

Estimasi Sumberdaya Bauksit Menggunakan Geostatistik dengan Metode Ordinary kriging di PT Sandai Inti Jaya Tambang (SIJT) Desa Sandai Kiri, Kecamatan Sandai, Kabupaten Ketapang, Provinsi Kalimantan Barat

Bauxite Resource Estimation using Geostatistics with Ordinary Kriging Method at PT Sandai Inti Jaya Tambang (SIJT) Sandai Kiri Village, Sandai Sub-District, Ketapang Regency, West Kalimantan Province

¹Dimas Silitonga ²Dudi Nasrudin Usman, ³Maryanto

^{1,2}*Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Jl. Tamansari No. 1 Bandung 40116*

e-mail: ¹dimassilitonga04@gmail.com, ²dudi.n.usman@gmail.com, ³maryanto.geo@gmail.com

Abstract. Calculation of resources an important role in reducing the risk of determining the amount and facilitating commercial exploitation of a deposit of minerals. Good resource calculation can help determine the investment to be invested. In this case the method used to calculate resources is the geostatistical method with the ordinary kriging approach. The choice of this method is because the geostatistical method can predict the value of the surrounding area that does not have real data. So that predictions can be made that are close to the actual spread value. There are 335 test well points in an area of 8.3 ha with an average distance between the test well points, which is 50m. Sampling of bauxite is carried out at 1m interval and stopped when it has reached the clay. For bauxite with a high grade, which contains Al₂O₃ content > 45%; SiO₂ <10%, medium grade content of Al₂O₃ > 45%; SiO₂ <15%, and low grade Al₂O₃ content <45%; SiO₂ <15%. Unwashed bauxite (UBX) total tonnage in block 7 area is 5,877,446 tons. Where after multiplied by the concretion factor, the total tonnage washed bauxite (WBX) was 3,044,517 tons. Resources in block 7 are included in the category of measured resources, with a Relative Kriging Standard Deviation of 27%.

Keyword : Bauxite, Ordinary kriging, Resource

Abstrak. Kegiatan penambangan bauksit di PT SIJT pada blok 6 hampir selesai ditambang, sehingga perlu direncanakan kegiatan penambangan yang baru. Untuk dapat melakukan perencanaan pada area blok 7, maka perusahaan perlu mengestimasi nilai sumberdaya di blok tersebut. Terdapat 335 titik sumur uji pada luasan area 8,3 Ha dengan jarak rata-rata antara titik sumur uji yaitu 50m. Pengambilan contoh bauksit dilakukan dengan interval 1m dan dihentikan apabila telah mencapai lempung. Berdasarkan klasifikasi dari perusahaan, bauksit dengan klasifikasi high quality apabila kadar Al₂O₃ > 45% dan SiO₂ < 15%. Sebaliknya untuk bauksit low quality apabila kadar Al₂O₃ < 45% dan SiO₂ > 15%. Dari data komposit hasil sumur uji di area blok 7 PT Sandai Inti Jaya Tambang (SIJT) arah sebaran bauksit dengan kadar Al₂O₃ > 45% dan SiO₂ < 15% cenderung ke arah tenggara. Sedangkan untuk sebaran kadar Al₂O₃ dengan kadar < 45% dan SiO₂ > 15% cenderung ke arah barat laut. Total tonase unwashed bauxite (UBX) di area blok 7 yaitu sebesar 6.269.276 ton dan total tonase washed bauxite (WBX) sebesar 3.247.485 ton. Sumberdaya di area blok 7 termasuk kedalam kategori sumberdaya terukur, dengan nilai RKSD (Relative Kriging Standar Deviation) sebesar 27%.

Kata kunci : Bauksit, Ordinary kriging, Sumberdaya.

A. Pendahuluan

Latar Belakang.

Tahap akhir dari kegiatan eksplorasi adalah melakukan estimasi sumberdaya berdasarkan seluruh data penyelidikan. Salah satu kegiatan eksplorasi bauksit di blok 7 yang dilakukan oleh PT SIJT adalah melakukan eksplorasi dengan membuat sumur uji untuk mendapatkan data yang

akan digunakan dalam perhitungan sumberdaya.

Kegiatan penambangan bauksit di PT SIJT pada blok 6 hampir selesai ditambang, sehingga perlu direncanakan kegiatan penambangan yang baru. Untuk dapat melakukan perencanaan tambang pada blok 7, maka perusahaan perlu mengestimasi nilai sumberdaya di blok tersebut. Hal ini menjadi latar belakang penulis untuk

melakukan perhitungan sumberdaya bijih bauksit di blok 7 PT SIJT Kecamatan Sandai, Kabupaten Ketapang, Kalimantan Barat.

Dalam penaksiran kadar dan estimasi sumberdaya telah dikembangkan berbagai metode. Secara garis besar, metode penaksiran kadar dan estimasi sumberdaya dapat dikelompokkan menjadi metode klasik (konvensional) dan metode yang lebih modern berbasis geostatistika. Penaksiran kadar dan estimasi sumberdaya bijih bauksit di blok 7 di estimasi menggunakan geostatistik dengan metode ordinary kriging dalam software SGeMS. Pemilihan metode geostatistik untuk estimasi sumberdaya dikarenakan dapat menaksir nilai kadar dari daerah sekitar yang tidak memiliki data real atau tidak dilakukan sumur uji, sehingga dapat dibuat hasil penaksiran yang mendekati nilai sebenarnya.

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui penyebaran kadar dari Al_2O_3 dan SiO_2 di area blok 7 dengan menggunakan metode ordinary kriging.
2. Mengetahui Hubungan kadar Al_2O_3 terhadap SiO_2 .
3. Mengestimasi sumberdaya unwashed bauxite (UBX) dan washed bauxite di area blok 7.
4. Mengklasifikasikan sumberdaya bauksit di blok 7 berdasarkan nilai RKSD (Relative Kriging Standard Deviation).

B. Landasan Teori

Genesa Bijih Bauksit

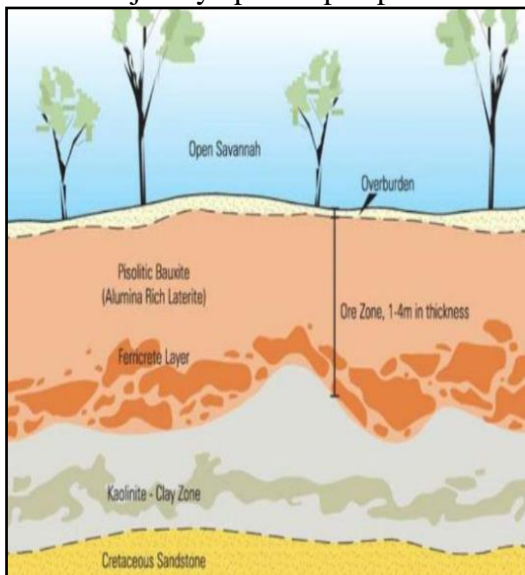
Bauksit terjadi dari proses pelapukan (laterisasi) batuan induk, erat kaitannya dengan penyebaran nepheline, syenit, granit, andesit, dolerite, gabro, basalt, hornfels, schist, slate, kaolinitic, shale, limestone dan phonolite. Bauksit terjadi di daerah tropika dan subtropika serta

membentuk perbukitan yang landai dengan memungkinkan pelapukan sangat kuat. Apabila batuan-batuan tersebut mengalami pelapukan, mineral yang mudah larut akan terlarutkan, seperti mineral-mineral alkali, sedangkan mineral yang tahan akan pelapukan akan terakumulasi. Dalam kondisi tertentu batuan yang terbentuk dari mineral silikat dan lempung akan terpecah-pecah dan silika terpisahkan sedangkan oksida aluminium dan oksida besi terkonsentrasi sebagai residu. Kejadian tersebut terjadi secara terus menerus dalam waktu yang cukup dan produk pelapukan terhindar dari erosi, akan menghasilkan endapan lateritik. Kandungan aluminium yang tinggi pada batuan merupakan syarat utama dalam pembentukan bauksit, tetapi yang lebih penting adalah intensitas dan lamanya proses laterisasi.

Bauksit terbentuk dari batuan yang mempunyai kadar Al nisbi tinggi, kadar Fe rendah dan kadar kuarsa (SiO_2) bebasnya sedikit atau bahkan tidak mengandung sama sekali (misalnya *sienit* dan *nefelin*) yang berasal dari batuan beku, batu lempung-lempung dan serpih. Bauksit dapat ditemukan dalam lapisan mendatar tetapi kedudukannya di kedalaman tertentu. Kondisi-kondisi utama yang memungkinkan terjadinya endapan bauksit secara optimum adalah :

1. Adanya batuan yang mudah larut dan menghasilkan batuan sisa yang kaya aluminium
2. Adanya vegetasi dan bakteri yang mempercepat proses pelapukan
3. Porositas batuan yang tinggi sehingga siklus air berjalan dengan mudah
4. Adanya pergantian musim (cuaca) hujan dan kemarau (kering)
5. Adanya bahan yang tepat untuk

- pelarutan
6. Relief (bentuk permukaan) yang relatif rata, yang mana memungkinkan terjadinya pergerakan air dengan tingkat erosi minimum
 7. Waktu yang cukup untuk terjadinya proses pelapukan



Gambar 1. Profil Endapan Bijih Bauksit

Geostatistik (*Geostatistical*)

Pada perkembangannya banyak metode kriging yang dikembangkan untuk menangani berbagai macam kasus yang ada dalam data geostatistik salah satu kasus yaitu terdapat data kandungan mineral tersampel yang tidak memiliki trend (kecenderungan) tertentu. Metode kriging yang sesuai untuk menyelesaikan kasus tersebut antara lain *simple kriging* dan *ordinary kriging*. Metode *ordinary kriging* digunakan karena pada kenyataannya rata-rata populasi tidak dapat diketahui.

Matheron (1963) geostatistik adalah ilmu yang khusus mempelajari distribusi dalam ruang, yang sangat berguna untuk insinyur tambang dan ahli geologi, seperti grade, ketebalan, akumulasi dan termasuk semua aplikasi praktis untuk masalah-masalah yang muncul di dalam evaluasi endapan

bijih, Geostatistik merupakan salah satu ilmu yang menggunakan analisis spasial. Analisis spasial merupakan analisis yang memiliki atribut lokasi, seperti koordinat.

Menurut Matheron (1963), Variabel terregionalisasi adalah suatu fungsi numerik dalam ruang yang berubah dari satu tempat ke tempat yang lain dengan kontinuitas semu yang variasinya tidak dapat dinyatakan dengan fungsi--fungsi matematik biasa (variasinya sukar ditebak, tapi kalau dikatakan random atau acak juga tidak), sehingga variabel ini menampilkan fenomena dan watak yang khusus.

Menurut Deutsch (2002), Variabel terregionalisasi (*regionalized variable*), adalah variabel yang dapat mempunyai nilai yang berbeda (bervariasi / berfluktuasi) dengan berubahnya lokasi / tempat, misalnya lithofasies, berfluktuasi) dengan berubahnya lokasi / tempat, misalnya lithofasies, porositas, permeabilitas.

Komponen dasar Geostatistik :

1. (Semi) *variogram analysis* merupakan karakterisasi dari korelasi spasial dalam artian data menjadi kurang atau tidak berkorelasi seiring dengan bertambahnya jarak (lag) dari posisi data diambil.
2. Kriging merupakan optimal interpolation yang menghasilkan *linear unbiased estimate* di setiap lokasi.
3. *Stochastic simulation* merupakan proses untuk menghasilkan multiple equiprobable images dari variabel dengan menggunakan semivariogram model.

Variogram

Variogram merupakan suatu metode analisis secara geostatistik yang berfungsi untuk mengkuantifikasi tingkat kemiripan atau variabilitas antara dua conto yang terpisah pada

jarak tertentu. Data yang dekat dengan titik yang ditaksir memiliki kecenderungan nilai yang lebih mirip dibandingkan data yang lebih jauh. Variogram atau Semivariogram adalah alat utama dalam perhitungan melalui geostatistik, juga merupakan pengukur varians dalam estimasi nilai $Z(x+h)$ dengan nilai $Z(x)$. Jika sampel pada posisi $x+h$ nilainya sama dengan sampel pada posisi x , maka kesalahan adalah $Z(x) - Z(x+h)$, yang kuadrat rata-ratanya bernilai $2\gamma(h)$.

Pada geostatistika, variogram digunakan untuk menentukan jarak dimana nilai-nilai data pengamatan menjadi tidak saling tergantung atau tidak ada korelasinya. Simbol dari variogram adalah 2γ . Semivariogram ini digunakan untuk mengukur korelasi spasial berupa variansi eror pada lokasi u dan lokasi $u + h$. (Munadi, 2005: 33).

Fenomena-fenomena perbedaan penyebaran mineralisasi akan sangat mudah diterangkan dengan (semi) variogram, $\gamma(h)$, yang merupakan fungsi jarak (h) dan menyatakan besarnya penyimpangan sampai sejauh jarak pengaruh (a).

Dimana :

$\gamma(h)$ = Nilai variogram untuk arah tertentu dan jarak h .

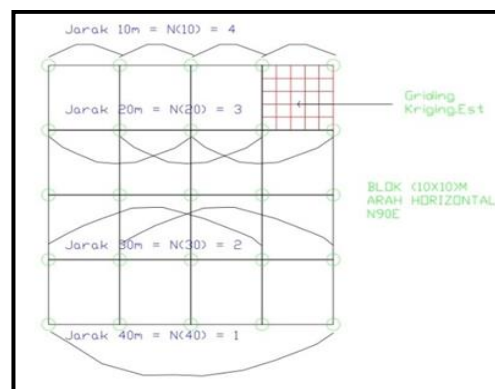
h = 1d, 2d, 3d, 4d (d=jarak k antar conto)

$z(t_i)$ = Harga (data) pada titik x_i

$z(t_i+h)$ = Harga (data) pada titik yang berjarak h dari x_i

$N(h)$ = Jumlah pasangan data

$$\gamma(h) = \frac{\sum_{i=1}^N [z(t_i) - z(t_i + h)]^2}{2N(h)}$$



Sumber: Anonim

Gambar 2. $N(h)$ / Pasangan data

Metode Kriging

Istilah kriging diambil dari nama seorang ahli, yaitu D.G. Krige, yang pertama kali menggunakan korelasi spasial dan estimator yang tidak bias. Istilah kriging diperkenalkan oleh G.Matheron untuk menonjolkan metode khusus dalam *moving average* terbobot (*weighted moving average*) yang meminimalkan varians dari hasil estimasi. Jadi metode kriging. Kriging sebagai metode interpolasi membutuhkan proses inversi matriks korelasi antar sampel.

Secara empiris, observasi yang berada jauh dari titik interpolasi cenderung memiliki bobot nol atau negative (*screen effect*). Metode kriging menghasilkan estimator tidak bias terbaik (*the best unbiased estimator, BLUE*) dari variabel yang ingin diketahui nilainya.

Matheron memberikan cara penaksir yang lebih akurat melalui pembobotan harga-harga conto dengan bantuan fungsi variogram. Nama cara ini (*kriging*) diberikan sebagai penghormatan kepada D.G. Krige, yang memelopori cara penaksiran kadar emas dengan menggunakan koreksi antar conto pada tahun limapuluhan di Afrika Selatan. Korelasi antara kadar conto pemboran dengan kadar sebenarnya dari suatu blok

penambahan di titik bor tersebut (diperoleh setelah blok tersebut ditambang) akan memberikan suatu diagram pencar yang memperlihatkan, bahwa sebagian besar pasangan kadar tersebut terletak di dalam suatu ellips.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Kegiatan eksplorasi yang dilakukan di daerah penelitian yaitu dengan eksplorasi langsung menggunakan sumur uji. Terdapat 335 titik sumur uji pada luasan area 8,3 Ha dengan jarak rata-rata antara titik sumur uji yaitu 50m.

Kompositing Data

Teknik komposit digunakan untuk mereduksi jumlah data. Kompositing data dilakukan untuk mereduksi adanya efek penciran data (sangat tinggi maupun sangat rendah) dan bersifat tidak menentu. Data komposit yang diperoleh dari hasil sumur uji akan digunakan sebagai dasar estimasi sumberdaya. Data kadar yang digunakan pada penelitian ini adalah kadar Al_2O_3 dan SiO_2 . Berikut rumus komposit data:

$$\bar{g} = \frac{\sum_i^n t_i \cdot g_i}{\sum_i^n t_i}$$

$$\bar{g} = \frac{(t1 \cdot g1) + (t2 \cdot g2) + \dots + (tn \cdot gn)}{t1 + t2 + \dots + tn}$$

Keterangan:

$$\bar{g} = \text{Kadar Rata - rata}$$

t_i = Tebal Ore

g_i = Kadar ore

Dari rumus di atas, dapat dilakukan proses kompositing untuk mengetahui rata-rata kadar dari Al_2O_3 , SiO_2 , dan CF setiap sumur uji. Contoh perhitungan komposit data *test pit* pada koordinat x,y (443200,9867300) untuk unsur Al_2O_3 .

$$\bar{g} = \frac{(1 \times 56,47) + (1 \times 54,91) + (1 \times 52,08) + (1 \times 50,49) + (0,7 \times 52,07)}{1 + 1 + 1 + 1 + 0,7}$$

$$\bar{g} = \frac{250,392}{4,7}$$

$$\bar{g} = 53,27\%$$

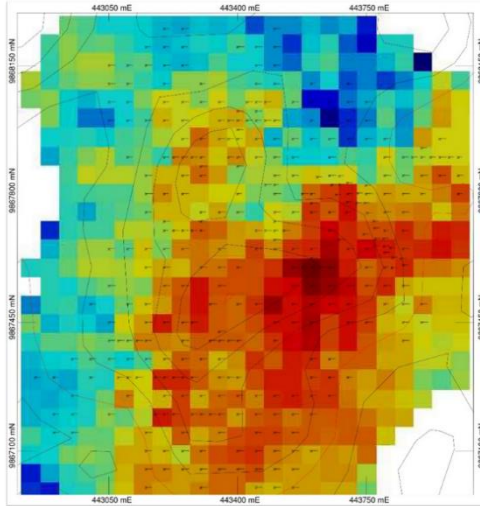
Perlakuan yang sama dilakukan untuk perhitungan SiO_2 dan CF.

Penyebaran Kadar Al_2O_3 , SiO_2 , dan Ketebalan Bauksit

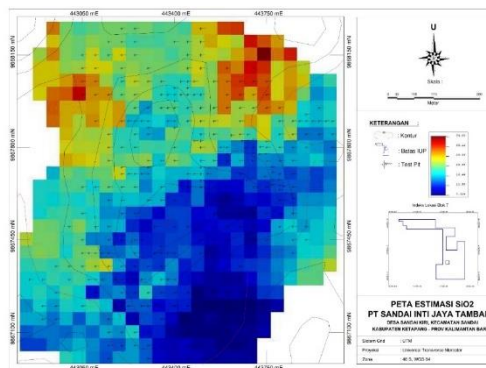
Untuk sumbu kelas *high* berada pada kadar $Al_2O_3 > 45\%$ dengan kandungan $SiO_2 < 10\%$, kelas *medium* kandungan kadar $Al_2O_3 > 45\%$; $SiO_2 < 15\%$, dan kelas *low* kandungan kadaerdaya bauksit dengr $Al_2O_3 < 45\%$; $SiO_2 < 15\%$. (Sumber: COG Bauksit PT Sandai Inti Jaya Tambang). Berdasarkan *cut off grade* tersebut dapat dilihat dari hasil estimasi kandungan kadar Al_2O_3 , SiO_2 , dan ketebalan sebagai berikut:

1. Dari hasil estimasi yang diolah dengan menggunakan *software* SGeMS dapat dilihat *trend* dari sebaran kadar Al_2O_3 . Pada (Gambar 3) terlihat jelas kadar Al_2O_3 di atas 45% berada diarah tenggara, yang ditandai dengan warna kuning – warna merah tua. Sedangkan untuk kadar Al_2O_3 di bawah 45% berada diarah barat laut, yang ditandai dengan warna hijau – warna biru tua.
2. Dari hasil estimasi yang diolah dengan menggunakan *software* SGeMS dapat dilihat *trend* dari sebaran kadar SiO_2 . Pada (Gambar 4) terlihat jelas kadar SiO_2 di atas 15% berada diarah barat laut, yang ditandai dengan warna kuning – warna merah tua. Sedangkan untuk kadar SiO_2 di bawah 15% berada diarah tenggara, yang ditandai dengan warna hijau – warna biru tua.
3. Dari hasil estimasi yang diolah dengan menggunakan *software* SGeMS dapat dilihat *trend* dari sebaran ketebalan. Pada

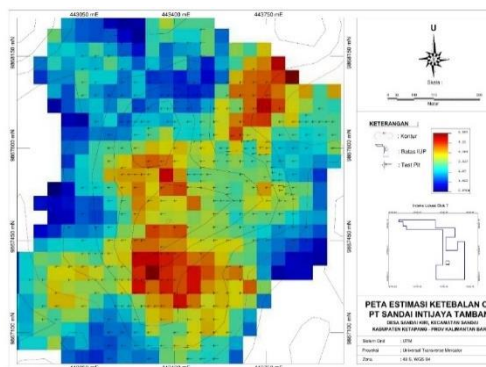
(Gambar 5) terlihat jelas ketebalan 3 m – 6 m berada ditengah-tengah area estimasi. Sedangkan untuk ketebalan 0 m – 3 m berada ditepi area estimasi.



Gambar 3. Hasil Estimasi Al_2O_3



Gambar 4. Hasil Estimasi SiO_2



Gambar 5. Hasil Estimasi Tebal

D. Kesimpulan

1. Berdasarkan klasifikasi dari perusahaan, bauksit dengan klasifikasi *high quality* apabila kadar $Al_2O_3 > 45\%$ dan $SiO_2 < 15\%$. Sebaliknya untuk bauksit *low quality* apabila kadar $Al_2O_3 < 45\%$ dan $SiO_2 > 15\%$. Dari data komposit hasil sumur uji diarea blok 7 PT Sandai Inti Jaya Tambang (SIJT) arah sebaran bauksit dengan kadar $Al_2O_3 > 45\%$ dan $SiO_2 < 15\%$ cenderung kearah tenggara. Sedangkan untuk sebaran kadar Al_2O_3 dengan kadar $< 45\%$ dan $SiO_2 > 15\%$ cenderung kearah barat laut.
2. Hubungan Kadar Al_2O_3 dan SiO_2 memiliki hubungan korelasi yang kuat, apabila semakin tinggi kadar Al_2O_3 maka kadar SiO_2 akan rendah. Apabila kadar SiO_2 tinggi maka kadar Al_2O_3 akan rendah.
3. Total tonase *unwashed bauxite (UBX)* diarea blok 7 yaitu sebesar 6.269.276 ton dan total tonase *washed bauxite (WBX)* sebesar 3.247.485 ton.
4. Sumberdaya tersebut dapat diklasifikasikan sebagai sumberdaya terukur. Dimana nilai rata-rata RKSD (*Relative Kriging Standard Deviation*) untuk unsur Al_2O_3 sebesar 27%.

Daftar Pustaka

- Supriatna, S., Sukardi & Rustandi E., 1995, “*Peta Geologi Lembar Ketapang, Kalimantan*”, Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi.
- Bemmelen, R. V., 1949, “*The Geology of Indonesia*”, Netherland: Martynus Nyhoff.
- Nasution, S., 2006, “*Metode Research*”, Bumi Aksara, Jakarta.

- Clark, I., 1979, “ *Practical Geostatistics*”, Elsevier Applied Science Publishers Ltd., England.
- Sulistiyana, Waterman.,1998, “ *Kriging Indikator Sebagai Metode Alternatif Untuk Penaksiran Kadar Bijih Secara Geostatistik* ”, Prosiding Temu Ilmiah dan Reuni 1998 Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
- Guskarnali, dan Sulistiyana, Waterman., 2015, “*Analisis Penaksiran Sumberdaya Nikel Laterit-3D Menggunakan Metode Block Kriging*”, Prosiding Seminar Nasional Kebumihan X-FTM-UPN “Veteran” Yogyakarta.
- Setiawan, Aldi Rifaldi., 2017, “ *RANCANGAN TEKNIS PENAMBANGAN BIJIH BAUKSIT PADA WILAYAH BUKIT D PT. KALBAR BUMI PERKASA KECAMATAN TAYAN HILIR KABUPATEN SANGGAU PROVINSI KALIMANTAN BARAT* “, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung.
- Guilford, J.P., 1956, “*Fundamental Statistics in Psychology and Education*”. (p. 145). New York: McGraw Hill.
- Guskarnali., 2016, “*Metode Point Kriging Untuk Estimasi Sumberdaya Bijih Besi (Fe) Menggunakan Data Assay (3D)*”, Promine Jurnal Universitas Bangka Belitung Vol 4 (2), page 13-20.