

Formasi Golok tersusun oleh napal bersisipan dengan batulempung, batugamping napalan, moluska, dan ditemukan material batubara berwarna kekuningan sampai coklat. Ketebalan formasi ini mencapai 1250m. Berdasarkan data fosil, formasi ini terbentuk pada kedalaman neritic sampai batyal.

Bagian bawah formasi Golok terendapkan selaras menjemari Formasi Domaring (TmPd) yang didominasi oleh batugamping dengan sisipan napal tufan. Bagian atas formasi Golok juga terendapkan secara selaras menjemari Formasi Kampungbaru (Tpkb) yang didominasi oleh litologi berupa Lempung pasiran, napal, pasir, dengan selingan berupa batubara dan tuf.

1.2 Batugamping

Batuan karbonat, selain berpotensi sebagai reservoir minyak bumi (Arif, 2021) juga berpotensi sebagai bahan baku pembuatan semen portland. Menurut (Pettijohn, 1975 dan Flugel, 2010) batugamping adalah batuan sedimen yang memiliki komposisi karbonat lebih dari 80 - 95 %. Batugamping adalah batuan yang terbentuk secara organik dan anorganik (presipitasi mineral karbonat). Menurut (Boggs, 2006) batugamping memiliki komposisi CaCO_3 dominan.

Batugamping yang baik untuk menjadi bahan baku semen ditetapkan standarnya dalam SNI 15-2049-2004. Semen portland menurut SNI tersebut adalah semen hidrolisis yang dibuat dengan cara penggilingan terak yang terdiri kalsium silikat yang bersifat hidrolisi. Menurut (Sadji, 1990 dalam Saing, 2008), semen portland adalah bahan perekat yang memiliki bentuk berupa serbuk halus, akan terjadi hidrasi dan mengeras jika ditambah dengan air. Semen Portland dibagi menjadi beberapa jenis. Jenis I merupakan semen portland yang diperuntukan bagi penggunaan umum yang tidak begitu memerlukan persyaratan tertentu seperti semen lainnya. Semen Portland jenis II diperuntukkan bagi keperluan terhadap ketahanan sulfat atau kalor hidrasi sedang. Jenis III memerlukan kekuatan tinggi dalam penggunaannya. Jenis IV adalah semen yang memerlukan kalor hidrasi rendah. Jenis terakhir atau V semen yang diperuntukkan bagi ketahanan sulfat yang tinggi. Semen portland harus memenuhi persyaratan sebagai berikut (Tabel 1).

Tabel 1. Syarat kimia utama semen portland (SNI 15-2049-2004)

No.	Uraian	Jenis Semen Portland (%)				
		I	II	III	IV	V
1.	SiO ₂ Minimum	-	20	-	-	-
2.	Al ₂ O ₃ Maksimum	-	6	-	-	-
3.	Fe ₂ O ₃ Maksimum	-	6	-	6,5	-
4.	MgO Maksimum	6	6	6	6	6
5.	SO ₃ Maksimum	3	3	3,5	2,3	2,3
6.	Hilang pijar maksimum	5	3	3	2,5	3
7.	Bagian tak larut maksimum	3	1,5	1,5	1,5	1,5
8.	C ₃ S Maksimum	-	-	-	35	-
9.	C ₂ S Maksimum	-	-	-	40	-
10.	C ₃ A Maksimum	-	8	15	7	5
11.	C ₄ AF + 2 C ₃ A	-	-	-	-	25

Parameter lain yang digunakan untuk menilai kualitas semen portland adalah dengan menggunakan rasio silika (SR), aluminium rasio (AR) dan faktor kejenuhan kapur (LSF) (Subakti, 1991 dalam Saing, 2008). Parameter tersebut didapatkan dari hasil persamaan – persamaan berikut ini:

$$\text{Rasio silika (SR)} = \frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3} \quad (1)$$

$$\text{Rasio Aluminium (AR)} = \frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3} \quad (2)$$

$$\text{Faktor Kejenuhan Kapur (LSF)} = \frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3} \quad (3)$$

Rasio silika memberikan gambaran, apakah semen mengandung unsur silika yang melimpah atau tidak, pada umumnya nilai SR adalah 2 – 2,5 %. Nilai rasio aluminium yang lebih dari 2 sering dijumpai pada semen putih, sedangkan nilai AR kurang dari 2 dijumpai pada semen yang resisten terhadap sulfat. Nilai AR diharapkan untuk serendah mungkin. Faktor kejenuhan kapur atau LSF (*lime saturation factor*) dinyatakan sebagai jumlah persen kapur (CaO) terhadap SiO₂, Al₂O₃, dan Fe₂O₃. Nilai LSF memiliki rentang 0,66 – 1,02. Semen dengan kualitas yang buruk memiliki nilai LSF >1.02 karena terdapat kapur bebas dalam semen. Nilai LSF 1 pada batugamping menunjukkan silika yang hadir berbentuk C₃S. Batugamping dengan nilai LSF <1 memiliki silika dalam bentuk C₂S dan C₃S. Apabila LSF kurang dari 0,66 artinya terdapat terlalu banyak silika dalam bentuk C₃S. Hal ini akan menyebabkan mutu semen buruk (Subakti, 1991 dalam Saing, 2008). Berdasarkan kriteria-kriteria tersebut, maka penelitian ini ditujukan untuk mengidentifikasi kualitas batugamping pada daerah telitian sebagai bahan baku pembuatan semen portland.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan melalui beberapa tahapan. Tahapan pertama adalah tahap pendahuluan. Pada tahapan ini, dilakukan studi literatur yang mencakup kondisi geologi regional daerah penelitian, penyebaran batugamping target, serta perencanaan pengambilan sampel batuan.

Tahapan kedua adalah tahap pengambilan data lapangan yang meliputi data persebaran batuan dan sampel batugamping. Dasar penentuan sampel adalah batugamping yang dianggap dapat mewakili kondisi batugamping di daerah tersebut dan layak untuk diujikan di laboratorium.

Terakhir adalah tahapan analisis dan sintesis. Analisis pada batugamping dilakukan untuk mengetahui persentase komposisi kimia batugamping tersebut. Berdasarkan analisis tersebut, akan dilakukan kesebandingan dengan standar minimal komposisi batugamping yang dibutuhkan sebagai bahan baku semen Portland. Berikutnya dilakukan sintesis atau penentuan kesimpulan. Kesimpulan yang diambil adalah berdasarkan kelayakan kualitas batugamping tersebut sebagai bahan baku semen Portland.

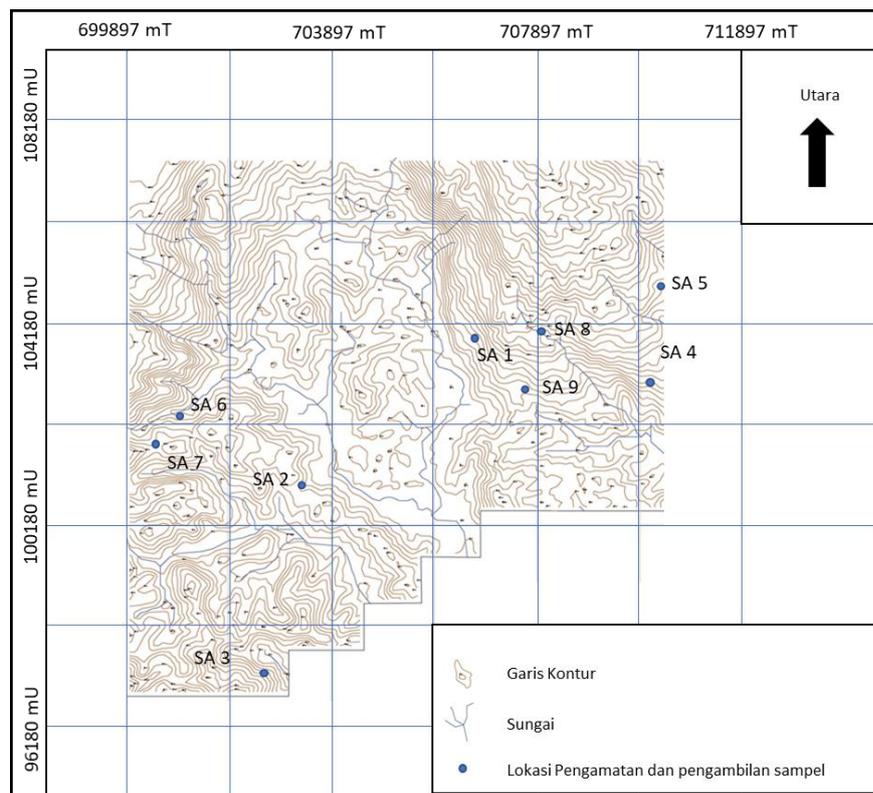
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini akan disajikan dalam beberapa pembahasan. Pembahasan pertama adalah ketersediaan data penelitian. Kedua adalah pembahasan mengenai kondisi geologi atau persebaran batuan pada lokasi penelitian. Berikutnya adalah pembahasan mengenai hasil analisis komposisi kimia batugamping. Pembahasan yang terakhir adalah mengenai kualitas batugamping sebagai bahan baku semen portland menurut

Standar Nasional Indonesia 15-2049-2004. Lebih lengkap mengenai setiap pembahasannya akan dibagi menjadi beberapa sub bab.

4.1 Ketersediaan data

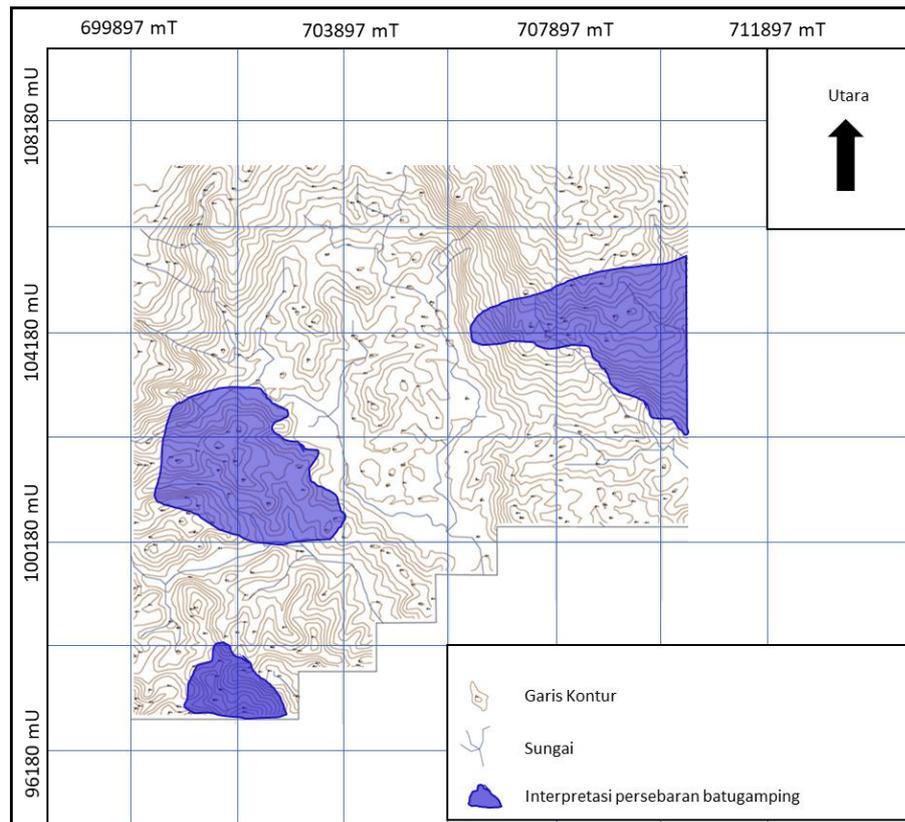
Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data yang didapatkan langsung di lapangan. Data tersebut berupa data sampel batuan, lokasi pengambilan sampel dan data persebaran batuan. Data sampel batuan yang didapatkan adalah sembilan lokasi penelitian. Lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 2. Lokasi pengambilan sampel semuanya merupakan bagian dari batugamping yang berada pada formasi Golok. Dari data titik pengamatan tersebut, hanya lima titik yang dilakukan analisis kimia untuk melihat kualitas batugamping tersebut sebagai bahan baku semen Portland. Metode yang digunakan dalam melakukan analisis geokimia adalah dengan menggunakan metode XRF (*X – Ray Flourescence*)



Gambar 2. Peta lokasi pengamatan dan pengambilan sampel

4.2 Kondisi Batugamping Target

Berdasarkan data survei geologi pendahuluan yang telah dilakukan batuan karbonat pada lokasi penelitian dibagi menjadi dua. Batuan yang berukuran butir halus (*mud*) dikelompokkan menjadi Napal. Sedangkan yang menjadi target utama adalah batugamping yang teramati pada sembilan lokasi pengamatan di atas. Berdasarkan data tersebut maka dapat dibuat peta persebaran batugamping pada lokasi penelitian (Gambar 3).



Gambar 3. Persebaran batugamping pada lokasi penelitian

Batugamping pada lokasi penelitian tersebar Sebagian besar berada pada lembah – lembah, namun pada bagian timur berada pada morfologi tinggian. Batuan ini memiliki karakter warna coklat kekuningan, dengan struktur masih, keras, tersortasi buruk, memiliki indikasi porositas rendah (Gambar 4).



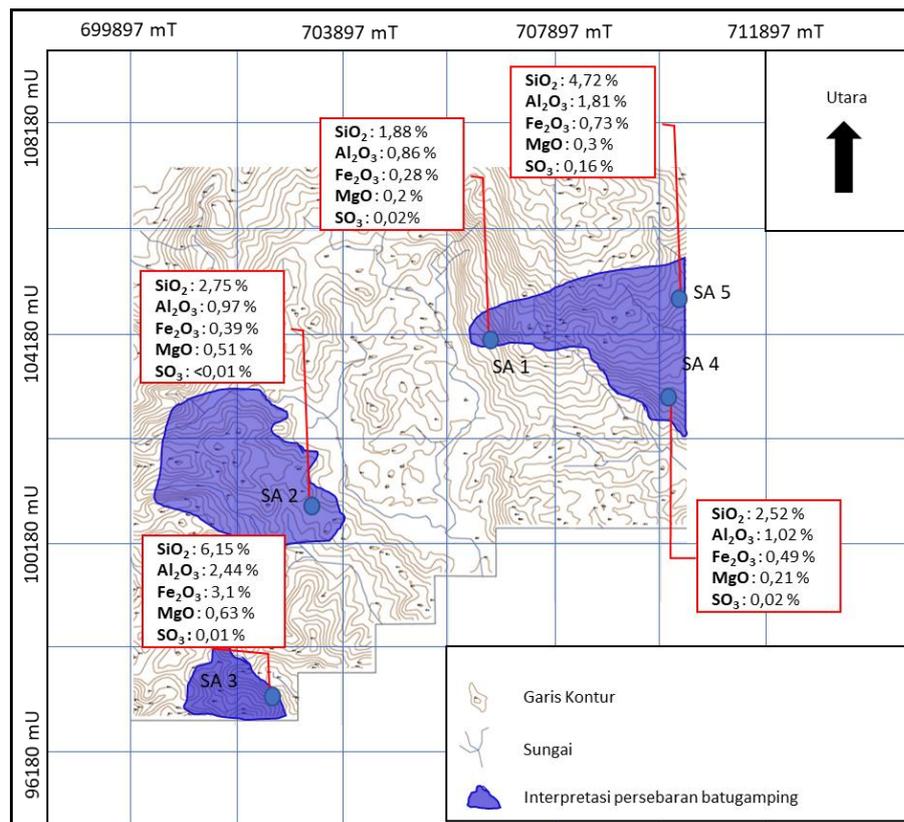
Gambar 4. Singkapan batugamping pada lokasi SA 5

4.3 Hasil Analisis Geokimia

Berdasarkan lima sampel yang dilakukan analisis geokimia menggunakan XRF, didapatkanlah hasil sebagaimana yang tertera pada Tabel 2. Parameter batugamping yang dilakukan analisis geokimia mengacu pada enam parameter utamanya yaitu silika dioksida (SiO_2), Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , SO_3 dan CaO . Jika dibuat dalam bentuk peta, maka akan seperti yang ditunjukkan oleh gambar 5.

Tabel 2. Hasil analisis geokimia

No.	Kode Sampel	Parameter kimia yang diuji (%)					
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃	CaO
1.	SA 1	1,88	0,86	0,28	0,2	0,02	54,04
2.	SA 2	2,75	0,97	0,39	0,51	<0,01	54,15
3.	SA 3	6,15	2,44	3,1	0,63	0,01	48,63
4.	SA 4	2,52	1,02	0,49	0,21	0,02	53,7
5.	SA 5	4,72	1,81	0,73	0,3	0,16	51,09



Gambar 5. Peta persebaran hasil analisis geokimia setiap sampel

Mengacu pada data hasil analisis geokimia enam unsur di atas maka selanjutnya dilakukan perhitungan nilai rasio silika, rasio aluminium dan faktor kejenuhan kapur. Perhitungan tersebut dilakukan menggunakan persamaan (1), (2) dan (3). Hasil dari penghitungan tersebut dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Nilai Parameter mutu yang dianalisis

Parameter	Nilai Rata-rata
Nilai Kejenuhan Kapur (LSF)	11,12
Rasio silika (SR)	0,72
Rasio Aluminium (AR)	2,18

4.4 Pembahasan

Tabel 3 menunjukkan bahwa rata-rata aluminium rasio menunjukkan nilai 2,18. Artinya nilai ini melebihi dari 2 yang menunjukkan bahwa kualitas batugamping ini kurang baik untuk menjadi bahan baku semen, Hal ini juga didukung oleh nilai factor kejenuhan kapur yang sangat tinggi yaitu 11,12, sedangkan bahan baku yang baik memiliki kisaran LSF 0,66 sampai 1,2. Ditambah lagi dengan nilai rasio silikanya yang sangat rendah, sedangkan pada umumnya nilai SR berkisar 2 sampai 2,5. Hal ini menyebabkan produksi semen membutuhkan tambahan silika yang cukup banyak.

4. KESIMPULAN

Mengacu pada hasil analisis parameter kimia rasio silika, rasio aluminium dan faktor kejenuhan kapur yang telah dilakukan, batugamping pada lokasi penelitian tidak direkomendasikan untuk menjadi bahan baku semen Portland. Hal ini dikarenakan ketiga parameter tersebut menunjukkan nilai yang buruk yang akan menyebabkan banyaknya penyesuaian untuk mengolah batugamping tersebut menjadi semen Portland.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih yang sangat mendalam penulis sampaikan untuk rekan – rekan tim eksplorasi yang telah membantu untuk tercapainya kebutuhan data penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, S., Heriyad, N. W. A. A. T., Patra, M. R. D., & Budrianto, N. (2021). Analisis Korelasi Antara Porositas Dan Fasies Batuan Karbonat (Studi Kasus Di Formasi Wonosari Dan Kubah Bayah). *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 14(1), 36-40.
- Badan Standarisasi Nasional. (2004). *Standar Nasional Indonesia 15-2049-2004 Semen Portland*. Indonesia
- Boggs Jr., S., (2006). *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*. 4th edition. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Djamal. B., Sudana, D., Soetrisno, Baharuddin, dan Hasan, K. (1995). *Peta Geologi Lembar Tanjung Mangkaliat*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi
- Flugel, E., (2010). *Microfacies of Carbonate Rocks, Analysis, Interpretation and Application*, 2nd edition, Springer.
- Pettijohn F.J., (1975). *Sedimentary Rock, Harper International Edition*. New York, Evansion, San Fransisco dan London: Harper & Row.
- Saing, Zubair. (2008). Analisis Kualitas Batugamping Kabupaten Fak Fak Papua Sebagai Bahan Baku Semen Portland. *Jurnal Teknik Dintek*. 1(3), 67-72.