

## Estimasi Sumberdaya Batugamping di PT X, Kecamatan Palimanan, Kabupaten Cirebon, Provinsi Jawa Barat

Dika Hadi Anugrah\*, Dono Guntoro

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

\*dikahadianugrah@gmail.com, guntoro\_mining@gmail.com

**Abstract.** Limestone is an excavated material that can be used as a raw material for cement. In the manufacture of cement there are three raw materials, namely limestone as the main raw material, then there are corrective raw materials, namely iron sand and quartz sand and additive raw material, namely gypsum. The main compound of limestone used as raw material for cement is CaO compound. In the formation of limestone, the value of CaO content has variations due to differences in facies in the formation process, so that the distribution of CaO content is not necessarily homogeneous. With the requirement for CaO content as a cement raw material, which is 47%, it is necessary to have a model to describe the geometry of the sediment and the distribution of CaO levels at the research site. The resource estimation method used is the *kriging* method. The basis for determining resources is to talk about the level of confidence. Thus, the selection of the *kriging* method is because this method is the best linear unbiased estimator, many parameters are considered in the *kriging* method, one of which is the variogram model. The variogram model is a spatial statistical analysis (geostatistics), or statistical analysis by considering the location of the sample points, in order to obtain information related to the relationship of one point to another which is expressed in a range or radius of information points that still have a spatial relationship. The results of the estimation of limestone resources are as follows. Limestone resources in Quarry B are 12,844,500 tons with an average CaO content of 48.48%, and in Quarry C as many as 10,857,000 tons with an average CaO content of 41.17%.

**Keywords:** Resources, Requirements for Cement Raw Materials, Limestone.

**Abstrak.** Batugamping merupakan bahan galian yang dapat dimanfaatkan salah satunya sebagai bahan baku semen. Dalam pembuatan semen terdapat tiga bahan baku, yaitu batugamping sebagai bahan baku utama, kemudian terdapat bahan baku corrective yaitu pasir besi dan pasir kuarsa serta bahan baku additive yaitu gypsum. Senyawa utama batugamping yang dimanfaatkan sebagai bahan baku semen adalah senyawa CaO. Pada keterbentukan batugamping, nilai kadar CaO memiliki variasi yang diakibatkan adanya perbedaan fasies dalam proses pembentukannya, sehingga distribusi kadar CaO di lokasi penelitian. Metode estimasi sumberdaya yang digunakan adalah metode *kriging*. Dasar dalam penentuan sumberdaya adalah berbicara terkait tingkat keyakinan. Dengan demikian, pemilihan metode *kriging* dikarenakan metode ini merupakan best linear unbiased estimator, banyak parameter yang diperhatikan dalam metode *kriging* salah satunya adalah model variogram. Model variogram merupakan analisis statistik spasial (geostatistik), atau analisis statistik dengan mempertimbangkan lokasi titik sampel, sehingga didapatkan informasi terkait hubungan satu titik dengan titik yang lainnya yang dinyatakan dalam range atau radius titik informasi yang masih memiliki hubungan secara spasial. Hasil dari estimasi sumberdaya batugamping adalah sebagai berikut Sumberdaya batugamping di Quarry B sebanyak 12.844.500 Ton dengan kadar rata-rata CaO 48,48%, dan di Quarry C sebanyak 10.857.000 Ton dengan kadar rata-rata CaO 41,17%.

**Kata Kunci:** Sumberdaya, Syarat Bahan Baku Semen, Batugamping.

## 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 (KCMI, 2017). Berdasarkan profil data dan statistik energi dan sumberdaya mineral Jawa Barat, di Kabupaten Cirebon terdapat sumberdaya batugamping sebanyak 177.891.333 ton.

Batugamping merupakan bahan galian yang dapat dimanfaatkan salah satunya sebagai bahan baku semen. Semen merupakan suatu bahan *hidrolis*, yaitu bahan yang akan mengalami proses pengerasan pada pencampurannya dengan air ataupun dengan larutan asam. Dalam pembuatan semen terdapat tiga bahan baku, yaitu batugamping sebagai bahan baku utama, kemudian terdapat bahan baku *corrective* yaitu pasir besi dan pasir kuarsa serta bahan baku *additive* yaitu gypsum. Senyawa utama batugamping yang dimanfaatkan sebagai bahan baku semen adalah senyawa CaO.

Pada keterbentukan batugamping, nilai kadar CaO memiliki variasi yang diakibatkan adanya perbedaan fasies dalam proses pembentukannya. Dengan adanya variabilitas antara spasial terhadap kadar CaO di alam, sehingga distribusinya belum tentu homogen, dengan demikian perlu adanya pemodelan dan estimasi sumberdaya untuk mendapatkan distribusi kadar CaO. Pada dasarnya pemodelan dan estimasi sumberdaya bertujuan untuk mengetahui kuantitas dan distribusi kualitas batugamping. Dengan adanya nilai syarat kadar CaO sebagai bahan baku semen yang telah ditentukan perusahaan yaitu 47%, maka pemodelan dan estimasi sumberdaya ini sangat penting sehingga didapatkan model blok sumberdaya dengan berdasarkan kualitasnya yaitu kadar CaO.

## B. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan cara pengambilan data ke perusahaan serta pengolahan data sehingga dapat dihasilkan suatu analisis dari kegiatan pengukuran, dan pengolahan. Data yang didapatkan dari metode yang dilakukan antara lain :

### 1. Pengambilan Data

Dalam penelitian ini, data yang digunakan berupa data sekunder hasil dari kegiatan pengeboran di PT X, meliputi data survey, data *collar*, data *litologi* dan data assay. Selain itu terdapat data sekunder lainnya yang berasal dari perusahaan seperti peta topografi dan peta geologi lokal.

### 2. Pengolahan Data

Data yang digunakan dalam mengestimasi sumberdaya antara lain data survey, data *collar*, data *litologi* dan data assay kemudian terlebih dahulu dilakukan validasi dan preparasi data, kemudian dilakukan analisis statistik untuk mendapatkan distribusi data sebagai penentuan jenis *kriging* yang akan digunakan. Data hasil uji laboratorium atau data assay kemudian dilakukan *composite* setiap 6 meter (dengan pertimbangan tinggi jenjang), kemudian data yang telah dilakukan *composite* dilakukan *cut outlier*, pemotongan pencilan tersebut dilakukan untuk menghindari *underestimate* dan *overestimate* pada saat pembuatan model *variogram*. Sebelum memodelkan *variogram*, terlebih dahulu membuat *variogram* map, yaitu bertujuan untuk mendapatkan arah yang memiliki nilai yang stasioner sehingga mendapatkan output *variogram* eksperimental, kemudian pemodelan *variogram* dilakukan untuk mendapatkan parameter sebagai input dalam mengestimasi sumberdaya, setelah didapatkan model *variogram*, kemudian model *variogram* tersebut terlebih dahulu divalidasi terhadap *grade (raw data)*. Sebelum mengestimasi sumberdaya, terlebih dahulu membuat blok-blok yang akan diestimasi, kemudian estimasi sumberdaya dilakukan dengan memasukan parameter hasil dari model *variogram* hingga mendapatkan model sumberdaya. Model sumberdaya kemudian divalidasi terhadap topografi dan diklasifikasikan berdasarkan kandungan CaO yang telah ditetapkan oleh perusahaan, sehingga didapatkan nilai sumberdaya batugamping yang memenuhi dan tidak memenuhi *cut off grade* kadar CaO.

### 3. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data menggunakan metode analisis statistik yaitu analisis *univariate*.

Hasil analisis tersebut berupa nilai *variance* yang akan menjadi input untuk *fitting variogram* dan distribusi data digunakan untuk menentukan metode *kriging* yang akan digunakan untuk memodelkan sumberdaya, sehingga setelah melewati proses estimasi *kriging*, jenis sumberdaya bisa didapatkan dengan menghitung nilai RKSD.

#### 4. Kesimpulan

Bab ini berisikan kesimpulan yang telah didapatkan dari proses pengolahan data yang dilakukan selama skripsi dilakukan, sekaligus memberikan saran untuk kemudian dapat menjadi evaluasi dalam proses pengambilan data di kemudian hari agar lebih baik.

### C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

#### Data Hasil Penelitian

Hasil dari tahapan mengestimasi sumberdaya adalah sebagai berikut:

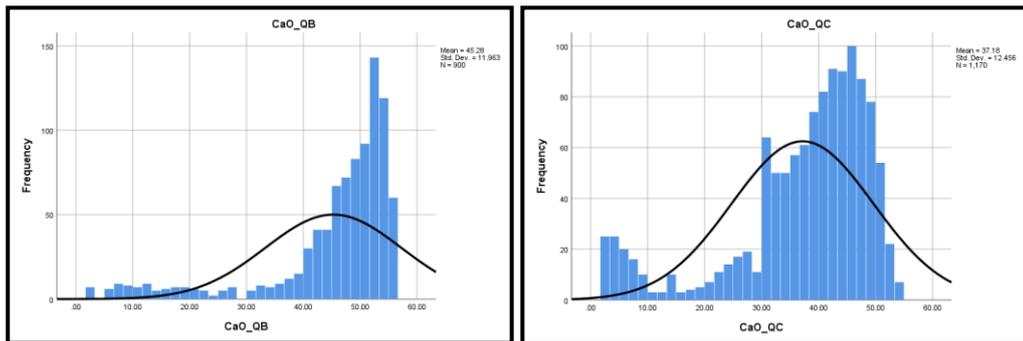
##### 1. Analisis Statistik

Dalam penelitian ini terdapat dua analisis statistik yaitu analisis *univariate* dan analisis *bivariate*, termasuk di dalamnya terdapat uji normalitas baik itu secara visual (Histogram dan PP-Plot). Adapun analisis deskriptif terhadap kadar CaO memiliki nilai koefisien variasi sebesar 0,26 di *Quarry B* dan 0,33 di *Quarry C*. jika dilihat berdasarkan nilai koefisien variasi pada beberapa tipe endapan mineral di dunia, koefisien variasi CaO pada daerah penelitian lebih cenderung mendekati nilai koefisien variasi endapan iron ore (0,27) yang menandakan bahwa penyebaran kadar CaO di lokasi penelitian tidak homogen.

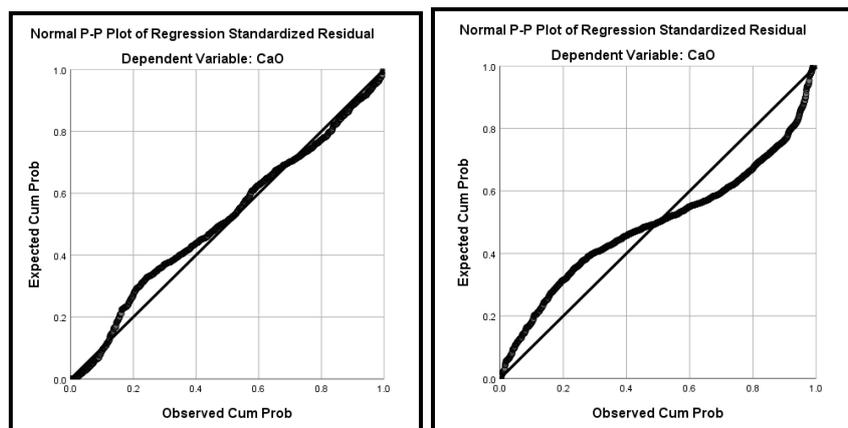
Statistik	CaO	
	Quarry B	Quarry C
Mean	45.281606	37.178361
Standard Error	0.3987699	0.3641645
Median	49.35	40.649
Mode	55.52	30.87
Standard Deviation	11.963098	12.456342
Sample Variance	143.11572	155.16045
Kurtosis	3.21336	1.2568974
Skewness	1.9681819	1.3638068
Range	53.769	52.86
Minimum	2.251	2.065
Maximum	56.02	54.925
Sum	40753.445	43498.682
Count	900	1170
Koefisien Variasi	0.2641933	0.3350428

Kemudian dilakukan uji normalitas secara visual dengan membuat histogram, karena

histogram sangat berguna untuk mengetahui bentuk secara grafik dari distribusi suatu data, sehingga dapat berguna sebagai informasi awal untuk melakukan pemrograman data dengan arti lain, kesimpulan dari hasil uji statistik ini dapat menentukan jenis *kriging* yang tepat untuk digunakan berdasarkan distribusi data di lokasi penelitian, jika distribusi data tidak normal, jenis *kriging* yang digunakan yaitu *ordinary kriging* dan jika distribusi data normal, maka *kriging* yang digunakan adalah *simple kriging*. Analisis *univariate* bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai distribusi data, karena dalam penelitian ini variabel distribusi data akan menentukan metode *kriging* yang akan digunakan. Dalam penelitian ini variabel senyawa yang dianalisis yaitu senyawa CaO. Jika dilihat pada histogram, distribusi data kadar CaO menunjukkan distribusi *skewness negative*, hal tersebut mengartikan bahwa distribusi kadar CaO di lokasi penelitian tidak homogen.



*Probability plot* merupakan suatu cara pada uji normalitas secara grafik untuk mendapatkan informasi bahwa data tersebar secara normal atau tidak normal, karena seperti pada histogram, informasi terkait distribusi data sangat mempengaruhi proses pengerjaan estimasi dengan geostatistik, karena akan menentukan jenis metode *kriging* yang akan digunakan. Jika titik tersebar merata di sekitar garis linear dengan sudut 45° maka data terdistribusi normal, jika tidak maka data tidak terdistribusi normal. Kemudian jika dilihat dari *Probability plot* menunjukkan titik-titik tidak tersebar searah garis linear yang ada, sehingga data memiliki distribusi tidak normal. Sama halnya dengan kesimpulan terhadap histogram, yaitu distribusi kadar CaO di lokasi penelitian tidak homogen. Jadi dapat disimpulkan bahwa kadar CaO memiliki distribusi data tidak normal sehingga metode yang akan digunakan adalah *ordinary kriging*.

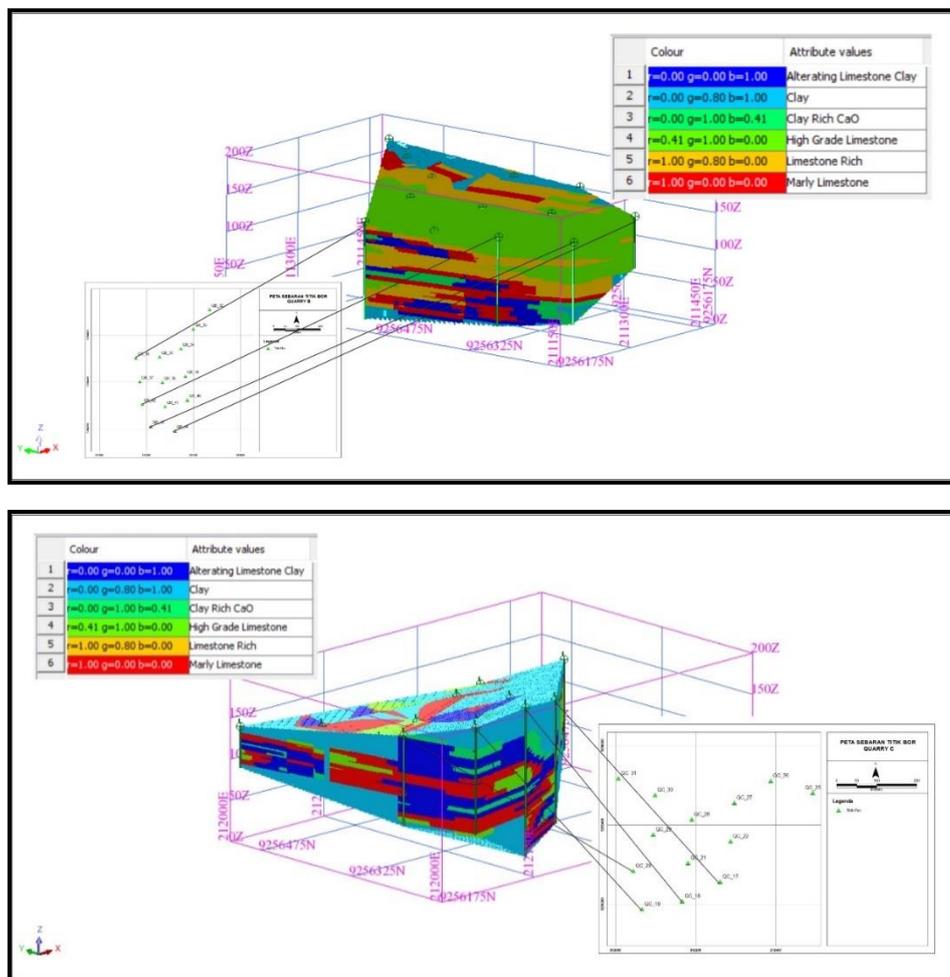


Section 1 ini dengan pemodelan *slide* menunjukkan nilai Faktor Keamanan 0,932 dengan nilai PF (*Probability Failure*) 95%, dengan beban yang ditambah dari nilai beban beton dan kegempaan pada section 1 ini menunjukkan lereng yang memiliki nilai Faktor Keamanan  $\leq 1,2$ .

### Model Geologi dan Estimasi Sumberdaya

Dalam menentukan model sumberdaya sebagai tahap dalam mengestimasi kadar CaO dilakukan interpretasi terhadap data litologi hasil dari data pengeboran terlebih dahulu, agar dapat mendapatkan informasi terkait bentuk penyebaran batugamping di daerah penelitian. Pada pemodelan geologi ini, data yang digunakan merupakan data hasil dari deskripsi *megaskopis* terhadap sampel *core* di lapangan, dan pada penentuan jenis ukuran pun hanya dibatasi terhadap deskripsi dengan bantuan komparator, tidak dilakukan uji fraksi.

Dari hasil deskripsi *core* yang telah dilakukan, sebagaimana dapat dilihat pada lampiran *log bor*, di daerah penelitian terdapat susunan batugamping dengan memiliki sisipan-sisipan lempung dan pasir. Terdapatnya material ukuran lempung dan pasir pada batugamping disebabkan pada saat keterbentukan batugamping itu sendiri, karena batugamping ketika terbentuk tidak semua tersusun oleh fosil binatang laut saja, akan tetapi terdapat juga endapan sedimenter yang berasal dari daratan yang mengendap bersama.



Dari hasil pemodelan geologi terhadap data hasil proses validasi antara data deskripsi *megaskopis* dengan data kadar hasil pengujian laboratorium di *Quarry B* dan *Quarry C* didapatkan litologi antara lain *clay*, *clay rich CaO*, *alterating limestone clay*, *marly limestone*, *limestone rich* dan *high grade limestone*. Secara keterbentukan, batugamping terbentuk dari susunan fosil-fosil binatang laut dangkal, masing-masing fosil yang menyusun batugamping menyebabkan perbedaan dalam karakteristiknya, sehingga secara fisik dan kimia batugamping memiliki perbedaan walaupun tidak signifikan.

Dari hasil pemodelan geologi, di daerah penelitian bentuk masing-masing litologi memiliki bentuk seperti lensa dan menjari, hal tersebut dapat mengindikasikan beberapa hal, seperti indikasi jenis fosil berbeda-beda pada satu pengendapan. Kemudian jika dilihat pada

model geologi, dapat diindikasikan lingkungan pengendapan batugamping di daerah penelitian berada pada *reef core* hingga *back reef lagoon*, karena memiliki perbedaan antar litologinya dan memiliki bentuk lensa dan menjari.

No	Klasifikasi Litologi	Volume (m <sup>3</sup> )	Density (ton/m <sup>3</sup> )	Tonase (ton)	Kadar CaO (%)	Tonase CaO (ton)
1	<i>High Grade Limestone</i>	2.850.000	2,55	7.267.500	51,34	3.731.134,5
2	<i>Limestone Rich CaO</i>	1.620.000	2,2	3.564.000	46,88	1.670.803,2
3	<i>Marly Limestone</i>	660.000	2,2	1.452.000	42,33	614.631,6
4	<i>Alterating Limestone Clay</i>	255.000	2,2	561.000	37,57	210.767,7
5	<i>Clay Rich CaO</i>	210.000	2,1	441.000	33,18	146.323,8
6	<i>Clay</i>	270.000	1,9	513.000	4,82	24.726,6

No	Klasifikasi Litologi	Volume (m <sup>3</sup> )	Density (ton/m <sup>3</sup> )	Tonase (ton)	Kadar CaO (%)	Tonase CaO (ton)
1	<i>High Grade Limestone</i>	0	2,55	0	0	0
2	<i>Limestone Rich CaO</i>	1.890.000	2,2	4.158.000	42,08	1.749.686,4
3	<i>Marly Limestone</i>	1.155.000	2,2	2.541.000	45,54	1.157.171,4
4	<i>Alterating Limestone Clay</i>	1.890.000	2,2	4.158.000	37,59	1.562.992,2
5	<i>Clay Rich CaO</i>	1.005.000	2,1	2.110.500	32,85	693.299,25
6	<i>Clay</i>	2.040.000	1,9	3.876.000	6,9	267.444

#### D. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diperoleh berdasarkan penelitian yang telah dilakukan antara lain :

1. Berdasarkan analisis statistik, *Quarry B* dan *Quarry C* memiliki distribusi data tidak normal, dengan nilai koefisien variasi 0,26 dan 0,33. Hasil dari pembuatan peta *isopach* di *Quarry B* memiliki arah distribusi total tebal relatif homogen ke arah kuadran 1 dan kuadran 3, dan semakin menebal ke arah Barat Laut. Begitupun di *Quarry C*, distribusi homogen ke arah kuadran 1 dan kuadran 3 atau ke arah Timur Laut dan Barat Daya, semakin menebal ke arah Tenggara;
2. Untuk batas bawah kadar CaO yang masih bisa digunakan sebagai bahan baku semen adalah 37,98%;
3. Sumberdaya batugamping di *Quarry B* sebanyak 12.844.500 Ton dengan kadar rata-rata CaO 48,48%, dan di *Quarry C* sebanyak 10.857.000 Ton dengan kadar rata-rata CaO

41,17%.

### **Acknowledge**

1. Dosen dan Staff Prodi Teknik Pertambangan Universitas Islam Bandung. kepada Bapak Dr. Ir. Yunus Ashari, M.T. selaku Ketua Prodi, Bapak Noor Fauzi Isniarno, S.Si.,S.Pd., M.T. selaku Sekretaris Prodi, Bapak Ir. Dono Guntoro S.T, M.T. selaku Pembimbing, Bapak Dr. Ir. Yunus Ashari, M.T, selaku Co-Pembimbing serta semua Dosen dan Staf yang senantiasa memberikan do'a, dukungan, motivasi kepada penyusun
2. Orang Tua dan Keluarga Penulis, Kedua Orangtua, Agus Gunawan dan Ai Haryati, terimakasih selalu memberikan dukungan terbaik.
3. Staff Asisten Laboratorium Eksplorasi Unisba.
4. Keluarga Besar Tambang 2017, terimakasih karena tidak pernah lelah membantu dan berjuang bersama serta support terbaik yang diberikan. Kalian semua Orang Orang Hebat

### **Daftar Pustaka**

- [1] Armstrong, M., 1998. "Basic Linear Geostatistics". Springer-Verlag Berlin Heidelberg. New York.
- [2] Badan Standarisasi Nasional., 2015. SNI-15-2039-2015 Semen Portland. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [3] Boudagher-Fadel, M.K., 2008. "Evolution and Geological Significance of Larger Ben-thic-Foraminifera, Developments in Palaeontology and Stratigraphy". Vol. 21. Elsevier, Amsterdam, 544.
- [4] Scoffin, T.P., 1987 "An Introduction to Carbonate Sediment and Rocks". Blackie and Son Ltd, London, UK.
- [5] David, M., 1977. "Geostatistical Ore Reserve Estimation". Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- [6] Farhan, Irsan., 2019. "Analisis Penyebaran Batugamping Berdasarkan Kualitas Lime Saturation Factor di PT X. Palimanan, Cirebon, Jawa Barat". Jurnal Fakultas Teknik Kebumihan dan Energi Universitas Trisakti : Jakarta Barat.
- [7] Farhan, Mohammad. 2017. "Statistik Nonparametrik Terapan". Yogyakarta : Andi.
- [8] Fitria, Nurul., 2012. "Identifikasi dan Karakterisasi Batu Kapur Tuban untuk Pengembangan Produk CaCO<sub>3</sub>". eJournal Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- [9] Gusman, Mulya., 2009, "Estimasi Sumberdaya Batugamping dengan Metode *Kriging* Blok 3 Dimensi Studi Kasus : Endapan Batugamping PT Semen Padang". Bandung : Perpustakaan Digital ITB.
- [10] Heriawan, M. N., 2019. "Bahan Ajar TA5.212-Geostatistik Terapan". Program Studi Magister Rekayasa Pertambangan. ITB. Bandung.