
**PEMODELAN DAN ESTIMASI SUMBER DAYA NIKEL LATERIT
MENGUNAKAN METODE NEAREST NEIGHBOUR
POLYGON (NNP)**

Hadi Zulkarnain Ladianto, Waterman Sulistya Bargawa, dan Eddy Winarno
UPN Veteran Yogyakarta
E-mail: hadyzulkarnain@gmail.com, waterman.sb@upnyk.ac.id,
winarnoeddy@gmail.com

Diterima:

28 Januari 2021

Direvisi:

8 Februari 2021

Disetujui:

12 Februari 2021

Abstrak

Pemodelan sumberdaya merupakan salah satu aspek penting dalam estimasi kadar suatu endapan mineral. Kesesuaian model akan menghasilkan estimasi yang akurat. Penelitian ini bertujuan untuk membuat model sumberdaya nikel laterit serta mengestimasi kadar dan tonnase nikel laterit menggunakan pendekatan block model. Metode estimasi menggunakan metode poligon contoh terdekat atau nearest neighbour polygon (NNP). Data yang digunakan adalah data hasil analisis laboratorium inti bor dari kegiatan eksplorasi. Data tersebut terdiri dari koordinat lubang bor (easting, northing, elevation), kedalaman lubang bor, interval kedalaman lubang bor (depth from-to), kemiringan lubang bor, kadar Ni tiap interval. Jumlah lubang bor adalah sebanyak 68 lubang bor dengan jarak rata-rata spasi lubang bor adalah 50 meter. Block model dibuat berdasarkan model sumberdaya dengan ukuran perblok yaitu 12,5m×12.5m×1m. Hasil penelitian menunjukkan berdasarkan tren warna dan kadar bahwa estimasi kadar di sekitar data mempunyai nilai kada yang serupa. Hal ini berdasarkan konsep estimasi metode poligon contoh terdekat (NNP) diperoleh dari kadar contoh terdekat. Total sumberdaya nikel yang dihasilkan menggunakan metode NNP yaitu sebesar 7.785.585,94 ton.

Kata Kunci: Estimasi; Sumberdaya; Nikel; Nearest Neighbour Polygon

Abstract

Resource modeling is an important aspect of grade estimation. The fit of the model will result in an accurate estimate. The purpose of this study is to create a laterite nickel resource model and to estimate grade and tonnage of laterite nickel using a block model approach. The estimation method uses nearest neighbor polygon (NNP) method. The data used are the results of drill core laboratory analysis from exploration activities. The data consists of drill hole coordinates (easting, northing, elevation), drill hole depth, depth from-to, drill hole slope, Ni grade in each interval. The number of drill holes is 68 holes with an average spacing of 50 m. The block model is based on a resource model with a size per block of 12.5m × 12.5m × 1m. The results showed that the estimated levels around the data had the same value. This is based on the estimation concept of the nearest sample polygon (NNP) method obtained from the nearest sample content. The total resources produced using the NNP method amounted to 7,785,585.94 tons.

Keywords: Estimation; Resource; Nickel; Mining; Nearest Neighbour Polygon;

Pendahuluan

Nikel adalah salah satu komoditas yang penting bagi perekonomian nasional karena memiliki kekuatan mekanik, komposisi kimia yang stabil, dan ketahanan korosi yang tinggi (Shuai *et al.*, 2020). Bijih nikel laterit telah lama digunakan sebagai bahan baku produksi nikel, kesulitan eksploitasi sumber dayanya meningkat dengan berkurangnya cadangan (Shuai *et al.*, 2020). Indonesia adalah salah satu negara besar yang kaya akan sumber daya Ni dan memiliki deposit nikel laterit terbesar dan terkenal di dunia (Ilyas & Koike, 2012). Endapan nikel laterit terdapat pada zona limonit dan zona saprolit. Masing-masing zona laterit tersebut mempunyai kandungan mineral dan kadar nikel yang berbeda-beda. Zona tersebut sangat penting diketahui karena merupakan inti dari permodelan geologi (Hernadi *et al.*, 2017). Domain geologi menempati setidaknya 90% akurasi dalam pemodelan sumberdaya. Kesesuaian model geologi akan memudahkan estimasi sumberdaya (Coombes, 2008) Inti dari validitas model sumber daya adalah definisi domain yang sesuai oleh ahli geologi. Variabel yang akan diestimasi dalam domain ini harus menampilkan tingkat homogenitas statistik yang sesuai dengan asumsi stasioneritas (Bertoli *et al.*, 2003)

Penelitian ini dilakukan pada tambang nikel di Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara. Topografi merupakan hal kritical yang mengontrol terhadap pembentukan profil laterit. Umumnya akumulasi endapan nikel berkembang baik pada topografi yang relatif landai dan tidak berkembang baik pada topografi yang terjal. Akibat dari proses geologi tersebut, produk geokimia endapan laterit tersebut secara vertikal memiliki karakteristik kekhasan memisahkan sifat fisik zona laterisasi. Sehingga secara umum terbagi menjadi 3 zona yaitu limonit, saprolit dan bedrock (Hernadi *et al.*, 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji distribusi kadar nikel laterit menggunakan metode *nearest neighbour polygon* (NNP). Estimasi kadar nikel laterit dilakukan pada zona limonit dan zona saprolit.

Metode Penelitian

Secara umum penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu: pengambilan data lapangan seperti data pemboran, data dari tahap ini digunakan untuk mengetahui kedalaman dan sebaran zona laterit. Analisis laboratorium dilakukan untuk mendapatkan kadar Ni. Pemodelan dilakukan untuk mengetahui model sebaran unsur pada endapan nikel berdasarkan data analisis laboratorium (Samanlangi, 2015)

Metodologi penelitian penelitian ini terdiri dari validasi data, analisis statistik, pemodelan sumber daya, pemodelan topografi, dan estimasi sumberdaya. Lokasi penelitian ini pada tambang nikel di Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara. Data yang digunakan untuk pemodelan ini adalah data pemboran terdiri dari assay, collar, survey, dan geologi.

Analisis statistik dilakukan terhadap data assay dan komposit. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui bentuk distribusi data yang digunakan. Model sumber daya dibuat untuk membatasi estimasi kadar nikel pada suatu populasi di daerah penelitian, sehingga hasil estimasi kadar nikel tidak terjadi ekstrapolasi terlalu jauh keluar batas mineralisasi. Topografi merupakan kumpulan koordinat dari hasil digitasi yang merupakan bentuk permukaan daerah penelitian. Model topografi ini digunakan untuk membatasi ekstrapolasi kadar kearah vertikal. Model sumberdaya digunakan sebagai dasar konstruksi model blok 3 dimensi (Gifford, 2013)

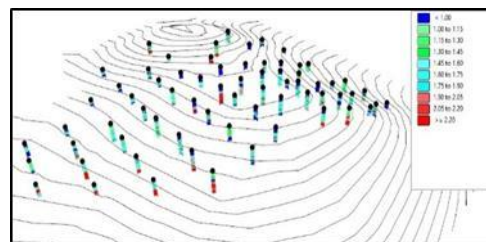
Ukuran blok merupakan fungsi geometri mineralisasi di daerah penelitian dan sistem penambangan yang akan digunakan. Blok model diperoleh dari badan bijih (*ore body*) berupa blok 3 dimensi. Blok model harus dibuat melingkupi seluruh domain bijih yang telah dibuat berdasarkan data bor dan topografi sebelumnya. Ukuran blok yang

digunakan adalah $\frac{1}{4}$ dari jarak rata-rata lubang bor 50 meter yaitu 12,5 x 12,5 meter dengan ketebalan blok 1 meter (Hustrulid & Kuchta, 1995). Estimasi kadar nikel dalam penelitian ini menggunakan metode poligon contoh terdekat atau nearest neighbour polygon (NNP). Estimasi dilakukan pada setiap zona limonit dan zona saprolit. Estimasi sumberdaya menggunakan metode poligon contoh terdekat didasarkan pada kerangka model blok. Taksiran kadar blok diperoleh dari kadar contoh terdekat (Akin & Siemes, 2013)

Estimasi sumberdaya dilakukan berdasarkan permodelan sumberdaya dengan batas topografi dan geologi. Tonnase sumberdaya dihitung dengan perkalian antara volume blok dengan densitas (Bargawa & Tobing, 2020).

Hasil dan Pembahasan

Basis data yang digunakan adalah data hasil analisis laboratorium inti bor dari kegiatan eksplorasi. Data tersebut terdiri dari koordinat lubang bor (*easting, northing, elevation*), kedalaman lubang bor, interval kedalaman lubang bor (*depth from-to*), kemiringan lubang bor, kadar Ni tiap interval. Jumlah lubang bor adalah sebanyak 68 lubang bor dengan jarak rata-rata spasi lubang bor adalah 50 meter. Sebaran lubang bor dapat dilihat pada gambar 1.

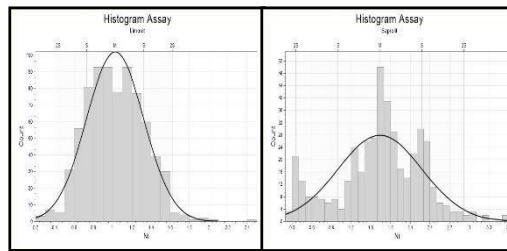


Gambar 1. Sebaran log bor 3 dimensi

Analisis statistik dilakukan pada zona limonit dan zona saprolit. Hasil analisis statistik pada tiap zona ditunjukkan pada tabel 1. Histogram tiap zona ditunjukkan pada gambar 2.

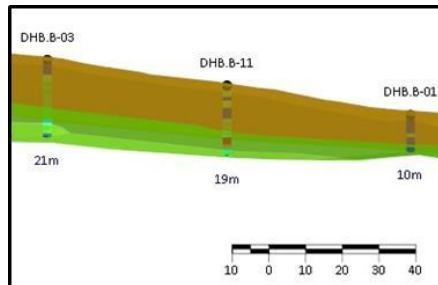
Tabel 1. Hasil analisis statistik

Parameter	Limonit	Assay	Saprolit
<i>Minimum Value</i>	0,28		0,20
<i>Maximum Value</i>	2,47		3,57
<i>N (jumlah data)</i>	760		447
<i>Mean</i>	1,03		1,64
<i>Variance</i>	0,09		0,41
<i>Standard Deviation</i>	0,30		0,64
<i>Coeff. Of Variation</i>	0,29		0,39
<i>Median</i>	1,02		1,68
<i>Skewness</i>	0,27		-0,17
<i>Kurtosis</i>	0,32		-0,06



Gambar 2. Histogram *assay* zona limonit (a) dan zona saprolit (b)

Model sumber daya dan model blok dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Model geologi sayatan 2 dimensi

Tabel 2 menunjukkan ukuran kerangka blok model dan gambar 4 menunjukkan blok model 3 dimensi.

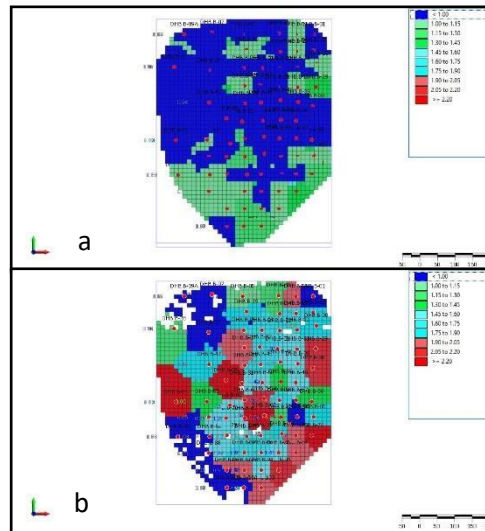
Tabel 2. Ukuran blok model

Arah	Koordinat		Ukuran Blok
	Minimal	Maksimal	
<i>East</i>	430743	431255,5	12,5
<i>North</i>	9619696	9620346	12,5
<i>Z</i>	75	165	1



Gambar 4. Blok model 3 dimensi

Blok model hasil estimasi kadar Ni menggunakan NNP pada zona limonit dan saprolit dapat dilihat pada gambar 4. Tabulasi hasil estimasi dengan densitas 1,75 dapat dilihat pada tabel 3.



Gambar 5. Blok model hasil estimasi NNP zona limonit (a) dan saprolit (b)

Tabel 3. Tabulasi hasil estimasi Ni metode NNP

Zona	Kadar (%)	Volume (m ³)	Tonnase (ton)	Rata-rata kadar (%)
Limonit	0,0 – 0,5	1.563	2.734	0,35
	0,5 – 1,0	1.873.438	3.278.516	0,81
	1,0 - 1,5	894.219	1.564.883	1,12
Saprolit	0,0 – 0,5	78.438	137.266	0,40
	0,5 – 1,0	33.750	59.063	0,70
	1,0 - 1,5	373.906	654.336	1,34
	1,5 – 2,0	715.625	1.252.344	1,75
	2,0 - 2,5	436.562	763.984	2,15
2,5 – 3,0	41.406	72.460	2,64	
Total		4.448.906	7.785.586	

Berdasarkan hasil diatas, jumlah data assay dari 68 lubang bor adalah 760 data pada zona limonit dan 447 data pada zona saprolit. Nilai CV pada zona limonit adalah 0,29 dan zona limonit adalah 0,39. Estimasi kadar Ni menggunakan NNP didasarkan pada konsep blok model. Pembuatan model sumberdaya dilakukan dengan menghubungkan masing-masing zona geologi sehingga menghasilkan model bijih yang mewakili pada lokasi tersebut. Hasilnya, model sumberdaya cukup representatif.

Gambar 5 merupakan hasil estimasi sumberdaya nikel laterit dalam model blok. Berdasarkan hasil estimasi kadar, pada blok di sekitar data mempunyai tren warna yang sama. Artinya kadar yang dekat dengan data nilainya sama. Hal ini karena konsep estimasi metode poligon contoh terdekat (NNP) diperoleh dari kadar contoh terdekat.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas, bahwa pemodelan geologi sangat penting dilakukan dalam estimasi sumberdaya. Semakin akurat model geologi yang dibuat maka semakin akurat pula hasil estimasi. Metode poligon contoh terdekat (NNP) menghasilkan kadar yang sama di sekitar data. Hasil estimasi dengan metode NNP menghasilkan sumberdaya dengan total sumberdaya sebesar 7.785.585,94 ton.

Bibliografi

Akin, Hikmet, & Siemes, Heinrich. (2013). *Praktische Geostatistik: eine Einführung für*

- den Bergbau und die Geowissenschaften*. Springer-Verlag.
- Bargawa, Waterman Sulistyana, & Tobing, Recky Fernando. (2020). Iron ore resource modeling and estimation using geostatistics. *AIP Conference Proceedings*, 2245(1), 70016. AIP Publishing LLC.
- Bertoli, O., Vann, J., & Dunham, S. (2003). Two-dimensional geostatistical methods— theory, practice and a case study from the 1A shoot nickel deposit, Leinster, Western Australia. *5th International Mining Geology Conference*.
- Coombes, Jacqui. (2008). *The art and science of resource estimation: a practical guide for geologists and engineers*. Coombes Capability.
- Gifford, M., G. (2013). *Independent Report on the Nickel Laterite Resource – Agata North, Philippines*. Philippines: TVI Resource Development (Phils) Inc.
- Hernadi, Deni, Rosana, Mega Fatimah, & Haryanto, Agus Didit. (2017). DOMAIN GEOLOGI SEBAGAI DASAR PEMODELAN ESTIMASI SUMBERDAYA NIKEL LATERIT PERBUKITAN ZAHWAH, SOROWAKO, KABUPATEN LUWU TIMUR, PROVINSI SULAWESI SELATAN. *Bulletin of Scientific Contribution: GEOLOGY*, 15(2), 111–122.
- Hustrulid, William, & Kuchta, M. (1995). *Open pit mine planning and design. Volume 1- Fundamentals*.
- Ilyas, Asran, & Koike, Katsuaki. (2012). Geostatistical modeling of ore grade distribution from geomorphic characterization in a laterite nickel deposit. *Natural Resources Research*, 21(2), 177–191.
- Samanlangi, A., I. (2015). 3D Block Model of Elements Distribution in Laterite Nickel Deposits. *International Journal of Science and Research*.
- Shuai, YUAN, ZHOU, Wen tao, LI, Yan jun, & HAN, Yue xin. (2020). Efficient enrichment of nickel and iron in laterite nickel ore by deep reduction and magnetic separation. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 30(3), 812–822.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)