



## Analisis Batugamping Sebagai Bahan Baku Semen Di Desa Gombang Kabupaten Gunung Kidul

Dwi Wahyu Hardiyanto<sup>1\*</sup>, Hita Pandita<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Tridianti

<sup>2</sup>Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

e-mail : \*dwiwahyu@univ-tridianti.ac.id

### Abstrak

Formasi Wonosari tersusun atas batugamping dengan kualifikasi yang sangat baik sebagai bahan baku industri salah satunya semen. Wilayah Gombang dan sekitarnya memiliki cadangan batugamping yang bernilai ekonomis sebagai sumber bahan baku semen. Sehingga tujuan penelitian ini untuk melakukan evaluasi terhadap mutu batugamping di wilayah studi sebagai salah satu komponen utama bahan baku semen, dengan menggunakan metode analisis petrografi dan geokimia XRF. Kualitas batugamping daerah studi memiliki ciri tersendiri di mana genesa batugamping daerah penelitian terdiri dari *floatstone* sampai *rudstone*. Uji porositas memperlihatkan tingkat porositas batugamping cenderung cukup sampai baik dengan persentase 15%-20%, dengan struktur dominan *vug* sampai *channel*. Sedangkan dari komponen kimiawinya, memenuhi standar baku semen yang cukup ekonomis dengan nilai  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{SO}_3$  < 5% dan  $\text{CaO}$  > 50 %.

**Kata kunci:** Formasi Wonosari; Batugamping; Geokimia; Semen

### Abstract

*The Wonosari Formation is composed of limestone with excellent qualifications as raw material for various industries, including cement production. The Gombang and surrounding area possess economically valuable limestone reserves suitable as a primary source for cement raw material. Therefore, the objective of this study is to evaluate the quality of the limestone in the study area as one of the main components for cement manufacturing, using petrographic analysis and X-ray fluorescence (XRF) geochemical methods. The quality of the limestone in the study area exhibits distinct characteristics, with its genesis ranging from floatstone to rudstone. Porosity tests indicate that the limestone generally has moderate to good porosity levels, ranging from 15% to 20%, with dominant structures including vugs and channels. In terms of chemical composition, the limestone meets the industrial cement standards with economically favorable values:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ , and  $\text{SO}_3$  are all below 5%, while  $\text{CaO}$  > 50%.*

**Keywords:** Wonosari Formation; Limestone; Geochemical; Cement

### PENDAHULUAN

Kondisi geologi regional daerah penelitian termasuk bagian dari Formasi Wonosari yang tersusun oleh batugamping terumbu. Disebutkan oleh Surono, dkk (2009), bahwa penyusun Formasi Wonosari pada umumnya berupa batugamping, batugamping napalan-tufan, batugamping konglomerat, batupasir

tufan dan batulanau. Formasi Wonosari ini tersingkap dengan baik di daerah Wonosari dan sekitarnya membentuk morfologi *karst*, yang terdiri dari batugamping terumbu, batugamping bioklastik berlapis dan napal. Formasi Wonosari memiliki umur Miosen Tengah hingga Miosen Akhir (N9-N18)

\*Korespondensi : dwiwahyu@univ-tridianti.ac.id

Diajukan : 23 Mei 2025

Diterima : 26 September 2025

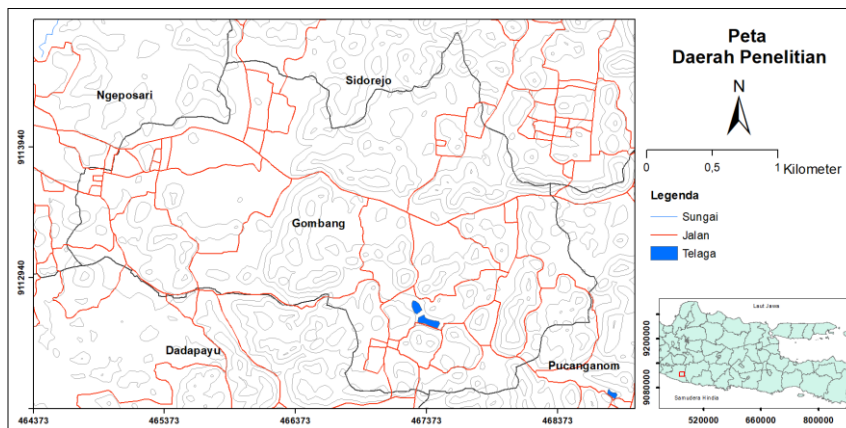
Diterbitkan : 15 Desember 2025

Surono, dkk (2009). Secara administratif daerah penelitian terletak di wilayah Desa Gombang dan sekitarnya, Kecamatan Ponjong, Kabupaten Gunung Kidul, D.I. Yogyakarta (Gambar 1).

Daerah penelitian secara fisiografi termasuk ke dalam lajur Pegunungan Selatan Jawa yang terbentang barat-timur (van Bemmelen, 1949) (Gambar 3). Jika dikerucutkan kembali masuk ke dalam Sub zona Gunung Sewu yang melampar barat-timur, serta memiliki bentuk khas berupa jajaran kerucut *karst* dengan ketinggian bervariasi dan terbentuk gua-gua kapur yang dilengkapi dengan *stalagtit* dan *stalagmit*. Dengan kondisi geologi tersebut dapat dimungkinkan untuk batugamping di daerah penelitian dapat digunakan sebagai bahan baku pembuat semen yang bernilai ekonomis. Namun keberadaan Geopark Gunung Sewu menjadikan terbatasnya area penambangan yang diperbolehkan, sehingga menarik untuk dikaji terkait potensi sebagai

bahan baku semen atau produk turunan lainnya.

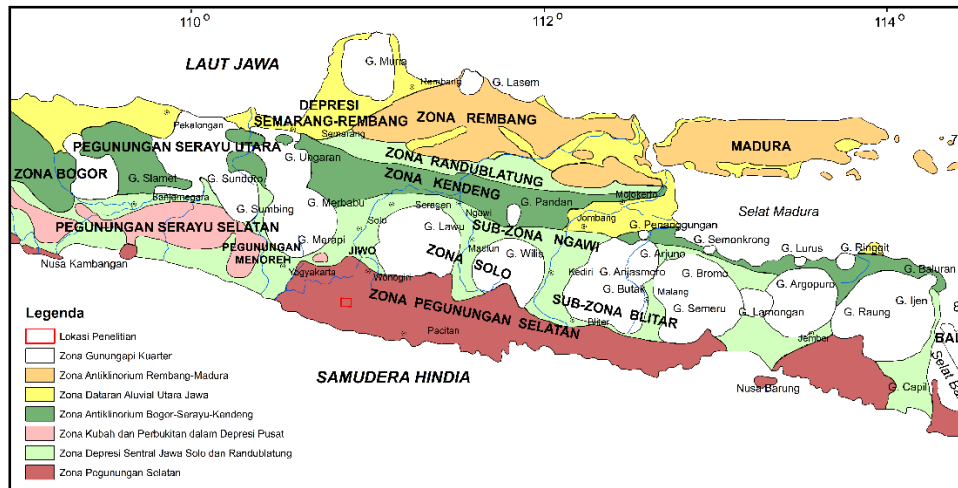
Semen merupakan sebuah padatan mengandung bahan aktif yang bersifat sebagai perekat antara komponen material satu dengan lainnya (Trout, E. A., 2019). Proses yang terjadi dari pembuatan semen adalah material batugamping beserta bahan lainnya digiling dan dicampur, kemudian dipanaskan sehingga bahan aktif semen dapat optimal sebagai bahan perekat (Hawkins dkk., 1996). Ditengah laju pembangunan yang cukup masif, produksi dan kapasitas semen di beberapa negara cenderung berfluktuasi (Gambar 2). Selain itu, laporan produksi semen dalam negeri mengalami fluktuasi 2 tahun terakhir dari 1,4 (Mt) dan 1,3 (Mt) (SIG., 2024). Hal ini ditengarai oleh adanya aktivitas pembangunan di sektor industri, manufaktur, infrastruktur, perumahan, dan sektor lainnya yang sangat masif di beberapa wilayah di Indonesia.



**Gambar 1.** Peta daerah penelitian sumber tampalan peta RBI-BIG.



**Gambar 2.** Dominasi sejumlah negara utama produsen semen, sebagaimana yang diuraikan dalam publikasi (*Mineral Commodity Summaries* USGS 2019; 2021; 2023). Produksi semen China menduduki peringkat pertama selama enam tahun terakhir 1,9 - 2,4 (Mt) (Mt: Megaton).



**Gambar 3.** Fisiografi bagian tengah dan timur Pulau Jawa (van Bemmelen, 1949 digambar ulang oleh Hardiyanto, 2024).

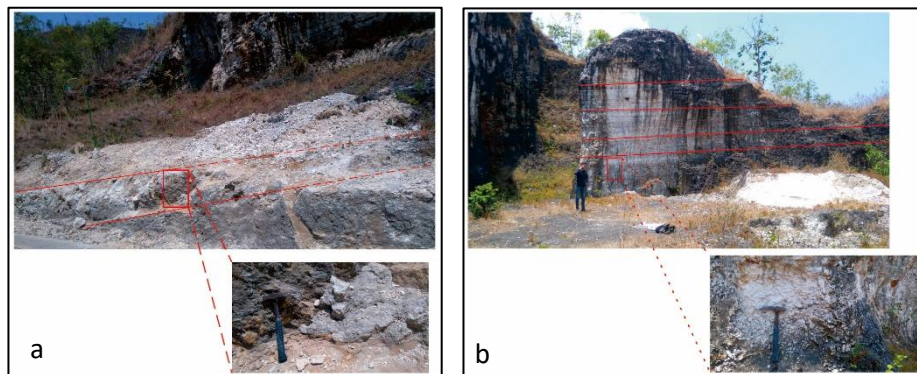
Berdasarkan ulasan di atas, penelitian ini bermaksud untuk melakukan analisis tingkat kualitas batugamping di Desa Gombang, Kecamatan Ponjong, Kabupaten Gunung Kidul, D.I. Yogyakarta. Di mana lokasi penelitian pula telah beroperasi sebuah kegiatan penambangan rakyat berupa penambangan batugamping yang bernilai ekonomis (Gambar 4b). Selain itu, tujuan dari penelitian ini untuk memberikan penilaian dari kualitas batugamping di daerah penelitian sebagai komponen bahan baku industri semen baik secara fisik ataupun kimiawinya. Karakter batugamping yang terdapat di daerah penelitian, umumnya memiliki warna putih pada batuan yang segar dan putih kecoklatan pada batuan yang telah lapuk (Gambar 4a). Penelitian ini menjadi menarik untuk dilakukan studi terhadap tingkat kualitas batugamping. Dilain sisi di sekitar daerah penelitian ini sendiri, telah ditetapkan sebagai area *geopark* Gunung Sewu sebagai tempat wisata edukasi berbasis ilmu kebumian seperti perbukitan kapur, kerucut kapur (Stalagtit dan

stalagmit), dan sungai bawah tanah. Manfaat dari studi ini, mengetahui potensi sumber daya alam yang berada di Desa Gombang berupa gugusan batugamping yang melampar luas dan bernilai ekonomis sebagai bahan baku industri salah satunya adalah semen. Manfaat lain dari penelitian ini yaitu memberikan informasi wilayah mana yang dapat dilakukan eksploitasi dan tidak dari adanya gugusan batugamping sebagai bahan baku industri semen.

Batugamping yang mengandung kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) ini sering dimanfaatkan sebagai kerajinan, bahan bangunan, produk bahan kimia, bahan baku industri, serta produk kosmetik hingga kesehatan (Timpola, 2014). Produk lainya salah satunya adalah semen. Kombinasi bahan yang digunakan dalam pembuatan semen terdiri atas batugamping dengan kandungan  $\text{CaO}$  yang tinggi, lempung silika, dan napal. Menurut Duda (1976) spesifikasi batugamping sebagai bahan baku industri semen terdiri dari berbagai komponen (Tabel 1).

**Tabel 1.** Tipe batugamping dalam industri semen: standar CaO lebih dari 49,8% (Duda, 1976).

Komposisi (%)	Tipe				
	I	II	III	IV	V
1. SiO <sub>2</sub> minimal	-	20,0	-	-	-
2. Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> maksimal	-	6,0	-	-	-
3. Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> maksimal	-	6,0	-	6,5	-
4. MgO maksimal	5,0	6,0	6,0	6,0	6,0
5. SO <sub>3</sub>	2,0	3,0	3,5	2,3	2,3
6. Residu tak larut	0,75	7,5	0,75	0,75	0,75
7. CaO	49,8% - 55,6%				



**Gambar 4.** a) Singkapan batugamping kristalin (Arah potret foto N 70° E, b) Lubang sisa penambangan batugamping, terlihat struktur masif (Arah potret foto N 145° E).

### METODE PENELITIAN

Metode penelitian dirancang agar mempermudah dalam pelaksanaan penelitian. Tahap pertama mencakup tahap persiapan mengenai studi pustaka, orientasi lokasi penelitian. Tahap kedua penelitian detail meliputi observasi kondisi geologi dan pengambilan sampel. Tahap ketiga analisis pemerian batuan, pemerian megaskopis batuan karbonat berdasarkan ukuran butir penyusun batuan karbonat menurut (Folk, 1962). Pemerian mikroskopis sayatan batuan menilai komposisi penyusun utama dari sampel berdasarkan klasifikasi (Embry and Klován., 1971). Analisis porositas batuan menggunakan pendekatan analisis *point counting* pada sampel sayatan, dengan pemerian nilai porositas berdasarkan klasifikasi (Koesoemadinata, 1980) (a) (Tabel 2). Pemerian struktur pori pada sampel berdasarkan klasifikasi bentuk pori yang teramati dari sampel baik varian *non-fabric selective* dan varian *fabric-selective* (Choquette & Pray, 1970).

Selain itu, analisis geokimia dilakukan menggunakan metode X-ray *Fluorescence* (XRF). Karakterisasi tipe batugamping sebagai bahan baku semen dilakukan melalui pendekatan klasifikasi menurut Duda (1976) (Tabel 1), yang perpedoman pada persentase kandungan unsur kimia dalam batugamping. Tahap akhir dari kegiatan ini meliputi pembahasan serta penyusunan laporan penelitian secara menyeluruh (Gambar 5).

$$\text{Porositas } \emptyset = V_p / V_s \times 100$$

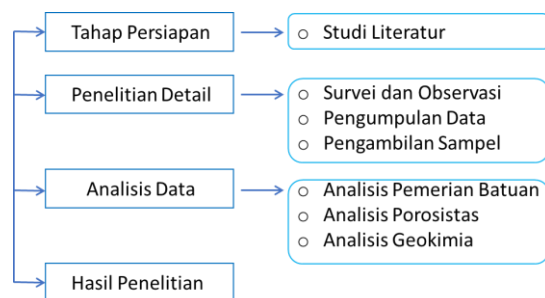
Di mana:

$V_p$  = Volume pori

$V_s$  = Volume sampel

**Tabel 2.** Nilai perkiraan porositas secara visual dengan menggunakan peraga visual (Koesoemadinata, 1980).

Nilai (%)	Jenis
0-5	Dapat Diabaikan
5-10	Buruk
10-15	Cukup
15-20	Baik
20-25	Sangat Baik
>25	Istimewa



**Gambar 5.** Bagan alir penelitian.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

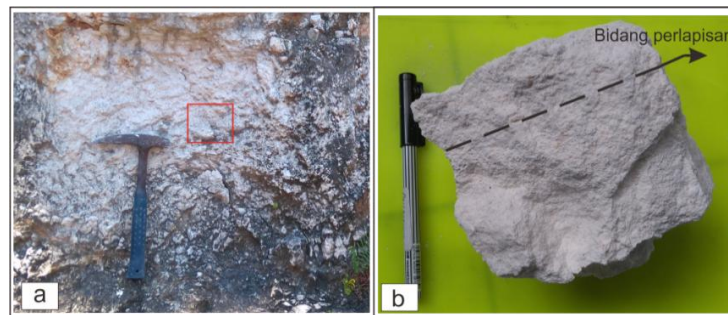
Hasil observasi lapangan, dijumpai gugusan perbukitan kapur yang penyebarannya sangat luas dan tersingkap dengan baik. Kondisi kesampaian lokasi pengamatan tidak sulit untuk dilalui, sehingga memberikan kemudahan dalam melakukan survei dan pengambilan sampel. Pemerian secara megaskopis dari singkapan batugamping memiliki kenampakan struktur berlapis dan



masif (Gambar 4a dan 4b). Batugamping pada lokasi penelitian termasuk bagian dari Formasi Wonosari yang berumur Miosen Tengah – Miosen Akhir. Dimana formasi ini diendapkan pada lingkungan laut relatif dangkal dan terdorong ke permukaan membentuk jajaran pegunungan (Hall., 2009), atau yang saat ini dikenal sebagai pegunungan selatan.

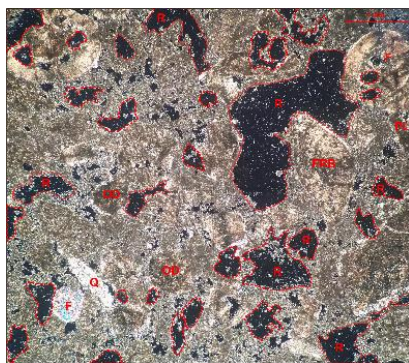
Penyebaran dari batugamping di lokasi penelitian melampar sangat luas, sehingga peneliti mengerucutkan menjadi dua area pengamatan. Pemerian megaskopis berdasarkan komponen ukuran dan besar butir penyusun batuan memperlihatkan tekstur bentuk butir bulat (*equant*), kebundaran membundar tanggung (*subrounded*), ukuran butir pasir (*sand*) – lanau (*silt*), kemas terbuka, dan terpilah baik – menengah (*well sorted – moderately sorted*). Struktur sedimen yang terlihat berlapis dan masif, sehingga diidentifikasi sebagai *fine calcirudite* berdasarkan pemerian klasifikasi (Folk, 1962) (Gambar 6). Selain itu, pemerian sampel dari analisis sayatan batuan sebagai *floatstone* (Gambar 7) sampai *rudstone* (Gambar 8)

berdasarkan klasifikasi (Embry dan Klovan, 1971). Ciri utama yang umum dijumpai yaitu struktur yang mendominasi berupa butiran (*terigen*) tekstur memiliki kenampakan bioklastik, pemilahan buruk (*poorly sorted*), kemas memberikan kenampakan terbuka, ukuran butir 0,5-5 mm, bentuk butir membundar tanggung, hubungan antar butir berupa titik sampai panjang, komponen penyerta butiran karbonat terdiri dari bioklas, pelet, ooid. Butiran terigen terdiri dari feldspar dan kuarsa, matriks lumpur karbonat, semen berupa sparit dengan tipe granular. Sedangkan untuk hasil analisis sampel porositas primer menunjukkan derajat yang sama mulai dari 20% - 16% yang tergolong ke dalam porositas *fair* (cukup) dan *good* (baik) berdasarkan pemerian klasifikasi porositas (Koesoemadinata, 1970) (Gambar 7 & 8). Ciri umum porositas yang dijumpai dari sampel penelitian yaitu kenampakan struktur porositas *vug* sampai *channel* sebagai kelompok struktur porositas *non-fabric-selective* (porositas yang tidak dipengaruhi oleh susunan butiran) berdasarkan pemerian (Choquette & Pray, 1970).

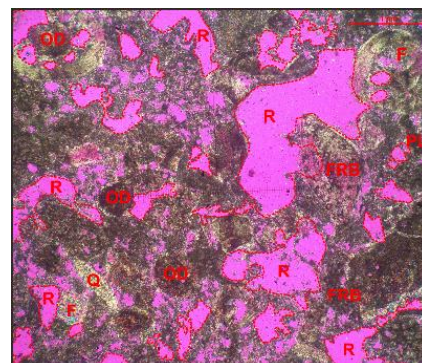


**Gambar 6.** a) Singkapan batugamping dipotret dari arah tenggara (N 145° E) b) Sampel setangan dari *fine calcirudite*.

Xpl

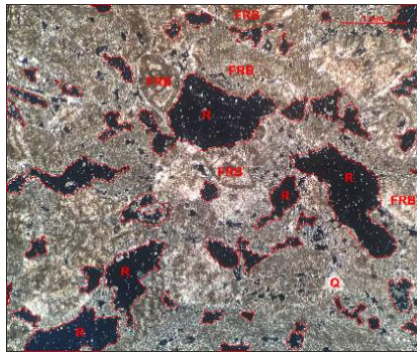


Gips

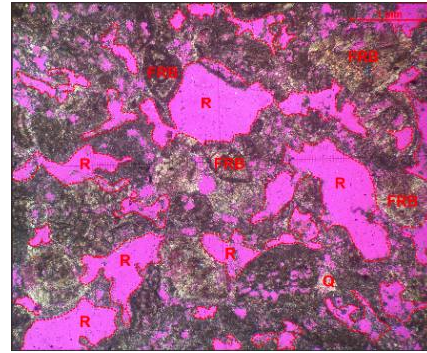


**Gambar 7.** Kenampakan porositas cukup (16%) pada sampel *floatstone* berdasarkan pemerian (Embry dan Klovan, 1971), sampel PO-01, R (rongga), OD (ooid), PL (pelet), FRB (foram), dan Q (kuarsa).

Xpl



Gips



**Gambar 8.** Kenampakan porositas baik (20%) pada sampel *rudstone* berdasarkan pemerian (Embry dan Klován, 1971), sampel PO-02 R (rongga), FRB (foram), dan Q (kuarsa).

Komponen kimia yang terdapat pada sampel analisis memiliki variasi yang cukup beragam di mana besaran tiap komposisi  $\text{CaO}$ ,  $\text{O}_2 > 50\%$  sedangkan  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ , dan  $\text{SO}_3 < 5\%$  (Tabel 2). Berdasarkan kelimpahan unsur kimia tersebut, dengan ini dapat disampaikan bahwa tipe dari kualitas sampel uji kadar unsur utama dianggap memenuhi standar baku semen dengan kategori tipe 1 *ordinary portland cement* (OPC) atau dapat didefinisikan sebagai tipe semen konstruksi.

**Tabel 3.** Analisis kimia batugamping dengan metode X-ray *Fluorescence*.

Komposisi	Standar % PO-01	Standar % PO-02
$\text{SiO}_2$	$< 5\%$	$< 5\%$
$\text{Al}_2\text{O}_3$	$< 5\%$	$< 5\%$
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$< 5\%$	$< 5\%$
$\text{MgO}$	$< 5\%$	$< 5\%$
$\text{CaO}$	50,00%	49,69%
$\text{O}_2$	49,99%	50,29%

Selain itu, kondisi batugamping pada lokasi penelitian tidak jauh berbeda dan terdapat kesamaan bentuk fisik. Hubungan sifat fisik terhadap tingkat porositas yang berkaitan dengan nilai keekonomian batugamping sebagai komponen dalam industri semen teramati dari hasil uji sampel. Hubungan antara porositas dan nilai kimia dari sampel, semakin besar porositas batugamping, seharusnya nilai unsur kimia  $\text{CaO}$  akan semakin kecil, begitu juga sebaliknya. Hal ini diduga terjadi karena pori-pori atau rongga tidak dipengaruhi oleh susunan butiran (*non-fabric-selective*) melainkan karena proses larutnya batugamping akibat

proses kimia, hal ini dibuktikan dari terdapatnya struktur *vug* dan *channel* yang umum dijumpai pada batugamping. Akan tetapi hasil analisis kimia menunjukkan hubungan antara persentase porositas terhadap kualitas batugamping tidak berpengaruh secara signifikan. Hal ini dapat diamati dari nilai  $\text{CaO}$  50% - 49,6%, di mana hasil uji cenderung memiliki nilai yang tinggi.

## KESIMPULAN

Tingkat kualitas batugamping pada daerah penelitian, yang didukung oleh hasil analisis geokimia dan porositas, menunjukkan tingkat porositas batugamping cenderung cukup sampai baik dengan persentase 15%-20%, dengan bentuk dominan *vug* sampai *channel*. Selain itu, komposisi  $\text{CaO}$ ,  $\text{O}_2 > 50\%$  dinyatakan memenuhi standar untuk dijadikan sebagai komponen bahan baku industri semen tipe 1 atau OPC.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam penelitian ini. Selain itu, penulis berharap penelitian ini dapat dikembangkan secara lebih luas dengan kuantitas data yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- BIG. Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI). Diakses 11/04/2025, <https://tanahair.indonesia.go.id/RBI/#/>.
- Choquette, P.W. and Pray L.C., 1970, Geologic Nomenclature and Classification of Porosity in Sedimentary Carbonate, AAPG

- Bulletin, v. 54, p. 207-250.  
<https://doi.org/10.1306/5D25C98B-16C1-11D7-8645000102C1865D>.
- Duda, W.H. (1976). Cement-data-book: internationale Verfahrenstechniken der Zementindustrie (Vol. 1). Bauverlag.
- Embry, A.F. and Klovan, J.E. (1971) A Late Devonian Reef Tract on Northeastern Banks Island. Canadian Petroleum Geology, 19, 730-781.
- Folk, R.L., 1962, Spectral subdivision of limestone types. In: Classification of Carbonate Rocks (Ed. by W. E. Ham). American Association Petroleum Geologist. Tulsa, 1, p.62-84.
- Hartono, G., 2010. Petrologi Batuan Beku dan Gunung Api. Unpad Press, Bandung.
- Hardiyanto, D. W. (2024). Pemodelan Spasial Dalam Kegiatan Eksplorasi Panas Bumi, Studi Kasus Lapangan Panas Bumi Dieng, Provinsi Jawa Tengah. (Tesis, Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada).
- Hall, Robert. "Indonesia, Geology". Encyclopedia of Islands, edited by Rosemary Gillespie and David Clague, Berkeley: University of California Press, 2009, pp. 454-460. <https://doi.org/10.1525/9780520943728-104>.
- Hawkins, P., Tennis, P. D., & Detwiler, R. J. (1996). *The use of limestone in Portland cement: a state-of-the-art review* (p. 36). Skokie, IL, USA: Portland Cement Association.
- Koesoemadinata, R. P. 1980. Geologi minyak dan gas bumi. Penerbit ITB.
- SIG. 2024. Shaping a Strong Future Through Perseverance. Jakarta Selatan.
- Surono, S. 2009. Lithostratigrafi Pegunungan Selatan Bagian Timur Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah. Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral, 19(3), 209-221. <https://doi.org/10.33332/jgsm.geologi.v19i3.206>
- Timpola, R. (2014). Karakterisasi Kandungan Mineral dan Unsur Penyusun Batugamping. Skripsi, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alaudin, Makasar.
- Trout, E. A. (2019). The History of Calcareous Cements. Dalam Hewlett, P., & Liska, M (Ed). Lea's chemistry of cement and concrete. (5nd ed., 1-29). Butterworth-Heinemann
- U.S. Geological Survey, 2019, Mineral commodity summaries 2019: U.S. Geological Survey, 200 p., <https://doi.org/10.3133/70202434>.
- U.S. Geological Survey, 2021, Mineral commodity summaries 2021: U.S. Geological Survey, 200 p., <https://doi.org/10.3133/mcs2021>.
- U.S. Geological Survey, 2023, Mineral commodity summaries 2023: U.S. Geological Survey, 210 p., <https://doi.org/10.3133/mcs2023>.
- van Bemmelen, R.W. 1949, The Geology of Indonesia, Martinus Nyhoff, The Hague, Nederland.