2 , MgO , dan Ni mengalami pelindian (*leaching*) dan terkonsentrasi pada zona saprolit, sebaliknya unsur-unsur dengan mobilitas rendah – *non mobile* (Fe, Co, Cr_2O_3 dan Al_2O_3) terkonsentrasi pada zona bagian atas dari profil laterit. Unsur Ni rendah <1,5% berada pada zona *top soil* dan limonit kemudian mengalami peningkatan signifikan di zona saprolit berkisar antara 1,8-2,8% Ni dan mengalami penurunan kadar Ni yang signifikan di zona batuan dasar hingga <0,5% Ni. Rata-rata ketebalan endapan laterit pada masing-masing zonasi berdasarkan hasil dari pemboran di Tambang Utara adalah ± 5 meter untuk zona limonit, ± 15 meter untuk zona saprolit dan ± 3 meter untuk batuan dasar.



Gambar 7. Profil Geokimia Unsur Utama Endapan Nikel Laterit, Tambang Utara, Kecamatan Pomalaa.



Gambar 8. Profil Geokimia Unsur Minor Endapan Nikel Laterit, Tambang Utara, Kecamatan Pomalaa.

KESIMPULAN

Pomalaa merupakan salah satu kecamatan yang memiliki kekayaan alam berupa nikel. Endapan nikel laterit merupakan hasil dari pelapukan batuan ultramafik yang mengalami proses pelindian dan terakumulasi di zona pemerikayaan supergen.

Bentuk topografi mengontrol sebaran endapan laterit terutama secara lateral maupun vertikal. Ketebalan endapan laterit nikel dikendalikan oleh geomorfologi area setempat. Proses lateritisasi berlangsung baik pada morfologi landai yang memungkinkan terbentuknya lateritisasi yang cukup tebal di zona saprolit. Secara

vertikal, profil endapan laterit membentuk zonasi yang lengkap yaitu (i) tanah penutup; (ii) zona limonit; (iii) zona transisi; (iv) zona saprolit; dan (v) batuan dasar. Perubahan gradasi warna dari zona limonit menuju zona saprolit ditandai dengan keterdapatannya *boulder* batuan ultramafik dan mineral silika yang berada di antara zona saprolit.

Elemen kimia mayor berupa MgO, FeO, SiO₂, Al₂O₃ dan minor berupa Ni, Co, Cr₂O₃.

Dalam proses laterisasi, SiO₂ dan MgO terkonsentrasi di zona saprolit kemudian mengalami penurunan secara signifikan pada zona transisi dan zona limonit, memperlihatkan perilaku yang sama sesuai dengan sifat kelarutannya, yang mudah larut selama proses pelapukan dan mengalami pencucian ke zona saprolit bagian bawah. Sebaliknya konsentrasi Fe dan Al₂O₃ mengalami peningkatan pada zona limonit dan menurun secara signifikan pada zona transisi dan zona saprolit. Elemen minor antara lain Co dan Cr₂O₃ menunjukkan pemerikayaan terjadi pada zona limonit dan mengalami penurunan kadar pada zona saprolit. Unsur Ni mengalami pemerikayaan pada zona saprolit dibanding zona limonit hingga >2.5% Ni atau 2 hingga 3 kali daripada nilai Ni di zona limonit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada PT ANTAM Tbk. atas persetujuan yang diberikan untuk penulisan artikel ini.

Personil Tim Eksplorasi Nikel Pomalaa yaitu Muhammad Hamdhani Astas, Muhammad Elzahir, Nadia Soraya dan Prayoga Adryanto atas dukungan dan bantuannya yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini.

ACUAN

- Ahmad, W. (2008). *Nickel Laterites: Fundamental of Chemistry, Mineralogy, Weathering Processes, Formation, and Exploration*. Vale Inco – VITSL.
- Best, M. (2003). *Igneous and Metamorphic Petrology Second Edition*. San Fransisco: W.H. Freeman and Company.
- Brand, N. W., Butt, C. R. M., & Elias, M. (1998). Nickel laterites: classification and features. *AGSO Journal of Australian Geology and Geophysics*, 17(4), 81–88.
- Butt, C. R. M., & Cluzel, D. (2013). Nickel laterite ore deposits: Weathered serpentinites. *Elements*, 9(2), 123–128.
- Freyssinet, P., Butt, C. R. M., Morris, R. C., & Piantone, P. (2005). Ore-forming processes related to lateritic weathering. *Economic Geology 100th Anniversary*, 1, 681–722.

- Golightly, J. P. (1981). Nickeliferous Laterite Deposits. *Economic Geology 75th Anniversary*, 710–735.
- Indra Kusuma, R., Kamaruddin, H., Wibawa, R., & Kamil, M. . (2015). *Geological Prospect, Resource and Ore Reserve Estimation in Pomalaa, Kolaka, Southeast Sulawesi*. Proceedings MGEI Annual Convention 2015 Balikpapan.
- Myagkiy, A., Truche, L., Cathelineau, M., & Golfier, F. (2017). Revealing the conditions of Ni mineralization in the laterite profiles of New Caledonia: Insights from reactive geochemical transport modelling. *Chemical Geology*, 466, 274–284.
- Simandjuntak T.O, Surono, S. (1993). *Peta Geologi Lembar Kolaka, Sulawesi*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Thorne, R., Roberts, S., & Herrington, R. (2012). *Climate change and the formation of Nickel laterites*. *Geology*.
- Wilson, M. (1989). Review of Igneous Petrogenesis: A Global Tectonic Approach. *Terra Nova*, 1(2), 218–222.
-