

# PENILAIAN POTENSI DAN PEMANFAATAN BATUGAMPING DAERAH KLAPANUNGGAL DAN SEKITARNYA

Oleh :

Iit Adhithia

## ABSTRAK

Daerah penelitian sebagai bagian dari Mandala Cekungan Bogor terdapat pelamparan batugamping yang cukup luas sehingga menjadikan daerah ini memiliki potensi sumber daya batugamping yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri semen. Bahan galian batugamping yang tersingkap merupakan bagian dari Formasi Klapanunggal. Penelitian bertujuan untuk mengetahui potensi secara ekonomis dari keterdapatan bahan galian batugamping, baik mengenai estimasi besarnya sumber daya (*resource estimation*) bahan galian batugamping daerah penelitian, beserta kualitas sampel yang diperoleh dari singkapan maupun peruntukannya secara ekonomis bagi bahan baku industri semen. Metode perhitungan volume sumber daya bahan galian batugamping menggunakan Metode Penampang dengan Rumus Prismoida, didapatkan hasil perhitungan volume kotor sebesar 104.890.317,12 m<sup>3</sup>, dan hasil perhitungan volume bersih batugamping sebesar 83.908.065,696 m<sup>3</sup> setelah dikurangi faktor koreksi 20% sebesar 20.978.063,424 m<sup>3</sup>. Dengan berat jenis batugamping 2,3 ton/m<sup>3</sup>, maka estimasi sumber daya (*resource estimation*) bahan galian batugamping di daerah penelitian sebesar 192.988.551,1 ton. Hasil analisis kimia batugamping menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) sampel 1,2, dan 3, maka peruntukan batugamping di daerah penelitian memenuhi syarat standar bahan baku untuk pembuatan semen, dan masuk kedalam jenis (tipe) semen portland I, III, IV dan V. Bahan galian batugamping yang dijumpai di daerah penelitian merupakan bagian dari Formasi Klapanunggal mempunyai kualitas yang baik dan sumber daya yang cukup, sehingga tahap eksplorasi lanjutan perlu dilakukan hingga studi kelayakan untuk mendapatkan cadangan terbukti, sehingga bisa dilakukan produksi dan pemanfaatan yang optimal bagi dunia industri.

**Kata Kunci :** Batugamping , Mandala cekungan bogor, Metode penampang, metode, *Atomic Absorption Spectrophotometry*

## I. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan data dan informasi mengenai potensi sumber daya bahan galian dirasakan cukup besar pada saat ini. Hal tersebut dapat kita ketahui dengan meningkatnya kegiatan eksplorasi baik yang dilakukan oleh pemerintah maupun pengusaha swasta dalam upaya memenuhi kebutuhan industri.

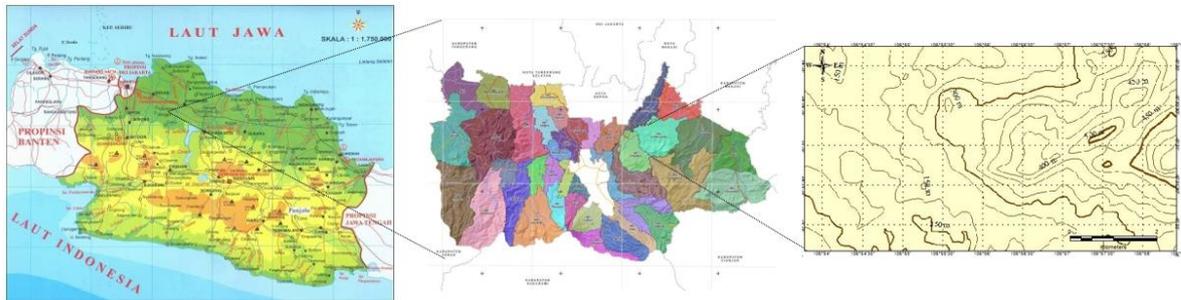
Batugamping merupakan bahan alam yang banyak terdapat di Indonesia. Batugamping adalah batuan padat yang mengandung banyak kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>) (Lukman, dkk. 2012). Kalsium Karbonat (CaCO<sub>3</sub>) merupakan fase yang paling stabil dan banyak digunakan dalam industri cat, kertas, *magnetic recording*, industri tekstil, deterjen, plastik, dan kosmetik (Lailiyah, dkk. 2012), lainnya untuk bahan bangunan, batu bangunan bahan penstabil jalan raya, pengapuran untuk pertanian, dan industri semen yang bahan bakunya berasal dari campuran batugamping, batulempung, gipsum, dan bahan tambahan berupa pasir silika serta pasir besi. Seperti diketahui bahwa batugamping

mengandung sebagian besar mineral kalsium karbonat yaitu sekitar 95%. Kandungan kalsium karbonat ini dapat diubah menjadi kalsium oksida dengan kalsinasi sehingga lebih mudah dimurnikan untuk mendapatkan kalsiumnya. Menurut (Gusti, 2008), dengan metode kalsinasi ini, batugamping dapat dimanfaatkan dalam sektor kesehatan, yakni dalam aplikasi klinis untuk penelitian dibidang medis dan untuk perkembangan dalam pembuatan biomaterial sehingga meningkatkan nilai ekonomis batu kapur itu sendiri

Daerah penelitian berada di daerah Klapanunggal dan Sekitarnya, Kabupaten Bogor, Provinsi Banten, dengan posisi koordinat geografis 106°53'41.86''-106°58'29.77''BT dan 06°29'41.26''-06°32'23.68''LS (Gambar 1). Daerah penelitian sebagai bagian dari Mandala Cekungan Bogor (Gambar 2) terdapat pelamparan batugamping sehingga menjadikan daerah ini memiliki potensi sumber daya batugamping yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri semen.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi secara ekonomis dari keterdapatan bahan galian batugamping, baik mengenai estimasi besarnya sumber daya (*resource estimation*) bahan galian batugamping

daerah penelitian, beserta kualitas sampel berdasarkan analisis kimia yang diperoleh dari singkapan maupun peruntukannya secara ekonomis bagi bahan baku industri semen.

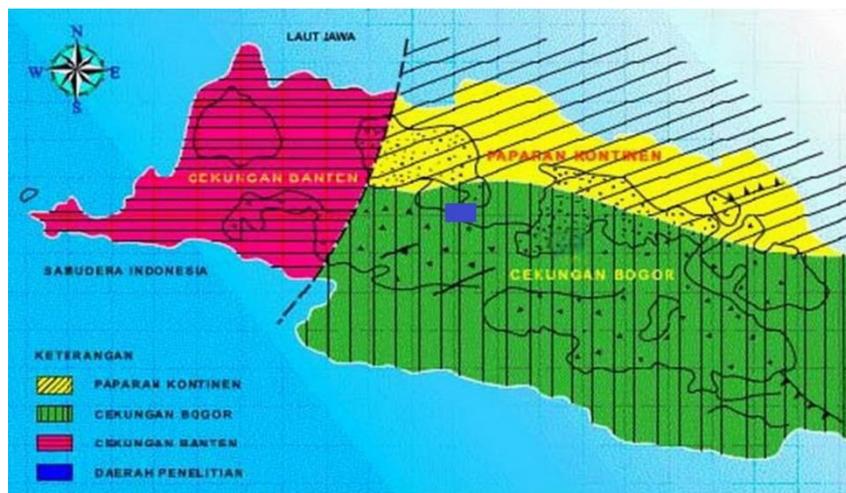


Gambar 1. Peta Lokasi Daerah Penelitian

## II. TINJAUAN UMUM GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

Berdasarkan sejarah sedimentasi dan jenis litologinya, Jawa Barat dapat dipisahkan

menjadi 3 (tiga) cekungan (Martodjojo, 1984) yaitu Mandala Sedimentasi Paparan Kontinen, Mandala Sedimentasi Cekungan Bogor dan Mandala Sedimentasi Cekungan Banten.



Gambar 2. Mandala Sedimentasi Jawa Barat (Martodjojo, 1984)

Daerah penelitian termasuk kedalam Mandala Cekungan Bogor. Mandala Cekungan Bogor telah mengalami perubahan dari waktu ke waktu sepanjang zaman Tersier-Kuarter (Martodjojo, 1984). Siklus pengendapan pertama merupakan penyebaran material gunungapi ke arah utara oleh aliran gravitasi pada Kala Oligo-Miosen, dilanjutkan dengan pengendapan material gunungapi dari selatan Pulau Jawa pada Miosen Awal, dan dilanjutkan dengan pendangkalan Cekungan Bogor kearah utara pada Kala Miosen Tengah, yang menghasilkan Formasi Subang dan Formasi Kaliwangu (lingkungan pengendapan paparan-transisi). Selanjutnya terendapkan fasies turbidit lokal akibat adanya lereng di sebelah selatan cekungan pada Miosen Akhir, Fasies tersebut dinamakan dengan Anggota Cikandung, dan pada Kala Pliosen Cekungan Bogor telah berubah menjadi daratan

yang kemudian diendapkan Formasi Citalang (Qyla Dewanti, dkk. 2020).

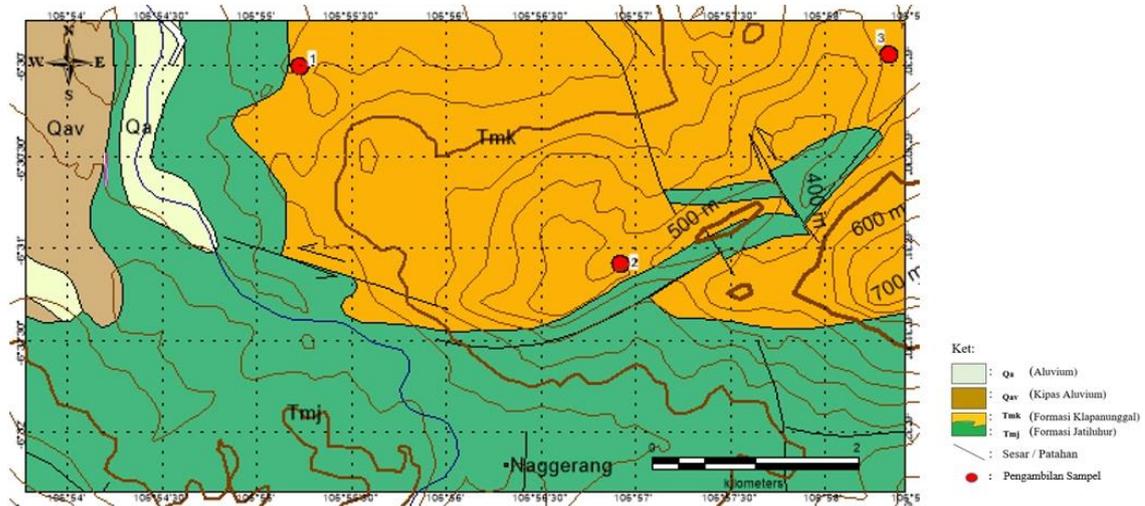
Berdasarkan Peta Geologi Lembar Bogor, Jawa dengan skala 1 : 100.000 (Effendi, dkk. 1998), dan Peta Geologi Lembar Jakarta & Kepulauan Seribu, Jawa dengan skala 1:100.000 (Turkandi, dkk. 1992), maka urutan stratigrafi daerah penelitian dari muda ke tua, (Gambar 3), yaitu:

1. Aluvium (Qa)  
Satuan batuan termuda di daerah penelitian terdiri dari lempung, lanau, pasir, kerikil, kerakal, dan bongkah. Berumur Holosen.
2. Kipas Aluvium (Qav)  
Terdiri atas tuf halus berlapis, tuf pasiran berselingan dengan tuf konglomeratan, berasal dari batuan gunungapi Kuarter. Berumur Plistosen.
3. Formasi Klapanunggal (Tmk)

Terdiri atas terutama batugamping terumbu padat dengan foraminifera besar dan fosil-fosil lainnya termasuk moluska dan echinodermata, sisipan batugamping pasir, napal, batupasir kuarsa glaukonitan hijau. Berumur Miosen Awal. Formasi ini menjemari dengan Formasi Jatiluhur dan dibagian timur ketebalannya 500m.

#### 4. Formasi Jatiluhur (Tmj)

Terdiri atas napal dan serpih lempungan, dan sisipan batupasir kuarsa, bertambah pasir ke arah timur. Berumur Miosen Awal. Bagian atas formasi ini menjemari dengan Formasi Klapanunggal.



Gambar 3. Formasi dan Satuan Batuan Penyusun Daerah Penelitian

### III. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang diterapkan dalam penelitian ini meliputi:

#### a. Studi Literatur

Berdasarkan penelitian terdahulu mengenai geologi regional daerah penelitian, dan Peta Geologi Lembar Bogor, Jawa dengan skala 1 : 100.000 (Effendi, dkk. 1998), serta Peta Geologi Lembar Jakarta & Kepulauan Seribu, Jawa dengan skala 1:100.000 (Turkandi, dkk. 1992), diketahui Formasi Klapanunggal di daerah penelitian terdapat pelamparan potensi batugamping.

#### b. Problem Statement

Melakukan perhitungan volume sumber daya bahan galian batugamping daerah penelitian menggunakan Metode Penampang dengan Rumus Prismoida (Peters, 1978). Sedangkan untuk mengetahui kualitas bahan galian batugamping di daerah penelitian, maka perlu dilakukan pengambilan sampel dan analisis kimia batugamping menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*), merupakan metode analisis yang digunakan untuk menghitung kualitas dari unsur-unsur logam dan kandungannya, serta mengidentifikasi komposisi  $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ,  $CaO$ ,  $Fe_2O_3$  dan  $MgO$  batugamping.

#### c. Pengambilan dan Pengumpulan Data

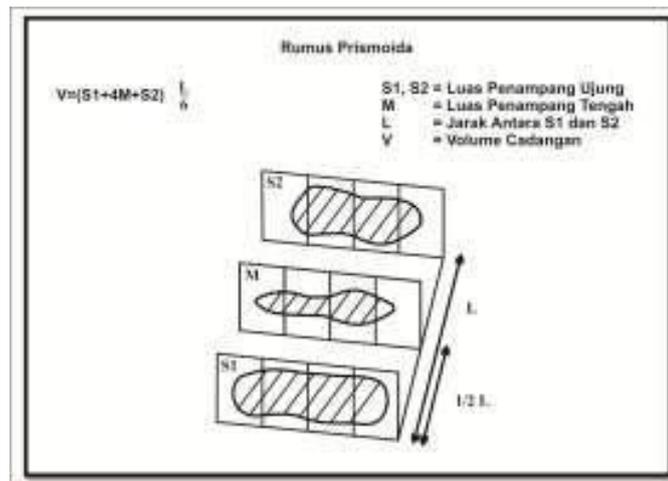
Pengambilan dan pengumpulan data dilakukan dalam rangka mendukung kegiatan

perhitungan estimasi sumber daya dan analisis kimia bahan galian batugamping. Data yang digunakan berupa peta kontur, dan sampel-sampel bahan galian batugamping yang tersingkap merupakan bagian dari Formasi Klapanunggal.

#### d. Pengolahan Data

Pengolahan data selanjutnya dilakukan dengan membuat database hasil pengamatan singkapan ke dalam bentuk tabel. Dalam perhitungan sumber daya bahan galian di daerah penelitian dibagi menjadi dua tahapan, yaitu:

1. Tahapan perhitungan luas. Dalam perhitungan luas digunakan metode *gridding*, yaitu perhitungan luas yang membagi area pada peta yang berbentuk bujursangkar.
2. Tahapan perhitungan volume. Dalam perhitungan volume menggunakan Metode Penampang dengan Rumus Prismoida (Peters, 1978). Dalam hal ini penampang yang dihitung adalah penampang pada ketebalan batugamping. Untuk perhitungan volume dari masing-masing penampang, dilakukan dengan mengasumsikan bentuk atau tubuh penyebaran dan ketebalan batugamping berupa rekonstruksi masing masing ketebalan dari setiap penampang (Gambar 4).



Gambar 4. Ilustrasi perhitungan sumber daya menurut Peters (1978)

Perhitungan volume sumber daya berdasarkan ketentuan-ketentuan Rumus Prismoida (Peters, 1978).

**Volume Kotor :**

$$V = L (S1 + S2 + \dots + Sn) / n$$

Ket:

- S1- S2 = Luas Penampang
- n = Jumlah Penampang
- L = Jarak Penampang
- V = Volume Sumber daya

**Sumber Daya :**

$$T = \frac{\text{Volume Kotor Batugamping} - \text{Volume Tanah Penutup}}{\text{Faktor Kesalahan } 20\%} \times \text{Berat Jenis ton/m}^3$$

Analisis kimia dilakukan dengan menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) di Laboratorium Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara (PUSLITBANG, Tekmira) Bandung, dengan prosedur pengamatan disesuaikan dengan senyawa oksida yang ingin diketahui kadarnya, yaitu SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, dan CaO. Kemudian disandingkan dengan kualitas standar Duda (1976) berdasarkan hasil analisis kimia senyawa oksida batugamping untuk bahan baku semen.

Tabel 1. Persyaratan Komposisi Kimia Senyawa Oksida Batugamping Untuk Standar Ideal Bahan Baku Semen (Duda, 1976)

Komposisi Kimia	Komposisi Ideal (%)	Kisaran (%)
SiO <sub>2</sub>	0,95	0,76 – 4,75%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,92	0,71 – 2,00%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,38	0,36 – 1,47%
MgO	0,95	0,30 – 1,48%
CaO	54,6	49,8 – 55,6%

Penggunaan semen dalam kehidupan sehari-hari tidak bisa dilepaskan dari komposisi semen portland, yang menjadi komposisi plester, mortar, beton dan lain-lain bangunan. Persyaratan kimia semen portland harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

Tabel 2. Syarat Kimia Utama Semen Portland

No.	Uraian	Jenis Semen Portland (%)				
		I	II	III	IV	V
1	SiO <sub>2</sub> , minimum	-	20,0	-	-	-
2	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , maksimum	-	6,0	-	-	-
3	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , maksimum	-	6,0	-	6,5	-
4	MgO, maksimum	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0

Sumber : (Anonim, 2004)

Berdasarkan hasil analisis kimia senyawa oksida utama kemudian dikaitkan dengan jenis dan penggunaan semen portland (Anonim, 2004), yaitu

1. Jenis I yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
2. Jenis II yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
3. Jenis III yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Jenis IV yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
5. Jenis V yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1. Estimasi Sumber Daya Bahan Galian Batugamping**

Di daerah penelitian, bahan galian batugamping tersingkap dalam keadaan segar sampai lapuk, sebagian ditutupi vegetasi. Keberadaan batugamping di daerah penelitian sebagian sudah terbuka baik itu oleh kegiatan produksi oleh masyarakat setempat maupun oleh perusahaan tambang, dan peruntukan dari hasil tambang tersebut berguna untuk memenuhi kebutuhan manusia dan industri, termasuk untuk bahan baku semen. Untuk menunjang kegiatan produksi perlu dilakukan perhitungan berapa besar sumber daya batugamping di daerah penelitian, perhitungan dilakukan dengan dua tahapan, yaitu:

1. Tahapan perhitungan luas  
Dalam perhitungan luas digunakan metode *gridding*, yaitu perhitungan luas yang membagi area pada peta yang berbentuk bujursangkar.
2. Tahapan perhitungan volume  
Dalam perhitungan volume menggunakan Metode Penampang dengan Rumus Prismoida (Peters, 1978).

Berikut ini merupakan hasil perhitungan sumber daya batugamping yang melalui dua tahapan tersebut diatas, tersaji dalam tabel 3 dan tabel 4, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan volume kotor batugamping, volume bersih batugamping, dan estimasi sumber daya batugamping, sebagai berikut:

Tabel 3. Tabel Perhitungan Luas Penampang

Penampang	Luas (m <sup>2</sup> )
A – B	10.432
C – D	38.651
E – F	69.474
G – F	125.778
I – J	87.630
Total	331.965

Tabel 4. Tabel Perhitungan Volume Luas Penutup

Penampang	Tebal Rata-Rata Tanah Penutup (m <sup>2</sup> )	Luas (m <sup>2</sup> )	Tanah Penutup (m <sup>2</sup> )
A – B	1,2	352	422,4
C – D	1,2	576	691,2
E – F	1,2	826	991,2
G – H	1,2	988	1185,6
I – J	1,2	748	897,6
Total			4188

Volume Kotor Batugamping :

$$V = L (S_1 + S_2 + \dots + S_n) / n$$

$$= 1579,84 \text{ m} (331.965 \text{ m}^2) / 5$$

$$= 104.890.317,12 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume Bersih} = (\text{Volume Kotor} - \text{Tanah Penutup}) - \text{Faktor Kesalahan } 20\%$$

$$= (104.890.317,12 - 4188) \text{ m}^3$$

$$= 20.978.063,424 \text{ m}^3$$

$$= 83.908.065,696 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat Jenis Batugamping} = 2,3 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{Sumber Daya} = \text{Volume Bersih} \times \text{Berat Jenis Batugamping}$$

$$= 83.908.065,696 \text{ m}^3 \times 2,3 \text{ ton/m}^3$$

$$= 192.988.551,1 \text{ ton}$$

Estimasi sumber daya bahan galian batugamping di daerah penelitian sebesar 192.988.551,1 ton

## 4.2. Kualitas dan Peruntukan Bahan Galian Batugamping

Analisa kimia dilakukan terhadap 3 sampel batugamping yang disajikan ke dalam tabel 5 dan 6 berikut ini :

Tabel 5. Hasil Analisis Kimia Sampel 1, 2, dan 3 dan kesesuaiannya dengan standar baku semen menurut Duda (1976)

Komposisi Kimia	Sampel 1 (%)	Sampel 2 (%)	Sampel 3 (%)	Standar Bahan Baku Semen (Duda, 1976) (%)
SiO <sub>2</sub>	2,59	3,02	2,57	0,76 – 4,75%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,83	0,75	0,79	0,71 – 2,00%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,36	0,61	0,38	0,36 – 1,47%
MgO	1,07	1,30	1,15	0,30 – 1,48%
CaO	52,12	51,05	54,02	49,8 – 55,6%

Berdasarkan komposisi kimia batuan dan persyaratan standar komposisi kimia bahan baku semen (Duda, 1976), maka peruntukan batugamping di daerah penelitian memenuhi syarat standar bahan baku untuk pembuatan semen.

Bila dilihat dari unsur kimianya dan dibandingkan dengan tabel data jenis semen portland menurut SNI 15-2049-2004, maka jenis atau tipe semen yang berada di daerah penelitian sebagai berikut :

Tabel 6. Hasil Analisis Kimia Sampel 1, 2, dan 3 Dan Kesesuaiannya Dengan Standar Baku Semen Portland

Komposisi Kimia	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Jenis/Tipe Semen Portland
Sampel 1 (%)	2,59	0,83	0,36	1,07	I – III – IV – V
Sampel 2	3,02	0,75	0,61	1,30	I – III – IV – V
Sampel 3	2,57	0,79	0,38	1,15	I – III – IV – V

Berdasarkan hasil analisis dari tiga sampel batugamping yang diambil di daerah penelitian, maka hasil analisis kandungan kimia batugamping daerah penelitian adalah Sampel 1 mengandung SiO<sub>2</sub> sebesar 2,59%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sebesar 0,83%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sebesar 0,36%, dan MgO sebesar 1,07%. Sampel 2 mengandung SiO<sub>2</sub> sebesar 3,02%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sebesar 0,75%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

sebesar 0,61%, dan MgO sebesar 1,30%, dan terakhir sampel 3 mengandung SiO<sub>2</sub> sebesar 2,57%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sebesar 0,79%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sebesar 0,38%, dan MgO sebesar 1,15%. Menurut kesesuaiannya dengan standar baku semen portland (Anonim, 2004), keterdapatannya batugamping di daerah penelitian sebagai bahan baku semen portland jenis I, III, IV dan V.

## V. KESIMPULAN

Metode perhitungan sumber daya bahan galian batugamping di daerah penelitian terdiri dari tahapan perhitungan luas, dan tahapan perhitungan volume menggunakan Metode Penampang dengan Rumus Prismoida. Hasil perhitungan volume kotor sebesar 104.890.317,12 m<sup>3</sup>, dan hasil perhitungan volume bersih batugamping sebesar 83.908.065,696 m<sup>3</sup> setelah dikurangi faktor koreksi 20% sebesar 20.978.063,424 m<sup>3</sup>. Dengan berat jenis batugamping 2,3 ton/m<sup>3</sup>, maka estimasi sumber daya (*resource estimation*) bahan galian batugamping di daerah penelitian sebesar 192.988.551,1 ton.

Jenis kualitas bahan galian batugamping di daerah penelitian berdasarkan hasil analisis kimia batugamping menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) sampel 1,2, dan 3, maka berdasarkan komposisi kimia batuan dan persyaratan standar komposisi kimia bahan baku semen (Duda, 1976), maka peruntukan batugamping di daerah penelitian memenuhi syarat standar bahan baku untuk pembuatan semen. Sedangkan untuk jenis dan penggunaan semen portland menurut SNI 15-2049-2004 di daerah penelitian masuk kedalam jenis (tipe) semen portland I, III, IV dan V.

Bahan galian batugamping yang dijumpai di daerah penelitian merupakan bagian dari Formasi Klapanunggal mempunyai sumber daya yang cukup dan kualitas yang baik, sehingga tahap eksplorasi lanjutan perlu dilakukan hingga studi kelayakan untuk mendapatkan cadangan terbukti, sehingga bisa dilakukan produksi dan pemanfaatan yang optimal bagi dunia industri.

## Daftar Pustaka

- [1] Anonim. (2004). Semen Portland. In *Badan Standardisasi Nasional Indonesia, SNI 15-2049-2004*.
- [2] Duda, W., H. (1976). "Cement Data Book". *International Process Engineering in the Cement Industry* (2nd ed.). Donald dan Evans.
- [3] Effendi, A.C., Kusnama, dan Hermanto, B.

(1998). *Peta Geologi Lembar Bogor, Jawa, 1209-1, Skala 1:100.000*.

- [4] Gusti, J. (2008). *Pengaruh Penambahan Surfaktan Pada Sintesis Senyawa Kalsium Fosfat Melalui Metode Pengendapan*.
- [5] Lailiyah, Q., Baqiya, M., dan D. (2012). *Pengaruh Temperatur dan Laju Aliran Gas CO<sub>2</sub> pada Sintesis Kalsium Karbonat Presipitat dengan Metode Bubbling. Sains Dan Seni ITS*.
- [6] Lukman, M., Yudyanto., dan H. (2012). *Sintesis Biomaterial Komposit CaO-SiO<sub>2</sub> Berbasis Material Alam (Batuan Kapur Dan Pasir Kuarsa) Dengan Variasi Suhu Pemanasan dan Pengaruhnya Terhadap Porositas, Kekerasan dan Mikrostruktur. Sains, 2(1)*.
- [7] Martodjojo. (1984). *Evolusi Cekungan Bogor*. ITB.
- [8] Peters, W., C. (1978). *Exploration and Mining Geology*.
- [9] Qyla Dewanti, S., Firmansyah, Y., Mohammad Ganjar Gani, R., dan Syafri, I. (2020). *Geologi Daerah Babakanwaru Dan Sekitarnya, Kecamatan Sukamakmur, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Padjajaran Geoscience Journal, 4(6), 564–577*.  
<http://jurnal.unpad.ac.id/geoscience/article/view/32198>
- [10] Turkandi, T., Sidarto, Agustiyanto, D., A., dan Purbo Hadiwidjojo, M., M. (1992). *Peta Geologi Lembar Jakarta & Kepulauan Seribu, Jawa, 1209-4, 1210-I, Skala 1:100.000*.

## PENULIS :

*Iit Adhithia, ST., MT.*, Staf Dosen Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik – Universitas Pakuan, Bogor.