INDONESIAN MINING PROFESSIONALS JOURNAL
PERHAPI, Komplek Rukan Crown Palace Blok D. 09
Jl. Prof. Dr. Soepomo, SH No. 231, Tebet - Jakarta Selatan 12870
Telp : 021-83783766, Email : jurnal.perhapi@gmail.com
https://jurnal.perhapi.or.id/index.php/impj

IDENTIFIKASI ZONA KAYA KOBALT PADA CEBAKAN NIKEL LATERIT DI INDONESIA

Nur Anbiyak[1)]* dan Tyas Cahyaningrum[1)]

[1)]Direktorat Teknik dan Lingkungan Mineral dan Batubara, Kementerian ESDM,

Artikel masuk : 26-03-2021, Artikel diterima : 31-03-2021

Kata kunci:
kobalt, laterit, nikel

Keywords:

cobalt, laterite, nickel

ABSTRAK

Kebutuhan kobalt dunia meningkat secara signifikan dan diproyeksikan tahun 2030 akan mencapai 430 ribu ton seiring dengan peningkatan permintaan industri mobil listrik dan penerbangan. Saat ini, lebih dari 60% kebutuhan kobalt berasal dari tambang tembaga-kobalt di Afrika Tengah. Indonesia menyimpan sumberdaya kobalt dalam cebakan nikel-kobalt laterit berpotensi menjadi salah satu pemasok di masa depan jika tersedia fasilitas pengolahan bijih kobalt. Cebakan nikel-kobalt laterit merupakan produk pelapukan batuan ultrabasa dari kompleks ofiolit yang tersebar di Indonesia bagian timur. Pelapukan kimia batuan ultrabasa menghasilkan perlapisan profil laterit yang terdiri dari batuan dasar, saprolit, dan limonit. Ketebalan lapisan saprolit dan limonit dipengaruhi laju pengangkatan tektonik dan ketinggian muka air tanah, dimana seiring waktu pelapukan, laju pengangkatan tektonik rendah dan muka air tanah relatif tinggi akan menghasilkan lapisan saprolit yang relatif tebal. Berdasarkan evaluasi di Sulawesi, Halmahera, dan Papua Barat, konsentrasi tertinggi kobalt berada pada bagian bawah lapisan limonit antara 0,1-0,3%. Keberadaan kobalt pada zona ini berasosiasi dengan mineral-mineral Mn-oksida dengan jumlah sumberdaya keseluruhan mencapai 2,9 miliar ton. Hingga saat ini fasilitas pengolahan kobalt belum tersedia dan sebagian besar hanya mengekstraksi bijih nikel dari lapisan saprolite. Oleh karena itu diperlukan upaya konservasi untuk menyelamatkan bijih kobalt demi keberlangsungan industri pertambangan dan turunannya di masa depan.

Corresponding author: nur.anbiyak@esdm.go.id
Doi : https://doi.org/10.36986/impj.v2i2.38

ABSTRACT

The world's cobalt demand will increase significantly and it is projected that by 2030 it will reach 430 thousand tons in line with the increasing demand for the electric car and aviation industry. Currently, more than 60% of cobalt demand comes from copper-cobalt mines in Central Africa. Indonesia stores cobalt resources in laterite nickel-cobalt deposits which have the potential to become a supplier in the future if a cobalt ore processing facility is available. Laterite nickel-cobalt deposits are weathering products of ultramafic rocks from ophiolite complexes that are scattered in eastern Indonesia. Chemical weathering of ultramafic rocks results in a laterite profile layer consisting of bedrock, saprolite and limonite. The thickness of the saprolite and limonite layers is influenced by the rate of tectonic uplift and the height of the groundwater level, where over time, the low tectonic uplift rate and the relatively high groundwater level will result in a relatively thick saprolite layer. the highest level of cobalt is at the bottom of the limonite layer between 0.1-0.3%. The presence of cobalt in this zone is associated with Mn-oxide minerals with a total resource of up to 2.9 billion tonnes. Until now, cobalt processing facilities are not available and most of them only extract nickel ore from saprolite layers. Therefore, conservation efforts are needed to save cobalt ore for the sustainability of the mining industry and its derivatives in the future.

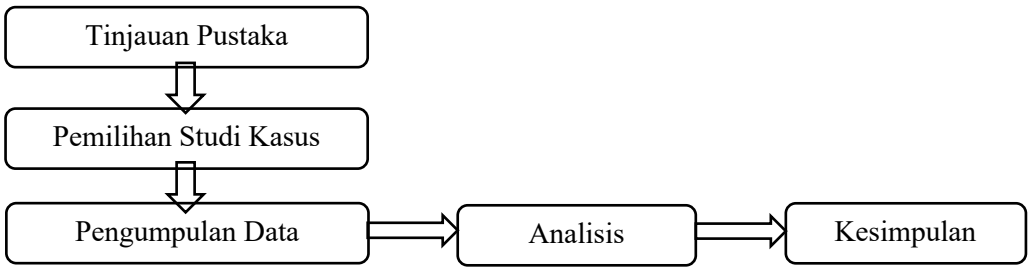
PENDAHULUAN

Kobalt merupakan unsur logam utama yang diperlukan pembuatan baterai litium-ion pada industri mobil listrik. Seiring dengan tren dunia yang mengarah ke industri yang lebih ramah lingkungan, kebutuhan kobalt secara global juga meningkat secara signifikan dengan tingkat pertumbuhan sebesar 7-13 % per tahun hingga mencapai 390 ribu ton pada tahun 2030 (Alves Dias, Blagoeva, Pavel, & Arvanitidis, 2018).

Saat ini, sebagian besar kobalt diproduksi dari cebakan tembaga-kobalt stratiform di bagian tengah Benua Afrika (Alves Dias *et al.*, 2018). Selain tipe cebakan ini, kobalt juga ditemukan berasosiasi dengan cebakan nikel laterit tetapi umumnya dengan kadar yang lebih rendah. Indonesia merupakan salah satu negara dengan potensi nikel-kobalt laterit terbesar di dunia, dengan jumlah sumber daya mencapai 2,9 miliar ton bijih atau setara dengan 4 juta ton logam kobalt (Badan Geologi, 2019). Tetapi hingga saat ini, sumberdaya kobalt belum dapat dimanfaatkan dengan optimal dikarenakan belum tersedianya fasilitas pengolahan dan pemurnian yang dapat memproduksi kobalt di dalam negeri (Prasetiyo, 2015). Oleh karena itu, perlu dilakukan identifikasi terhadap sebaran kobalt pada cebakan nikel laterit sehingga dapat dilakukan upaya konservasi mineral secara optimal.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif-deskriptif dan mengambil data-data sekunder yang bersumber dari laporan perusahaan pertambangan, laporan lembaga pemerintah, dan jurnal akademik. Untuk merepresentasikan karakteristik cebakan nikel laterit di Indonesia, tiga lokasi tambang nikel yang berada di Pulau Sulawesi, Pulau Halmahera, dan Papua Barat dipilih sebagai wilayah studi. Pemilihan wilayah studi didasarkan pada sebaran geografi, kondisi geologi, dan skala ukuran cebakan sehingga diasumsikan mewakili profil utama cebakan nikel laterit di Indonesia.



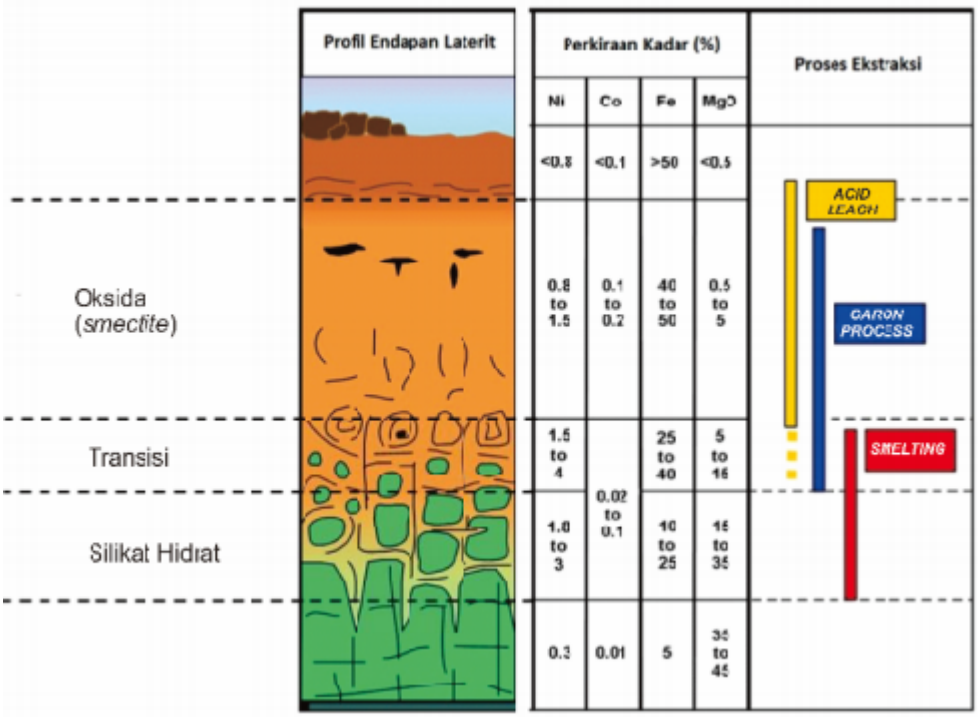
Gambar 1. Diagram alir metode penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Cebakan nikel laterit merupakan produk pelapukan batuan basa-ultrabasa dan mengandung kadar nikel yang ekonomis untuk dieksploitasi. Batuan dasar nikel laterit, secara umum terdiri dari kelompok peridotit-dunit kompleks ofiolit dan/atau batuan basa-ultrabasa hasil intrusi komatiit dengan kadar nikel berkisar antara 0,2-0,4% Ni (Elias, 2002; Golightly & Paul, 1981). Secara umum, profil penampang nikel laterit dapat dibagi menjadi tiga zona utama, yaitu batuan dasar yang berada di bagian bawah dan tersusun dari batuan basa-ultrabasa segar. Zona saprolit berkembang di atas batuan dasar dan tersusun dari fragmen-fragmen batuan dasar serta mineral Mg silikat yang kaya akan nikel. Selanjutnya, terbentuk lapisan limonit yang didominasi oleh mineral oksida besi dan manga, seperti goetit dan asbolan (Brand, 1998; Freyssinet, Butt, Morris, & Piantone, 2005).

Brand (1998), membagi cebakan nikel laterit menjadi tiga tipe, yaitu:

- cebakan oksida yang dicirikan oleh kehadiran mineral goetit yang dominan dan memiliki kdar nikel bervariasi antara 1,0 – 1,6% Ni;
- cebakan Mg silikat hidrat, dicirikan oleh dominasi mineral Mg-Ni hidrat seperti garnierit dan sepiolit serta mengandung kadar nikel rata-rata sebesar 1,6% Ni;
- cebakan lempung silikat yang dicirikan oleh keterdaptan banyak mineral lempung. Nikel biasanya terkandung dalam mineral smektit dan saponit serta memiliki kandungan nikel sebesar 1,0-1,5% Ni.



Gambar 2. Profil cebakan nikel laterit Indonesia (Prasetiyo, 2016)

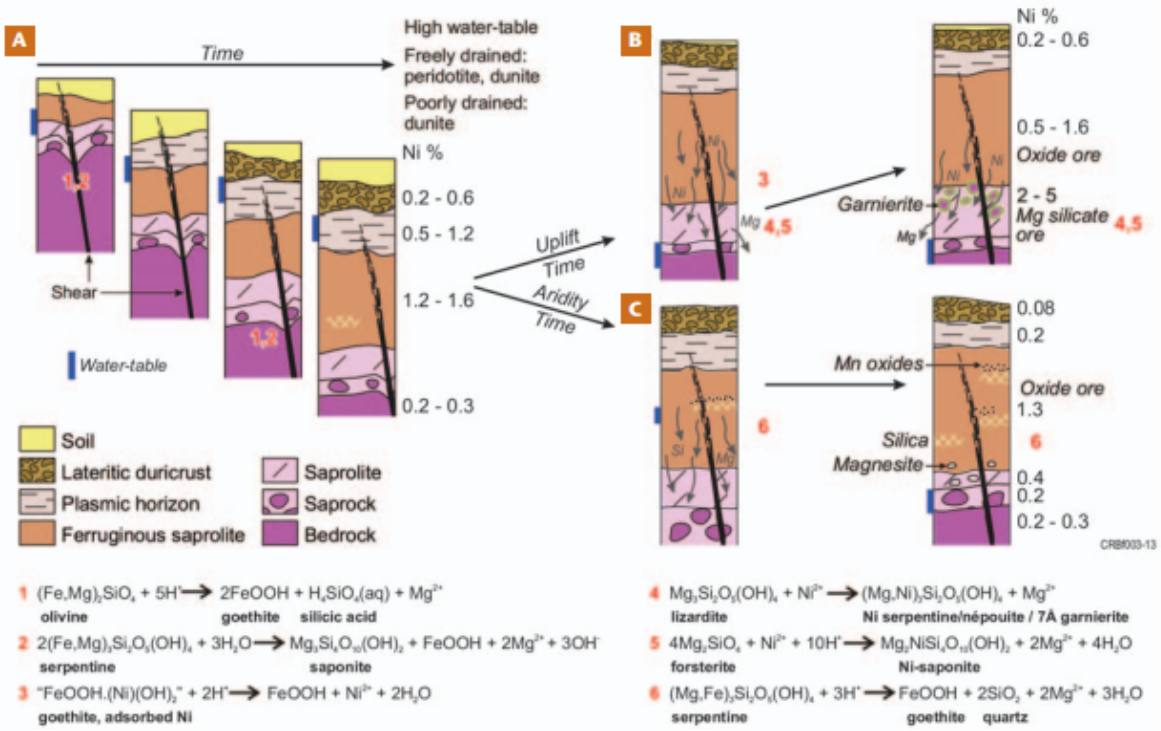
Cebakan nikel laterit biasanya merupakan kombinasi dari ketiga tipe di atas dan cebakan oksida merupakan tipe yang selalu ada pada semua profil nikel laterit, kecuali jika cebakan tersebut sudah tererosi (Freyssinet *et al.*, 2005). Cebakan nikel laterit yang berkembang di Indonesia biasanya merupakan gabungan antara tipe cebakan oksida dan *hydrous* Mg silicate, dimana tipe oksida lebih dikenal sebagasi lapisan limonit (Prasetiyo, 2016). Faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan cebakan nikel laterit menurut Butt dan Cluzel (2013) adalah sebagai berikut:

- litologi batuan dasar;
- tatanan tektonik;
- struktur geologi;
- umur pelapukan;
- iklim; dan
- kondisi geomorfologi.

Menurut Butt dan Zeegers (2015), pelapukan kimia dan proses lateritisasi batuan dasar yang membentuk cebakan nikel laterit dikontrol oleh lima proses utama, yaitu:

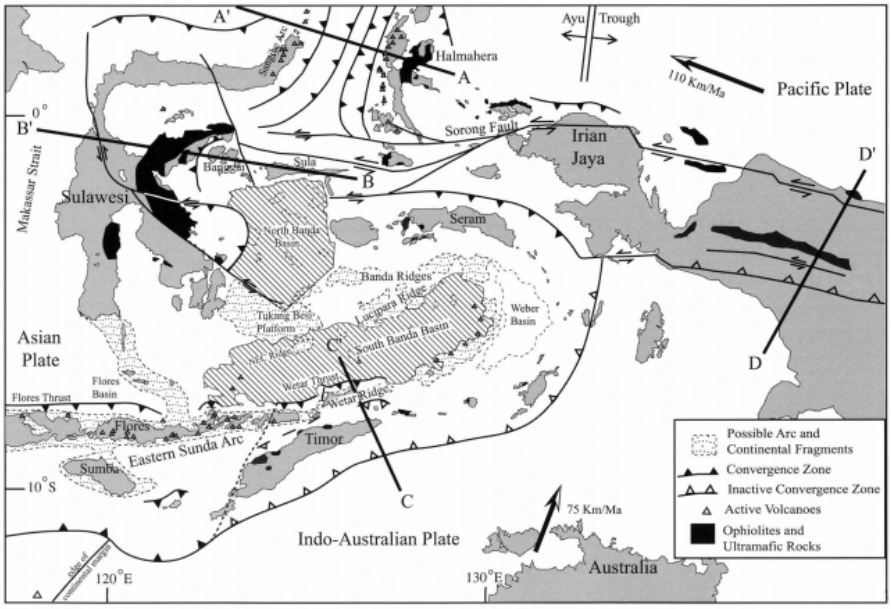
- pelindian unsur-unsur pada batuan dasar yang memecah mineral-mineral, seperti olivin, piroksen, dan serpentin sehingga melepaskan unsur Mg, Ni, Mn, dan Co dari batuan dasar;
- pembentukan mineral-mineral sekunder seperti lempung dan oksida besi yang menyerap unsur Ni;
- pelindian sebagian Ti, MgO, dan SiO_2;
- mobilisasi dan presipitasi ulang Fe dan Mn yang memicu pembentukan mineral oksida mangan serta penyerapan unsur Ni dan Co; dan
- akumulasi residu kromit, silika, dan zirkon.

Cebakan nikel laterit relatif tebal dengan kadar yang ekonomis umumnya terbentuk pada kondisi lingkungan tropis dan aktif secara tektonik sehingga batuan dasar mengalami proses pengangkatan tektonik yang memungkinkannya tersingkap ke permukaan dan mengalami pelapukan (Butt & Cluzel, 2013)

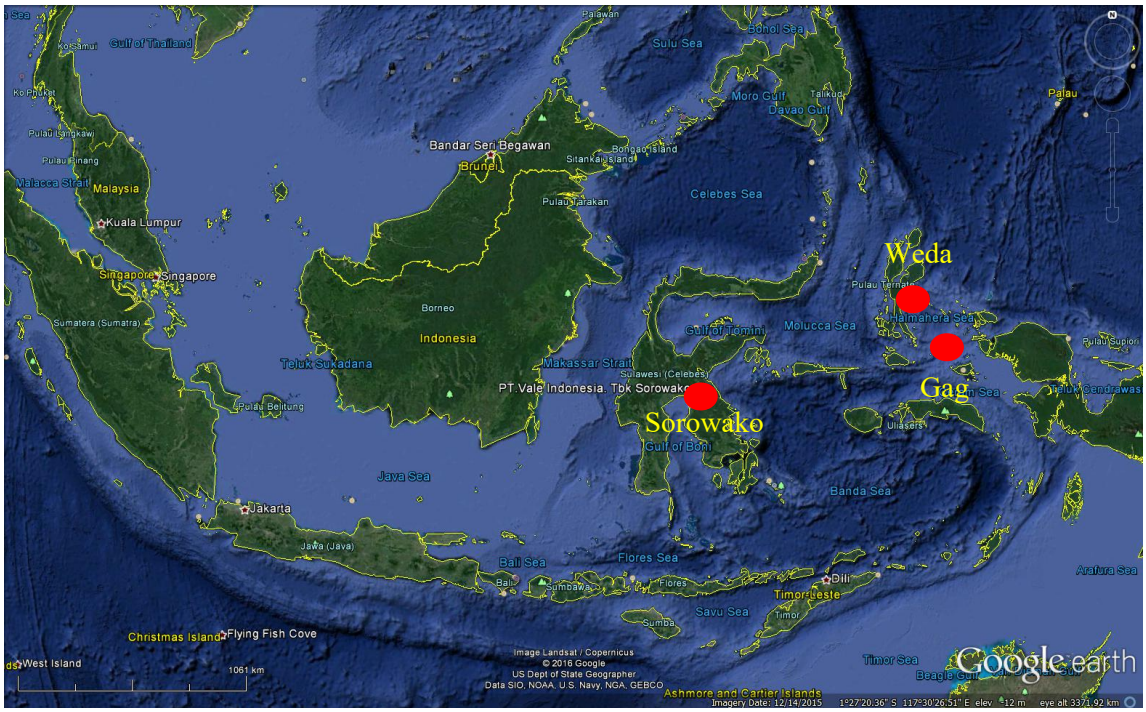


Gambar 3. Evolusi pembentukan cebakan nikel laterit (Butt & Cluzel, 2013)

Di Indonesia, cebakan nikel laterit berasosiasi dengan batuan basa-ultrabasa dari kompleks ofiolit yang terangkat ke permukaan akibat proses tektonik yang disebabkan oleh interaksi lempeng benua Indo-Australia, Eurasia dan lempeng samudra Pasifik. Kompleks ofiolit Sulawesi merupakan kompleks ofiolit terbesar di Indonesia dan membentang seluas 10.000 km^2 di lengan bagian timur dan tenggara pulau Sulawesi. Kompleks ofiolit Halmahera memiliki geometri yang paralel dengan Sulawesi, tetapi dengan skala yang lebih kecil dimana fragmen-fragmen lempeng Samudra menyusun bagian timur pulau Halmahera. Sedangkan kompleks ofiolit Papua tersebar di bagian utara pulau Papua serta pulau-pulau kecil di antara Papua dan Halmahera seperti pulau Gag dan Waigeo (Hamilton, 1979; Harris, 2003; Kadarusman, Miyashita, Maruyama, Parkinson, & Ishikawa, 2004).



Gambar 4. Sebaran kompleks ofiolit di Indonesia bagian timur (Harris, 2003)

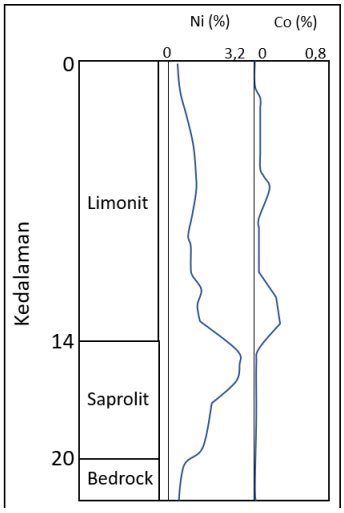


Gambar 5. Lokasi cebakan nikel laterit Sorowako, Weda dan Pulau Gag

Untuk merepresentasikan karakter cebakan nikel laterit, dipilih tiga cebakan utama dengan sumberdaya bijih nikel lebih dari 100 juta ton sebagai studi kasus, yaitu cebakan nikel laterit Sorowako untuk kompleks ofiolit Sulawesi, cebakan nikel laterit Weda pada ofiolit Halmahera, dan Pulau Gag untuk tipe ofiolit Papua.

1. Cebakan Nikel Laterit Sorowako

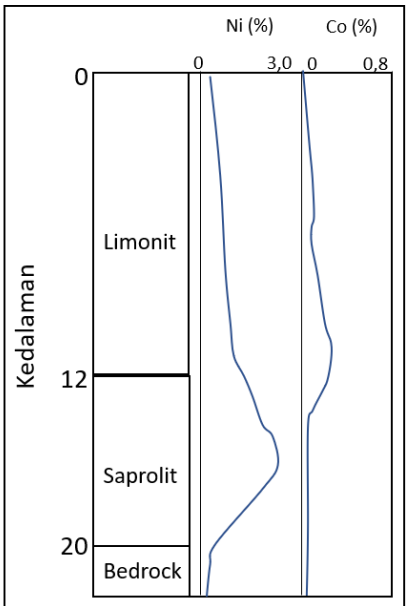
Cebakan nikel laterit di Sorowako berkembang pada batuan kompleks ofiolit yang berasosiasi dengan tatanan tektonik busur akresi dan zona tumbukan. Batuan dasar disusun oleh gabungan dunit dan peridotit yang yang sebagian mengalami serpentinisasi. Profil laterit Sorowako tersusus atas batuan zona saprolit pada bagian bawah dengan kadar nikel berkisar antara 1,5-3,0% Ni dan ditutupi oleh lapisan limonit dengan ketebalan rata-rata 14 m dan kandungan nikel antara 0,6-1,6% Ni. Kadar kobalt relative tinggi hingga mencapai 0,3% Co ditemukan pada bagian bawah zona limonit dan dekat dengan zona redoks (Golightly & Paul, 1981; Sufriadin, Idrus, Pramumijoyo, Warmada, & Imai, 2011).



Gambar 6. Profil laterit Sorowako

2. Cebakan Nikel Laterit Weda

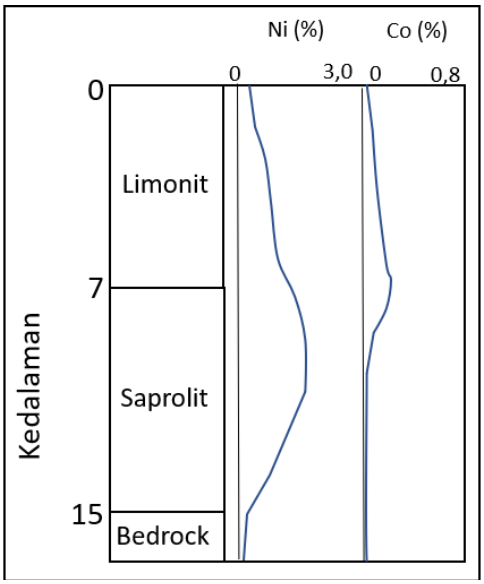
Nikel dan kobalt hadir pada lapisan laterit dekat permukaan yang terbentuk dari proses pelapukan batuan dasar batuan beku ultrabasa, antara lain dunit dan harzburgit. Profil laterit Weda, secara umum memiliki ketebalan antara 10-20 m. Lapisan penutup dengan ketebalan 2 m berada di atas zona limonit dengan ketebalan 4-8 m yang rata-rata mengandung 1,2-1,6% Ni dan 0,1% Co. Zona saprolit di bawahnya mengandung 1,5-2,5% Ni dan dicirikan dengan kandungan besi dan kobalt yang rendah (Eramet, 2010).



Gambar 7. Profil laterit Weda

3. Cebakan Nikel Laterit Pulau Gag

Cebakan nikel laterit di Pulau Gag merupakan hasil pelapukan batuan ofiolit yang didominasi oleh harzburgit dan serpentinit. Ketebalan rata-rata profil laterit adalah 15 m dengan tebal zona limonit dan saprolit yang hammpir sama. Pada zona saprolit kadar nikel bervariasi antara 1,5-2,6% Ni sedangkan pada zona limonit berkisar dari 1,1-1,8% Ni. Kandungan kobalt rata-rata pada zona limonit adalah 0,13% Co (Permanadewi, 2017).



Gambar 8. Profil laterit Pulau Gag

Profil sebaran kobalt pada ketiga cebakan nikel lterit di atas memiliki karakteristik yang sama, yaitu lapisan dengan kadar kobalt tinggi berada di bagian bawah zona limonit dan/atau berada pada daerah transisi saprolit-limonit pada batas zona redoks. Keberadaan zona redoks pada cebakan laterit dikontrol oleh ketinggian muka air tanah selama proses pelapukan. Pelindian batuan dasar ultrabasa melepaskan nikel dan kobalt dari mineral olivin akibat proses hirolisis dan sebagian unsur logam tersebur teradsorbsi oleh mineral goetit pada zona oksida. Sebagian besar magnesia dan silika terlindi sehingga menyebabkan porositas meningkat dan kehilangan massa batuan hingga mencapai 70% (Butt & Cluzel, 2013). Kobalt yang berada pada mineral goetit mengalami pelindian lanjutan dan berasosisasi dengan nodul-nodul mangan oksida yang terkumpul pada pagian bawah zona limonit (Golightly & Paul, 1981).

Menurut Badan Geologi (2019), sumberdaya bijih nikel Indonesia mecapai 11 miliar ton sedangkan bijih kobalt sebesar 2,9 miliar ton. Sampai saat ini, *smelter nike*l yang tersedia di dalam negeri memproduksi *ferronickel yang* hanya dapat mengolah nikel kadar tinggi dan sebagian besar bijih tersebut berasal dari lapisan saprolit. Sehingga, lapisan limonit yang kaya kobalt di atasnya dikategorikan sebagai batuan penutup dan ditimbun pada *disposal*. Oleh karena itu, untuk mengamankan pasokan bijih di masa depan setelah terbangunnya fasilitas pengolahan dan pemurnian yang dapat memproduksi kobalt, perlu dilakukan upaya konservasi yang optimal untuk mengamankan pasokan bijih kobalt di masa depan.

KESIMPULAN

Cebakan nikel laterit di Indonesia terbentuk akibat proses pelapukan batuan ultrabasa dari kompeks ofiolit yang tersebar di Indonesia bagian timur. Profil laterit secara umum tersusun dari batuan dasar, zona saprolit, dan zona limonit. Pembentukan cebakan nikel laterit dipengaruhi oleh kondisi geologi, iklim, dan topografi.

Pengamatan pada tiga cebakan di Indonesia, mengindikasikan bahwa lapisan yang kaya kobalt ditemukan pada bagian bawah zona limonit dan berasosiasi dengan mineral oksida mangan. Karena belum tersedianya fasilitas pengolahan dan pemurnian di dalam negeri yang dapat mengolah tipe bijih tersebut, sehingga di sebagian tambang nikel di Indonesia, zona kaya kobalt dikategorikan sebagai batuan penutup. Oleh karena itu, diperlukan upaya konservasi yang optimal untuk mengamankan bijih kobalt dalam rangka mendukung industri turunan pertambangan yang dapat memanfaatkan bijih tersebut di masa depan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan di Direktorat Teknik dan Lingkungan Mineral dan Batubara atas masukan dan data pendukung yang diperlukan untuk menyelesaikan kajian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Alves Dias, P., Blagoeva, D., Pavel, C., & Arvanitidis, N. (2018). Cobalt: demand-supply balances in the transition to electric mobility. *European Commission, Joint Research Centre, EUR-Scientific and Technical Research Reports Publications Office of the European Union, 10*, 97710.

Badan Geologi. (2019). *Neraca Sumber Daya Mineral dan Batubara Status 2019*. Retrieved from http://psdg.geologi.esdm.go.id/images/stories/neraca/2019/exsummineralstatus2019.pdf

Brand, N. W. (1998). Nickel laterites: classification and features. *AGSO J. Aust. Geol. Geophys., 17*, 81-88.

Butt, C. R. M., & Cluzel, D. (2013). Nickel laterite ore deposits: weathered serpentinites. *Elements, 9*(2), 123-128.

Butt, C. R. M., & Zeegers, H. (2015). *Regolith exploration geochemistry in tropical and subtropical terrains*: Elsevier.

Elias, M. (2002). Nickel laterite deposits-geological overview, resources and exploitation. *Giant ore deposits: Characteristics, genesis and exploration. CODES Special Publication, 4*, 205-220.

Eramet. (2010). Exploration and Development ESIA. In. Jakarta.

Freyssinet, P., Butt, C. R. M., Morris, R. C., & Piantone, P. (2005). Ore-forming processes related to lateritic weathering.

Golightly, J., & Paul, G. J. (1981). Nickeliferous laterite deposits.

Hamilton, W. B. (1979). *Tectonics of the Indonesian region* (Vol. 1078): US Government Printing Office.

Harris, R. (2003). Geodynamic patterns of ophiolites and marginal basins in the Indonesian and New Guinea regions. *Geological Society, London, Special Publications, 218*(1), 481-505.

Kadarusman, A., Miyashita, S., Maruyama, S., Parkinson, C. D., & Ishikawa, A. (2004). Petrology, geochemistry and paleogeographic reconstruction of the East Sulawesi Ophiolite, Indonesia. *Tectonophysics, 392*(1-4), 55-83.

Permanadewi, S. (2017). Cebakan Nikel Laterit di Pulau Gag, Kabupaten Raja Ampat, Provinsi Papua Barat. *Buletin Sumber Daya Geologi*(Vol 12, No 1 (2017): Buletin Sumber Daya Geologi), 55-70.

Prasetiyo, P. (2015). Peluang Penelitian Untuk Memperbaiki Teknologi Proses Untuk Mengolah Bijih Nikel Laterit Kadar Rendah Indonesia. *Metalurgi, 26*(2), 79-92.

Prasetiyo, P. (2016). Tidak sederhana mewujudkan industri pengolahan nikel laterit kadar rendah di Indonesia sehubungan dengan Undang-Undang Minerba 2009. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara, 12*(3), 195-207.

Sufriadin, S., Idrus, A., Pramumijoyo, S., Warmada, I. W., & Imai, A. (2011). Study on mineralogy and chemistry of the saprolitic nickel ores from Soroako, Sulawesi, Indonesia: Implication for the lateritic ore processing. *Journal of Applied Geology, 3*(1).