Jurnal Riset Teknik Pertambangan (JRTP)
e-ISSN 2798-6357 | p-ISSN 2808-3105
https://journals.unisba.ac.id/index.php/JRTP

Tersedia secara online di
Unisba Press
https://publikasi.unisba.ac.id/

Estimasi Sumberdaya Bauksit Menggunakan Metode Geostatistik di PT. XYZ Kabupaten Mempawah

Faza Nugraha, Yunus Ashari, Wahyu Budhi Khorniawan*

Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

A R T I C L E I N F O

Article history :
Received : 7/8/2022
Revised : 9/12/2022
Published : 20/12/2022

Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

Volume : 2
No. : 2
Halaman : 91-98
Terbitan : **Desember 2022**

A B S T R A K

PT. XYZ adalah perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan yang sedang melakukan kegiatan eksplorasi bijih bauksit di Kabupaten Mempawah. Maka dari itu perlu dilakukan estimasi sumberdaya untuk melanjutkan ke tahapan produksi. Tujuan penelitian untuk mengetahui penyebaran kadar, estimasi sumberdaya berdasarkan klasifikasi kadar Al2O3, estimasi sumberdaya bauksit tercuci serta tidak tercuci dan mengklasifikasikan sumberdaya bauksit berdasarkan Kriging Efisiensi. Penelitian ini menggunakan perangkat lunak Surpac 6.6.2 dengan metodologi penelitian berupa studi literatur, pengumpulan data, basis data, validasi data, analisis statistik, konstruksi model, penaksiran sumberdaya menggunakan Ordinary Kriging. Pada lokasi penelitian ini, terdapat 114 titik test pit dengan luasan 15,4 Ha dengan jarak antara titik test pit 50m dan pengambilan contoh bauksit dilakukan dengan interval 2m. Berdasarkan data eksplorasi langsung test pit yang kemudian dilakukan perhitungan sumberdaya dengan batasan kadar 35% Al2O3 dan densitas 1,8 ton/m^3. Dari hasil pengolahan variogram, sebaran homogenitas kadar Al2O3 cenderung ke arah tenggara atau ke arah kuadran IV 327,58^o. Total tonase unwashed bauxite (UBX) sebesar 487.388 ton dan total tonase washed bauxite (WBX) sebesar 239.893 ton. Sumberdaya pada lokasi penelitian diklasifikasikan berdasarkan Kriging Efisiensi. Klasifikasi teraka sebesar 422.438 ton, tertunjuk 160.875 ton, dan terukur 748.688 ton.

Kata Kunci : Bauksit; Ordinary Kriging; Sumberdaya.

A B S T R A C T

PT. XYZ is a mining company that is currently exploring bauxite ore in Mempawah Regency. Therefore, it is necessary to estimate resources to proceed to the production stage. The purpose of the study was to determine the distribution of grades, resource estimation based on Al2O3 grade classification, estimation of washed and unwashed bauxite resources and to classify bauxite resources based on Kriging Efficiency. This research uses Surpac 6.6.2 software with research methodology in the form of literature study, data collection, database, data validation, statistical analysis, model construction, resource estimation using Ordinary Kriging. At this research location, there are 114 test pit with an area of 15.4 ha with a distance between the test pit 50m and bauxite sampling is carried out at 2m intervals. Based on the direct exploration data of the test pit, the resource was calculated with a limit of 35% Al2O3 and a density of 1.8 ton/m^3. From the results of the variogram processing, the distribution of homogeneity of Al2O3 tends to the southeast or towards quadrant IV 327.58^o. The total tonnage of unwashed bauxite (UBX) is 487,388 tons and the total tonnage for washed bauxite (WBX) is 239,893 tons. Resources at the research site are classified based on Kriging Efficiency. The slag classification is 422,438 tons, indicated 160,875 tons, and measured 748,688 tons.

Keywords : Bauxite; Ordinary Kriging; Resources.

@ 2022 Jurnal Riset Teknik Pertambangan Unisba Press. All rights reserved.

Corresponding Author : *wahyubudhikhorniawan@gmail.com
Indexed : Garuda, Crossref, Google Scholar
DOI : https://doi.org/10.29313/jrtp.v2i2.1141

A. Pendahuluan

Sumberdaya merupakan suatu konsentrasi atau keterbentukan dari material yang memiliki nilai ekonomis pada atau di atas kerak bumi dengan bentuk, kualitas dan kuantitas tertentu yang memiliki keprospekan yang beralasan untuk pada akhirnya dapat diekstrak secara ekonomis [1]. Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki potensi sumber daya alam (SDA) yang melimpah di antaranya yaitu bauksit. Bauksit merupakan hasil pelapukan batuan kaya alumina, namun rendah alkali, alkali tanah, dan silika. Selain itu, bauksit juga dapat terbentuk dari hasil pelapukan batuan metamorf, batuan sedimen, batuan karbonat, dan sebagai klastika [2]. Bauksit merupakan salah satu bahan galian yang cukup memiliki nilai yang ekonomis dan keberadaanya di Indonesia. Indonesia memiliki potensi bauksit yang relatif besar terutama di Pulau Bintan dan Kalimantan Barat. Cadangan bauksit di Kalimantan Barat umumnya belum dieksploitasi secara optimal dan diperkirakan berjumlah besar [3]. Menurut Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Kalimantan Barat pada tahun 2014 bahwa potensi cebakan bauksit di Kalimantan Barat sebesar 4.376.304.014,00 ton.

Kegiatan pertambangan secara ekonomi dapat menghasilkan keuntungan, oleh karena itu beberapa perusahaan berusaha untuk mencari bahan galian ekonomis yang salah satunya melalui kegiatan eksplorasi yang di mana bertujuan untuk mencari bahan galian yang akan dicari tentang keadaan terutama untuk mengetahui sumberdaya cebakan mineral.

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang pertambangan yang sedang melakukan kegiatan eksplorasi untuk mendapatkan bahan galian bauksit yang berlokasi di Kabupaten Mempawah, Provinsi Kalimantan Barat. Sehingga perlu dilakukan kegiatan perhitungan sumberdaya untuk melanjutkan ke tahapan produksi.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode geostatistik dengan teknik yang digunakan adalah teknik kriging. Karena teknik ini diharapkan dapat membantu menaksirkan kadar bijih bauksit yang tidak tersampel dan teknik ini bersifat *BLUE* (*Best Linear Unbiased Estimator*) yaitu data yang digunakan pada teknik ini merupakan data spasial dengan rata-rata serta metode estimator tak bias [4]. Metode kriging dianggap sebagai metode estimasi yang paling baik dalam hal ketepatan penaksirannya. Metode ini memanfaatkan aspek spasial untuk menaksir nilai pada suatu titik atau blok tertentu berdasarkan nilai-nilai pada titik atau blok yang telah teramati [5]. Karena tidak menutup kemungkinan bahwa pada lokasi penelitian memiliki distribusi kadar yang tidak merata serta dilakukan pemodelan geologi dan klasifikasi sumberdaya. Menurut SNI (4726:2019) keterbatasan dan ketidakpastian data distribusi kadar yang tidak merata dapat mempengaruhi tingkat kepercayaan atau kepastian, oleh karena itu perlu menggunakan metode geostatistik yang dapat meningkatkan kepastian dalam perhitungan sumberdaya.

Adapun tujuan dalam penelitian ini yaitu, (1) Mengetahui penyebaran kadar Al2O3 dengan menggunakan Teknik Kriging pada lokasi penelitian; (2) Mengestimasi sumberdaya bauksit berdasarkan klasifikasi kadar Al2O3; (3) Mengestimasi sumberdaya unwashed bauxite dan washed bauxite; dan (4) Mengetahui klasifikasi sumberdaya berdasarkan nilai Kriging Efisiensi.

B. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di PT. XYZ Kabupaten Mempawah, Provinsi Kalimantan Barat. Dalam penelitian ini, data yang digunakan berupa data yang dihasilkan dari kegiatan eksplorasi dengan test pit meliputi data survei, data litologi, data *collar*, dan data *assay* serta data penunjang lainya seperti studi literatur, peta topografi, dan peta geologi. Kemudian dilakukan verifikasi dan validasi data dari keempat basis data, kemudian analisis statistik untuk mendapatkan distribusi data sebagai penentuan teknik kriging yang akan digunakan, dari hasil uji lab dilakukan komposit dari data assay, konstruksi model seperti diskritisasi mesh planar untuk mengetahui daerah teririsnya sebagai penentuan ukuran blok yang akan digunakan kemudian dapat menentukan ukuran blok kosong. Pembuatan variogram dilakukan untuk mendapatkan nilai sebagai input untuk mengestimasi sumberdaya. Penaksiran sumberdaya menggunakan blok model dengan Teknik *Ordinary Kriging* (taksiran dilakukan pada kadar Al2O3 dan faktor konkresi untuk mendapatkan bauksit tercuci), validasi model, tabulasi sumberdaya bauksit, kesimpulan, dan saran.

C. Hasil dan Pembahasan

Basis Data

Tahapan awal penelitian adalah pembuatan basis data yang diperoleh dari kegiatan eksplorasi secara langsung test pit dan data hasil analisis laboratorium. Daerah penelitian blok A memiliki luas 15,4 ha serta total pengambilan sampel sebanyak 104 titik test pit, penamaan kode MPW (Mempawah), kedalaman maksimal *test pit* pada lokasi penelitian sebesar 10,9 meter dengan interval jarak 50 meter.

Basis data berisikan mengenai nama pengambilan titik sampel (*hole id*), koordinat (*easting, norththing, elevation*), kedalaman maksimal, interval kedalaman *test pit* (*depth from-to*), litologi, dip, azimuth dan kadar. Basis data terbagi menjadi 4 jenis yaitu data *survey*, data *collar*, data *assay* dan data *geology*.

Langkah selanjutnya basis data akan dilakukan pengecekan dan koreksi data agar memastikan data tersebut dalam keadaan valid. Data tersebut dilakukan pemeriksaan terhadap seluruh jenis basis data (*survey, collar, assay, geology*) kemudian akan diproses menggunakan *software* Surpac 6.6.2. Perhitungan sumberdaya pada penelitian ini menggunakan cut off grade (COG) 35% kadar Al2O3 dengan densitas kadar Al2O3 sebesar 1,8 ton/m3. Klasifikasi kadar Al2O3 terbagi menjadi 3 yaitu :

Tabel 1. Klasifikasi Kadar Al_2O_3

Kadar	**Klasifikasi**		
Al_2O_3	*Low Grade (%)*	*Medium Grade (%)*	*High Grade (%)*
	$35 \leq x < 40$	$40 \leq x < 45$	$x \geq 45$

Profil Bauksit

Pembuatan sebaran geologi dilakukan sebagai tahap dalam mengestimasi sumberdaya berdasarkan data litologi hasil dari test pit. Pembuatan sebaran geologi merupakan suatu cara untuk membatasi penaksiran sumberdaya bauksit kadar Al2O3 yang ada dalam daerah penelitian. Deskripsi profil bauksit laterit dijelaskan sebagai berikut.

Zona *top soil* berada pada bagian paling atas dari suatu profil laterit bauksit, berwarna coklat kehitaman dengan tingkat plastisitas rendah, pada beberapa bagian masih ditemukan vegetasi berupa akar tumbuhan dan kadar Al2O3 rendah <5%. Zona bauksit memiliki ciri berwarna cokelat kemerahan, ukuran butir pasir-bongkah (1/2-256mm), tingkat pelapukan tinggi dan keras. Zona QBX atau quartz bauksit merupakan bauksit dengan silika tinggi. Zona kong merupakan zona yang memiliki ciri berwarna putih kecoklatan, ukuran butir lempung (<1/25 mm), kong ini merupakan zona akumulasi mineral lempung dan diinterpretasikan berada di atas batuan dasar (*bedrock*).

Analisis Statistik

Analisis statistik dilakukan terhadap data *assay*. Analisis statistik univariat ini berfungsi untuk menggambarkan distribusi dan hubungan data dari suatu populasi yang dapat ditampilkan dalam bentuk histogram dan probability plot [6]. Kemudian karakteristik dari setiap data tersebut akan digunakan untuk analisis terhadap teknik penaksiran Kriging. Pengolahan analisis statistik dilakukan dengan menggunakan *software* IBM SPSS Statistik.

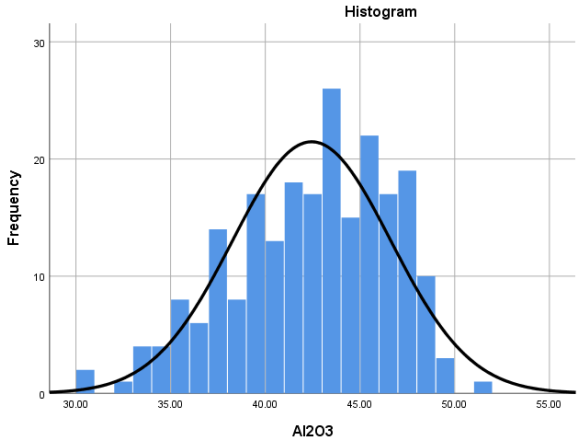
Nilai mean atau rata-rata kadar Al2O3 sebesar 42,25%. Rata – rata kadar Al2O3 terletak pada 3 nilai (42,25% + (3 x 0,28)) yaitu sebesar 41,41% sampai 43,09%; Median digunakan ketika ada pencilan dalam urutan yang dapat memungkinkan mendistorsi rata – rata nilai. Nilai median mendapatkan hasil 43,05% yang menunjukan bahwa 50% kadar Al2O3 adalah 43,05% ke atas dan 50% nya adalah 43,05% ke bawah; Mode merupakan nilai yang sering muncul kadar Al2O3 sebesar 43,84%; Standar deviation dapat menjelaskan homogenitas pada satu kelompok juga semakin kecil nilai sebaranya berarti variansi nilai data makin sama dan semakin besar nilai besaran berarti data semakin bervariasi. Hasil standard deviation Al2O3 4,18 dan sample variance merupakan kuadrat dari standard deviation adalah sebesar 17,48%; Skewness dapat menunjukan apakah data tersebut terdistribusi normal atau tidak jika rasio kurtosis berada di antara -2 sampai dengan +2 dan hasil yang didapatkan skewness sebesar -0,46 serta nilai kurtosis sebesar -0,38 yang mengartikan bahwa data kadar Al2O3 terdistribusi secara normal; Range sebesar 21,26 yaitu jangkauan atau selisih antara data

dengan nilai yang terbesar dengan nilai yang kecil; Data minimum adalah 30,25%, sedangkan data maksimum adalah 51,51%; Sum atau jumlah nilai semua kadar Al2O3 sebesar 9550,38; Count merupakan banyaknya anggota sampel dalam sebuah kelompok data dalam kadar Al2O3 sebesar 226; Koefisien variasi didapatkan sebesar 0,09 yang mengartikan data homogen karena semakin kecil nilai koefisien variasi maka data semakin homogen (seragam), sedangkan semakin besar koefisien variasi maka data semakin heterogen (bervariasi); Hasil nilai signifikansi yang didapatkan sebesar 0,32 yaitu lebih besar dari 0,05 yang mengartikan data tersebut terdistribusi secara normal.

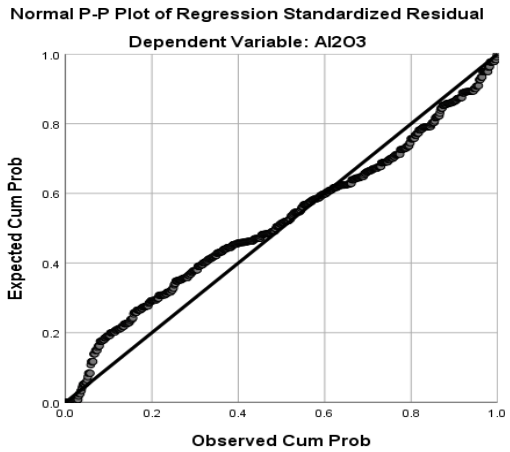
Tabel 2. Analisis Statistik Kadar Al_2O_3

Parameter	**Al_2O_3**
Mean	42.25
Standard Error	0.28
Median	43.05
Mode	43,84
Standard Deviation	4,18
Sample Variance	17,48
Kurtosis	-0,38
Skewness	-0.46
Range	21,26
Minimum	30,25
Maximum	51,51
Sum	9550,38
Count	225
Coeff. of Variation	0.09
sig	0,32

Hasil analisis statistik univariat berdasarkan grafik histogram menunjukan distribusi skewness yang simetris yang mengartikan bahwa distribusi kadar Al2O3 terdistribusi secara normal, kemudian jika dilihat dari uji probabilitas menunjukan titik tersebar secara garis linear, sehingga data tersebut memiliki distribusi secara normal.



Gambar 1. Histogram Al_2O_3



Gambar 2. Probability Plot Al_2O_3

Komposit

Basis data assay diproses menggunakan *software* Surpac yang kemudian akan dikompositkan untuk mendapatkan kadar rata-rata per-kedalaman. Komposit dilakukan dengan cara dibobotkan terhadap ketebalan. Pembuatan data komposit dilakukan untuk merata-ratakan nilai assay terutama jika terdapat nilai interval sampel yang tidak seragam atau untuk menyamakan interval data sehingga mempunyai volume yang sama dan menghilangkan variansi yang tinggi. Komposit dibuat menjadi 2m berdasarkan interval hasil uji laboratorium.

$$\hat{g}=\frac{\sum_{i=1}^{n} t_1 \cdot g_i}{\sum_{i=1}^{n} t_1} \quad (1)$$

Keterangan :

gˆ = Kadar komposit
t1 = Interval
gi = Kadar

Analisis Variogram

Variogram merupakan suatu metode analisis secara geostatistik yang berfungsi untuk mengkuantifikasi tingkat kemiripan atau variabilitas antara dua contoh yang terpisah pada jarak tertentu. Parameter yang cukup memberikan dampak pada metode geostatistik adalah nilai variogramnya [7]. Analisis variogram menggunakan data komposit kadar Al2O3 pada daerah penelitian. Parameter arah (*directions*) dilakukan dalam berbagai arah serta mengatur parameter lainya seperti *plane dip, dip direction, lag, maximum distance, spread* dan *spread limit.* Parameter tersebut didapatkan dari penyebaran data informasi. Tujuan dalam penentuan parameter tersebut agar mendapatkan gambaran umum dan karakteristik spasial kadar yang baik [8].

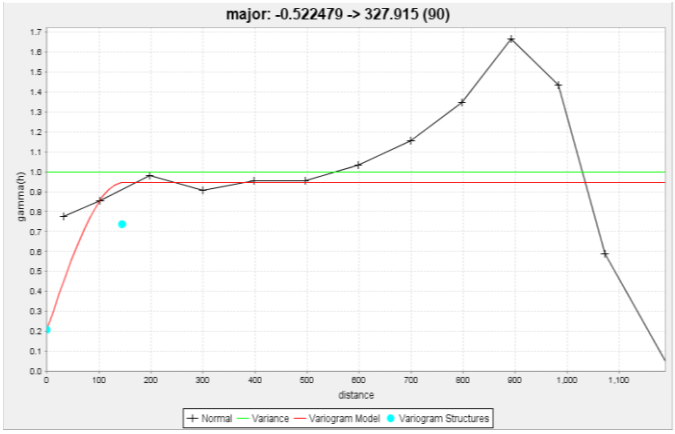
Pembuatan variogram map bertujuan untuk mendapatkan arah variogram yang memiliki penyebaran nilai yang naik turun atau stasioner, karena untuk menghasilkan estimasi yang tidak *overestimate* atau *underestimate*. Menurut Lemay [9], stasioneritas yang paling lemah adalah stasioner intrinsik. Setelah didapatkan variogram yang memiliki data stasioner kemudian variogram dengan arah tersebut dijadikan sebagai variogram eksperimental.

Fitting variogram dibuat dengan tujuan untuk mendapatkan parameter untuk mengestimasi kadar Al2O3 untuk mendapatkan nilai *range, sill* dan *nugget effect*. Hasil *fitting* variogram eksperimental menunjukan model variogram adalah model *spherical*. Model tersebut dipilih karena memiliki perilaku awal yang baik [10] serta dari hasil analisis pencocokan pola data pada variogram eksperimental dengan model variogram teoritis diperoleh model yang paling sesuai adalah model variogram *spherical*.

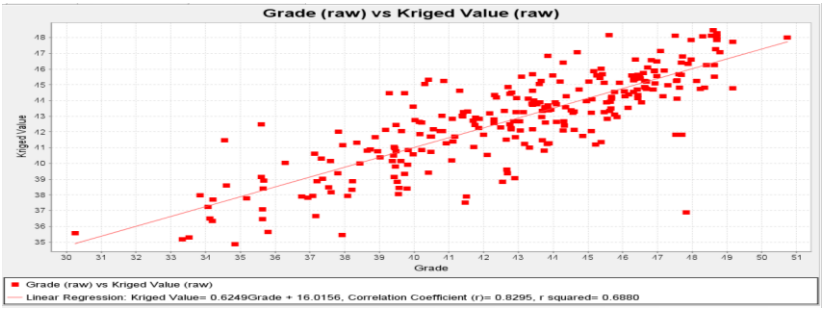
Model variogram digunakan untuk mengetahui korelasi spasial atau tingkat kemiripan dari data *assay* kadar Al2O3 serta bertujuan untuk mendapatkan arah homogenitas dan kontinuitas kadar Al2O3, arah tersebut kemudian dijadikan sebagai arah utama variogram untuk selanjutkan digunakan untuk model variogram. Model variogram pada lokasi penelitian memiliki arah homogenitas ke arah kuadran IV.

Model variogram dibuat untuk memperkirakan efek nugget, sill, dan range. Hasil yang didapatkan menunjukan linear pada titik awal yang menyatakan bahwa data tersebut memiliki kontinuitas yang tinggi. Hal ini dapat dibuktikan setelah dilakukan validasi. Nilai koefisien korelasi didapatkan sebesar 0,82 yang menunjukan sangat kuat hubungan linier antara dua variabel.

Nilai *sill* dilihat dari model variogram memiliki nilai yang mendekati nilai *variance*, karena *sill* secara definisi merupakan nilai semivariogram yang konstan pada setiap perubahan *lag* dan pada umumnya nilai *sill* akan mendekati nilai *variance*. Kemudian terdapatnya nilai range yaitu titik jarak di mana variogram memiliki korelasi atau jarak maksimum antara titik-titik yang masih memiliki korelasi secara spasial. Pada lokasi penelitian memiliki range sebesar 144,65 meter, yang artinya kadar Al2O3 memiliki radius 144,65 meter masih memiliki hubungan spasial.



Gambar 3. Model Variogram Al_2O_3



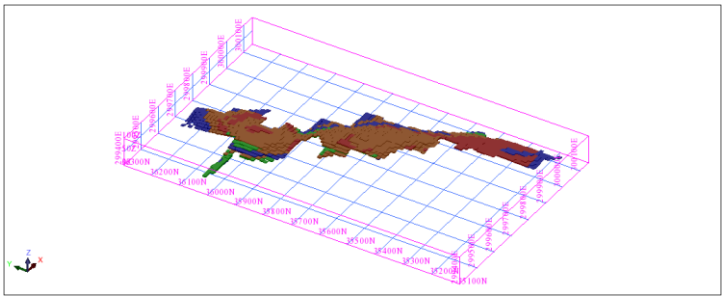
Gambar 4. Validasi Variogram Al_2O_3

Tabel 3. Parameter Model Variogram Al_2O_3

Teknik	**Arah**	***Nugget***	***Sill***	***Range* (m)**
OK	36	0,20	0,73	144,65

Penaksiran Sumberdaya Bauksit Teknik Ordinary Kriging

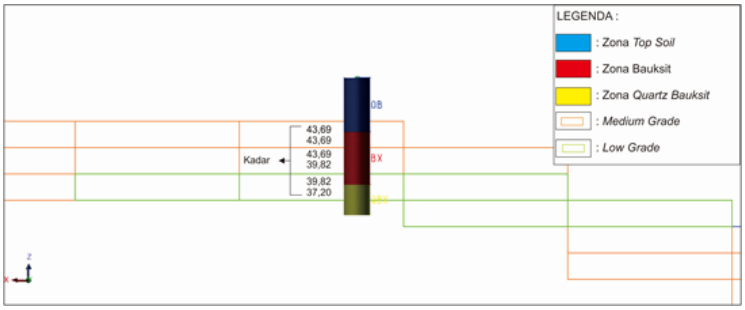
Penaksiran sumberdaya dilakukan pada kadar Al2O3 dan kadar Al2O3 yang sudah dikalikan dengan faktor konkresi (CF) untuk mengetahui bauksit tercuci. Pemodelan blok sumberdaya bauksit dalam penelitian ini menggunakan batas koordinat minimal dan maksimal yang akan menjadi batas agar penaksiran kadar Al2O3 tidak terjadi ekstrapolasi. Ukuran blok yang digunakan adalah 12,5m x 12,5m x 2m. Penaksiran ini dilakukan pada blok-blok yang telah ditentukan dengan menggunakan metode geostatistik dengan kriging serta menggunakan Teknik *Ordinary Kriging*. Proses estimasi dengan Kriging bertujuan untuk mendapatkan nilai taksiran kadar Al2O3 dengan menggunakan *software* Surpac 6.6.2. Penaksiran kadar Al2O3 ini diperlukan hasil analisis sebelumnya yaitu fitting variogram dan setiap blok akan diberi indikator warna dari besaran kadar yang sudah diklasifikasikan menjadi *high grade*, *medium grade* dan *low grade*.



Gambar 5. Blok Model Hasil Penaksiran Kadar Al_2O_3 Teknik *Ordinary Kriging* 3D *View*

Validasi Model

Validasi model dilakukan sebagai pembuktian apakah hasil dari estimasi sumberdaya dengan menggunakan Teknik *Ordinary Kriging* pada blok yang sudah diketahui informasinya memiliki error atau tidak serta validasi dilakukan dengan menggunakan pembobotan terhadap berat untuk mendapatkan kadar rata-ratanya. Validasi pada titik sampel didapatkan hasil 41,75% yang selanjutnya dikorelasikan dengan warna blok berwarna orange yang di mana termasuk klasifikasi *medium grade* yang telah ditentukan yaitu 40% < x < 45%.



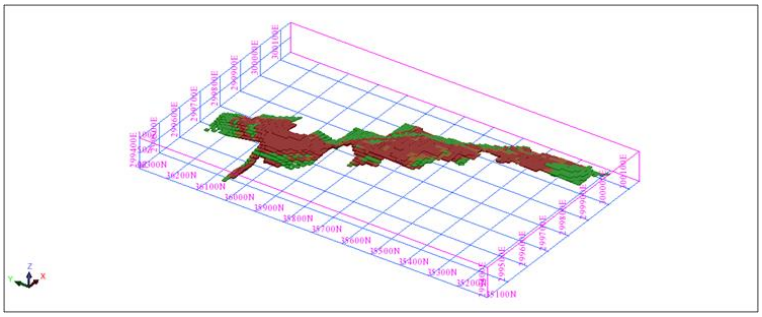
Gambar 6. Hasil Estimasi Kadar Al_2O_3 Blok A

Tabel 4. Contoh Hasil Validasi Model

Al_2O_3 (%)	Density (Ton/m^3)	Volume Blok (m^3)	Tonase Blok (Ton)	Kadar Rata-Rata (%)
43,69	1.8	312,5	562,5	41,75
39,82	1.8	312,5	562,5	

Kriging Efisiensi

Perhitungan kriging efisiensi bertujuan untuk mendapatkan hasil dari klasifikasi sumberdaya yang dihasilkan, karena penentuan klasifikasi sumberdaya untuk mineral dilihat dari variasi terhadap penyebaran kadar mineralnya. Kriging efisiensi dinyatakan dengan Kriging varians yang dinormalisasi dengan blok varians dalam bentuk persentase, apabila nilai kriging efisiensi tinggi berarti kriging varians rendah ataupun sebaliknya.



Gambar 7. Kriging Efisiensi Blok A

Klasifikasi sumberdaya berdasarkan Kriging Efisiensi adalah sebagai berikut. (1) Tereka (*inferred*), blok dengan nilai KE < 0,3; (2) Tertunjuk (indicated), blok mempunya nilai 0,3 < KE < 0,5; (3) Terukur (measured), blok mempunyai nilai KE > 0,5

D. Kesimpulan

Berdasarkan klasifikasi kualitas Al2O3 low grade 35% - 40%, medium grade 40% - 45% dan high grade >45%. Dari klasifikasi tersebut arah sebaran low grade relatif tersebar pada arah barat laut serta tenggara pada lokasi blok A. Kemudian untuk persebaran medium grade relatif tersebar pada semua bagian pada lokasi blok A. Selanjutnya persebaran high grade relatif tersebar di arah tenggara serta utara pada lokasi blok A, dan arah penyebaran homogenitas kadar Al2O3 pada blok A ke arah kuadran IV atau sebesar 327,58o.

Penaksiran kadar Al2O3 dengan menggunakan Teknik Ordinary Kriging sebesar 487.388 ton yang terbagi menjadi kelas low grade sebesar 43.076 ton, medium grade sebesar 325.975 ton, high grade sebesar 117.509 ton, dan waste sebesar 828 ton. Total tonase unwashed bauxite (UBX) 487.388 ton dan total tonase washed bauxite (WBX) sebesar 239.893 ton. Klasifikasi sumberdaya yang dihasilkan hasil estimasi Ordinary Kriging dengan menggunakan perhitungan Kriging Efisiensi dan diklasifikasikan berdasarkan Kriging Efisiensi. Klasifikasi tereka yaitu 422.438 ton, tertunjuk yaitu 160.875 ton, dan terukur yaitu 748.688 ton.

Dilihat dari hasil penaksiran kadar bahwa di lokasi penelitian jumlah waste atau kadar <35% sebesar 828 ton oleh karena itu perlu dilakukan blending agar kadar yang di bawah <35% tetap terpakai serta dapat menghasilkan kualitas sesuai spesifikasi dan jumlah kadar di atas 35% tidak cepat habis. Dalam proses penambangan agar dipisahkan di stockpile sesuai klasifikasi kualitas low grade, medium grade dan high grade. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai pengaruh model variogram exponential dan gaussian serta pengaruh dari perbedaan nilai %sill.

Daftar Pustaka

[1] Dika Hadi Anugrah, Dono Guntoro, dan Yunus Ashari, "Estimasi Sumberdaya Batugamping di PT X, Kecamatan Palimanan, Kabupaten Cirebon, Provinsi Jawa Barat," *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, vol. 1, no. 2, hlm. 148–154, Feb 2022, doi: 10.29313/jrtp.v1i2.538.

[2] D. Mildan, "Geologi Karakteristik dan Genesa Bauksit Laterit Daerah Mempawah, Kalimantan Barat," Institut Teknologi Bandung, 2020.

[3] D. Wulansari, L. D. Setijadji, dan W. Warmada, "Karakterisasi Kandungan Mineral Dalam Bauksit dengan Metode XRD Semi-Kuantitatif di Kawasan Tambang Tayan, Kalimantan Barat," 2016.

[4] M. David, *Geostatistical Ore Reserve Estimation*. Amsterdam: Elsevier Science, 1982.

[5] M. Rustam, A. Idrus, dan L. D. Setijadji, "Geologi dan Estimasi Sumberdaya dengan Metode Ordinary Kriging pada Endapan Bauksit di Kecamatan Anjongan dan Toho, Kabupaten Mempawah, Provinsi Kalimantan Barat," *Prosiding Seminar Nasional XII "Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi 2017"*, 2017.

[6] M. E. Magnello, "Karl Pearson and the Establishment of Mathematical Statistics," *Int Stat Rev*, vol. 77, no. 1, hlm. 3–29, 2009, [Daring]. Available: http://www.jstor.org/stable/27919687

[7] M. Reza dan Y. Siska Novianti, "Analisis Model Variogram pada Penaksiran Kualitas Endapan Batubara dengan Metode Ordinary Kriging," 2022.

[8] B. Setyaji, "Statistik Spasial," Institut Teknologi Bandung, 2005.

[9] N. E. Lemay, "Variograms Modeling and Estimation," University of Colorado, 1995.

[10] F. Gingga, "Analisis Penaksiran Sumberdaya Bauksit Menggunakan Metode Geostatistik di Kabupaten Ketapang Provinsi Kalimantan Barat," UPN Veteran, 2019.