

Geologi dan Estimasi Sumberdaya dengan Metode Ordinary Kriging pada Endapan Bauksit di Kecamatan Anjongan dan Toho, Kabupaten Mempawah, Provinsi Kalimantan Barat

Muhammad Rustam¹, Arifudin Idrus², Lucas Donny Setijadji²

Program Studi S-2 Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada¹
Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada²
rustam.muhammad@rocketmail.com

Abstrak

Kabupaten Mempawah merupakan salah satu daerah yang memiliki potensi endapan bauksit di Indonesia. Daerah ini diperkirakan mengikuti jalur penyebaran busur laterit di Kalimantan Barat. Endapan bauksit terbentuk sebagai hasil dari pelapukan batuan yang kaya alumina dengan komposisi utama berupa mineral aluminium hidroksida seperti gibsit, buhmit dan diaspor. Secara umum profil endapan bauksit terdiri atas zona tanah penutup, zona bauksit dan zona batuan dasar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi geologi di daerah penelitian melalui pemetaan geologi permukaan dan mengestimasi sumberdaya endapan bauksit serta sebaran kadarnya dengan metode penaksiran ordinary kriging. Hasil analisis petrografi terhadap 18 sampel batuan menunjukkan bahwa daerah penelitian disusun oleh batuan beku plutonik yang meliputi granit, granodiorit dan monzodiorit kuarsa dengan komposisi mineral secara umum terdiri dari kuarsa, plagioklas, k-feldspar, biotit, hornblende dan mineral opak. Hasil integrasi terhadap interpretasi peta topografi yang dihasilkan dari citra LIDAR, pemetaan geologi dan analisis petrografi, maka satuan stratigrafi yang menempati daerah penelitian dapat dibagi menjadi tiga satuan yaitu satuan granit Mensibau, satuan granodiorit Mensibau dan endapan aluvial. Berdasarkan data eksplorasi sumur uji, dilakukan pemodelan variogram untuk menghasilkan parameter elipsoid anisotropi yang akan digunakan dalam estimasi. Analisis data variogram dengan model spherical diperoleh nilai nugget 0; sill 1,00; range mayor 432,74 m; range semi-mayor 146,99 m; range minor 48,10 m; bearing 150°; plunge 0°; dip -10°; rasio mayor-semi mayor 2,94; dan rasio mayor-minor 9,00. Hasil perhitungan sumberdaya tonase alumina pada block model ukuran (6,25 x 6,25 x 2) m dengan batasan kadar 35% Al₂O₃ dan densitas 1,7 ton/m³ setelah dilakukan estimasi kriging adalah sebesar 817.859 ton, dengan arah penyebaran barat laut – tenggara.

Kata Kunci : eksplorasi, laterit, alumina, geostatistik, variogram

1. Pendahuluan

Sumberdaya mineral pada dasarnya dapat ditingkatkan ke tahapan pencadangan berdasarkan beberapa pertimbangan teknis, salah satunya yaitu melalui kegiatan eksplorasi. Tingkat keyakinan geologi, kualitas data dan interpretasi geologi yang diperoleh dari tahapan eksplorasi merupakan bagian dari strategi untuk melokalisir daerah yang dianggap memiliki potensi secara ekonomis untuk dapat ditambang. Kegiatan eksplorasi merupakan bagian dari penyelidikan geologi untuk mendapatkan informasi geologi seperti tipe batuan, bentuk struktur, tipe mineralisasi, sebaran kadar dan sebagainya, sehingga dapat mengetahui kondisi geologi pada daerah penelitian dan hasilnya dapat digunakan untuk mengestimasi potensi sumberdaya dan sebarannya.

Metode estimasi yang paling umum digunakan untuk perhitungan sumberdaya terbagi menjadi dua, yaitu (1) metode klasik, seperti metode

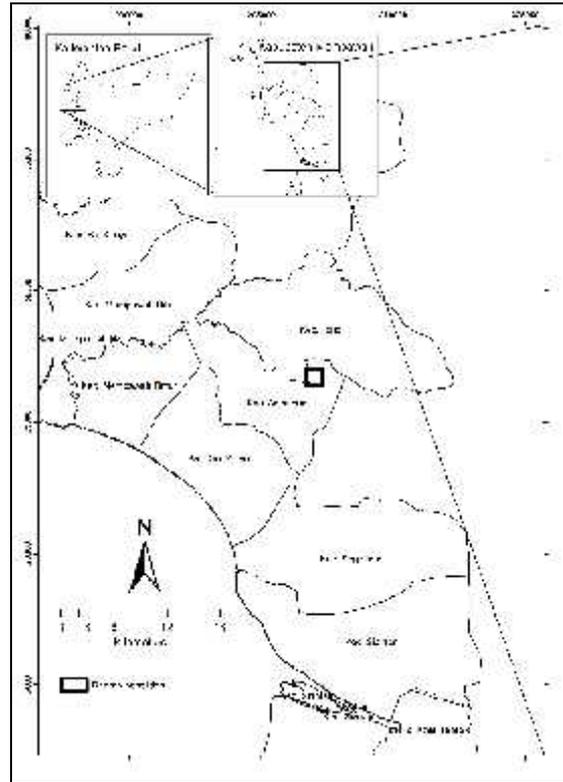
penampang, triangulasi, poligon, blok matrik, kontur serta metode IDW (*Inverse Distance Weighting*); dan (2) metode geostatistik, yang umumnya menggunakan metode *kriging* (Annels, 1991). Metode *kriging* dianggap sebagai metode estimasi yang paling baik dalam hal ketepatan penaksirannya. Metode ini memanfaatkan aspek spasial untuk menaksir nilai pada suatu titik atau blok tertentu berdasarkan nilai-nilai pada titik atau blok yang telah teramati.

Ordinary kriging sering dikenal dengan akronim B.L.U.E. untuk *Best Linear Unbiased Estimator* yaitu penaksir tak bias linear yang terbaik. *Ordinary kriging* bersifat linear karena penaksir-penaksirnya dipengaruhi oleh kombinasi linear dari data, tak bias karena bertujuan mendapatkan mean galat sama dengan nol, dan dikatakan terbaik karena bertujuan memperkecil variansi galat (Isaaks dan Srivastava, 1989).

Daerah penelitian berada di salah satu blok pada WIUP (Wilayah Izin Usaha Pertambangan) bauksit, yang secara administratif terletak di Kecamatan Anjongan dan Toho, Kabupaten Mempawah, Kalimantan Barat (Gambar 1). Daerah ini diperkirakan mengikuti jalur penyebaran busur laterit yang memiliki potensi endapan bauksit di Kalimantan Barat (Surata dkk., 2010). Endapan bauksit terbentuk sebagai hasil dari pelapukan batuan yang kaya alumina dengan komposisi utama berupa mineral aluminium hidroksida seperti gibsit, buhmit dan diaspor (Valeton, 1972; Gow dan Lozej, 1993).

Berdasarkan geologi regional lembar Singkawang, Kalimantan, skala 1 : 250.000 (Suwarna dkk., 1993), tatanan stratigrafi yang menempati daerah penelitian meliputi dari tua ke muda yaitu Granodiorit Mensibau (Klm) dan Endapan Aluvial dan Rawa (Qa). Granodiorit Mensibau tersusun dari terutama granodiorit dengan granit, diorit kuarsa, diorit, adamelit dan tonalit. Granodiorit Mensibau diindikasikan sebagai salah satu formasi pembentuk endapan bauksit. Endapan Aluvial dan Rawa terdiri dari lumpur, pasir, kerikil dan sisa tumbuhan.

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi kondisi geologi dan kontrolnya terhadap proses pembentukan endapan bauksit di daerah penelitian dan mengestimasi potensi sumberdaya endapan bauksit serta sebarannya dengan menggunakan metode geostatistik melalui penaksiran *ordinary kriging*.



Gambar 1. Lokasi Daerah Penelitian

2. Metode

Metode penelitian dilakukan melalui lima tahapan, yaitu tahap persiapan, tahap pekerjaan lapangan, tahap analisis laboratorium, tahap pengolahan data, serta tahap integrasi dan hasil analisis.

2.1 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini disusun berdasarkan data primer dan data sekunder yang dilakukan pada tahap persiapan dan tahap pekerjaan lapangan. Tahap persiapan merupakan tahap pencarian, pengumpulan dan pembelajaran terhadap berbagai referensi yang berkaitan dengan penelitian, meliputi studi literatur mengenai endapan bauksit dan pengestimasian sumberdaya dengan metode geostatistik *ordinary kriging*. Tahap pekerjaan lapangan dilakukan untuk memetakan kondisi geologi daerah penelitian meliputi pemetaan geologi permukaan untuk mendapatkan data geologi berupa pengamatan morfologi, litologi dan struktur geologi, pengambilan sampel batuan segar untuk keperluan analisis petrografi (18 sampel), serta pengambilan data sekunder hasil eksplorasi sumur uji berupa data kadar alumina (Al_2O_3), data ketebalan endapan bauksit, data ketebalan tanah penutup dan koordinat lokasi titik sumur uji.

2.2 Metode Analisis Data

Analisis data penelitian dilakukan pada tahap analisis laboratorium dan tahap pengolahan data. Analisis laboratorium yang digunakan yaitu analisis petrografi untuk mengidentifikasi tekstur dan jenis mineral penyusun batuan secara mikroskopis sehingga dapat digunakan sebagai petunjuk untuk mengetahui karakteristik mineralogi dan jenis batuan asalnya. Analisis petrografi dilakukan di Laboratorium Geologi, Departemen Teknik Geologi, Universitas Gadjah Mada. Adapun tahap pengolahan data dilakukan terhadap data sekunder (data sumur uji) melalui analisis statistik univarian, analisis variogram dan penaksiran *ordinary kriging* untuk mendapatkan nilai prediksi dari sampel data serta mengestimasi potensi sumberdaya dan sebaran kadarnya dengan menggunakan *software* Surpac.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Geomorfologi

Pembagian satuan geomorfologi pada daerah penelitian didasarkan pada tiga aspek diantaranya aspek morfogenesis, aspek morfografi dan aspek morfometri oleh van Zuidam, 1985. Berdasarkan ketiga aspek tersebut, daerah penelitian dapat dikelompokkan menjadi dua satuan geomorfologi, yaitu satuan perbukitan intrusi dan satuan dataran aluvial.

Daerah penelitian secara keseluruhan terletak pada ketinggian antara 18 – 128 mdpl dan umumnya merupakan morfologi dengan lembah yang relatif membentuk "V – U" dengan stadia dewasa. Hal ini dibuktikan dengan adanya beberapa cabang sungai pada satuan perbukitan intrusi yang memperlihatkan adanya batuan dasar.

Berdasarkan sayatan geomorfologi yang dibuat, satuan perbukitan intrusi memiliki pola kontur renggang hingga rapat. Satuan ini memiliki ketinggian 18 - 112 mdpl dengan kelerengan landai hingga curam (13 - 43%). Litologi pada satuan ini disusun oleh batuan beku granit, granodiorit dan monzodiorit kuarsa yang merupakan hasil dari proses intrusi. Morfologi ini memiliki stadia erosi lemah sampai sedang dengan pola aliran sungai subdendritik yang mengindikasikan adanya kontrol struktur geologi dalam proses pembentukan satuan ini. Lembahnya relatif membentuk "V – U" yang merupakan stadia muda hingga dewasa.

Satuan dataran aluvial memiliki ketinggian 18 - 28 mdpl dengan kelerengan datar hingga sangat landai (2 - 4%). Litologi pada satuan ini disusun oleh material lepas berukuran lempung hingga kerikil

yang merupakan hasil dari proses pelapukan dan fluvial. Morfologi ini memiliki stadia erosi sedang sampai kuat dengan pola aliran sungai dendritik. Lembahnya relatif membentuk "U" yang merupakan stadia tua.

3.2 Stratigrafi

Pemetaan geologi pada daerah penelitian dilakukan dengan membuat jalur lintasan pengamatan dan pengambilan sampel batuan untuk analisis laboratorium (Lampiran 1). Hasil integrasi terhadap interpretasi peta topografi yang dihasilkan dari citra LIDAR, pemetaan geologi permukaan dan analisis petrografi (Lampiran 2), maka satuan stratigrafi yang menempati daerah penelitian dapat dibagi menjadi tiga satuan batuan dari tua hingga muda meliputi satuan granit Mensibau dan satuan granodiorit Mensibau yang dapat dibandingkan secara regional dengan formasi Granodiorit Mensibau berumur Kapur Awal ($60,1 \pm 0,7 - 129 \pm 1,0$ jtl.), dan di atasnya secara tidak selaras sebagian ditutupi endapan aluvial berumur Kuartar (Lampiran 3 dan Lampiran 4).

Satuan granit Mensibau tersebar secara merata di daerah penelitian. Secara umum, satuan ini tersingkap dalam kondisi lapuk hingga segar dengan batuan penyusun berupa granit dan lapukan granit dalam bentuk laterit. Kenampakan di lapangan secara umum memperlihatkan struktur masif hingga terkekarkan, berwarna merah muda hingga abu-abu dengan tekstur holokristalin, fanerik kasar; komposisi mineral disusun oleh k-feldspar, kuarsa, biotit dan sedikit plagioklas.

Satuan granodiorit Mensibau tersebar di bagian utara dan barat daya daerah penelitian. Pada umumnya satuan ini tersingkap dalam kondisi lapuk hingga segar dengan batuan penyusun berupa granodiorit, monzodiorit kuarsa dan lapukan granodiorit dalam bentuk laterit. Kenampakan di lapangan secara umum memperlihatkan struktur masif hingga terkekarkan, berwarna abu-abu dengan tekstur holokristalin, fanerik kasar; komposisi mineral disusun oleh plagioklas, kuarsa, biotit dan sedikit k-feldspar.

Endapan aluvial pada umumnya tersebar secara merata terutama pada bagian selatan daerah penelitian dan tersusun oleh material lepas berukuran lempung hingga kerikil ($<0,0039 - 3,8$ mm). Satuan ini terbentuk akibat proses geologi yang berlangsung hingga sekarang seperti pelapukan dan erosi, namun belum terlitifikasi. Berdasarkan kondisi geologinya, endapan aluvial ini dapat diinterpretasikan berumur holosen hingga resen.

3.3 Struktur Geologi

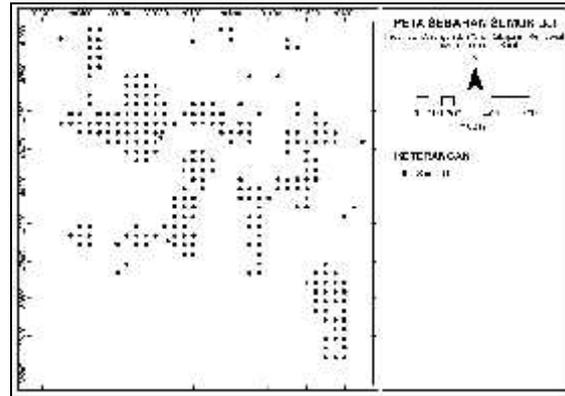
Pengamatan dan identifikasi struktur geologi di daerah penelitian diawali dengan tahapan interpretasi struktur geologi melalui peta model elevasi digital hasil ekstraksi dari peta topografi skala 1 : 10.000 yang dihasilkan dari citra LIDAR. Peta model elevasi digital tersebut diekstraksi dengan empat arah azimuth ($0^{\circ}, 45^{\circ}, 90^{\circ}, 315^{\circ}$) yang selanjutnya dikombinasikan untuk menginterpretasi arah kelurusan struktur geologi pada daerah penelitian. Hasil interpretasi diperoleh 73 kelurusan struktur geologi yang menunjukkan arah kelurusan dominan berarah baratlaut – tenggara.

Daerah penelitian secara umum tidak ditemukan struktur geologi yang dapat teramati dengan jelas dikarenakan proses lateritisasi yang cukup intensif. Indikasi struktur yang teramati di lapangan adalah kelurusan tebing dan bukit, pola aliran sungai dan kekar-kekar pada batuan.

3.4 Pembuatan Basis Data Estimasi

Alur kerja analisis geostatistik dengan *software* Surpac (Lampiran 5) diawali dengan pembuatan basis data. Daerah penelitian dengan luas 1800 m x 1925 m memiliki 236 titik sumur uji yang sudah di eksplorasi secara rinci dan regular dengan interval jarak 50 m, dari total keseluruhan sumur uji pada daerah penelitian sebanyak 249 titik (Gambar 2). Titik-titik sumur uji ini memiliki informasi berupa data kadar alumina (Al_2O_3), data ketebalan lapisan zona bauksit, data ketebalan tanah penutup dan koordinat lokasi sumur uji. Data tersebut kemudian dikelompokkan menjadi empat jenis basis data (*collar*, *survey*, *assay* dan *geology*) untuk digunakan dalam proses pembuatan model (*solid model* dan *block model*) dan pengestimasi potensi sumberdaya dengan metode *ordinary kriging*. Variabel yang diperhitungkan dalam pengestimasi adalah nilai kadar alumina pada zona endapan bauksit dengan batasan kadar 35% Al_2O_3 dan densitas 1,7 ton/m³.

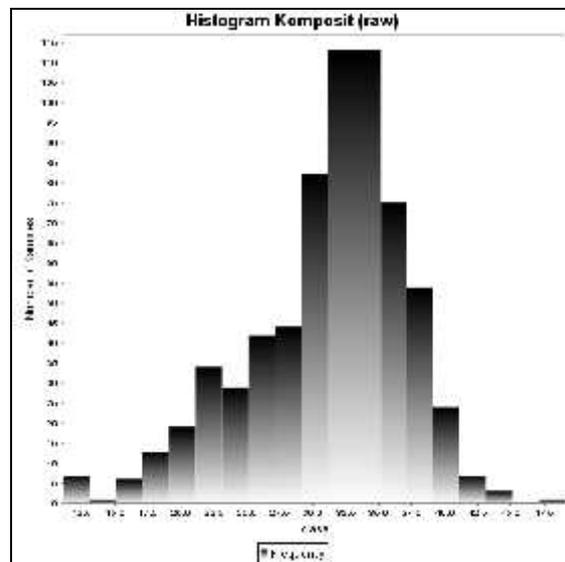
Langkah selanjutnya yaitu penentuan nilai komposit kadar alumina pada zona endapan bauksit dengan interval sampling 2 m dan persentase minimum sampel untuk disertakan yaitu 75%. Perhitungan nilai komposit didasarkan atas data geokimia kadar Al_2O_3 dari deskripsi sumur uji hasil kegiatan eksplorasi yang sudah dilakukan.



Gambar 2. Lokasi Sebaran Sumur Uji

3.5 Analisis Statistik Univarian

Salah satu cara untuk mengukur penyebaran dan variabilitas data, dapat digunakan analisis statistik dasar. Analisis ini dilakukan terhadap nilai komposit kadar (*assay*) untuk menggambarkan distribusi dan hubungan antar data dari suatu populasi yang ditampilkan dalam bentuk histogram (Gambar 3). Hasil analisis statistik univarian pada nilai komposit kadar alumina (Al_2O_3) dengan jumlah 667 data menunjukkan bahwa sebaran data terdistribusi normal tanpa adanya pencilan (*outlier*). Nilai *skewness* yang negatif juga menunjukkan bahwa distribusi kadar Al_2O_3 sebagian besar berada di atas kadar rata-rata (Tabel 1).



Gambar 3. Histogram Nilai Komposit Kadar Alumina

Tabel 1. Hasil Analisis Statistik Univarian pada Data Nilai Komposit Kadar Al_2O_3

No	Variabel	Nilai
1	Jumlah sampel data	667
2	Nilai minimum	11,11
3	Nilai maksimum	47,84

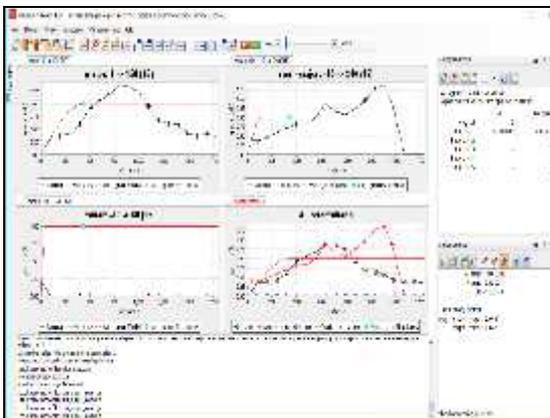
4	Mean	31,16
5	Median	32,12
6	Variansi	35,30
7	Standar deviasi	5,94
8	Koefisien variansi	0,19
9	Skewness	-0,71
10	Kurtosis	3,46

3.6 Analisis Variogram

Karakteristik struktur mineralisasi endapan mineral bisa berbeda untuk arah yang berbeda. Parameter variogram bisa berubah dengan cepat pada arah vertikal dibandingkan dengan arah horizontal (Waterman, 2017). Oleh karena itu, salah satu aspek penting dalam estimasi geostatistik adalah mengetahui kondisi anisotropi dari suatu data, atau menentukan orientasi data yang memiliki kontinuitas paling panjang melalui analisis variogram.

Variogram adalah sebuah grafik atau formula yang menggambarkan selisih rata-rata antara harga titik per conto yang terpisah oleh jarak pada arah tertentu atau titik-titik yang dipisahkan oleh lag tertentu (Clark, 1979). Analisis variogram terhadap data komposit kadar Al_2O_3 dibuat dalam berbagai arah dengan mengatur parameter *azimuth* dan *dip* guna mengetahui kontinuitas data secara tiga dimensi sehingga diperoleh parameter penaksiran yang representatif dalam pengestimasian *ordinary kriging*.

Hasil analisis struktural atau pencocokan pola data pada variogram eksperimental dengan model variogram teoritis diperoleh model yang paling sesuai adalah model variogram *spherical* dengan nilai *nugget* 0; *sill* 1,00; *range* mayor 432,74 m; *range* semi-mayor 146,99 m; *range* minor 48,10 m; *bearing* 150°; *plunge* 0°; *dip* -10°; rasio mayor-semi mayor 2,94; dan rasio mayor-minor 9,00 (Gambar 4).



Gambar 4. Hasil Analisis Struktural pada Variogram Eksperimental dan Model Variogram Teoritis

3.7 Ordinary Kriging

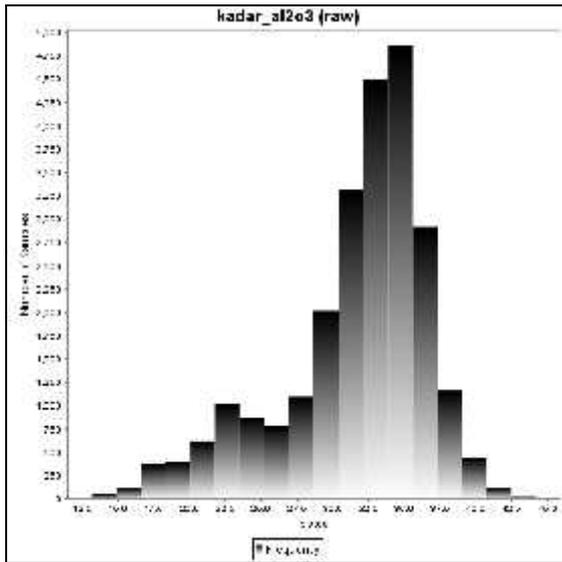
Tahapan selanjutnya setelah mendapatkan parameter penaksiran dari hasil analisis struktural variogram adalah melakukan penaksiran kadar alumina pada endapan bauksit dengan metode estimasi *ordinary kriging*. Pada prosesnya, *ordinary kriging* akan mengestimasi nilai pada setiap unit *block model* yang sudah dibuat dengan menggunakan data *assay* pada sumur uji. Adapun ukuran tiap unit blok dibuat seperdelapan dari jarak spasi sumur uji yaitu $X = 6,25$; $Y = 6,25$; dan $Z = 2$.

Hasil dari pemrosesan estimasi *ordinary kriging* diperoleh 24.701 unit blok, yang tiap unitnya memiliki nilai kadar. Sementara jika ditinjau dengan batasan kadar alumina 35% Al_2O_3 , maka diperoleh jumlah unit blok sebanyak 6.172 unit. Hasil penaksiran *ordinary kriging* juga menunjukkan bahwa sebaran kadar alumina dengan batasan kadar 35% Al_2O_3 memiliki arah penyebaran baratlaut – tenggara.

3.8 Validasi Model

Langkah penting dalam mengevaluasi geostatistik adalah dengan memvalidasi model yang sudah dibuat. Ada beberapa cara dalam melakukan validasi model, diantaranya : (1) dengan membandingkan data *cross section* dengan nilai model; (2) membuat kurva tonase-kadar dari hasil perhitungan *block model*; (3) melakukan analisis statistik dasar pada nilai model; dan (4) melakukan analisis kecenderungan.

Pada penelitian ini akan dilakukan validasi model menggunakan analisis statistik univarian, seperti yang dilakukan sebelumnya terhadap data nilai komposit kadar alumina sebelum proses *kriging*. Adapun hasil validasi model dapat dilihat pada Gambar 5 dan Tabel 2 berikut.



Gambar 5. Histogram Hasil Validasi Model

Tabel 2. Hasil Validasi Model dengan Analisis Statistik Univarian Setelah Proses *Ordinary Kriging*

No	Variabel	Nilai
1	Jumlah sampel data	24.701
2	Nilai minimum	11,44
3	Nilai maksimum	45,90
4	Mean	31,57
5	Median	32,85
6	Variansi	26,28
7	Standar deviasi	5,13
8	Koefisien variansi	0,16
9	Skewness	-1,03
10	Kurtosis	3,78

Berdasarkan hasil validasi model tersebut, dapat dilihat bahwa nilai kadar rata-rata (*mean*) setelah proses estimasi dengan *ordinary kriging* mengalami kenaikan dari sebelumnya 31,16 menjadi 31,57. Hasil ini juga sesuai dengan nilai *skewness* yang semakin negatif, yang berarti menunjukkan bahwa distribusi kadar Al_2O_3 sebagian besar berada di atas kadar rata-rata.

Jika ditinjau dari nilai variansinya, terlihat bahwa nilai variansi setelah proses *kriging* lebih kecil dibandingkan dengan nilai variansi sebelum proses *kriging*. Ini membuktikan bahwa metode *ordinary kriging* mampu untuk memperkecil variansi.

3.9 Perhitungan Sumberdaya

Perhitungan sumberdaya menggunakan data taksiran hasil estimasi *ordinary kriging* terhadap nilai kadar alumina pada zona bauksit. Data taksiran kadar tersebut kemudian diklasifikasi dengan batasan kadar 35% Al_2O_3 , di mana terdapat 6.172 data kadar pada keseluruhan blok yang akan diperhitungkan. Hasil perhitungan sumberdaya

tonase dengan batasan kadar 35% Al_2O_3 setelah proses *kriging* adalah sebesar 817.859 ton. Berikut tabulasi perhitungan sumberdaya pada daerah penelitian (Tabel 3).

Tabel 3. Tabulasi Perhitungan Sumberdaya Bauksit

Interval Kadar	Volume	Tonase	Kadar Rata-rata
0 – 5	0	0	0
5 – 10	0	0	0
10 – 15	6.406	10.891	13,72
15 – 20	67.266	114.352	18,07
20 – 25	188.984	321.273	22,72
25 – 30	266.797	453.555	28,04
30 – 35	919.219	1.562.672	32,8
35 – 40	459.609	781.336	36,56
40 – 45	21.172	35.992	41,15
45 – 50	313	531	45,41
Grand Total	1.929.766	3.280.602	31,57
Total > 35%	481.094	817.859	

4. Kesimpulan

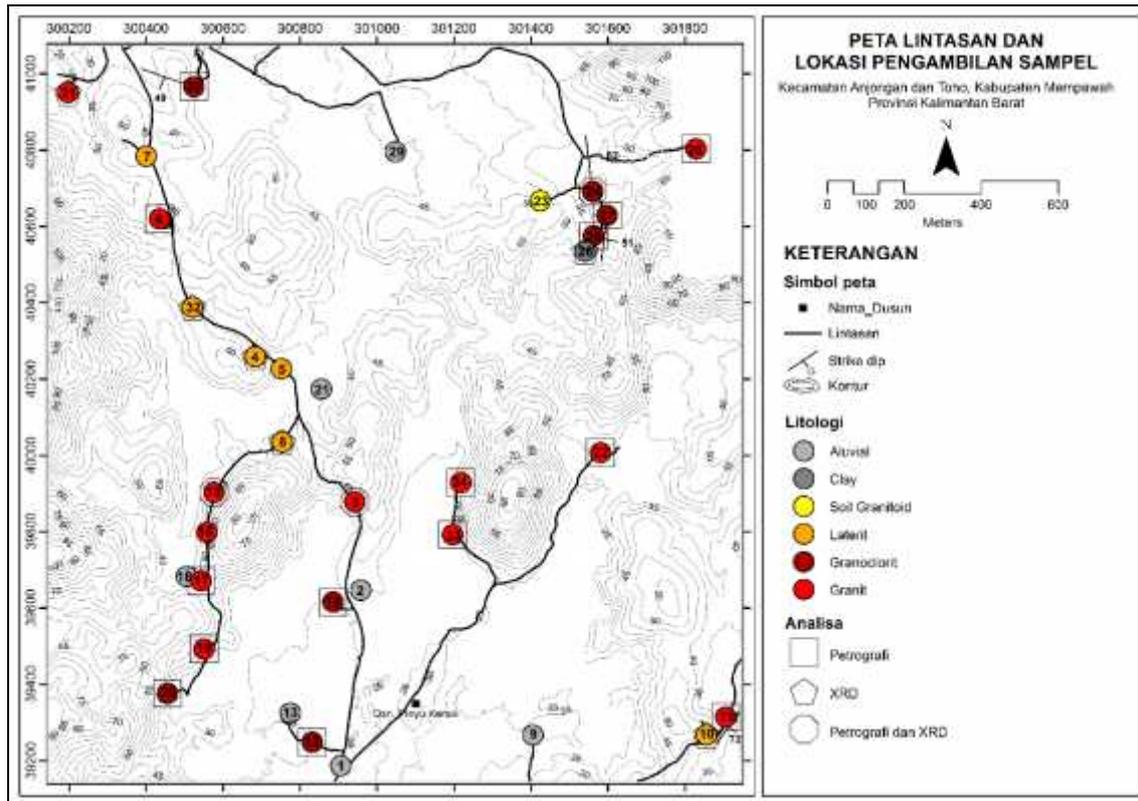
Kondisi geologi daerah penelitian berdasarkan morfologinya dapat dikelompokkan menjadi dua satuan geomorfologi, yaitu satuan perbukitan intrusi yang memiliki kelerengan landai hingga curam (13 – 43%) dan satuan dataran aluvial yang memiliki kelerengan datar hingga sangat landai (2 – 4%). Berdasarkan jenis litologinya, yang kemudian diintegrasikan dengan pengamatan lapangan dan interpretasi peta topografi yang dihasilkan dari citra LIDAR, maka stratigrafi yang menempati daerah penelitian dapat dibagi menjadi tiga satuan batuan, yaitu satuan granit Mensibau yang terdiri dari granit dan laterit, satuan granodiorit Mensibau yang terdiri dari granodiorit, monzodiorit kuarsa dan laterit dan endapan aluvial yang tersusun dari material lepas berukuran lempung hingga kerikil.

Hasil analisis statistik univarian pada data komposit kadar alumina memperlihatkan sebaran data memiliki distribusi yang normal tanpa adanya pencilan (*outlier*), dengan nilai koefisien variansi sebesar 0,19. Nilai koefisien variansi yang kurang dari 0,5 ini menunjukkan bahwa pemilihan metode *ordinary kriging* dalam mengestimasi potensi sumberdaya bauksit sudah tepat. Analisis struktural pada variogram eksperimental diperoleh model yang paling sesuai adalah model *spherical* dengan *range* mayor 432,74 m, *range* semi-mayor 146,99 m dan *range* minor 48,10 m, sehingga menghasilkan rasio anisotropi mayor-semi mayor 2,94 dan rasio anisotropi mayor-minor 9,00. Hasil perhitungan estimasi kadar dengan metode *ordinary kriging* diperoleh jumlah blok kadar Al_2O_3 sebanyak 24.701 unit. Jika ditinjau dengan batasan kadar 35% Al_2O_3 dan densitas 1,7 ton/m³,

maka diperoleh jumlah unit blok sebanyak 6.172 unit dengan jumlah sumberdaya tonase alumina sebesar 817.859 ton.

Daftar Pustaka

- Annels, A.E., 1991, *Mineral Deposit Evaluation : A Practical Approach*, Chapman & Hall, London.
- Clark, I., 1979, *Practical Geostatistics*, Elsevier Applied Science Publishers Ltd., England, pp. 11-41.
- Gemcom Surpac, 2013, *Geostatistics*, Version 6.5, Gemcom Software International Inc., Vancouver.
- Gow, N.N., dan Lozej, G.P., 1993, *Bauxite*, Geoscience Canada, Volume 20, Number 1, Journal of The Geological Association of Canada, pp. 9-16.
- Isaaks, E. H., dan Srivastava, R. M., 1989, *Applied Geostatistics*, Oxford University Press, New York, pp. 278-322.
- Le Bas, M.J., dan Streckeisen, A.L., 1991, *The IUGS Systematics of Igneous Rocks*, Journal of the Geological Society, London, Vol. 148, pp. 825-833.
- Surata, M., Suksiano, O., Pratomo, M., dan Supriyadi, 2010, *Discovery and Its Genetic Relationship Bauxite Deposit in Mempawah and Landak Regency West Kalimantan Province*, Proceeding of Kalimantan Coal and Mineral Resources Seminar, pp. 107-116.
- Suwarna, N., Sutrisno, de Keyser, F., Langford, R.P., dan Trail, D.S., 1993, *Geologi Lembar Singkawang, Kalimantan*, Departemen Pertambangan dan Energi, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Valeton, I., 1972, *Bauxites*, Development in Soil Sciences, Vol. 1., Elsevier Publishing Company, Amsterdam.
- Van Zuidam R.A., 1985, *Aerial Photo-Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*, Smith Publisher, The Hauge, Netherlands, pp. 26.
- Waterman, S., 2017, *Geostatistik*, Edisi Kedua, Prodi Teknik Pertambangan, UPN Veteran Yogyakarta.

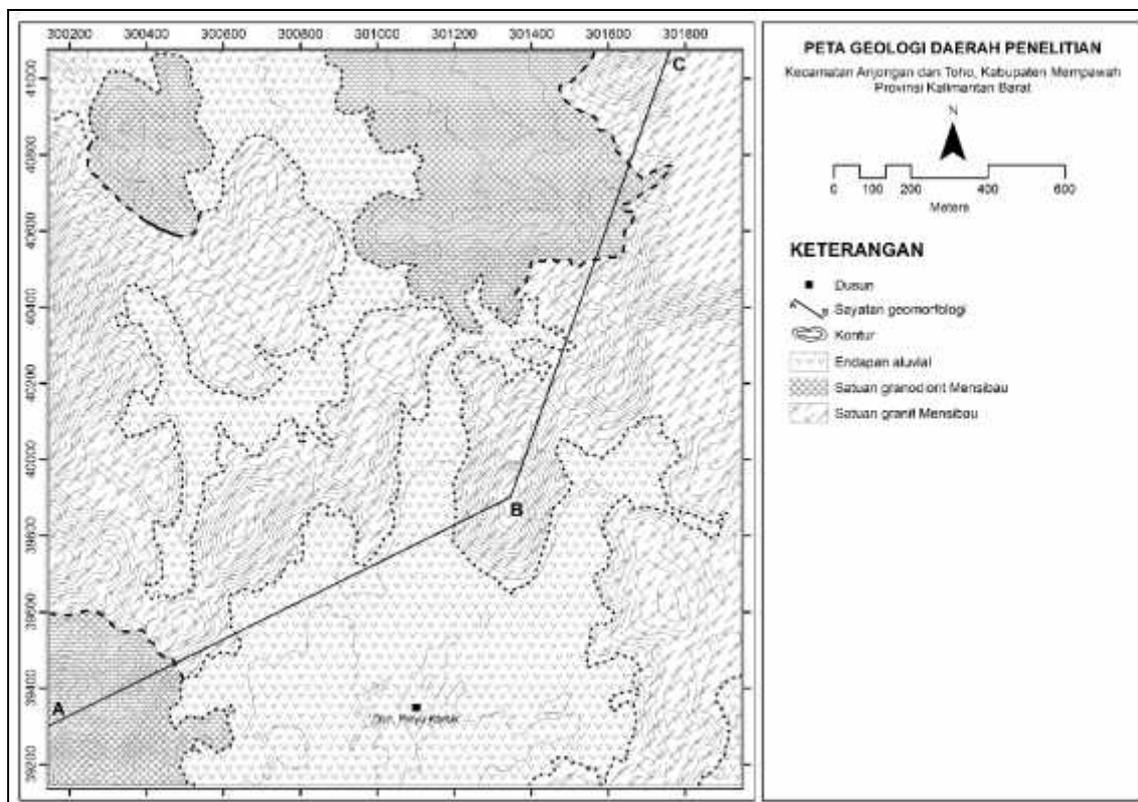


Lampiran 1. Peta Lintasan Pengamatan dan Lokasi Pengambilan Sampel

No	Kode Sampel	No Lintasan	Kehadiran Mineral						Nama Batuan
			Qz	Pl	Kfs	Hbl	Bt	Opq	
1	BX 02	3	■	○	■	○	□	○	Granit
2	BX 04 (A)	6	★	○	■	○	□	○	Granit
3	BX 04 (B)	6	□	★	○	●	○	○	Monzodiorit kuarsa
4	BX 09	11	●	■	■	-	□	○	Granit
5	BX 10	12	●	★	○	○	□	○	Granodiorit
6	BX 12	14	●	★	○	□	○	○	Granodiorit
7	BX 13	15	★	-	■	○	-	○	Granit
8	BX 15	17	★	□	□	○	-	○	Granit
9	BX 16	19	■	□	●	○	□	○	Granit
10	BX 17	20	●	★	○	○	○	○	Granodiorit
11	BX 18	22	■	■	□	○	□	○	Granit
12	BX 20	24	■	★	○	○	□	○	Granodiorit
13	BX 21	25	●	★	○	□	○	○	Granodiorit
14	BX 23	27	●	★	□	○	□	○	Granodiorit
15	BX 24	28	●	■	●	○	□	○	Granit
16	BX 26	30	●	★	○	□	□	○	Granodiorit
17	BX 29	33	■	○	■	□	□	○	Granit
18	BX 30	34	★	●	●	○	○	○	Granit

Keterangan : ★ (40%) ● (20-29%) ○ (5-9%)
 ■ (30-39%) □ (10-19%) - Tidak hadir

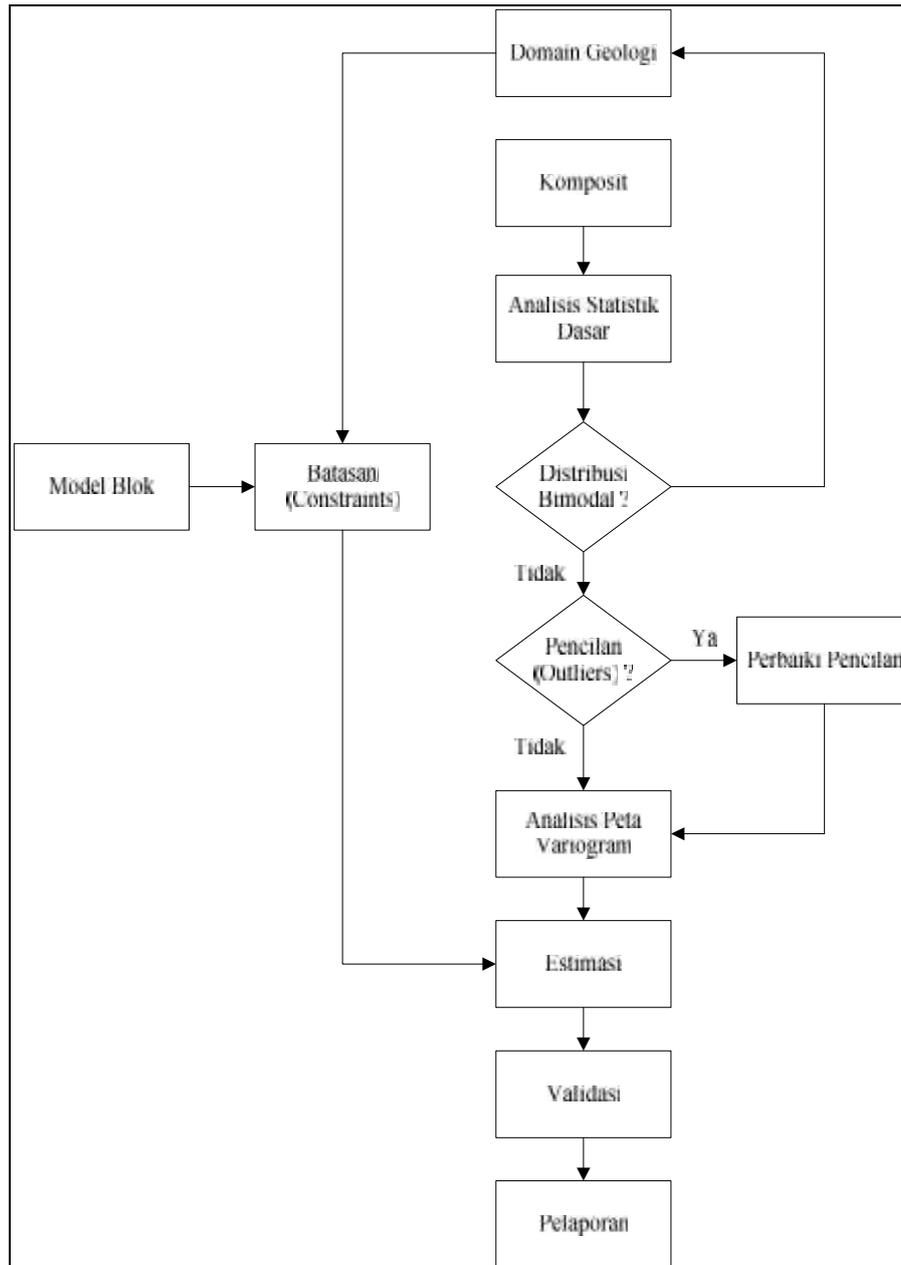
Lampiran 2. Komposisi Mineral Penyusun Batuan Hasil Analisis Petrografi (Klasifikasi Sistem IUGS)



Lampiran 3. Peta Geologi Daerah Penelitian

MASA	ZAMAN	KALA	FORMASI	SATUAN BATUAN	LITOLOGI		DESKRIPSI	
					BATUAN ENDAPAN	BATUAN TEROBOSAN		
KENOZOIKUM	KUARTER	HOLOSEN	ENDAPAN ALUVIAL DAN RAWA	Endapan Aluvial			<p>Endapan aluvial Batuan ini disusun oleh material sedimen dengan struktur lapisan kerikil bulat, menengah ukuran butir (panjang sampai kerikil 140.00039 - 3,8 mm), tersebar di antara satuan granit dan gabbro.</p> <p>Satuan granodiorit Mensibau Satuan ini disusun oleh granodiorit dan monzodiorit kuarsa. Granodiorit berwarna merah muda tak berwarna; mikrokristalin, fanelit kasar, sub-euhedral, euhedral atau hipokristalin; komposisi mineral kuarsa, plagioklas, biotit, muskovit, hornblenda, <math>K-feldspar</math> mineral opak. Satuan ini telah mengalami pelapukan secara kimiawi fisik, yang membentuk lelele.</p> <p>Monzodiorit kuarsa berwarna abu-abu hingga merah muda; mikrokristalin, fanelit sedang - kasar, subhedral, euhedral atau hipokristalin; komposisi mineral plagioklas, hornblenda, biotit, muskovit, <math>K-feldspar</math> dan mineral opak.</p> <p>Satuan granit Mensibau Granit berwarna merah muda; mikrokristalin, fanelit kasar, sub-euhedral, euhedral atau hipokristalin; komposisi mineral kuarsa, plagioklas, biotit, muskovit, hornblenda, <math>K-feldspar</math> dan mineral opak. Satuan ini telah mengalami pelapukan secara kimiawi fisik, sehingga terbentuknya lelele granit.</p>	
		PLISTOSEN						
	TERSIER	PLIOSEN						
		MIOSEN						
		OLIGOSEN						
		EOSEN						
MESOZOIKUM	KAPUR		GRANODIORIT MENSIBAU	Granodiorit Mensibau	Granit Mensibau			
		JURA						
		TRIAS						

Lampiran 4. Kolom Stratigrafi Daerah Penelitian



Lampiran 5. Alur Kerja Analisis Geostatistik
(Gemcom Surpac, 2013, modifikasi)



**BERITA ACARA
KEGIATAN SEMINAR NASIONAL ReTII KE-12 TAHUN 2017**

Pada hari ini Sabtu, Tanggal 9 Desember, Tahun 2017 telah dilaksanakan Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) ke-12, atas :

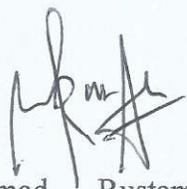
- Nama Pemakalah : Muhammad Rustam¹, Arifudin Idrus², Lucas Donny Setijadji³
Judul Makalah : GEOLOGI DAN ESTIMASI SUMBERDAYA DENGAN METODE ORDINARY KRIGING PADA ENDAPAN BAUKSIT DI KECAMATAN ANJONGAN DAN TOHO, KABUPATEN MEMPAAWAH, PROVINSI KALIMANTAN BARAT
Pukul : 11.00 - 11.15
Bertempat di : Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta
Dengan alamat : Jln. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, DIY
Ruang : C.2
Moderator : Dr. Hita Pandita, S.T., M.T
Notulen : Winarti, S.T., M.T

Susunan Acara Seminar ini dibuka oleh Moderator, diikuti oleh Pemaparan Singkat Hasil Penelitian oleh Pemakalah, Tanggapan (Pertanyaan/Kritik/Saran) dari Peserta Seminar dan Tanggapan Pemakalah, dan ditutup kembali oleh Moderator.

Jumlah Peserta yang hadir : 8 orang (Daftar Hadir Terlampir)

Demikian Berita Acara ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 9 Desember 2017

Ketua Panitia	Moderator	Pemakalah
 Dr. Ir. Sugiarto, MT	 Dr. Hita Pandita, S.T., M.T	 Muhammad Rustam ¹ , Arifudin Idrus ² , Lucas Donny Setijadji ³



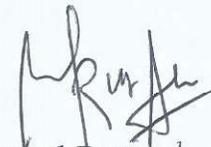
NOTULEN KEGIATAN SEMINAR NASIONAL ReTII KE-12 TAHUN 2017

Pada hari ini Sabtu, Tanggal 9 Desember, Tahun 2017 telah dilaksanakan Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) ke-12, atas :

- Nama Pemakalah : Muhammad Rustam¹, Arifudin Idrus², Lucas Donny Setijadji³
 Judul Makalah : GEOLOGI DAN ESTIMASI SUMBERDAYA DENGAN METODE ORDINARY KRIGING PADA ENDAPAN BAUKSIT DI KECAMATAN ANJONGAN DAN TOHO, KABUPATEN MEMPAWAH, PROVINSI KALIMANTAN BARAT
 Pukul : 11.00 - 11.15
 Bertempat di : STTNAS Yogyakarta
 Dengan alamat : Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, DIY
 Ruang : C.2

Pertanyaan/Kritik/Saran	Tanggapan Pemakalah
Pertanyaan (Dicho Rizky). - Alasan menggunakan metode ordinary kriging.	- Metode ini sederhana & batuan relatif homogen.
Pertanyaan (Wahyu Sasongko). - Estimasi sumberdaya hrs diidentifikasi dgn betul dulu ; tdk general.	- kriterianya masuk di sumber daya.

Yogyakarta, 9 Desember 2017

Ketua Panitia	Moderator	Pemakalah
 Dr. Ir. Sugianto, MT	 Dr. Hita Pandita, S.T., M.T	 Muhammad Rustam ¹ , Arifudin Idrus ² , Lucas Donny Setijadji ³