

ANALISIS PENENTUAN JARAK TITIK INFORMASI DAN KLASIFIKASI SUMBER DAYA ENDAPAN NIKEL LATERIT BERDASARKAN ANALISIS VARIOGRAM

Variogram Analysis in Determining Distance between Informational Spot and Laterite Nickel Sediment

Irfan Marwanza, Chairul Nas, dan Theresa Naomi Putri

Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Trisakti

Email : irf_marwanza@yahoo.com

Ahmad Helman Hamdani dan Iyan Haryanto

Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

Abstrak

Estimasi sumber daya endapan bahan galian sering dilakukan dengan menggunakan metode konvensional yang hanya berdasarkan posisi sampel. Metode estimasi yang akurat dengan memperhatikan kontinuitas spasial dan temporal diperlukan, seperti pada metode *Kriging*. Penelitian akan dilakukan dengan membuat zonasi nikel laterit berdasarkan hasil kadar pada inti bor (*coring*) dan perbandingan hasil penaksiran kadar dan jumlah sumber daya nikel dalam *block model* dengan metode *Kriging*. Penelitian menggunakan data hasil kegiatan eksplorasi Blok Selatan, PT. Haltim, Wailukum, Kabupaten Halmahera Timur, Maluku Utara. Metode deskripsi yang dilakukan adalah meneliti data assay, lithologi, collar dan survey lubang bor. Metode analisis dilakukan menggunakan software Surpac 6.3. Melalui hasil *block model* dapat diketahui pula penyebaran unsur nikel, ferrum, MgO, SiO₂ dan kobalt pada tiap persentase kadarnya. Pada metode ini akan dilakukan pembuatan variogram eksperimental dengan nilai *lag* (jarak), *nugget effect* dan *sill* yang harus diperhitungkan agar hasil estimasi dapat akurat. Pengklasifikasian dilakukan berdasarkan ketebalan dan pembobotan terhadap ketebalan zona saprolit di blok Selatan. Hasil pengklasifikasian dengan metode *sill* untuk zona saprolit, yaitu sepertiga *sill* untuk daerah terukur sejauh 35 meter dan duapertiga *sill* untuk daerah tertunjuk yaitu 55 meter. Sehingga, pada daerah penelitian dengan jarak antar lubang bor 50 meter diklasifikasikan daerah tersebut termasuk klasifikasi sumber daya tertunjuk.

Kata Kunci: *nikel laterit, block model, variogram eksperimental, metode, klasifikasi sumber daya nikel.*

Abstract

Estimation process of precipitated mineral deposit is usually done by using conventional method which is only based on sample position. The accurate estimation method, that includes spatial and temporal continuity, is considered important, and a method that takes account of this continuity is Kriging Method. A study will be conducted by making laterite nickel zonation, based on degree of drill core (*coring*), while content appraisal and nickel resource comparison in block model will use Kriging Method. Data of this study is taken from southern block exploration of PT. Haltim, Wailukum, district of East Halmahera, North Maluku. Description method is used to analyse assay data, lithology, collar, and bore hole survey. Analysis method is done by using Surpac 6.3 software. Through block model result, it is found that the spread of nickel, ferrum, MgO, SiO₂ and cobalt is in every percentage of the level. This method will generate experimental Variogram using lag value, nugget effect and sill that should be taken into account to make an accurate estimation result. The classification is done based on thickness and weighting of saprolite zone in southern block. The result of classification using sill method for saprolite zone is one third sill for measuring area of 35 meter, and two third sill for appointed area of 55 meter. For that reason, in this study area, for 50 meter gap of bore hole is classified as appointed area.

Keywords: *laterite nickel, block model, experimental variogram, method, classification of nickel resource*

PENDAHULUAN

Kegiatan eksplorasi dilakukan untuk mendapatkan informasi yang lengkap dan akurat mengenai sumber daya endapan bahan galian maupun kondisi-kondisi geologi suatu endapan bahan galian yang ada. Hasil kegiatan eksplorasi tersebut selanjutnya divalidasi, diinterpretasi, dimodelkan, diklasifikasi dan diestimasi agar diketahui jumlah dan penyebaran kadar nikel pada suatu daerah lingkup eksplorasi.

Estimasi sumber daya endapan sering dilakukan dengan menggunakan metode konvensional. Metode ini hanya berdasarkan posisi *sampling* dan tidak memperhatikan kontinuitas spasial serta temporal. Endapan nikel laterit terdapat di alam karena adanya ruang dan waktu dalam proses pelapukan dan pelindiannya. Sehingga, dalam perhitungan sumber daya dengan metode konvensional tidak akurat karena tidak memperhitungkan kedua elemen tersebut.

Data pemboran sering memberikan variabilitas kadar yang tinggi yang menunjukkan adanya fenomena kadar dan adanya pencilan (*outlier*) yang menghasilkan data yang tidak akurat. Adanya fenomena kadar dapat dilihat dalam hasil statistik dasar yang menunjukkan perbedaan nilai ragam dan simpangan baku dalam satu populasi data.

Metode estimasi yang akurat diperlukan dalam menaksir kadar serta mengestimasi jumlah sumber daya yang sedang dieksplorasi. Metode estimasi sumber daya endapan bahan galian yang menggunakan variabel spasial dan temporal adalah metode geostatistik. Metode geostatistik menggunakan variogram eksperimental yang menghasilkan nilai jarak pengaruh antar data (*range*), *nugget effect* (variasi data pada jarak yang dekat) dan *sill* (rata-rata variasi data). Selanjutnya, akan dipilih pengklasifikasian sumber daya terukur, tereka dan terkira atas rata-rata variasi dan berdasarkan *kriging* efisiensi pada setiap blok hasil.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dibuatlah perumusan masalah yaitu proses zonasi nikel laterit berdasarkan hasil kadar inti bor pada tiap titik pengambilan sampel dan hasil penaksiran kadar dan jumlah sumber daya endapan nikel dalam *block model* dengan metode dalam suatu daerah eksplorasi. Sehingga, dapat diketahui zonasi nikel laterit berdasarkan hasil kadar dari inti bor (*coring*) pada tiap titik pengambilan sampel dan mengetahui jumlah sumber daya endapan nikel laterit dan kadar mineral dalam *block model* dengan metode dan model variogram dalam suatu daerah eksplorasi.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah area konsesi Izin Usaha Pertambangan (IUP) PT. Haltim, Maluku Utara terletak 220 - 230 kilometer di sebelah Timur Sofifi, Ibukota Provinsi Maluku Utara. Secara administratif terletak di Desa Wailukum dan Desa Mabasangaji, Kabupaten Halmahera Timur, Provinsi Maluku Utara.

Luas lokasi IUP PT. Haltim, yaitu 190 hektar yang terdiri dari tiga prospek area. Salah satunya blok Selatan sebagai prospek area yang digunakan dalam penelitian tugas akhir. Berdasarkan karakteristik litologi dari masing – masing batuan, maka litologi daerah penelitian dapat dikelompokkan menjadi dua satuan batuan yang dipetakan sebagai satuan batuan ultramafik dan satuan aluvium.

Klasifikasi Sumber Daya Menurut *Variogram Continuity* (Snowden, 1996)

$$\text{Measured } \frac{1}{3} - \frac{2}{3} \text{ sill}$$

$$\text{Indicated } > \frac{2}{3} \text{ sill dan jarak kemenerusan}$$

$$\text{Inferred } > \frac{3}{3} \text{ jarak terhadap sill}$$

METODOLOGI

Data sekunder diolah menggunakan metode deskriptif. Metode deskriptif yang bersifat eksploratif, bertujuan untuk menggambarkan keadaan atau kondisi mineralisasi yang terjadi pada pembentukan nikel laterit. Pada penelitian ini, metode deskripsi yang dilakukan adalah dengan meneliti data assay, litologi, *collar* dan *survey* inti bor hasil eksplorasi PT. Haltim di Blok Selatan.

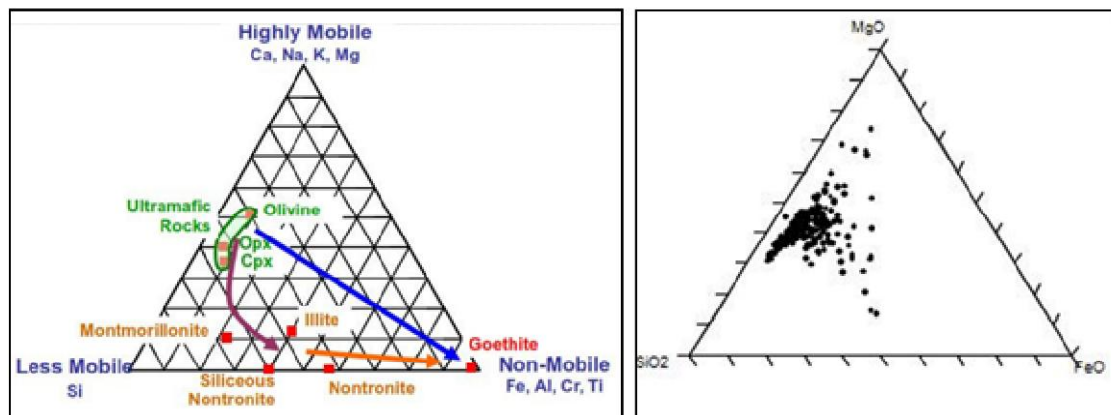
Metode kuantitatif yang dilakukan adalah menghitung jumlah sumber daya dengan *kriging* efisiensi dan kemenerusan variogram.

Penulis melakukan pengambilan data untuk mengetahui masalah yang akan dijadikan topik dalam penyusunan penelitian ini. Data yang diambil adalah data sekunder, meliputi:

1. survey lubang bor (koordinat *easting*, *northing* dan *elevation*),
2. kadar nikel (hasil laboratorium) pada *coring*
3. ketebalan zona *saprolite*,
4. pola lubang bor, *depth* lubang bor dan *grid density*,
5. peta topografi dan geologi (litologi, struktur dan *sampling*),

6. peta lokasi tambang (IUP, *mined out area* dan *existing operation*),
7. peta *layout* tambang (sarana dan prasarana).

Penzonasi dilakukan dengan uji diagram terner sebagai penunjuk mineral mafik penyusun batuan. Hasil dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini (sebelah kanan).



Sumber : PT Vale Indonesia, Tbk, 2008

Gambar 1 Penunjukkan Mineral Mafik Penyusun Batuan

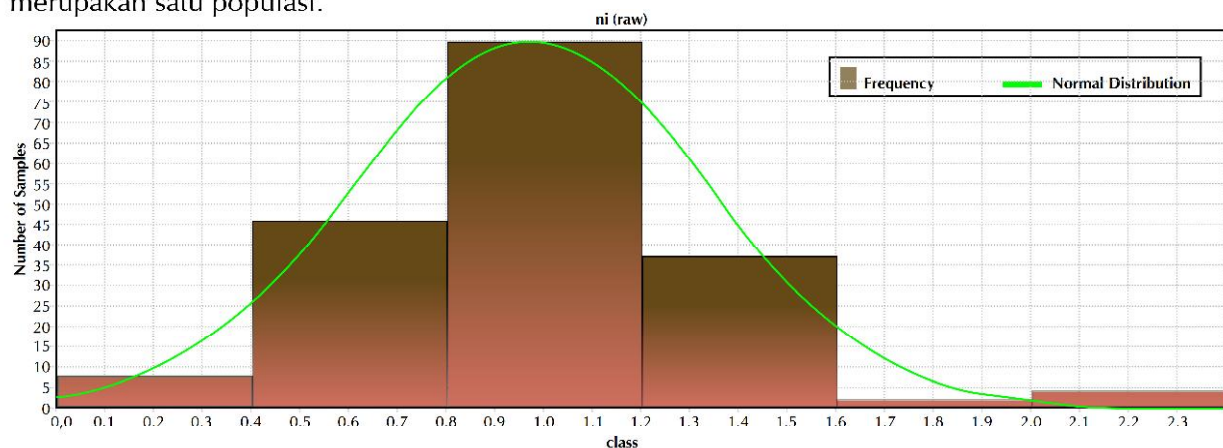
Dilakukan juga uji zonasi dengan diagram terner berdasarkan tiga unsur oksida, yaitu SiO_2 , MgO dan FeO . Uji zonasi juga dilakukan dengan metode geokimia, dengan melihat keberadaan unsur kimia yang berada pada tiap kedalaman batuan. Kelima unsur memiliki persentase yang berfluktuatif tergantung tingkat kedalaman.

Uji Statistik Dasar

Uji statistik dilakukan dengan *Software Chemstat* dari *Rock Ware*. Dari pengolahan data ketebalan zona limonit, diperoleh rata-rata ketebalan, yaitu sebesar 2.5 meter. Nilai tengah (*median*) ketebalan zona limonit adalah 2 meter. Sehingga, 50% ketebalan di bawah 2 meter dan 50% ketebalan di atas 2 meter. Ketebalan yang dominan terdapat pada zona limonit adalah 1 meter. Simpangan baku atau ukuran penyebaran data pada ketebalan limonit bernilai 1.6.

Pada ketebalan zona limonit diperoleh kurtosis negatif sebesar -0.379 yang menunjukkan distribusi yang relatif rata. *Skewness*, yaitu ukuran ketidaksimetrisan (kecondongan) sebaran data, khususnya yaitu ketebalan zona limonit adalah positif *skewness* sebesar 0.67. Kurva distribusi data lebih condong ke sebelah kiri (dapat dilihat pada Gambar 2). Selang kepercayaan yang digunakan adalah 95%, yang artinya nilai ketebalan zona limonit berada dalam selang tersebut. Nilai α pada selang kepercayaan 95% sebesar 0.5.

Selain ketebalan, informasi mengenai kadar nikel juga dihitung dan diuji secara statistik dasar. Uji pada kadar nikel zona limonit dapat dilihat pada Gambar 2. Histogram pada Gambar 2 menunjukkan kadar nikel dominan pada kadar 1%. Distribusi penyebaran data yang terjadi adalah normal dan merupakan satu populasi.



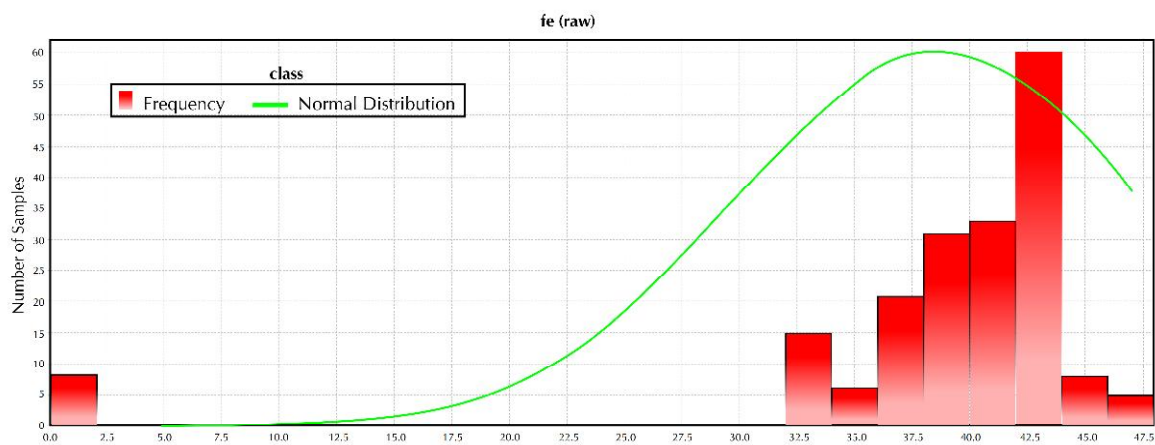
Gambar 2 Histogram Kadar Nikel pada Zona Limonit

Jika dibandingkan dengan kadar nikel pada zona saprolit tampak dominan pada kadar 1.8%. Distribusi penyebaran data yang terjadi adalah normal dengan condong ke kiri, yaitu skewness positif dan tidak terlihat ada populasi yang ganda pada populasi penzanaan berdasarkan kadar nikel.



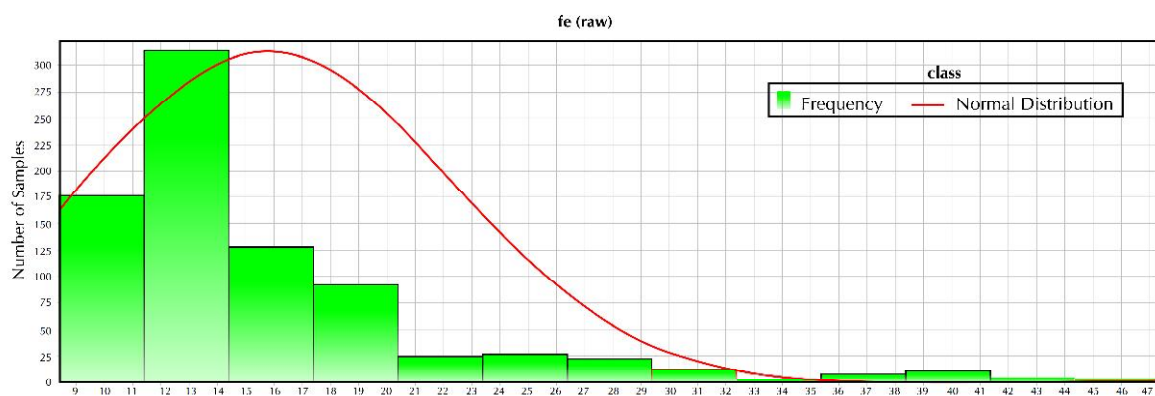
Gambar 3 Histogram Kadar Nikel pada Zona Saprolit

Kadar besi pada zona limonit dapat dilihat penyebarannya juga merupakan satu populasi yang memiliki ragam yang sama pada zona limonit. Kadar besi sangat berkaitan dengan unsur nikel karena pada zona limonit kandungan besi terakumulasi pada daerah yang dinamakan *iron cap* (tudung besi). Hasil pengelompokkan data dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Histogram Kadar Besi pada Zona Limonit

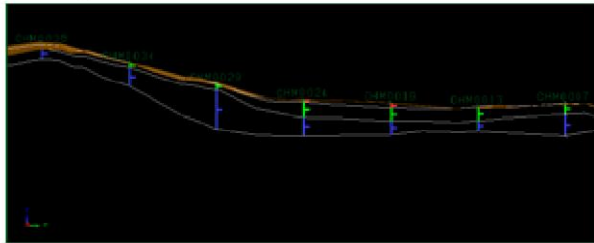
Pada zona saprolit kadar besi memiliki persentase paling dominan pada 13%. Jika dibandingkan dengan zona limonit, kadar besi menunjukkan kadar dominan berada pada nilai persentase 43%. Dapat dibuktikan pada zona limonit kandungan besi lebih tinggi daripada kadar besi yang terdapat pada zona saprolit.



Gambar 5 Histogram Kadar Besi pada Zona Saprolit

Setelah melakukan uji statistik dasar terhadap kedua unsur mineral tersebut, dilakukan pemodelan badan bijih yang dimulai dengan mendigitalisasi permukaan pada daerah penelitian. Visualisasi permukaan dengan menggunakan *Software Surpac 6.3*.

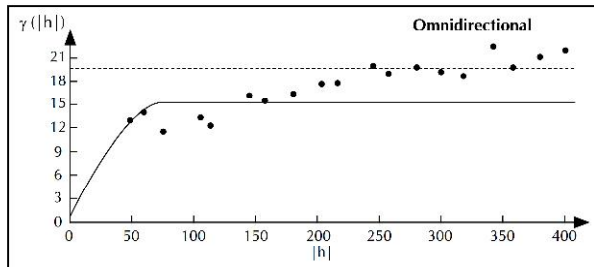
Pembatasan area dengan batasan (*boundary*) berjarak 12,5 meter dari lubang bor terluar. Jumlah lubang bor 125 buah dengan jarak antar lubang bor 50 meter.



Gambar 6 Penampang Korelasi String pada Tiap Zona Laterit

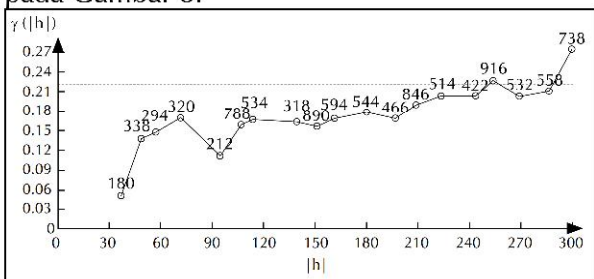
Variogram Model

Setelah mendapatkan model bijih, model variogram dapat dibuat pada *Software Variowin*. Pada Gambar 7 adalah pemodelan variogram untuk ketebalan pada zona saprolit dengan nilai *lag spacing* 20 dan *lag tolerance* 15.



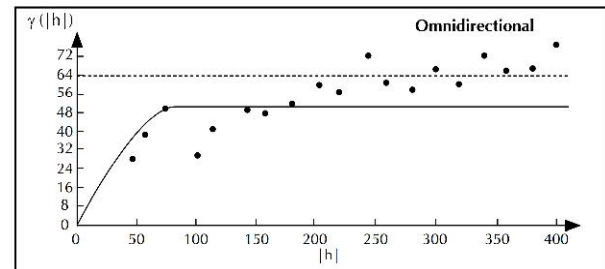
Gambar 7 Variogram Model Pada Ketebalan Saprolit

Dari hasil pemodelan variogram eksperimental diperoleh nilai *nugget effect* 1, *range* 73,8 dan nilai *sill* 14,4. Pada zona saprolit juga dimodelkan variogram eksperimental kadar nikel dengan *lag spacing* 15 dan *lag tolerance* bernilai 10 seperti pada Gambar 8.



Gambar 8 Variogram Model Pada Kadar Nikel Saprolit

Dari hasil pemodelan variogram eksperimental diperoleh nilai *nugget effect* 0,003, *range* 75 dan nilai *sill* 0,168. Pada zona saprolit juga dimodelkan variogram eksperimental kadar nikel dikalikan dengan ketebalan zona saprolit dengan *lag spacing* 20 dan *lag tolerance* bernilai 10 seperti pada Gambar 9.



Gambar 9 Variogram Model Pada Pembobotan Ketebalan Nikel Saprolit

Dari hasil pemodelan variogram eksperimental diperoleh nilai *nugget effect* 0, *range* 86,1 dan nilai *sill* 50,56.

Klasifikasi Sumber Daya Berdasarkan *Sill* Variogram

Berdasarkan *sill* variogram eksperimental ketebalan diperoleh klasifikasi sumber daya diperoleh jarak 1/3 (sepertiga) *sill* adalah sejauh 35 meter, diklasifikasikan sumber daya terukur, 2/3 (duapertiga) *sill* 55 meter, diklasifikasikan sumber daya tertunjuk dan 3/3 (tigapertiga) *sill* atau *range* adalah 73,8 meter, diklasifikasikan sumber daya tereka.

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Domain tiap zona dilakukan berdasarkan kadar sebagai berikut.
 - a. Pada Zona Limonit
 - Unsur Nikel : < 1%
 - Unsur Besi : > 35%
 - Mineral MgO : < 24.328%
 - Mineral SiO₂ : < 45%
 - Mineral Co : > 0.126%
 - b. Pada Zona Saprolit
 - Unsur Nikel : > 3.919%
 - Unsur Besi : < 35%
 - Mineral MgO : < 50.314%
 - Mineral SiO₂ : < 98.808%
 - Mineral Co : < 0.137%

- c. Pada Zona Bed Rock
- Unsur Nikel : $\leq 2.643\%$
 - Unsur Besi : $> 23.195\%$
 - Mineral MgO : $\leq 59.623\%$
 - Mineral SiO₂ : $\leq 121.635\%$
 - Mineral Co : $\leq 0.086\%$
2. Berdasarkan analisis *sill* variogram eksperimental diperoleh klasifikasi sumber daya di daerah telitian merupakan sumber daya tertunjuk dikarenakan jarak / spasi titik bor 50 meter. Untuk mendapatkan sumber daya terukur, maka jarak/spasi lubang bor harus lebih dirapatkan menjadi lebih kurang 35 meter.
- DAFTAR PUSTAKA**
- _____, 2004. JORC (Australia Joint Ore Reserves Committee).
- Ahmad, W. 2008. *Nickel Laterites : Fundamental of Chemistry, Mineralogy, Weathering Process, Formation and Exploration*. Sorowako: PT. Vale, Tbk.
- Armstrong, M. 1998. *Basic Linear Geostatistics*. New York: Springer.
- Apandi dan Sudana. 1980. *Peta Geologi Lembar Ternate, Maluku Utara*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Augusman, R. 2009. *Estimasi dan Simulasi Sumberdaya Nikel Laterit Menggunakan Metode Geostatistik, Studi Kasus Endapan Nikel Laterit di Pulau Pakal, Halmahera Timur, Maluku Utara*. Bandung: ITB.
- Boldt, J.R. 1967. *The Winning of Nickel*. New Jersey: D. van Nostrad Co, Inc.
- David, M. 1977. *Geostatistical Ore Reserve Estimation*. Amsterdam Oxford New York: Elsevier Scientific Publishing Company.
- Elias, M. 2002. *Nickel Laterite Deposits*. University of Tasmania: Tasmania.
- Golightly, J.P. 1979. *Nickeliferous Laterite: General Description, International Laterite Symposium*. New Orleans: Society of Mining Engineers American Institute of Mining and Metallurgical, and Petroleum Engineers, Incorporated.
- Sinclair, A.J., and Blackwell, G.H. 2005. *Applied Mineral Inventory Estimation*. United Kingdom: Cambridge University Press.
- Snowden, Vivienne. 1969. *"Practical Interpretation of Mineral Resource and Ore Reserve Classification Guidelines"*. Perth: Snowden Mining Industry Consultants Pty Ltd.

