

ANALISIS PENGARUH MORFOLOGI PADA PEMBENTUKAN NIKEL LATERIT PT PRIMA SENTOSA ALAM LESTARI KABUPATEN MOROWALI PROVINSI SULAWESI TENGAH

Alam Budiman Thamsi¹, Nurliah Jafar¹, Ahmad Fauzie^{1*}

¹Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia
e-mail: ^{1*}015Ahmad.fauzie@gmail.com

ABSTRAK

Terbentuknya endapan nikel di daerah tropis terjadi akibat proses pelapukan batuan ultrabasa yang kadar Ni-nya mencapai 0,25%. Salah satu syarat terbentuknya endapan nikel yang baik adalah topografi yang landai sehingga air dapat menyerap ke dalam tanah. Tujuan penelitian adalah mengetahui bentuk morfologi daerah penelitian dan pengaruh *slope* terhadap kadar nikel. Metode yang digunakan adalah analisis statistik bivariat untuk menghitung derajat korelasi antara variabel *slope* dan kadar Ni. Data *slope* diperoleh dari data topografi dan data kadar diperoleh dari data *assay*. Hasil analisis menunjukkan nilai koefisien korelasi hitung -0,351 yang jumlahnya lebih besar dari nilai koefisien korelasi tabel yang menunjukkan adanya korelasi antara variabel. Hal ini menunjukkan bahwa pada daerah yang curam cenderung kadar nikelnya rendah sedangkan pada daerah yang landai cenderung kadar nikelnya tinggi.

Kata kunci: nikel laterit, *slope*, kadar, analisis statistik bivariat, korelasi.

PENDAHULUAN

Di pulau Sulawesi terdapat kompleks Ofiolit Sulawesi, merupakan Kompleks Ofiolit terbesar ketiga di dunia. Dalam bahasa asing Kompleks Ofiolit Sulawesi disebut *East Sulawesi Ophiolite Belt* (ESOB) atau lajur Ofiolit Sulawesi Timur. Terbentuknya endapan nikel di daerah tropis terjadi akibat proses pelapukan batuan ultrabasa yang kadar Ni-nya mencapai 0,25% [1].

Topografi merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pembentukan nikel laterit. Topografi daerah sekitar sangat mempengaruhi bagaimana air bergerak. Pada daerah yang landai, maka air akan bergerak secara perlahan sehingga akan mempunyai kesempatan untuk terserap ke dalam tanah. Endapan akan terakumulasi pada daerah yang memiliki kemiringan landai hingga sedang. Inilah alasan mengapa tebalnya hasil pelapukan turut dipengaruhi oleh bentuk topografi. Pada daerah yang curam jumlah air yang meluncur (*run off*) lebih banyak dari pada air yang meresap sehingga dapat menyebabkan proses pengayaan nikel kurang intensif [2].

Morfologi adalah studi yang menggambarkan bentuk bentang alam dan proses pembentukannya, menyelidiki keterkaitan antara bentuk dan proses serta pengontrolnya. Pembagian satuan morfologi diperoleh dengan melakukan analisis langsung di lapangan dan analisis peta topografi. Hasil analisis peta topografi kemudian dibuatkan sayatan morfometri [3].

Geostatistik telah diterapkan secara luas untuk estimasi kadar bijih dan pemodelan endapan mineral. Alasan mengadopsi geostatistik adalah kelebihan geostatistik dalam hal interpolasi dan pemodelan secara tiga dimensi (3D) dan mempertimbangkan perilaku anisotropik dari data kadar Ni, menghasilkan model spasial yang lebih rumit dengan mempertimbangkan perubahan lokal dalam nilai data [4].

Maka untuk menjawab pertanyaan tersebut, perlu untuk mengetahui seperti bentuk-bentuk morfologi dan bagaimana hubungan antara morfologi terhadap kadar nikel laterit di daerah penelitian.

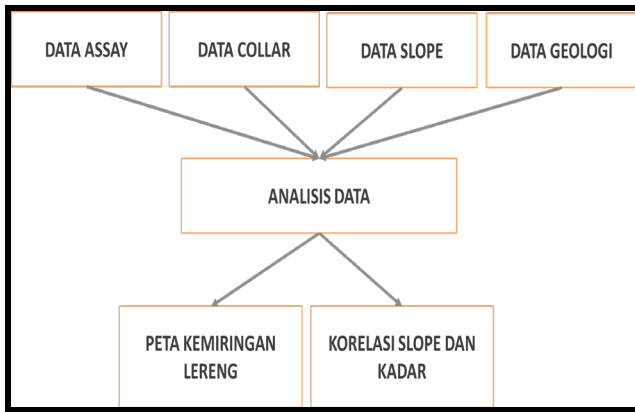
METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan. Tahapan awal dilakukan untuk mendapatkan informasi dan gambaran mengenai keadaan daerah penelitian baik itu geologi regional daerah dan literatur-literatur lain yang berhubungan. Selanjutnya pada tahap kedua dilakukan pengambilan data di lapangan. Tahap ketiga dilakukan analisis bivariat untuk mengetahui tingkat korelasi antara variabel morfologi dan variabel kadar.

Tahapan pengambilan data dilakukan untuk mendapatkan data-data yang diperlukan untuk dianalisis. Data-data yang diambil berupa data primer dan data penunjang lainnya yang dianggap perlu (sekunder). Pengumpulan data primer dilakukan untuk mendapatkan data yang berhubungan langsung dengan objek masalah seperti observasi, pengamatan, pengambilan, dokumentasi dan analisis laboratorium. Sedangkan data sekunder berupa data hasil pengeboran.

Teknik Pengolahan Data

Tahapan ini menghubungkan data hasil pengeboran dengan kondisi tatanan geologi yang berkembang pada daerah penelitian agar dapat diketahui hubungan penyebaran unsur nikel dan morfologi daerah penelitian. Data tersebut akan diolah dan disajikan dengan menggunakan beberapa *software*. MS Excel digunakan untuk menganalisis korelasi tingkat kemiringan lereng dan nilai kadar secara kuantitatif. Variabel yang dimasukkan adalah persen kemiringan lereng dan kadar Ni-nya. Data pengeboran yang dimaksud adalah data geologi, data topografi, data *assay* dan data *collar*. Nilai korelasi tersebut yang selanjutnya akan dianalisis dengan bantuan tabel r.



Gambar-1. Bagan alir penelitian



Gambar-2. Zonasi nikel laterit, nampak pada gambar bahwa berlapisannya tidak beraturan.

HASIL DAN DISKUSI

Tatanan Geologi Daerah Penelitian

Pada daerah penelitian umumnya tersusun oleh batuan batuan beku ultramafik jenis batuan peridotit. Batuan peridotit tersusun oleh sebagian besar mineral olivin dan mineral mafik lainnya. Pelapukan kimia turut terjadi menyebabkan terlepasnya ion Ni dari batuan. Mobilitas ion Ni ini menyebabkan berpindahnya zat-zat dari sumber asal menuju tempatnya terendapkan [5].

Sebelum melakukan kegiatan penambangan nikel oleh perusahaan telah dilakukan sebelumnya pengeboran sebanyak 87 titik. Spasi antar titik pengeboran umumnya berjarak 50 m masing-masing, namun karena kendala teknis serta pertimbangan geologi maka titik pengeboran digeser sedikit. Pada Tabel-1 terdapat contoh profil satu titik lubang bor yang menunjukkan kandungan mineralogi, zonasi dan mineral utama setiap meternya.

Pulau Sulawesi terletak di pertemuan antara tiga lempeng tektonik, lempeng Indo-Australia, lempeng Pasifik dan lempeng Eurasia yang bergerak saling mendekat satu sama lain. Endapan nikel laterit yang begitu kaya di bumi Sulawesi memiliki kaitan yang erat dengan pergerakan lempeng aktif tersebut [6].

Zonasi nikel laterit pada daerah penelitian menunjukkan keterdapatannya dua buah lapisan yakni lapisan limonit dan saprolit tepat di bawah lapisan top soil seperti yang ditunjukkan pada Gambar-2. Umumnya lapisan limonit menunjukkan warna merah, kuning kecoklatan dan berbutir halus. Sementara lapisan saprolit nampak berwarna kuning keabu-abuan dengan urat-urat garnierit, mangan dan kuarsa.

Tabel-1. Data sampel lubang bor yang menunjukkan kedalaman lubang bor, mineralogi dan zonasi nikel

Nomor lubang bor	Jarak kedalaman (m)	Ni (%)	Fe (%)	MgO (%)	Zon
KBM 4A 112	0,00 s/d 1,00	0,33	43,98	3,03	Lim
KBM 4A 112	1,00 s/d 2,00	0,33	46,14	1,74	Lim
KBM 4A 112	2,00 s/d 3,00	0,83	46,12	3,67	Lim
KBM 4A 112	3,00 s/d 4,00	0,51	20,55	1,80	Lim
KBM 4A 112	4,00 s/d 5,00	0,87	47,20	3,89	Lim
KBM 4A 112	5,00 s/d 6,00	0,97	36,55	7,73	Lim
KBM 4A 112	6,00 s/d 7,00	1,13	22,20	10,15	Lim
KBM 4A 112	7,00 s/d 8,00	1,04	7,17	18,23	Sap
KBM 4A 112	8,00 s/d 9,00	0,35	6,72	23,79	Sap
KBM 4A 112	9,00 s/d 10,00	0,81	6,61	28,00	Sap

Pulau Sulawesi terletak di pertemuan antara tiga lempeng tektonik, lempeng Indo-Australia, lempeng Pasifik dan lempeng Eurasia yang bergerak saling mendekat satu sama lain. Endapan nikel laterit yang begitu kaya di bumi Sulawesi memiliki kaitan yang erat dengan pergerakan lempeng aktif tersebut [6].

Zonasi nikel laterit pada daerah penelitian menunjukkan keterdapatannya dua buah lapisan yakni lapisan limonit dan saprolit tepat di bawah lapisan top soil seperti yang ditunjukkan pada Gambar-2. Umumnya lapisan limonit menunjukkan warna merah, kuning kecoklatan dan berbutir halus. Sementara lapisan saprolit nampak berwarna kuning keabu-abuan dengan urat-urat garnierit, mangan dan kuarsa.

Bentuk Morfologi Daerah Penelitian

Berdasarkan hasil pengolahan data berupa data pengeboran serta bantuan citra satelit, penulis melihat bahwa dari beberapa syarat terbentuknya endapan nikel laterit yakni salah satunya memiliki morfologi yang sesuai. Daerah penelitian memang menyuguhkan morfologi yang tepat dalam pembentukan nikel laterit sebagaimana mengacu pada klasifikasi kemiringan lereng [3].

Daerah penelitian menunjukkan bahwa Daerah Bahodopi memiliki bentuk morfologi yang beragam. Namun morfologi yang dominan adalah berombak dan berbukit s/d pegunungan. Morfologi berombak ini adalah salah satu syarat dapat terbentuknya endapan nikel laterit secara baik. Adapun pada daerah penelitian morfologi yang dominan adalah datar sampai dengan bergelombang.

Berdasarkan hasil analisis kemiringan lereng, secara umum daerah penelitian terdiri atas beberapa satuan morfologi, diantaranya satuan morfologi pedataran satuan morfologi perbukitan landai, satuan morfologi perbukitan miring, dan satuan morfologi perbukitan curam [3].

1. Satuan Morfologi Berombak

Berdasarkan hasil analisis kemiringan lereng, satuan morfologi pedataran hingga hampir datar, memiliki persentase kemiringan lereng 3 s/d 7%. Morfologi ini tersebar di bagian ujung selatan daerah penelitian.

2. Satuan Morfologi Berombak Bergelombang

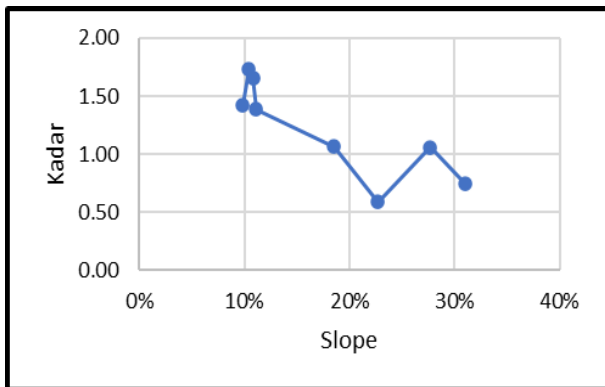
Satuan morfologi ini memiliki persentase kemiringan lereng 8 s/d 13%. Morfologi ini tersebar di bagian barat hingga ke tengah daerah penelitian.

3. Satuan Morfologi Bergelombang Berbukit
Satuan morfologi ini memiliki persentase kemiringan lereng 14 s/d 20%. Morfologi ini tersebar di bagian timur laut daerah penelitian.
4. Satuan Morfologi Berbukit Pegunungan
Satuan morfologi ini memiliki persentase kemiringan lereng 21 s/d 55%. Morfologi ini tersebar di bagian ujung utara pada daerah penelitian.

Berdasarkan hasil analisis ketebalan, maka diperoleh bahwa pada daerah yang curam atau tinggi tingkat persen kelerengannya maka ketebalan lateritnya semakin tipis, sebaliknya semakin rendah tingkat persen kelerengan maka semakin tebal tingkat ketebalan lateritnya. Hal ini dikarenakan pada daerah yang datar atau landai maka akan mengakibatkan air yang berada di atas permukaan akan bergerak perlahan-lahan sehingga akan mempunyai kesempatan penetrasi lebih dalam hingga ke bawah permukaan. Pada daerah yang tingkat kelerengannya besar secara teoritis jumlah air yang meluncur akan lebih banyak di bandingkan jumlah air yang meresap sehingga dapat menyebabkan pelapukan yang kurang intensif.

Hubungan Slope dan Kadar

Grafik pada Gambar-3 menunjukkan bagaimana hubungan antara *slope* dan kadar. Nampak pada grafik bahwa tren garis semakin ke kanan cenderung menunjukkan penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa *slope* yang landai akan cenderung memiliki kadar yang tinggi. Sebaliknya pada *slope* yang curam akan menunjukkan kadar yang cenderung rendah.



Gambar-3 Grafik hubungan *slope* dan kadar nikel

Sebelum melakukan analisis korelasi bivariat maka terlebih dahulu mesti diketahui apakah data yang akan dijadikan *input* berdistribusi normal atau tidak. Nama pengujiannya adalah uji normalitas. Cara pembacaannya sederhana, apabila nilai signifikansi (Sig.) lebih dari 0,05 maka distribusinya normal. Sebaliknya apabila nilai signifikansi kurang dari 0,05 maka distribusinya tidak normal.

Hasil analisis seperti yang ditampilkan pada Tabel-2 menunjukkan angka 0,200 yang nilainya lebih dari 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa *input* data berdistribusi normal. Untuk lebih memperjelas korelasi antara kemiringan lereng dengan kadar nikel maka digunakan Analisis Korelasi Bivariat Pearson.

Tabel-2 Hasil uji normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test			
N		87	
Normal Parameters	Mean	19,0301149	
	Std. Deviation	2,42234763	
Most Extreme Differences	Absolute	0,063	
	Positive	0,057	
	Negative	-0,063	
Statistic		0,063	
Asymp. Sig. (2-tailed)		0,200	

Tampak pada Tabel-3 bahwa nilai korelasinya adalah -0,351 dan nilai signifikasinya adalah 0,001. Nilai N adalah banyaknya data yang dimasukkan. Kemudian terdapat dua bintang (**) pada nilai korelasi yang menunjukkan bahwa taraf signifikasinya adalah 1%.

Korelasi menggunakan nilai signifikansi dilakukan dengan cara membandingkan nilai Sig yakni 0,001 dengan 0,05. Apabila nilai Sig lebih dari 0,05 maka tidak ada korelasi, sedangkan apabila sama atau kurang dari 0,05 artinya ada korelasi Hasilnya adalah nilai 0,001 kurang dari 0,05 maka dapat dikatakan bahwa terdapat korelasi antara kedua variabel.

Tabel-3 Hasil korelasi bivariat menggunakan SPSS

Correlations			
		Slope	Ni Value
Slope	Pearson Correlation	1	-
	Sig. (2-Tailed)		0,351**
	N	87	87
Ni Value	Pearson Correlation	0,351*	1
	Sig. (2-Tailed)	0,001	
	N	87	87

Interpretasi analisis berdasarkan nilai korelasi dilakukan dengan membandingkan nilai r hitung dengan nilai r tabel distribusi. Nilai r hitung adalah -0,351 seperti yang ditunjukkan pada hasil analisis di atas. Penentuan nilai r tabel dilakukan dengan mencari nilai N yang sesuai dengan jumlah data. Digunakan signifikansi 1% yang nilainya adalah 0,278 yang diperoleh dari tabel distribusi nilai r sesuai dengan taraf signifikansi pada *software*. Nilai r hitung 0,351 > nilai r tabel 0,278 maka dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi antara variabel *slope* dan variabel kadar Ni.

Tanda negatif pada nilai r hitung memiliki arti. Apabila nilainya positif maka bertambahnya nilai variabel x akan diikuti dengan bertambahnya nilai variabel y , sedangkan apabila nilainya negatif maka bertambahnya nilai variabel x akan diikuti dengan berkurangnya nilai variabel y . Karena r hitung nilainya negatif maka itu artinya hubungan antara kedua variabel tersebut adalah negatif. Artinya bertambahnya nilai variabel *slope* akan diikuti dengan berkurangnya nilai variabel kadar.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari hasil penelitian adalah daerah penelitian terbagi atas satuan morfologi berombak (3 s/d 7%), satuan morfologi berombak sampai bergelombang (8 s/d 13%), satuan morfologi bergelombang sampai berbukit (14 s/d 20%), dan satuan morfologi berbukit sampai pegunungan (21 s/d 55%). Satuan morfologi berombak sampai bergelombang sangat dominan di daerah penelitian.

Hasil analisis statistik bivariat menunjukkan bahwa nilai koefisien korelasi adalah -0,351 maka dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi antara variabel *slope* dan variabel kadar Ni. Makna dari tanda negatif pada hasil perhitungan adalah bahwa keterkaitan dua variabel tersebut adalah saling berlawanan. Artinya bertambahnya nilai variabel *slope* akan diikuti dengan berkurangnya nilai variabel kadar nikel begitu pula sebaliknya.

Saran

Melakukan penelitian lanjutan untuk korelasi kemiringan lereng dengan kadar menggunakan analisis petrografi dan analisis menggunakan *kriging* model 3D dan melakukan analisis pengaruh air tanah terhadap distribusi nikel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Macpherson, C.G., Hall, R., 2002. "Timing and tectonic controls in the evolving orogen of SE Asia and the Western Pacific and some implications for ore generation". Geol. Soc. Lond. Spec. Publ. 1–19.
- [2] Ahmad, W. 2008. "Laterite : Fundamental of Chemistry, Mineralogy, Weathering Processes and Laterit Formation". Sorowako, South Sulawesi: PT. International Nickel Indonesia.
- [3] Verstappen, H., Th. 1970. "Introduction to the ITC – System of Geomorphology Survey". KNAG Geografisch Tijdschrift. Vol 4.
- [4] Hutton, J. 1785. "Theory of the Earth. The journal of the Royal College of Physicians of Edinburgh" 42(1), 87-9.
- [5] Cluzel, D. And Vigier, B. 2008. "Syntectonic mobility of supergene nickel ores of New Caledonia (Southwest Pacific). Evidence from garnierite veins and faulted regolith. Resources Geology", 58 (2), 161 – 170

- [6] Koike, K., Gu, B., Ohmi, M. 1998. "Three-dimensional distribution analysis of phosphorus content of limestone through a combination of geostatistics and artificial neural network". Nonrenewable Resour. 7 (3), 197–210
- [7] Arifin, M., Sri Widodo dan Anshariah. 2015. "Karakteristik Endapan Nikel Laterit Pada Blok X PT Bintang Delapan Mineral Kecamatan Bahodopi Kabupaten Morowali Provinsi Sulawesi Tengah". Jurnal Geomine, 1(1), 37-45.
- [8] BAKOSURTANAL. 2002. "Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk Peta Geomorfologi."
- [9] Bates, R.L. & Jackson, J.A. 1987, "Glossary of Geology", 1997, 3rd American Geological Institute.
- [10] Coombes, J. 2008. "The Art and Science of Resource Estimation. Coombes Capability", Perth p. 53-74.
- [11] Dorsser, H.J., van & AI, Salome. 1973. "Different Methods of Detailed Geomorphological Mapping. KNAG Geografisch Tijdschrift". Vol 7 (1).
- [12] Golightly, J.P. 1979. "Nickeliferous Laterites : A General Description". International Laterit Symposium New Orleans. Feb 19-21.
- [13] Hutton, J. 1785. "Theory of the Earth. The journal of the Royal College of Physicians of Edinburgh" 42(1), 87-9.
- [14] Maulana, A. 2017. "Endapan Mineral". Yogyakarta: Penerbit Ombak.
- [15] Streckeisen, A.L. 1976. "Classification of The Common Igneous Rocks by Means of Their Chemical Composition: A Provisional Attempt". Neues Jahrbuch For Mineralogie, Monatshefte.
- [16] Wakila, M. H., Andi Fadhli Heriansyah, Firdaus, dan Sitti Ratmi Nurhawaisyah. 2019. "Pengaruh Tingkat Pelapukan Terhadap Kadar Nikel Laterit Pada Daerah Ussu, Kec. Malili Kab. Luwu Timur Prov. Sulawesi Selatan". Jurnal Geomine, 7(1), 30-35.
- [17] Zuidam, V. R. A. 1985. "Aerial Photo-Interpretation In Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping". The Hague, Enschede, Netherlands: Smith Publisher.