

# Klasifikasi Kekerasan Batugamping Berdasarkan Nilai Kuat Tekan di Kecamatan Ponjong, Kecamatan Semanu, dan Kecamatan Tanjungsari, Kabupaten Gunung Kidul, Yogyakarta

Rety Winonazada<sup>1</sup>, Listiyawati Nugraha<sup>1</sup>, S. Koesnaryo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Pembangunan Nasional 'Veteran' Yogyakarta

Korespondensi : [retywinonazada15@gmail.com](mailto:retywinonazada15@gmail.com)

## ABSTRAK

Dalam bidang pertambangan maupun sipil, mengetahui kekerasan dan kekuatan material batuan sangatlah penting untuk menghindari kesalahan dalam perencanaan geoteknik. Nilai kekuatan batuan dapat diperoleh dari pengujian langsung di lapangan menggunakan *Schmidt Hammer* atau melalui pengujian laboratorium misalnya kuat tekan uniaksial. Berdasarkan penelitian sebelumnya, hanya dari nilai kuat tekan uniaksial dapat diketahui kekerasan batuan yang diuji. Metode penelitian yang dilakukan adalah melakukan analisis data-data hasil uji kuat tekan batugamping di Gunung Kidul dari beberapa jurnal penelitian terdahulu dan dari pengujian laboratorium yang dilakukan oleh penulis. Berdasarkan hasil analisis, kekerasan batugamping di Kecamatan Ponjong, Kecamatan Semanu, dan Kecamatan Tanjungsari menurut klasifikasi Bieniawski tergolong dalam kategori Lunak dan Sangat Lunak. Sedangkan menurut klasifikasi Tamrock, tergolong dalam kategori Lunak dengan skala Mohs 2-3 dan Cukup Lunak dengan skala Mohs 3-4.5 serta tingkat kekasaran yang Buruk. Dan menurut klasifikasi Attawell dan Farmer, tergolong dalam kategori Sangat Lemah dan Lemah. *Range* nilai kuat tekan batugamping di ketiga kecamatan tersebut umumnya berkisar antara 10 – 40 MPa.

Kata kunci: Batugamping, Kuat Tekan, Gunung Kidul

## ABSTRACT

*In mining and civil fields, knowing the hardness and strength of rock materials is very important to avoid mistakes in geotechnical planning. Rock strength values can be obtained from direct field testing using a Schmidt Hammer or through laboratory testing such as uniaxial compressive strength. Based on previous research, only the uniaxial compressive strength value can be known the hardness of the rock being tested. The research method used is to analyze the results of the limestone compressive strength test data in Gunung Kidul from several previous research journals and from laboratory tests conducted by the author. Based on the analysis, limestone hardness in Ponjong, Semanu, and Tanjungsari Subdistricts according to the Bieniawski classification are in the Soft and Very Soft categories. Meanwhile, according to the Tamrock classification, it is classified in the Soft category with a Mohs scale of 2-3 and Fairly Soft with a Mohs scale of 3-4.5 and poor roughness. And according to the classification of Attawell and Farmer, it belongs to the Very Weak and Weak categories. The range of limestone compressive strength values in the three districts is generally between 10 - 40 MPa.*

*Keyword : Limestone, Compressive Strength, Gunung Kidul*

## 1. PENDAHULUAN

Dalam bidang pertambangan maupun sipil, mengetahui kekerasan dan kekuatan material batuan sangatlah penting untuk menghindari kesalahan dalam perencanaan geoteknik. Maka dari itu, pengujian langsung maupun tidak langsung terhadap material batuan tidak pernah dilewatkan untuk bisa mengetahui sifat-sifat fisik maupun mekanik khususnya nilai kekuatan dari batuan tersebut. Nilai kekuatan batuan dapat diperoleh dari pengujian langsung di lapangan menggunakan *Schmidt Hammer* atau melalui pengujian laboratorium misalnya kuat tekan uniaksial. Hanya dari nilai kuat tekan uniaksial dapat diketahui kekerasan batuan yang diuji. Telah banyak klasifikasi-klasifikasi kekerasan batuan yang dikeluarkan oleh beberapa ahli seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 3.

Tabel 1. Klasifikasi kuat tekan dan skala Mohs menurut Bieniawski dan Tamrock

Klasifikasi	Kuat Tekan Uniaksial (MPa)	
	Bieniawski, 1973	Tamrock, 1988
Sangat Keras	250-700	200 [7]
Keras	100-250	120-200 [6-7]
Keras Sedang	50-100	60-120 [4,5 - 6]
Cukup Lunak	-	30-60 [3 - 4,5]
Lunak	25-50	10-30 [2-3]
Sangat Lunak	1 s/d 25	-10

Tabel 2. Kekerasan Mineral menurut skala Mohs dan sifat *Toughness* (Rai, M.A., et al. 2014)

Mineral	Skala Mohs	Toughness
Talk	1	Buruk
Gypsum	2	Buruk
Kalsit	3	Buruk - Baik
Malasit	3,5 - 4	Buruk
Fluorit	4	Buruk
Apatit	5	Fair

Tabel 3. Klasifikasi Kekerasan Batuan (Attewell &amp; Farmer 1976)

Klasifikasi	Kuat Tekan (MPa)	Tipikal Jenis Batuan
Sangat Lemah	10 s/d 20	Lapuk dan batuan sedimen terkompaksi - lemah
Lemah	20-40	Batuan sedimen tersementasi - lemah, skis
Medium	40-80	Batuan sedimen kompeten, beberapa batuan beku dengan bobot isi rendah berbutir kasar
Kuat	80-160	Batuan beku kompeten, beberapa batuan metamorfosa dan batupasir berbutir halus
Sangat Kuat	160-320	Kuarzit; batuan beku dengan bobot isi berat - berbutir halus

Selain membuat klasifikasi kekerasan batuan, peneliti-peneliti terdahulu juga telah banyak melakukan pengelompokan sifat-sifat fisik maupun mekanik dari berbagai jenis batuan utuh. Attewell dan Farmer (1976) [2] menyatakan bahwa nilai kuat tekan uniaksial batugamping adalah sebesar 30-250 MPa. Secara umum, nilai ini dapat digunakan sebagai pengetahuan awal dari kekuatan batugamping. Namun mengingat bahwa karakteristik batuan di setiap daerah pasti berbeda-beda maka tentu nilai ini belum tentu relevan dengan batuan yang ada di daerah yang akan dilakukan penelitian. Oleh karena itu, dalam penelitian ini penulis bertujuan untuk melakukan klasifikasi kekerasan batuan dan range nilai kuat tekan batuan khususnya batugamping yang terdapat di beberapa kecamatan di Kabupaten Gunung Kidul untuk dapat lebih mempermudah peneliti-peneliti selanjutnya mendapatkan informasi awal dari kekuatan ataupun kekerasan batugamping di daerah Gunung Kidul, Yogyakarta.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian dilakukan dengan pengujian kuat tekan uniaksial pada sampel batugamping di Pantai Ngrumput, Kecamatan Tanjungsari mengikuti standar ISRM. Pengujian kuat tekan uniaksial dilakukan dengan meletakkan conto sampel yang sebelumnya telah dipreparasi di bagian tengah antara dua *plat* penekan dan kemudian sampel ditekan secara vertikal hingga batuan pecah dan kemudian regangan aksial dan lateral tiap sampel diamati dan dicatat setiap kali ada penambahan beban. Gambar 1 menunjukkan proses pengujian kuat tekan uniaksial sampel 1 batugamping Pantai Ngrumput, Kecamatan Tanjungsari.



Gambar 1. Proses pengujian kuat tekan uniaksial

Metode penelitian lain yang dilakukan adalah dengan mengumpulkan data-data hasil uji kuat tekan batugamping di Gunung Kidul dari beberapa jurnal berdasarkan penelitian terdahulu yang relevan. Kemudian melakukan analisis dari data-data yang telah didapat ke dalam sistem klasifikasi dari berbagai pendapat ahli.

### 3. HASIL DAN ANALISIS

Berikut ini adalah beberapa data hasil pengujian kandungan mineral batugamping secara umum, sifat fisik dan kuat tekan batugamping di 3 (tiga) kecamatan yang terdapat di Gunung Kidul dan analisis kekerasannya menurut klasifikasi Bieniawski, Tamrock, serta Attawell dan Farmer.

#### 3.1. Kandungan Mineral Batugamping

Secara umum mineral yang terkandung dalam batugamping atau yang bisa juga disebut batu kapur adalah kalsium karbonat kalsit sebesar 95%, dolomit sebanyak 3%, dan sisanya adalah mineral lempung (Fitria AN, dkk. 2012) [4]. Sama halnya seperti yang dinyatakan oleh Sukandarrumidi (1988) bahwa secara kimia batugamping terdiri dari kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang kemudian dapat berubah tipenya menjadi dolomitan apabila mengandung kadar magnesium yang tinggi ( $\text{MgO}$  2.2% - 10.9%) atau dolomit ( $\text{MgO}$  > 19.9%). Batu kapur adalah batuan padat yang mengandung banyak kalsium karbonat (Munasir, dkk. 2012) [7]. Mineral karbonat yang umum ditemukan berasosiasi dengan batu kapur adalah aragonite, yang merupakan mineral metastable karena pada kurun waktu tertentu dapat berubah menjadi kalsit ( $\text{CaCO}_3$ ) (Jasruddin, dkk. 2015) [5]. Selain itu di Kecamatan Ponjong yang berdasarkan penelitian adanya keterdapat batugamping merah dengan kandungan mineral kuarsa ( $\text{SiO}_2$ ), titanit ( $\text{CaTiSiO}_5$ ), siderit ( $\text{FeCO}_3$ ) dan diduga rodokrosit ( $\text{MnCO}_3$ ) yang tidak dijumpai pada batugamping putih (Atmoko DD, dkk. 2016) [1].

#### 3.2. Sifat Fisik Batugamping

Tabel 4. Sifat Fisik Batugamping di Kecamatan Ponjong (Wiloso, DA., Ratmy, 2018)

Wn (gr)	Wo (gr)	Ww (gr)	Ws (gr)	Bobot Isi Asli ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	Kadar Air (%)	Porositas (%)
237.8	237.47	267.93	130.9	1.74	0.14	22.23
319.13	318.63	328.5	137.43	1.67	0.16	5.17
303.3	302.77	317.1	139.97	1.71	0.18	8.09
288.3	288.17	304.77	139.9	1.75	0.05	10.07
291.43	291.23	300.37	131.53	1.73	0.07	5.41

Tabel 5. Sifat Fisik Batugamping di Kecamatan Tanjungsari (Penulis, 2020)

Wn (gr)	Wo (gr)	Ww (gr)	Ws (gr)	Bobot Isi Asli ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	Kadar Air (%)	Porositas (%)
300.2	298	314.3	186.8	2.35	0.74	12.78
443.6	442.9	453.2	274.8	2.49	0.16	5.77

#### 3.3. Nilai Kuat Tekan Batugamping

Tabel 5. Hasil Nilai *Rebound Schmidt Hammer* dan Konversi Nilai UCS Batugamping di Gunung Sudo, Kecamatan Ponjong (Wijaya RAE dan Dianto I, 2015)

Kode Sampel	<i>Schmidt Hammer Rebound</i> (N) (Mpa)	Konversi ke Nilai UCS (2N)
OC. 1	15	30
OC. 2	15.5	31
OC. 3	13.5	27
OC. 4	13	26
OC. 5	15.5	31
OC. 6	13	26
OC. 7	13	26
OC. 8	14.5	29

*Klasifikasi Kekerasan Batugamping Berdasarkan Nilai Kuat Tekan di Kecamatan Ponjong, Kecamatan Semanu, dan Kecamatan Tanjungsari, Kabupaten Gunung Kidul, Yogyakarta (Rety Winonazada)*

OC. 9	14	28
OC. 10	13	26
OC. 11	13	26
OC. 12	15	30
OC. 13	14	28
OC. 14	13	26
OC. 15	13.5	27
OC. 16	13	26
OC. 17	14.5	29
OC. 18	13	26
OC. 19	13	26
OC. 20	14	28

Pada Tabel 5, hasil nilai *rebound schmidt hammer* dikonversikan ke UCS menurut Singh et al,1983 untuk pengujian 30 unit batuan sedimen adalah  $UCS = 2N$ .

Tabel 6. Hasil Uji Kuat Tekan Uniaksial Batugamping Goa Seropan, Kecamatan Semanu (Nugroho B., et al. 2016)

Segmen	Nilai Kuat Tekan (MPa)
1	39.61
2	39.61
3	21.17
4	23.62
5	6.25
6	6.25
7	14.9
8	38.6
9	19.81
10	37.19

Tabel 7. Hasil Uji Kuat Tekan Uniaksial Batugamping Pantai Ngrumput, Kecamatan Tanjungsari (Penulis, 2020)

Kode Sampel	Nilai Kuat Tekan Uniaksial (Mpa)
Sampel 1	37.06
Sampel 2	18.59
Sampel 3	12.96
Sampel 4	26.75

### 3.3. Analisis Klasifikasi Kekerasan Batugamping

Secara umum batugamping terdiri dari kandungan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang umumnya terdapat pada batugamping putih. Selain kalsium karbonat, terdapat mineral siderit ( $\text{FeCO}_3$ ), titanit ( $\text{CaTiSiO}_5$ ) maupun rodokrosit ( $\text{MnCO}_3$ ) yang merupakan mineral-mineral yang memberi warna merah muda sampai merah pada batugamping.

Dan secara umum sifat fisik batugamping memiliki bobot isi ruang 2.2 – 2.6 ton/m<sup>3</sup> dan porositas 5-20% (Attewell PB dan Farmer IW, 1976) [2]. Dan sifat fisik batugamping di Kecamatan Ponjong memiliki nilai bobot isi asli sebesar 1.72 gr/cm<sup>3</sup>, kadar air rata-rata 0.12% dan porositas 5-22%. Sedangkan sifat fisik batugamping di Kecamatan Tanjungsari memiliki kadar bobot isi asli 2.35-2.5 gr/cm<sup>3</sup> dan porositas 5-12%.

Berdasarkan hasil konversi dari nilai pengukuran *Schmidt hammer* ke nilai UCS pada Tabel 5 didapatkan range nilai kuat tekan 26 – 31 MPa. Maka klasifikasi kekerasan pada Tabel 1 menurut Bieniawski, batugamping pada Tabel 4 masuk kategori Lunak. Dan menurut klasifikasi Tamrock pada Tabel 1, batugamping pada Tabel 5 masuk dalam 2 kategori yaitu pada sampel OC. 3 – OC. 4, OC. 6 – OC. 11, OC. 13 – OC. 20 tergolong Lunak dengan nilai UCS 10 – 30 MPa serta berdasarkan Tabel 2 termasuk dalam skala Mohs 2-3 dengan kekerasan tergolong Buruk, dan pada sampel OC. 1, OC. 2, OC. 5, OC. 12 tergolong Cukup Lunak dengan nilai UCS 30 – 60 MPa dan berdasarkan Tabel 2 termasuk dalam skala Mohs 3-4,5 dan kekerasan tergolong Buruk. Sedangkan berdasarkan Tabel 3 klasifikasi menurut Attewell dan Farmer, batugamping pada Tabel 5 tergolong batuan Lemah dengan tipikal jenis batuan sediment tersementasi – lemah, skis.

Kekerasan batugamping pada Tabel 6 menurut klasifikasi Bieniawski tergolong dalam dua kategori yaitu Lunak pada segmen 1, 2, 8, 10, dan Sangat Lunak pada segmen 3-7 dan 9. Dan menurut klasifikasi Tamrock, kekerasan batugamping pada Tabel 6 tergolong dalam dua kategori yaitu Lunak pada segmen 3-7, 9 dengan nilai skala Mohs 2-3 dan kekerasan tergolong Buruk, dan pada segmen 1, 2, 8, 10 tergolong dalam kategori Cukup Lunak dengan nilai skala Mohs 3-4.5 dan kekerasan tergolong Buruk. Sedangkan berdasarkan klasifikasi kekerasan menurut Attawell dan Farmer pada Tabel 3, batugamping pada Tabel 6 tergolong dalam dua kategori yaitu Sangat Lemah untuk segmen 5, 6, 9, dan Lemah untuk segmen 1-4, 7-8, dan 10.

Kekerasan batugamping pada Tabel 7 menurut klasifikasi Bieniawski tergolong Lunak pada sampel 1 dan 4 serta Sangat Lunak pada sampel 2 dan 3. Dan menurut klasifikasi Tamrock, sampel 2 – 4 tergolong dalam kekerasan Lunak dengan skala Mohs 2-3 dan kekerasan Buruk, sedangkan sampel 1 tergolong Cukup Lunak dengan skala Mohs 3 – 4,5 dan kekerasan Buruk. Sedangkan menurut klasifikasi Attawell dan Farmer, batugamping pada Tabel 7 sampel 2 - 3 tergolong Sangat Lemah dan sampel 1 dan 4 tergolong Lemah.

## 4. KESIMPULAN

Umumnya kandungan utama mineral yang terdapat pada batugamping adalah kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Dan sifat fisik batugamping yang diperoleh tidak dapat menunjukkan sifat fisiknya secara umum dikarenakan kurangnya data mengenai sifat fisik batugamping di masing-masing kecamatan.

Kekerasan batugamping di Gunung Kidul khususnya di Kecamatan Ponjong, Kecamatan Semanu, dan Kecamatan Tanjungsari, menurut klasifikasi Bieniawski tergolong dalam kategori Lunak dan Sangat Lunak. Sedangkan menurut klasifikasi Tamrock, tergolong dalam kategori Lunak dengan skala Mohs 2-3 dan tingkat kekerasan yang Buruk, serta tergolong dalam kategori Cukup Lunak dengan skala Mohs 3-4.5 dan tingkat kekerasan yang Buruk. Dan menurut klasifikasi Attawell dan Farmer, tergolong dalam kategori Sangat Lemah dan Lemah. *Range* nilai kuat tekan batugamping di ketiga kecamatan tersebut umumnya berkisar antara 10 – 40 MPa.

Untuk mendapatkan klasifikasi yang lebih baik, dapat dilakukan pengujian atau analisis pada batugamping di semua kecamatan yang terdapat di Gunung Kidul. Dan dapat ditambahkan dengan analisis sifat fisik serta komposisi mineralnya untuk dapat mengetahui pengaruhnya terhadap kekerasan dan kekuatan batugamping yang ada di setiap kecamatan di Kabupaten Gunung Kidul, Yogyakarta.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Bapak Dr. Ir. S. Koesnaryo, MT., IPM selaku dosen pembimbing dalam penelitian ini, teman sejawat Magister Teknik Pertambangan Angkatan 32 Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta, dan Kepala Laboratorium Asia Rock Test yang telah membantu dalam proses pengujian sampel.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Atmoko DD, Anastasia DT, dan Arifudin Idrus. "Mineralogi dan Geokimia Batugamping Merah Ponjong, Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta-Indonesia." *RISSET Geologi dan Pertambangan* 26.1 (2016): 55-67.
- [2] Attewell PB dan Farmer IW. *Principles of engineering geology*. Chapman dan Hall. London. 1976.
- [3] Bieniawski ZT. *Estimating the strength of rock materials*. J. S. African Institute of Mining and Metallurgy, 1974, Vol. 74, No. 8: 312-320.
- [4] Fitria AN,dkk. Pengaruh Penambahan Larutan  $\text{MgCl}_2$  pada Sintesis Kalsium Karbonat Presipitat Berbahan Dasar Batu Kapur dengan Metode Karbonasi. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. Vol. 1, No. 1, September 2012.
- [5] Jasruddin,dkk. Karakterisasi Kalsium Karbonat ( $\text{Ca}(\text{Co}_3)$ ) dari Batu Kapur Kelurahan Tellu Limpoe Kecamatan Suppa. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*. Jilid 11, No. 2, Agustus 2015.

*Klasifikasi Kekerasan Batugamping Berdasarkan Nilai Kuat Tekan di Kecamatan Ponjong, Kecamatan Semanu, dan Kecamatan Tanjungsari, Kabupaten Gunung Kidul, Yogyakarta (Rety Winonazada)*

- 
- [6] Made AR, Suseno K, dan Ridho KW. *Mekanika Batuan*. Bandung: Penerbit ITB. 2014: 94-95.
- [7] Munasir,dkk. Uji XRD Dan XRF Pada Bahan Meneral (Batuan Dan Pasir) Sebagai Sumber Material Cerdas (CaCO<sub>3</sub> dan SiO<sub>2</sub>). *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*. Vol. 2, No. 1, Juni 2012.
- [8] Nugroho B, Pulung AP, dan Edi PU. "Kualitas Batugamping Berdasarkan Analisis Klasifikasi Geomekanik Di Goa Seropan, Gunung Kidul, Yogyakarta." *Bulletin of Scientific Contribution: GEOLOGY* 14.1 (2016): 55-62.
- [9] Sukandarrumidi. *Bahan Galian Industri*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press. 1998: 39.
- [10] Wijaya RAE dan Dianto I. "Estimasi Kekuatan Batugamping Dengan Menggunakan Schmidt Hammer Tipe L Pada Daerah Prospek Tambang Kuari Batugamping Di Gunung Sudo Kabupaten Gunung Kidul Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta." *ReTII* (2015).
- [11] Wiloso DA, dan Ratmy Ratmy. "Analisis Porositas Batugamping Sebagai Akuifer Di Desa Ponjong, Kecamatan Ponjong Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta." *Jurnal Teknologi* 11.2 (2018): 125-132.