

Domain Geologi Material di Area *Pit Limit* Menggunakan Analisis Statistik Pada Tambang *Quarry* PT. Semen Padang, Sumatera Barat

Adree Octova^{1*}, Della Aulia Aidil^{1**}, Helio Gina Febriandika^{1***}

¹Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*adree@ft.unp.ac.id

**dellaauliaaidil15137032@gmail.com

***heliogina.f@gmail.com

Abstract. At PT. Semen Padang mining activities carried out in an area of 206 Ha in the existing area. The remaining reserves at the existing location are estimated to be exhausted in September 2019, so PT. Semen Padang will expand its mining area to the Pit Limit and Tajarang areas. Before conducting mining activities in the Pit Limit area, it is necessary to know the geological domain of this material to find out the areas that will be mined. Geological domain is carried out using statistical analysis. Database information for the estimation of limestone, tuff, silica, soil and basalt resources in the Pit Limit area was obtained from exploration drilling activities derived from 20 drill hole data with depths ranging from 50 meters to 200 meters depth. Based on the lithology histogram in the pit limit area, we can see that the limestone content contained in the Pit Limit area is far more than other materials, so this area is economical for mining.

Keywords: Geological, Limestone, Tuff, Ordinary Kriging, and Thickness

1 Pendahuluan

PT. Semen Padang merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) di lingkungan Direktorat Jenderal Industri Logam, Mesin dan Kimia dalam hal pengolahan semen PT. Semen Padang adalah penghasil semen tertua di Indonesia. Lokasi tambang PT. Semen Padang berada di Bukit Karang Putih, Indarung, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat ± 15 KM di sebelah Timur Kota Padang secara administrasi termasuk dalam Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat dengan ketinggian lebih kurang 200 mdpl. Secara geografis terletak pada 1° 04' 30" LS sampai 1° 06' 30" LS dan 100° 15' 30" BT sampai 100° 10' 30" BT, dengan batas wilayah sebagai berikut :

1. Sebelah Barat berbatasan dengan Kota Padang
2. Sebelah Timur berbatasan Kabupaten Solok
3. Sebelah Utara berbatasan Kabupaten Agam
4. Sebelah Selatan berbatasan dengan Kabupaten Pesisir Selatan

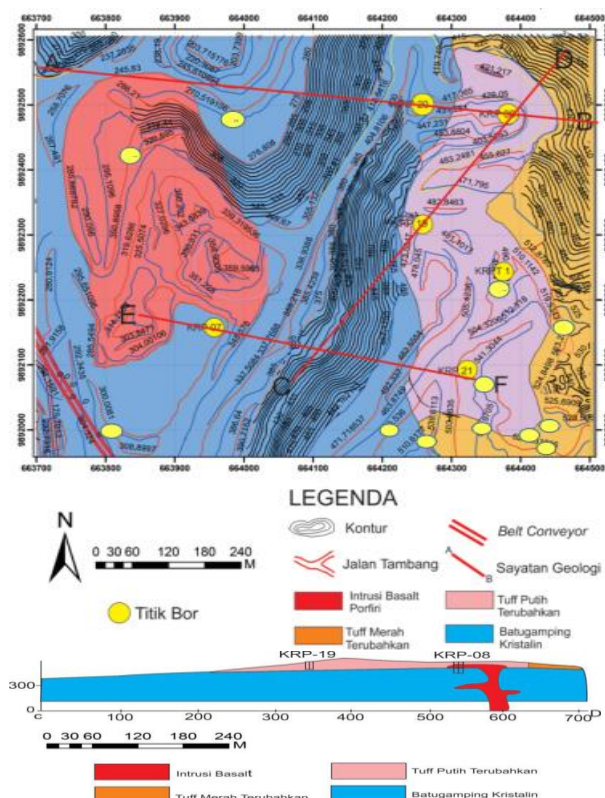
Bukit Karang Putih dan daerah sekitarnya merupakan daerah perbukitan bergelombang yang memiliki lereng

curam. Lokasi dan batas-batas wilayah penambangan area Pit Limit pada Tambang quarry PT. Semen Padang dalam bentuk peta *lay-out* penambangan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Peta IUP PT.Semen Padang ^[1]

Di PT. Semen Padang kegiatan penambangan saat ini dilakukan pada daerah dengan luas wilayah 206 Ha di area *existing*, sedangkan sisa cadangan di lokasi *existing* pada akhir tahun 2018 diperkirakan sekitar 4,3 juta ton dan diestimasi akan habis pada bulan September 2019 ini, sehingga PT.Semen Padang akan melakukan perluasan terhadap area penambangannya. Pada saat cadangan di lokasi *existing* ini habis, seluruh kegiatan penambangan selanjutnya dilakukan di area *Pit Limit* dan di daerah Tajarang .PT. Semen Padang melakukan pemetaan litologi dan korelasi log bor pada area *Pit Limit* yang dapat dilihat seperti gambar 2.



Gambar 2. Korelasi dan Litologi Log Bor Area *Pit Limit* ^[1]

Untuk pengambilan sumberdaya di area *Pit Limit* ini perlu dilakukan *selective mining*, disebabkan karena banyaknya material yang terkandung pada area *Pit Limit* dengan kadar yang tidak merata. Sebelum melakukan kegiatan penambangan di area *Pit Limit* perlu diketahui domain geologi dari material tersebut untuk mengetahui daerah-daerah yang akan dilakukan penambangan.

Dalam penelitian ini akan membahas beberapa aspek masalah antara lain bagaimana domain geologi dari material di area *Pit Limit* PT. Semen Padang berdasarkan analisis histogram, bagaimana domain geologi dari material di area *Pit Limit* PT. Semen Padang berdasarkan analisis statistik bivariante. Dengan melakukan penelitian di aspek-aspek tersebut maka bisa didapatkan beberapa tujuan. Adapun tujuan penelitian penelitian ini ialah:

1. Mengetahui domain geologi material pada area *Pit Limit* PT. Semen Padang berdasarkan analisis statistik univariate

2. Mengetahui domain geologi material pada area *Pit Limit* PT. Semen Padang berdasarkan analisis statistik bivariante

2 Kajian Teori

Pemilihan metode dalam perhitungan sumberdaya didasari oleh faktor geologi endapan, metode eksplorasi, data yang dimiliki, dan tujuan perhitungan.

2.1 Batukapur (*Limestone*)

Batukapur adalah batuan sedimen yang utamanya tersusun oleh kalsium karbonat (CaCO_3) dalam bentuk mineral kalsit. Batukapur kebanyakan merupakan batuan sedimen organik yang terbentuk dari akumulasi cangkang, karang, alga, dan pecahan-pecahan sisa organisme. Batu ini juga dapat menjadi batuan sedimen kimia yang terbentuk oleh pengendapan kalsium karbonat dari air danau ataupun air laut. Pada prinsipnya, batukapur mengacu pada batuan yang mengandung setidaknya 50% berat kalsium karbonat dalam bentuk mineral kalsit. Sisanya, batu gamping dapat mengandung beberapa mineral seperti kuarsa, feldspar, mineral lempung, pirit, siderit dan mineral-mineral lainnya. Bahkan batukapur juga dapat mengandung nodul besar rijang, nodul pirit ataupun nodul siderit.

Kandungan kalsium karbonat dari batugamping memberikan sifat fisik yang sering digunakan untuk mengidentifikasi batuan ini. Biasanya identifikasi batukapur dilakukan dengan meneteskan 5% asam klorida (HCl), jika bereaksi maka dapat dipastikan batuan tersebut adalah batukapur. Batuan ini menjadi salah satu batuan yang banyak digunakan dibandingkan jenis batuan-batuan lainnya. Sebagian besar batukapur dibuat menjadi batu pecah yang dapat digunakan sebagai material konstruksi seperti landasan jalan dan kereta api serta agregat dalam beton. Nilai paling ekonomis dari sebuah deposit batukapur yaitu sebagai bahan utama pembuatan semen portland.

2.2 Tufa

Tufa termasuk dalam golongan batuan piroklastik yaitu batuan yang susunannya disusun oleh material hasil dari letusan gunung berapi akibat adanya gaya endogen, yang kemudian mengalami pengendapan sesuai dengan bidang pengendapannya. Setelah proses pengendapan mengalami proses kompaksi (litifikasi) selanjutnya terbentuklah batuan piroklastik. Batuan piroklastik ini terbentuk dari hasil letusan gunung berapi yang memiliki material asalnya yang berbeda, lalu terendapkan sebelum mengalami suatu proses transportasi oleh media air.

Di dalam gunung berapi magma yang bersifat encer bergerak ke permukaan bumi menerobos melalui celah-celah oleh proses tektonisme, sehingga apabila magma tersebut bertekanan tinggi maka gunung tersebut meletus dan magma pun terlempar ke udara dan menuju ke

permukaan. Akibat dari letusan tersebut maka selanjutnya terjadi suatu proses pendinginan yang sangat cepat, sehingga magma membeku dan membentuk gelas (obsidian), tufa (abu halus), dan batuan apung dengan rongga-rongga yang mengandung gas. Material-material halus atau tufa karena berat jenisnya yang sangat ringan umumnya akan terbawa jauh oleh udara tetapi pada obsidian dan lapili biasanya berada di sekitar puncak gunung api atau pada area *vulcanic flow*.

2.3 Silika

Batuan ini mengalami perubahan akibat adanya zona kontak intrusi magma yang membawa fluida termal yang melewati rekahan sehingga batuan memiliki urat yang diisi oleh mineral kuarsa yang sangat tinggi. Hasil pengujian laboratorium kandungan mineral kaya akan silika terlihat dari hasil analisa kimia didapatkan nilai SiO₂ yang sebesar 70-90%. Batuan ini memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dari tuf merah yaitu 70 - 80 Mpa (dilihat dari data bor). Nilai kuat tekan yang sangat tinggi sehingga menyebabkan keausan tinggi pada hammer crusher. Tingginya kuat tekan dan index abrasivitas batuan ini membutuhkan alat crusher khusus dan menambah biaya produksi dalam menyediakan alatnya, oleh karena itu batuan ini sering menjadi hambatan dalam penambangan karena keterdapatannya sering ditemukan sebagai overburden pada permukaan batugamping sebagai material penutup.

2.4 Basalt

Basalt sebagian besar terbentuk pada kerak samudra, namun di beberapa kondisi juga ditemukan pada kerak benua. Pada kerak samudra, magma menerobos ke permukaan melalui celah atau rekahan atau zona lemah langsung ke permukaan. Hasilnya berupa gunung api bawah laut sampai jejeran gunung api di permukaan laut. Basalt merupakan batuan beku dengan butiran yang halus bahkan kadang-kadang porfiritik. Basalt warnanya selalu abu-abu gelap atau hitam dan komposisinya sama dengan gabro. Batuan ini cenderung memiliki struktur vesikuler yaitu lubang-lubang akibat pelepasan gas yang begitu cepat. Selain itu struktur columnar joint (akibat pembekuan magma mengikuti rekahan-rekahan dan membentuk kolom) dan sheeting joint (terbentuk karena pembekuan magma mengikuti rekahan atau pola kelurusan dan kemiringan lapisan batuan di sekitarnya) juga menjadi ciri dari basalt ini.

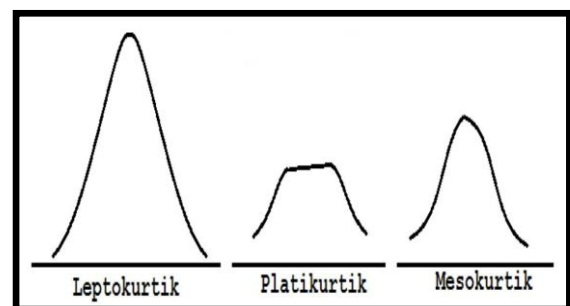
2.5 Analisis Statistik Univarian

Statistik univarian merupakan metode statistik yang digunakan untuk menganalisis hubungan antar masing-masing data dari suatu populasi tanpa memperhatikan lokasi dari data-data tersebut. Hasil dari statistik ini pada umumnya direpresentasikan dalam bentuk tabel frekuensi atau histogram. Histogram merupakan suatu gambaran dari distribusi suatu data kedalam beberapa

kelas yang memiliki interval kelas tertentu dan kemudian menentukan jumlah data dari masing-masing kelas (frekuensi)^[2].

Parameter statistik yang digunakan untuk analisis statistik univariat adalah sebagai berikut :

1. *Mean*
Mean adalah suatu nilai yang mewakili sekelompok data dan nilainya mempunyai kecenderungan berada di tengah-tengah populasi data.
2. *Median*
Median adalah nilai yang berada di tengah-tengah urutan data yang membagi data menjadi dua bagian yang sama banyak.
3. *Modus*
Modus adalah sebuah nilai yang paling banyak muncul.
4. *Range*
Range adalah selisih antara nilai terbesar dengan nilai terkecil.
5. *Jangkauan antar kuartil*
Kuartil adalah sekumpulan data yang telah diurutkan dari nilai paling kecil ke nilai yang paling besar, lalu dibagi menjadi empat bagian yang sama.
6. *Varians*
Varians adalah ukuran penyebaran data.
7. *Simpangan baku*
Simpangan baku adalah nilai yang menunjukkan tingkat variasi kelompok data.
8. *Skewness*
Ukuran kemiringan adalah ukuran yang menyatakan sebuah model distribusi yang mempunyai kemiringan tertentu^[3]. *Ukuran kemiringan* dibagi ke dalam tiga model kurva yaitu model positif, model negatif dan model simetris. *Skewness positif* menyatakan distribusi data lebih banyak berada pada nilai yang lebih rendah sedangkan *skewness negatif* menyatakan data terdistribusi lebih banyak pada nilai yang lebih tinggi.
9. *Kurtosis*
Kurtosis atau sering disebut dengan ukuran keruncingan merupakan ketinggian puncak suatu distribusi frekuensi, biasanya diambil relatif terhadap distribusi normal. Ada tiga istilah, yaitu leptokurtik, platikurtik dan mesokurtik^[3]. Gambar dari ketiga kurva kurtosis dapat dilihat pada gambar 3 berikut ini^[3].



Gambar 3. Kurva *Kurtosis*^[3]

2.6 Analisis Statistik Bivarian

Statistik bivarian adalah metode statistik yang digunakan untuk menganalisis hubungan dari 2 kumpulan data atau variabel populasi yang berbeda yang terletak pada lokasi yang sama berupa grafik *scatterplot*.

3 Metode Penelitian

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian kuantitatif yang mengacu kepada penelitian terapan. Teknik pengambilan sampel pada umumnya dilakukan secara random, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan. Penelitian ini menggunakan pendekatan geostatistik, yaitu dengan metoda kriging dalam mengestimasi nilai dari sebuah titik atau blok sebagai kombinasi linier dari nilai contoh yang terdapat disekitar titik yang akan diestimasi.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik yang dilakukan dalam pengumpulan data adalah teknik observasi dan sebagian besar data yang dipakai adalah data sekunder yang didapatkan dari perusahaan. Pengumpulan data dilakukan setelah mempelajari literatur dan melakukan orientasi lapangan. Data yang diambil dapat dikelompokkan menjadi:

a) Data Primer

Pengukuran data primer dilakukan dengan cara mengukur dan mengamati kondisi yang ada di lapangan. Pada penelitian ini didapatkan data primer berupa data bor hasil eksplorasi dan dokumentasi

b) Data Sekunder

Pada penelitian ini data sekunder yang didapatkan oleh peneliti ini berupa peta geologi yang menunjukkan bagaimana keadaan geologi dari PT.Semen Padang, pemetaan litologi dan korelasi log bor yang menunjukkan persebaran titik bor pada area Pit Limit,

Peta Topografi dari area Pit Limit dan Batas Izin Usaha Pertambangan (IUP) dari PT.Semen Padang

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Basis Data

Informasi basis data untuk penelitian ini diperoleh dari kegiatan pemboran eksplorasi dengan kedalaman bervariasi antara 50 meter hingga kedalaman 200 meter dan untuk analisa kadar diambil dari conto yang diperoleh dari pemboran tiap 5 meter kedalaman panjang conto. Untuk melihat domain geologi material pada area Pit Limit dilakukan dengan menggunakan analisis statistik menggunakan *software* SPSS. Contoh database yang diimport pada *software* SPSS dapat dilihat pada gambar 4.

	SiO2	Al2O3	CaO	MgO	Litologi	var	var	var	var
1	13	04	55.36	27	Batukapur				
2	98	55	54.35	37	Batukapur				
3	39	15	54.93	43	Batukapur				
4	21	13	54.97	41	Batukapur				
5	14	12	55.09	38	Batukapur				
6	21	14	54.93	45	Batukapur				
7	53.84	16.82	22.94	1.70	Basalt				
8	3.49	1.22	51.42	56	Batukapur				
9	.64	.27	54.36	43	Batukapur				
10	53.84	16.82	22.94	1.70	Basalt				
11	2.76	.53	53.39	48	Batukapur				
12	.84	.41	53.16	49	Batukapur				
13	59.43	13.91	20.44	3.40	Basalt				
14	47.52	15.09	22.11	3.83	Basalt				
15	61.49	15.17	18.53	3.41	Basalt				
16	60.01	16.21	18.63	3.82	Basalt				
17	58.11	16.05	18.50	3.37	Basalt				
18	57.83	16.49	18.69	3.63	Basalt				
19	.71	.15	53.50	49	Batukapur				
20	.02	.03	54.25	48	Batukapur				
21	.08	.01	54.21	48	Batukapur				
22	.12	.01	54.25	48	Batukapur				
23	.05	.01	54.25	48	Batukapur				

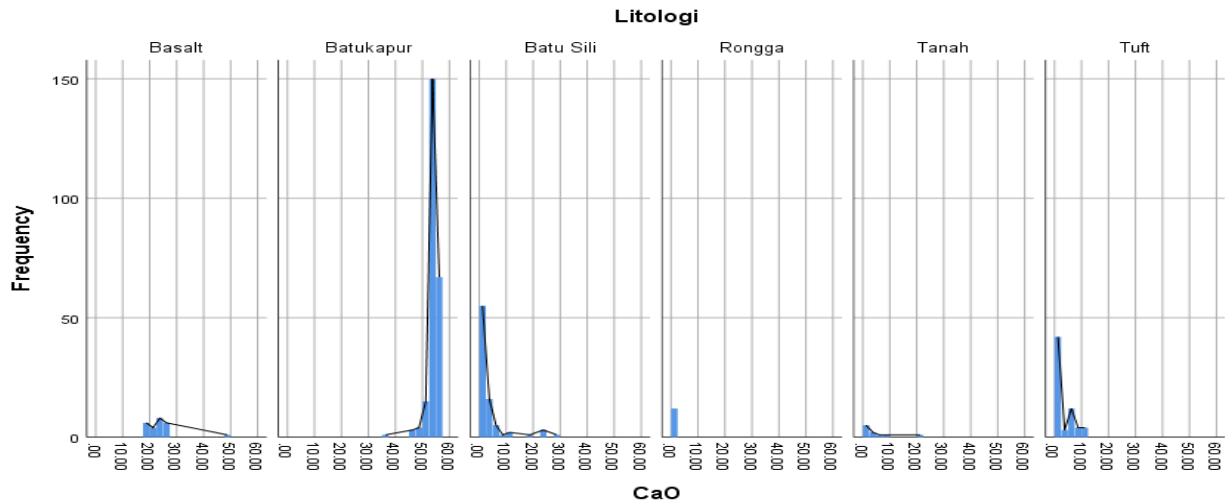
Gambar 4. Import Data di Software SPSS

Setelah dilakukan import data selanjutnya dilakukan analisis statistik pada masing-masing material sesuai dengan kadar yang terkandung dalam material tersebut.

4.2 Analisis Statistik Univariante

Pada analisis statistik *univariate* ini didapatkan kurva histogram dari kadar pada masing-masing material di area Pit Limit. Pada histogram ini didapatkan nilai *mean*

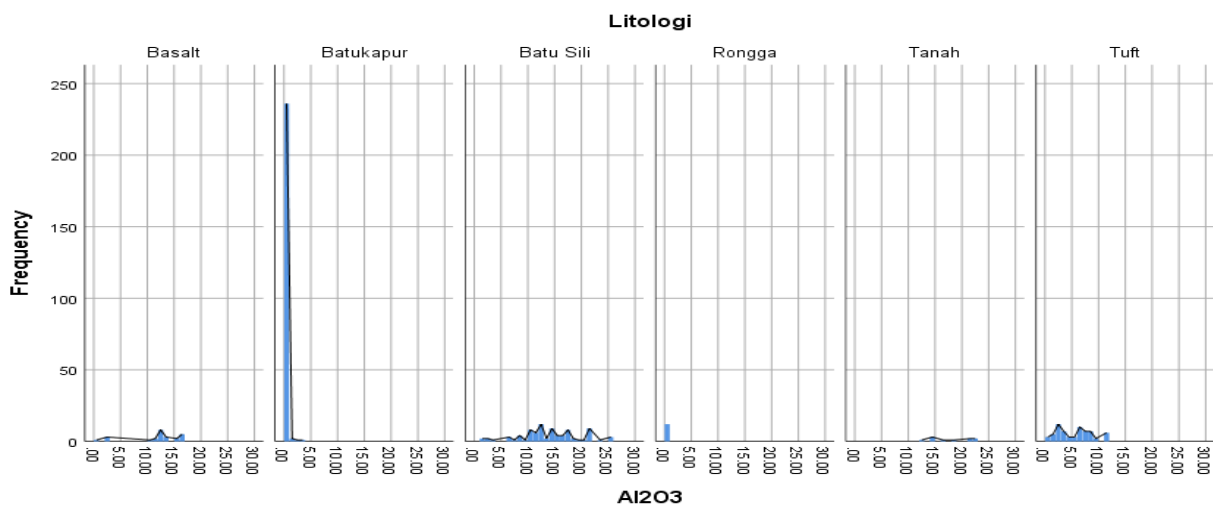
maksimum, *variance*, *upper quartile*, *minimum*, *median* dan *lower quartile*. Hasil analisis statistik *univariate* kadar CaO pada masing-masing material di area Pit Limit dapat dilihat pada gambar 4



Gambar 5. Histogram Kadar CaO

Pada histogram kadar CaO dapat dilihat bahwa pada material basalt terdapat nilai distribusi taksimetri skewness yang normal yang menunjukkan bahwa pada batu basalt ini memiliki kandungan kadar CaO mengelompok pada kadar yang tidak tinggi dan juga tidak rendah atau bersifat normal, hal tersebut juga ditunjukkan dari nilai koefisien variance yang tinggi yang menunjukkan bahwa kadar CaO pada batu basalt memiliki sebaran data yang melebar atau luas. Sedangkan pada batukapur didapatkan nilai distribusi taksimetri skewness negatif yang menunjukkan bahwa kadar CaO yang terdapat pada batukapur relatif

mengelompok pada kadar yang tinggi, hal tersebut juga ditunjukkan dari nilai koefisien variance yang tinggi dimana hal tersebut menunjukkan bahwa kadar CaO yang terdapat pada batukapur tersebar secara luas. Histogram kadar CaO pada batu silika, tanah dan tuft memiliki nilai distribusi taksimetri skewness positif yang menunjukkan bahwa kadar CaO yang terdapat pada batu silika, tanah dan tuft relatif mengelompok pada kadar yang rendah, hal tersebut juga ditunjukkan dari nilai koefisien variance yang tinggi dimana hal tersebut menunjukkan bahwa kadar CaO yang terdapat pada batu silika, tanah dan tuft tersebar secara luas.



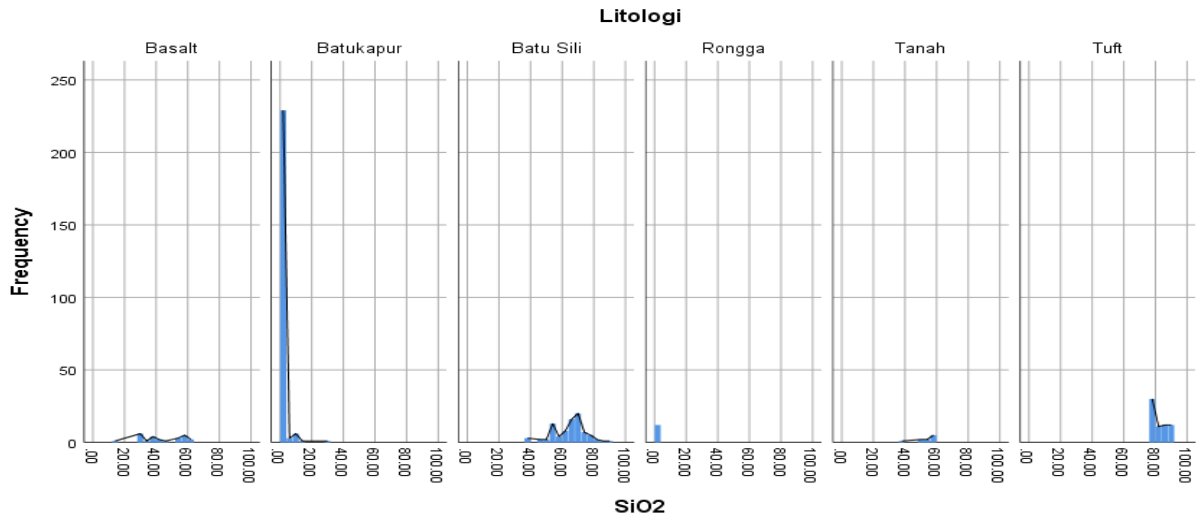
Gambar 6. Histogram Kadar Al₂O₃

Pada histogram kadar Al₂O₃ dapat dilihat bahwa pada material basalt terdapat nilai distribusi taksimetri skewness yang normal yang menunjukkan bahwa pada batu basalt ini memiliki kandungan kadar Al₂O₃

mengelompok pada kadar yang tidak tinggi dan juga tidak rendah atau bersifat normal, hal tersebut juga ditunjukkan dari nilai koefisien variance yang tinggi yang menunjukkan bahwa kadar Al₂O₃ pada batu basalt

memiliki sebaran data yang melebar atau luas. Sedangkan pada batukapur didapatkan nilai distribusi taksimetri skewness positif yang menunjukkan bahwa kadar Al_2O_3 yang terdapat pada batukapur relatif mengelompok pada kadar yang rendah, hal tersebut juga ditunjukkan dari nilai koefisien variance yang rendah dimana hal tersebut menunjukkan bahwa kadar Al_2O_3 yang terdapat pada batukapur tersebar secara sempit.

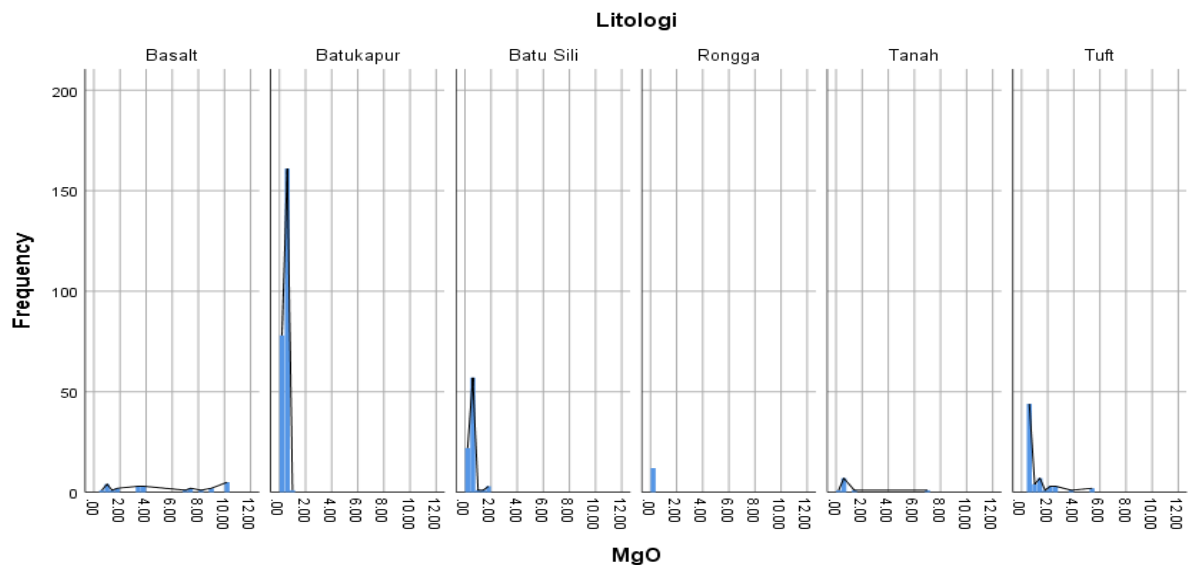
Histogram kadar Al_2O_3 pada batu silika, tanah dan tuft memiliki nilai distribusi taksimetri skewness normal yang menunjukkan bahwa kadar Al_2O_3 yang terdapat pada batu silika, tanah dan tuft relatif mengelompok pada kadar yang normal, hal tersebut juga ditunjukkan dari nilai koefisien variance yang tinggi dimana hal tersebut menunjukkan bahwa kadar Al_2O_3 yang terdapat pada batu silika, tanah dan tuft tersebar luas.



Gambar 7. Histogram Kadar SiO_2

Pada histogram kadar SiO_2 dapat dilihat bahwa pada material basalt terdapat nilai distribusi taksimetri skewness yang normal yang menunjukkan bahwa pada batu basalt ini memiliki kandungan kadar SiO_2 mengelompok pada kadar yang tidak tinggi dan juga tidak rendah atau bersifat normal, hal tersebut juga ditunjukkan dari nilai koefisien variance yang tinggi yang menunjukkan bahwa kadar SiO_2 pada batu basalt memiliki sebaran data yang melebar atau luas. Sedangkan pada batukapur didapatkan nilai distribusi taksimetri skewness positif yang menunjukkan bahwa kadar SiO_2 yang terdapat pada batukapur relatif mengelompok pada kadar yang rendah, hal tersebut juga

ditunjukkan dari nilai koefisien variance yang tinggi dimana hal tersebut menunjukkan bahwa kadar SiO_2 yang terdapat pada batukapur tersebar luas. Histogram kadar SiO_2 pada batu silika, tanah dan tuft memiliki nilai distribusi taksimetri skewness negati yang menunjukkan bahwa kadar SiO_2 yang terdapat pada batu silika, tanah dan tuft relatif mengelompok pada kadar yang tinggi, hal tersebut juga ditunjukkan dari nilai koefisien variance yang tinggi dimana hal tersebut menunjukkan bahwa kadar SiO_2 yang terdapat pada batu silika, tanah dan tuft tersebar luas.

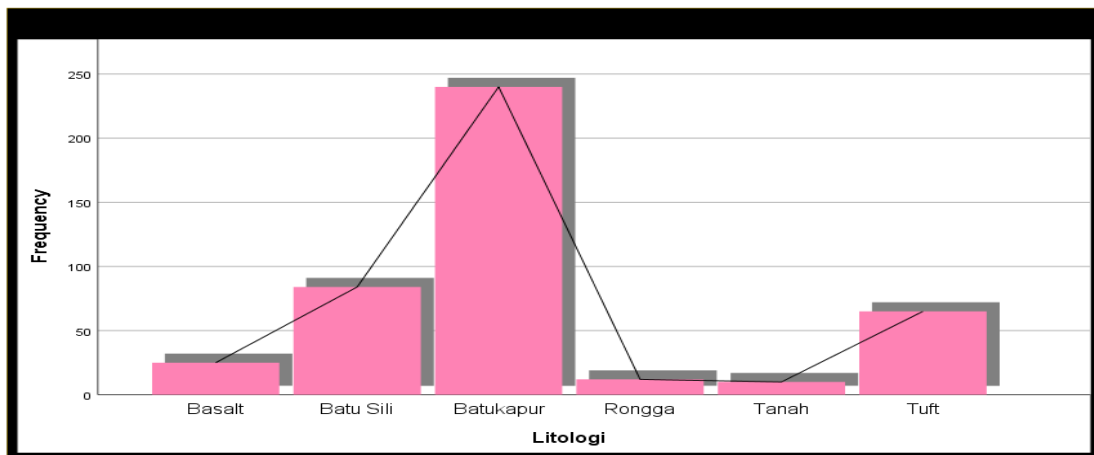


Gambar 8. Histogram Kadar MgO

Pada histogram kadar MgO dapat dilihat bahwa pada material basalt terdapat nilai distribusi taksimetri skewness yang normal yang menunjukkan bahwa pada batu basalt ini memiliki kandungan kadar MgO mengelompok pada kadar yang tidak tinggi dan juga tidak rendah atau bersifat normal, hal tersebut juga ditunjukkan dari nilai koefisien variance yang tinggi yang menunjukkan bahwa kadar MgO pada batu basalt memiliki sebaran data yang melebar atau luas. Sedangkan pada batukapur didapatkan nilai distribusi taksimetri skewness positif yang menunjukkan bahwa kadar MgO yang terdapat pada batukapur relatif mengelompok pada kadar yang rendah dimana kadar MgO yang terdapat pada batukapur ini mendekati nol yang menunjukkan sedikitnya kandungan MgO yang terdapat pada batukapur, hal tersebut juga ditunjukkan dari nilai koefisien variance yang rendah dimana hal

tersebut menunjukkan bahwa kadar MgO yang terdapat pada batukapur tersebar secara sempit. Histogram kadar MgO pada batu silika, tanah dan tuft memiliki nilai distribusi taksimetri skewness positif yang menunjukkan bahwa kadar MgO yang terdapat pada batu silika, tanah dan tuft relatif mengelompok pada kadar yang rendah, hal tersebut juga ditunjukkan dari nilai koefisien variance yang rendah dimana hal tersebut menunjukkan bahwa kadar MgO yang terdapat pada batu silika, tanah dan tuft tersebar secara sempit

Berdasarkan pada histogram masing-masing kadar kemudian dilakuka gabungan terhadap kadar tersebut berdasarkan pada litologinya dan kemudian didapatkan histogram yang menunjukkan banyaknya material yang terdapat pada area Pit Limit tersebut. Histogram litologi pada area Pit limit dapat dilihat pada gambar 9.

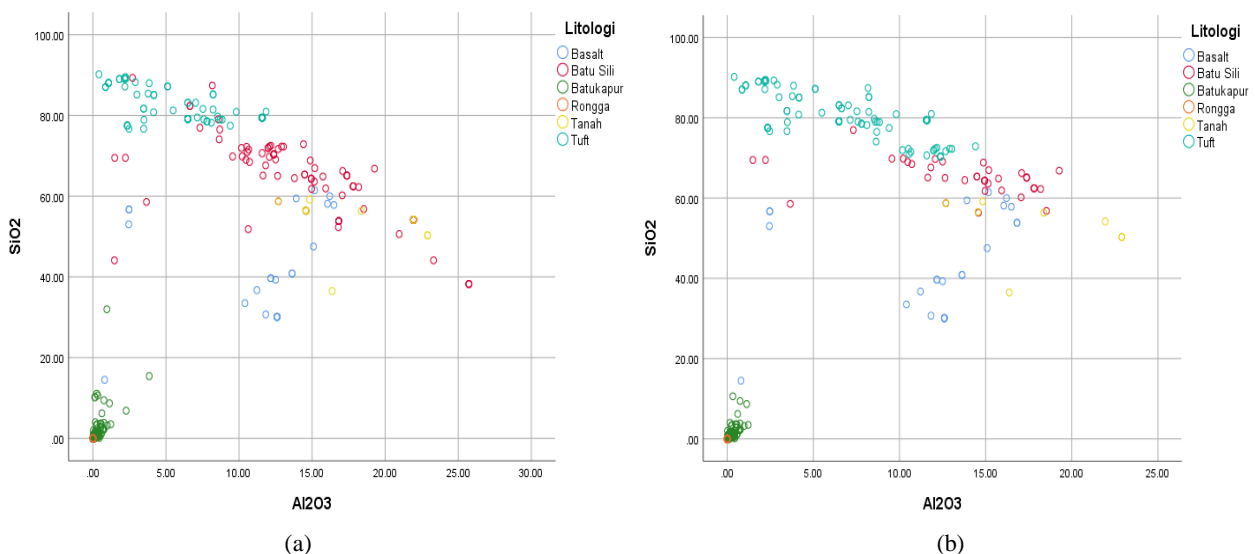


Gambar 9. Histogram Litologi Area Pit Limit

Berdasarkan pada histogram litologi pada area pit limit dapat kita lihat bahwa kandungan batukapur yang terdapat pada area Pit Limit jauh lebih banyak dari

material lainnya, sehingga area ini ekonomis untuk dilakukan penambangan.

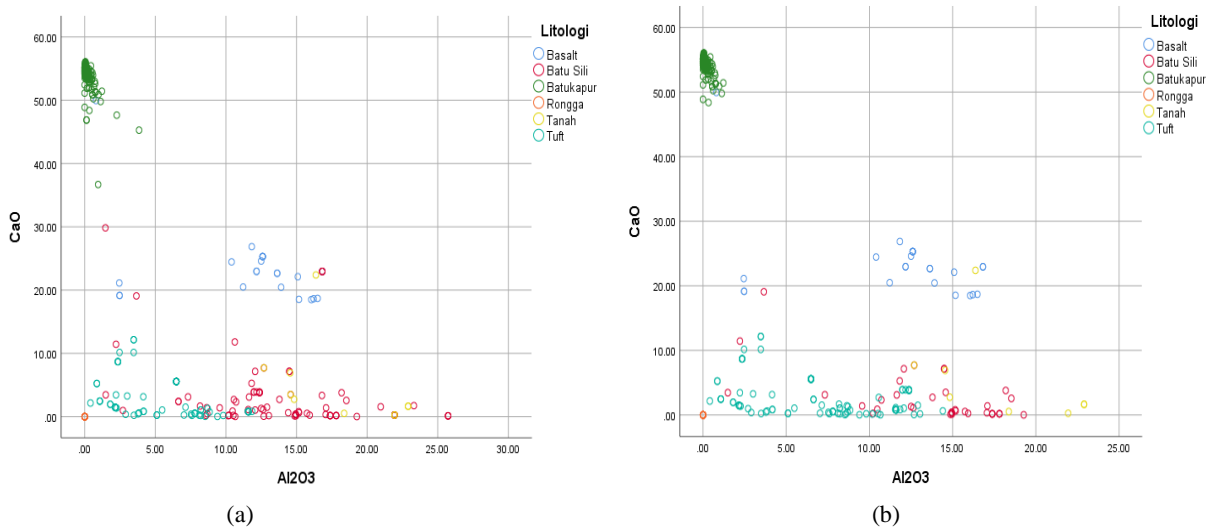
4.3 Analisis Statistik Bivariate



Gambar 10. Scatter Plot Al₂O₃-SiO₂ (a) tidak sesuai COG (b) sesuai COG

Berdasarkan pada *scatter plot* kadar Al_2O_3 dan SiO_2 dapat dilihat hubungan antara kadar Al_2O_3 dan SiO_2 pada material-material yang terdapat di area Pit Limit. Pada basalt dapat terlihat bahwa hubungan antara Al_2O_3 - SiO_2 menunjukkan korelasi yang positif dimana

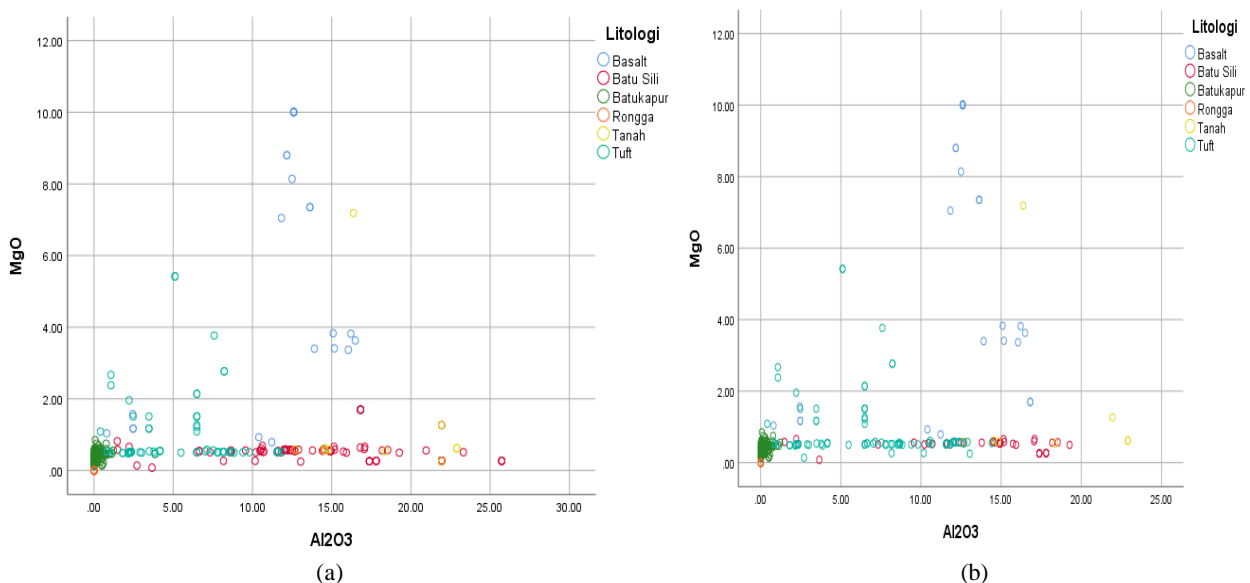
setiap kenaikan Al_2O_3 juga terjadi kenaikan SiO_2 , hal tersebut juga terjadi pada batukapur, batu silika, tanah dan juga tuft.



Gambar 11. Scatter Plot Al_2O_3 -CaO (a) tidak sesuai COG (b) sesuai COG

Berdasarkan pada *scatter plot* kadar Al_2O_3 dan CaO dapat dilihat hubungan antara kadar Al_2O_3 dan CaO pada material-material yang terdapat di area Pit Limit. Pada basalt dapat terlihat bahwa hubungan antara Al_2O_3 -CaO menunjukkan korelasi yang negatif dimana setiap kenaikan Al_2O_3 terjadi penurunan CaO, hal tersebut juga terjadi pada batukapur, batu silika, tanah dan juga tuft. Hal tersebut disebabkan karena proses

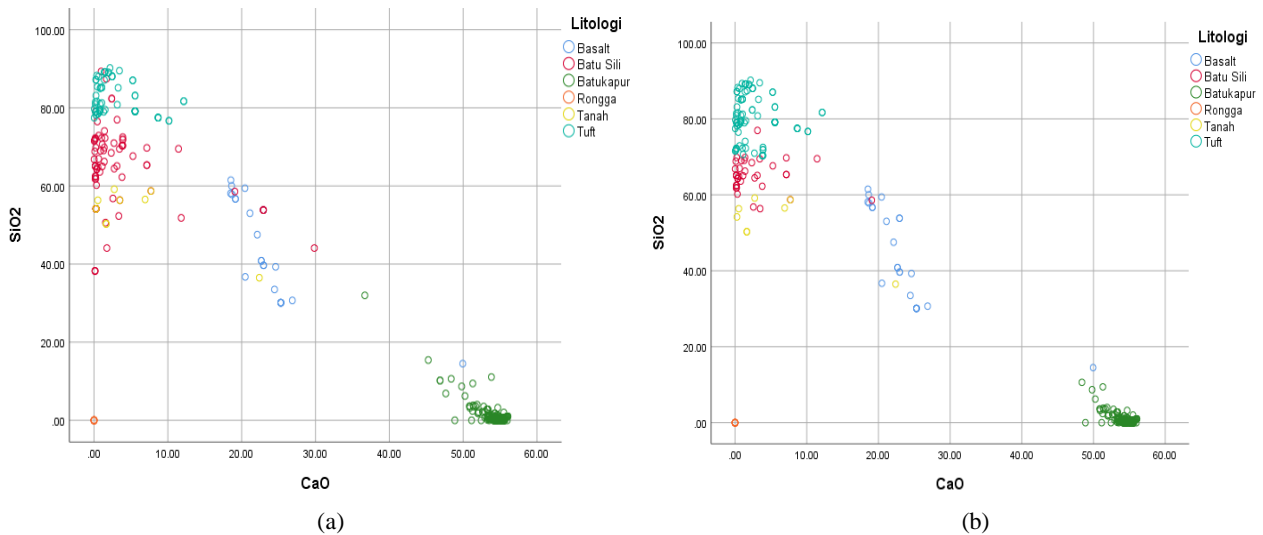
kalsinasi yang dilakukan pada batukapur yaitu proses dekomposisi. Proses dekomposisi ini dilakukan untuk mengeluarkan kristalin air yang terkandung pada batukapur, dimana setiap kenaikan suhu kalsinasi akan terjadi pengurangan nilai kadar oksida sehingga nilai kadar Al_2O_3 semakin rendah dan kenaikan kadar kalsium pada batukapur.



Gambar 12. Scatter Plot Al_2O_3 -MgO (a) tidak sesuai COG (b) sesuai COG

Berdasarkan pada *scatter plot* kadar Al_2O_3 dan MgO dapat dilihat hubungan antara kadar Al_2O_3 dan MgO pada material-material yang terdapat di area Pit Limit. Pada basalt dapat terlihat bahwa hubungan antara

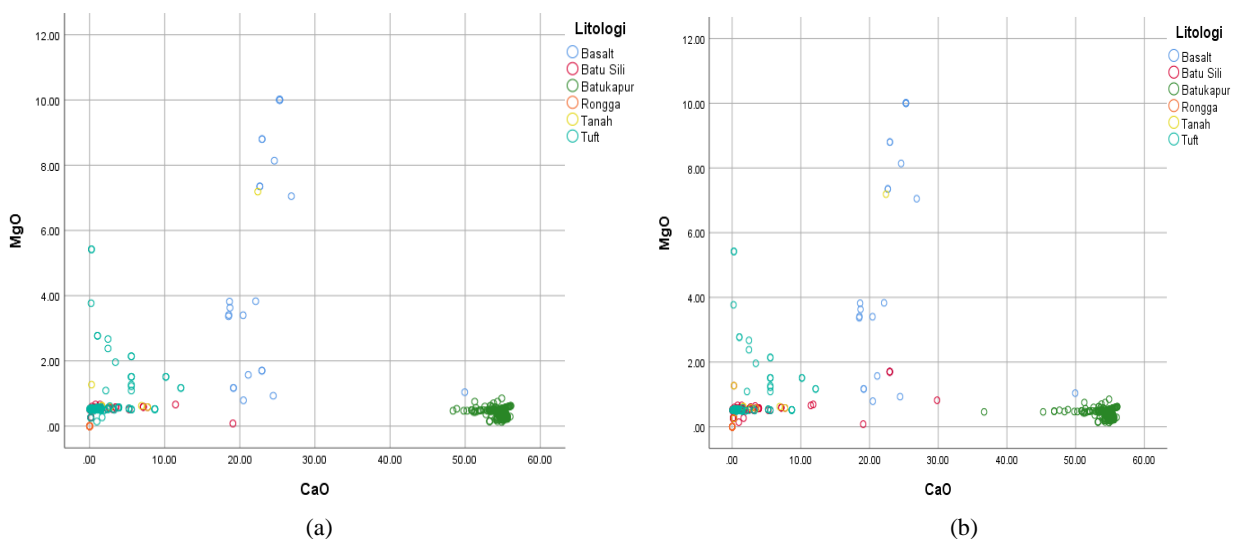
Al_2O_3 -MgO menunjukkan korelasi yang normal dimana setiap kenaikan Al_2O_3 tidak terlalu berpengaruh terhadap kadar MgO, hal tersebut juga terjadi pada batukapur, batu silika, tanah dan juga tuft.



Gambar 13. Scatter Plot CaO-SiO₂ (a) tidak sesuai COG (b) sesuai COG

Berdasarkan pada *scatter plot* kadar CaO dan SiO₂ dapat dilihat hubungan antara kadar CaO dan SiO₂ pada material-material yang terdapat di area Pit Limit. Pada basalt dapat terlihat bahwa hubungan antara CaO dan SiO₂ menunjukkan korelasi yang negatif dimana setiap kenaikan CaO juga terjadi penurunan SiO₂, hal tersebut juga terjadi pada batukapur, batu silika, tanah dan juga tuft. Hal tersebut disebabkan karena proses kalsinasi

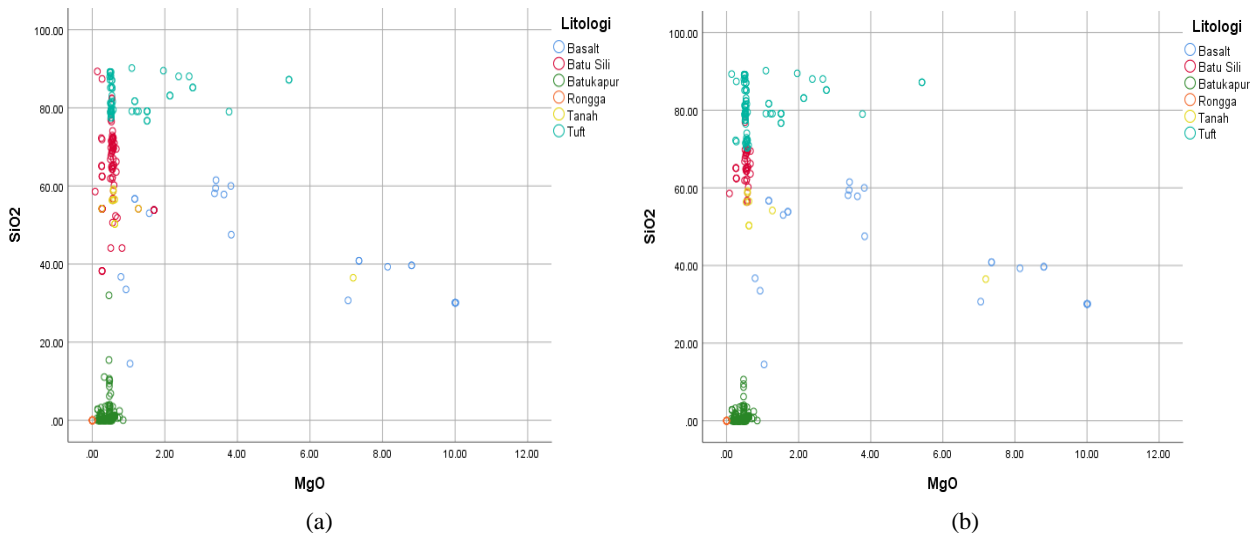
yang dilakukan pada batukapur yaitu proses dekomposisi. Proses dekomposisi ini dilakukan untuk mengeluarkan kristalin air yang terkandung pada batukapur, dimana setiap kenaikan suhu kalsinasi akan terjadi pengurangan nilai kadar oksida sehingga nilai kadar SiO₂ semakin rendah dan kenaikan kadar kalsium pada batukapur



Gambar 14. Scatter Plot CaO-MgO (a) tidak sesuai COG (b) sesuai COG

Berdasarkan pada *scatter plot* kadar CaO dan MgO dapat dilihat hubungan antara kadar CaO dan MgO pada material-material yang terdapat di area Pit Limit. Pada basalt dapat terlihat bahwa hubungan antara CaO dan MgO menunjukkan korelasi yang negatif dimana setiap kenaikan CaO juga terjadi penurunan MgO, hal tersebut juga terjadi pada batukapur, batu silika, tanah dan juga tuft. Hal tersebut disebabkan karena proses kalsinasi

yang dilakukan pada batukapur yaitu proses dekomposisi. Proses dekomposisi ini dilakukan untuk mengeluarkan kristalin air yang terkandung pada batukapur, dimana setiap kenaikan suhu kalsinasi akan terjadi pengurangan nilai kadar oksida sehingga nilai kadar MgO semakin rendah dan kenaikan kadar kalsium pada batukapur



Gambar 15. Scatter Plot MgO-SiO₂ (a) tidak sesuai COG (b) sesuai COG

Berdasarkan pada *scatter plot* kadar MgO dan SiO₂ dapat dilihat hubungan antara kadar MgO dan SiO₂ pada material-material yang terdapat di area Pit Limit. Pada basalt dapat terlihat bahwa hubungan antara MgO dan SiO₂ menunjukkan korelasi yang normal dimana setiap

kenaikan SiO₂ tidak terlalu berpengaruh terhadap kadar MgO, hal tersebut juga terjadi pada batukapur, batu silika, tanah dan juga tuft.

5 Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Analisis statistik univariate pada material pit limit menunjukkan bahwa :
 - a) Pada histogram kadar CaO menunjukkan bahwa batu basalt memiliki kandungan kadar CaO yang kadar yang tidak tinggi dan juga tidak rendah atau bersifat normal sedangkan pada batukapur relatif mengelompok pada kadar yang tinggi, sedangkan pada batu silika, tanah dan tuft kadar CaO relatif mengelompok pada kadar yang rendah.
 - b) Pada histogram kadar Al₂O₃ menunjukkan bahwa pada batu basalt ini memiliki kandungan kadar Al₂O₃ mengelompok pada kadar yang tidak tinggi dan juga tidak rendah atau bersifat normal. Sedangkan pada batukapur menunjukkan bahwa kadar Al₂O₃ yang relatif mengelompok pada kadar yang rendah. Histogram kadar Al₂O₃ pada batu silika, tanah dan tuft menunjukkan bahwa kadar Al₂O₃ yang terdapat pada batu silika, tanah dan tuft relatif mengelompok pada kadar yang normal.
 - c) Pada histogram kadar SiO₂ menunjukkan bahwa pada batu basalt ini memiliki kandungan kadar SiO₂ mengelompok pada kadar yang tidak tinggi dan juga tidak rendah atau bersifat normal. Sedangkan pada batukapur menunjukkan bahwa kadar SiO₂ yang terdapat pada batukapur relatif mengelompok pada kadar yang rendah. Histogram kadar SiO₂ pada batu silika, tanah dan tuft menunjukkan bahwa kadar SiO₂ yang terdapat pada batu silika, tanah dan tuft relatif mengelompok pada kadar yang tinggi.

- d) Pada histogram kadar MgO menunjukkan bahwa pada batu basalt ini memiliki kandungan kadar MgO mengelompok pada kadar yang tidak tinggi dan juga tidak rendah atau bersifat normal. Sedangkan pada batukapur menunjukkan bahwa kadar MgO yang terdapat pada batukapur relatif mengelompok pada kadar yang rendah dimana kadar MgO yang terdapat pada batukapur ini mendekati nol yang menunjukkan sedikitnya kandungan MgO yang terdapat pada batukapur. Histogram kadar MgO pada batu silika, tanah dan tuft menunjukkan bahwa kadar MgO yang terdapat pada batu silika, tanah dan tuft relatif mengelompok pada kadar yang rendah.
2. Analisis statistik bivariate pada material pit limit menunjukkan bahwa :
 - a) Pada batukapur terdapat hubungan yang berbanding terbalik antara kadar CaO dengan kadar Al₂O₃, SiO₂ dan MgO dimana setiap kenaikan kadar CaO akan diikuti oleh penurunan kadar Al₂O₃, SiO₂ dan MgO
 - b) Pada tufa terdapat hubungan yang berbanding terbalik antara kadar CaO dengan kadar Al₂O₃, dan sebanding dengan kadar SiO₂ dimana setiap kenaikan Al₂O₃ akan diikuti oleh kenaikan kadar SiO₂ dan penurunan CaO
 - c) Pada silika terdapat hubungan yang berbanding terbalik antara kadar CaO dengan kadar Al₂O₃, dan sebanding dengan kadar SiO₂ dimana setiap kenaikan Al₂O₃ akan diikuti oleh kenaikan kadar SiO₂ dan penurunan CaO

5.2 Saran

1. Dari kegiatan penelitian yang telah dilakukan, peneliti memberikan saran diperlukan sense khusus dalam

ketentuan fitting variogram untuk meminimalisir kesalahan dalam mengestimasi data kualitas persebaran batukapur dan tufa.

2. Diperlukan pemantauan lebih lanjut untuk mengetahui keakuratan hasil perhitungan dengan kenyataan di lapangan pada saat melakukan penambangan dan setelah operasi penambangan.

Daftar Pustaka

- [1] Anonim. (2018). Arsip PT. Semen Padang. Sumatera Barat
- [2] Ersyad, F., Yulhendra, D., & Prabowo, H. (2018). Kajian Teknis dan Ekonomis Perancangan Design Kemajuan Penambangan Quarry Batukapur pada Bulan April–Agustus 2017 di Front III B–IV B Bukit Karang Putih PT. Semen Padang. *Bina Tambang*, 3(3), 1185-1201.
- [3] Fedi, S. (2018). Understanding Character of Research Data by Observing Skewness and Kurtosis Coefficients. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan Missio*, 10(2), 219-222.
- [4] Yulhendra, D., & Anaperta, Y. M. (2013). Estimasi Sumberdaya Batubara dengan Menggunakan Geostatistik (Kriging). *Jurnal Teknologi Informasi & Pendidikan ISSN*, 2086-4981.
- [5] Maharza, C., & Octova, A. (2018). Estimasi Sumberdaya Batubara dengan Menggunakan Metode Cross Section di Pit 2 PT. Tambang Bukitambi. Site Padang Kelapo. Kec. Muaro Sebo Ulu. Kab. Batanghari. Provinsi Jambi. *Bina Tambang*, 3(4), 1793-1803.
- [6] Puspita, W., Rahmatin, D., & Suherman, M. (2013). Analisis Data Geostatistik Menggunakan Metode Ordinary Kriging. *Jurnal EurekaMatika*, 1(1).
- [7] Guskarnali, G. (2016). Metode Point Kriging Untuk Estimasi Sumberdaya Bijih Besi (Fe) Menggunakan Data Assay (3D) Pada Daerah Tanjung Buli Kabupaten Halmahera Timur. *JURNAL PROMINE*, 4(2).
- [8] Taufiqurrahman, R., Yulhendra, D., & Octova, A. (2015). Perbandingan Estimasi Sumberdaya Batubara Menggunakan Metode Ordinary Kriging dan Metode Cross Section di PT. Nan Riang Jambi. *Bina Tambang*, 2(1), 311-325.
- [9] Purnomo, H., & Sumarjono, E. (2015). Geologi Dan Estimasi Sumber Daya Nikel Laterit Menggunakan Metode Ordinary Kriging di Blok R, Kabupaten Konawe–Sulawesi Tenggara. *ReTII*.
- [10] Awali, A. A., Yasin, H., & Rahmawati, R. (2013). Estimasi Kandungan Hasil Tambang Menggunakan