

## Analisis Korelasi antara Massa Jenis dan Kuat Tekan Uniaksial pada Batu Andesit di Kecamatan Bagelen, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah

Astika Putri Roshinta<sup>1</sup>, Risaldi Hidayat<sup>1</sup>, Singgih Saptono<sup>1</sup>, Barlian Dwinagara<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Magister Teknik Pertambangan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta  
Korespondensi: astikaputriroshinta@gmail.com

### ABSTRAK

Dalam menganalisa respon mekanis dan ketidakstabilan pada rekayasa batuan baik dalam bidang geoteknik maupun geologi, parameter kekuatan tekan batuan menjadi salah satu yang terpenting. Kuat tekan batuan ini sering kali dibahas bersamaan dengan sifat fisik yang juga mempengaruhi respon batuan terhadap kegiatan rekayasa batuan. Mengingat bahwa karakteristik batuan di setiap daerah pasti berbeda-beda maka tentu nilai kekerasan batuan yang didapat dari literatur belum tentu relevan dengan batuan yang ada di daerah yang akan dilakukan penelitian. Penelitian ini menggunakan data sekunder hasil uji laboratorium sampel batu andesit di Kecamatan Bagelen, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis terhadap nilai kuat tekan dan massa jenis batu andesit. Metode yang dilakukan dalam analisis data adalah metode kuantitatif deskriptif. Dalam metode ini, data didapatkan berupa angka-angka yang nantinya diolah sesuai dengan deskripsi yang terbentuk. Sesuai dengan namanya, analisa yang digunakan akan banyak menggunakan kalimat karena menjelaskan hasil hubungan antar parameter dengan bantuan sebuah hasil analisis statistika dengan pendekatan korelasi *pearson* dan grafik regresi linier. Material batu andesit mempunyai nilai massa jenis kisaran  $2,05 \text{ gr/cm}^3 - 2,72 \text{ gr/cm}^3$  dan nilai kuat tekan uniaksial kisaran berkisar antara 17,22 MPa – 89,24 MPa. Penelitian ini menghasilkan nilai korelasi *pearson* sebesar 0,568 yang bernilai positif. Hal ini menandakan bahwa semakin besar nilai massa jenis maka nilai kuat tekan batuan akan semakin besar pula, juga sebaliknya.

Kata kunci: massa jenis, kuat tekan uniaksial, batu andesit

### ABSTRACT

*In analyzing the mechanical response and instability in rock engineering, both in the geotechnical and geological fields, the rock strength parameter is one of the most important. The compressive strength of these rocks is often discussed together with physical properties which also affect the response to rock engineering activities. Given that the characteristics of rocks in each area must be different, of course the rock hardness values obtained from the literature are not necessarily relevant to the rocks in the area to be researched. This study uses secondary data from laboratory tests of andesite samples in Bagelen District, Purworejo Regency, Central Java. This study aims to analyze the compressive strength and density of andesite rock. The method used in data analysis is descriptive quantitative method. In this method, the data obtained are in the form of numbers which will be processed according to the description formed. As the name implies, the analysis that will be used will use a lot of sentences because it explains the results of the relationship between parameters with the help of a statistical analysis result with the Pearson correlation approach and linear regression graph. The rock material has a density value of  $2.05 \text{ g/cm}^3 - 2.72 \text{ g/cm}^3$  and a uniaxial compressive strength value ranging from 17.22 MPa – 89.24 MPa. This study produces a Pearson correlation value of 0.568 which is positive. This indicates that the greater the mass value, the greater the compressive strength of the rock, and vice versa.*

Keyword : density, uniaxial compressive strength, andesite rock

### 1. PENDAHULUAN

Dalam menganalisa respon mekanis dan ketidakstabilan pada rekayasa batuan baik dalam bidang geoteknik maupun geologi, parameter kekuatan tekan batuan menjadi salah satu yang terpenting. Kuat tekan batuan ini sering kali dibahas bersamaan dengan sifat fisik yang juga mempengaruhi respon batuan terhadap kegiatan rekayasa batuan. Banyak penulis yang telah menyelidiki kemungkinan hubungan antara kekuatan batuan dengan sifat fisiknya. Para peneliti mencoba untuk membangun hubungan antara kuat tekan dengan porositas (Rety dkk, 2020; Titah dkk, 2020), kuat tekan dengan kelas batuan (Rajabzadeh, dkk., 2011), kuat tekan dengan *P-wave velocity* (Sharma, P. K., & Singh, T. N. (2007), kuat tekan dengan *crack density* (Patrick,

dkk., 2013), kuat tekan dengan variasi ukuran butir (Kurnia A. dan Nurmaya P., 2013), dan kuat tekan dengan densitas (Amin J, dkk., 2017).

Densitas atau massa jenis memiliki makna sebagai hubungan dari massa dengan volume. Massa jenis rata-rata setiap benda merupakan total massa dibagi dengan total volumenya. Sebuah benda yang memiliki massa jenis lebih tinggi akan memiliki volume yang lebih rendah daripada benda bermassa sama yang memiliki massa jenis lebih rendah. Benda yang memiliki densitas yang besar akan memiliki kerapatan massa yang besar. Dengan begitu semakin rapat antar partikel penyusun benda, maka nilai densitasnya semakin besar untuk benda yang sama. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Sesuai dengan Hukum *Archimedes*, untuk mengetahui massa jenis benda dapat menggunakan persamaan :

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Keterangan :

$\rho$  = massa jenis benda (gr/cm<sup>3</sup>)

m = massa benda (gr)

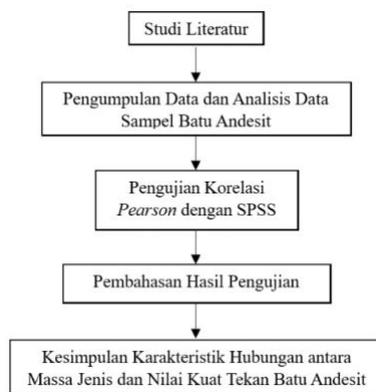
v = volume benda (cm<sup>3</sup>)

Batuan memiliki sifat-sifat tertentu yang perlu diketahui dalam mekanika batuan dan dapat dikelompokkan menjadi dua bagian besar, yaitu sifat fisik dan sifat mekanik. Mengingat bahwa karakteristik batuan di setiap daerah pasti berbeda-beda maka tentu hubungan nilai sifat fisik dan sifat mekanik yang didapat dari literatur belum tentu relevan dengan batuan yang ada di daerah yang akan dilakukan penelitian. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis korelasi nilai kuat tekan dan massa jenis batu andesit, sehingga nantinya dapat menggambarkan hubungan antara 2 sifat batuan tersebut sesuai dengan lokasi yang diteliti. Penelitian ini difokuskan untuk batu andesit di Kecamatan Bagelan dan untuk mengetahui hubungan antara massa jenis dan nilai kuat tekan akan digunakan pendekatan statistik yaitu korelasi *pearson*.

## 2. METODE PENELITIAN

Pengujian sampel dilakukan dengan metode pengujian kuat tekan uniaksial dan pengujian sifat fisik pada 12 sampel batu andesit dengan mengikuti standar ISRM (*International Society for Rock Mechanics and Rock Engineering*). Dalam penelitian ini, data yang digunakan adalah data sekunder. Data yang didapat akan dianalisa menggunakan metode kuantitatif deskriptif. Dalam metode ini, data didapatkan berupa angka-angka yang nantinya diolah sesuai dengan deskripsi yang terbentuk. Sesuai dengan namanya, analisa yang digunakan akan banyak menggunakan kalimat karena menjelaskan hasil hubungan antar parameter dengan bantuan hasil analisis korelasi *Pearson* menggunakan SPSS (*Statistical Program for Social Science*).

Korelasi *Pearson* adalah salah satu dari pengujian korelasi yang digunakan dalam mengetahui derajat keeratan hubungan dua variabel yang memiliki interval atau rasio, berdistribusi normal, serta mengembalikan nilai koefisien korelasi dengan rentang nilai antara -1, 0 dan 1 (Zhang et al., 2020). Nilai positif adalah nilai 1, nilai -1 merupakan nilai negatif, dan nilai 0 merupakan nilai yang tidak terdapat korelasi (Fu et al., 2020). Apabila semakin tinggi nilai korelasi, semakin tinggi pula keeratan hubungan diantara kedua variabel. Apabila terdapat angka korelasi mendekati nilai satu, maka korelasi dari dua variabel akan semakin kuat. Sebaliknya, jika angka korelasi mendekati nol maka korelasi dua variabel semakin lemah (Morris, 2020).



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## 3. HASIL DAN ANALISIS

### 3.1. Hasil Pengujian Massa Jenis

*Apparent specific gravity* adalah perbandingan antara bobot isi kering batuan dengan bobot isi air, dikecualikan untuk menentukan volume sebenarnya dari batuan. Densitas atau massa jenis memiliki makna sebagai hubungan dari massa dengan volume. Benda yang memiliki densitas yang besar akan memiliki kerapatan massa yang besar. Dengan begitu semakin mampat antar partikel penyusun benda, maka nilai densitasnya semakin besar untuk benda yang sama.

Pada penelitian ini sebanyak 12 sampel batu andesit dilakukan uji sifat fisik dan menghasilkan data sebagai berikut:

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Massa Jenis Batu Andesit

No Sampel	Massa Jenis (gr/cm <sup>3</sup> )
1	2,61
2	2,25
3	2,05
4	2,35
5	2,19
6	2,22
7	2,28
8	2,21
9	2,07
10	2,47
11	2,72
12	2,18
<b>Rata-Rata</b>	<b>2,75</b>

Tabel 1 menunjukkan nilai massa jenis dari 12 sampel batu andesit berada pada kisaran 2,05 gr/cm<sup>3</sup> – 2,72 gr/cm<sup>3</sup>, memiliki nilai rata-rata 2,30 gr/cm<sup>3</sup> dengan nilai terendah 2,05 gr/cm<sup>3</sup> dan nilai tertinggi 2,72 gr/cm<sup>3</sup>.

### 3.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Uniaksial

Pada pengujian ini digunakan mesin tekan (*compression machine*) untuk menekan sampel batuan yang berbentuk silinder dari satu arah (unaksial). Penyebaran tegangan didalam sampel batuan secara teoritis adalah searah dengan gaya yang diberikan pada sampel tersebut. Uji kuat tekan uniaksial mengacu pada ISRM *Suggested Method for Detemining the Uniaxial Compressive Strength and Deformability of Rock Materials*. Contoh untuk kuat tekan uniaksial berbentuk silinder yang memiliki perbandingan antara panjang dan diameternya berada diantara 2-2,5 kali diameternya.

Sampel yang diambil berupa bongkahan batuan andesit pada area penambangan batu andesit dan dikirim ke laboratorium untuk selanjutnya dilakukan uji kuat tekan uniaksial. Dari pengujian didapatkan nilai kuat tekan batu andesit sebagai berikut:

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Massa Jenis Batu Andesit

No Sampel	Kuat Tekan Uniaksial (MPa)
1	23,79
2	23,79
3	12,07
4	17,22
5	32,07
6	44,47
7	34,21
8	37,76
9	44,62
10	89,24
11	89,24
12	20,59
<b>Rata-Rata</b>	<b>39,09</b>

Dari tabel diatas diketahui nilai Kuat Tekan Uniaksial berkisar antara 17,22 MPa – 89,24 MPa, memiliki nilai rata-rata 39,09 MPa dengan nilai terendah 12,07 MPa dan nilai tertinggi 89,24 MPa. Nilai yang berbeda ini dapat disebabkan oleh perbedaan lokasi pengambilan sampel batuan yang berpengaruh kepada tingkat pelapukan dari batuan tersebut dan mekanisme pengujian sampel.

### 3.3. Analisis Hubungan Massa Jenis terhadap Nilai Kuat Tekan Uniaksial Menggunakan SPSS

Analisis ini dimulai dari menentukan variabel yang akan diinput ke SPSS. Dalam penelitian ini, data massa jenis disimbolkan dengan huruf X dan kuat tekan uniaksial disimbolkan dengan huruf Y.

Gambar 2. Pemberian Simbol dan Label pada *Software* SPSS



	Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure	Role
1	X	Numeric	8	2	Massa Jenis	None	None	8	Right	Scale	Input
2	Y	Numeric	8	2	UCS	None	None	8	Right	Scale	Input

Tabel 3. Input Nilai Massa Jenis dan Kuat Tekan Uniaksial

X	Y
2.61	23.79
2.25	23.79
2.05	12.07
2.35	17.22
2.19	32.07
2.22	44.47
2.28	34.21
2.21	37.76
2.07	44.62
2.47	89.24
2.72	89.24
2.18	20.59

Setelah data selesai diinput, selanjutnya bisa dilakukan analisis korelasi *pearson* dengan memilih menu *Analyze*, klik *Correlate*, dan klik *Bivariate*. Setelah muncul dialog "Bivariate Correlation", pindahkan data yang sudah disiapkan tadi pada kolom *Variables* dan pilih *Pearson*, *Two-tailed*, centang juga "Flag Significant Correlations" dan terakhir klik OK. Setelah selesai, maka akan muncul tampilan *output* SPSS sebagai berikut:

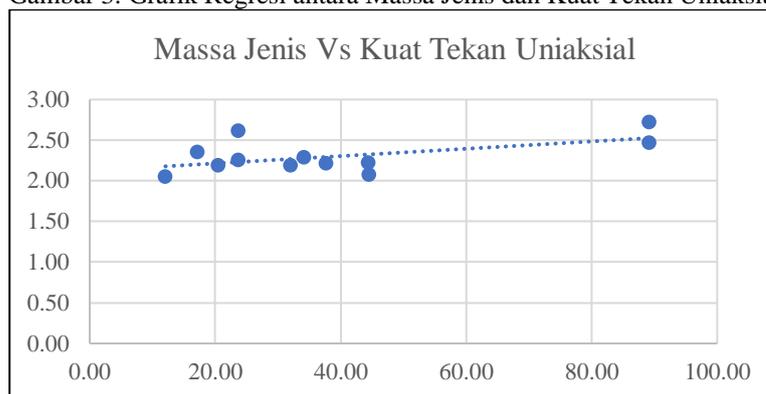
Tabel 4. *Output* Analisis Korelasi *Pearson*

		Massa Jenis	UCS
Massa Jenis	<i>Pearson Correlation</i>	1	0,568
	<i>Sig. (2-tailed)</i>		0,054
	N	12	12
UCS	<i>Pearson Correlation</i>	0,568	1
	<i>Sig. (2-tailed)</i>	0,054	
	N	12	12

Berdasarkan tabel diatas, diketahui bahwa korelasi antara variabel massa jenis (X) dengan kuat tekan uniaksial (Y) nilai korelasi *pearson* adalah 0,568 yang berarti tingkat hubungan massa jenis dengan kuat tekan uniaksial termasuk dalam hubungan yang sedang dengan arah hubungan yang positif antara kedua variabel. Hubungan yang positif antar dua variabel menandakan bahwa semakin besar nilai massa jenis maka nilai kuat tekan batuan akan semakin besar pula, juga sebaliknya.

Jika ditampilkan dalam bentuk grafik maka data massa jenis dan kuat tekan uniaksial akan seperti gambar dibawah ini:

Gambar 3. Grafik Regresi antara Massa Jenis dan Kuat Tekan Uniaksial



Grafik diatas juga menunjukkan bahwa nilai massa jenis yang semakin besar akan berbanding lurus dengan nilai kuat tekan uniaksial.

#### 4. KESIMPULAN

Melalui penelitian yang dilakukan terhadap parameter massa jenis dan kuat tekan uniaksial pada conto batuan Andesit di Kecamatan Bagelen, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah, diperoleh bahwa:

1. Dalam hubungannya ditemukan bahwa, nilai kuat tekan uniaksial akan dipengaruhi oleh parameter massa jenis batuan. Hubungan antar dua variabel ini dilihat dari nilai korelasi *pearson* sebesar 0,568 yang bernilai positif. Hal ini menandakan bahwa semakin besar nilai massa jenis maka nilai kuat tekan batuan akan semakin besar pula, juga sebaliknya.
2. Pada hasil pengujian dan korelasi berdasarkan grafik regresi linear ditemukan bahwa semakin rendah nilai massa jenis, maka nilai kuat tekan uniaksial dari batuan juga akan berkurang.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam penyusunan paper ini tidak terlepas dukungan dari berbagai pihak khususnya Kepada Prodi Magister Teknik Pertambangan UPN “Veteran” Yogyakarta.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Attewal PB dan Farmer IW. (1976). Principles of engineering geology. Chapman dan Hall. London.
- [2] Baud, P., Wong, T., & Zhu, W. (2014). Effects of porosity and crack density on the compressive strength of rocks. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 67, 202–211.
- [3] Bieniawski ZT. (1974). Estimating the strength of rock materials. J. S. African Institute of Mining and Metallurgy. Vol. 74, No. 8: 312-320.
- [4] Herastuti, K. A. dan Nurmaya. (2017). Studi Analisis Pengaruh Variasi Ukuran Butir batuan terhadap Sifat Fisik dan Nilai Kuat Tekan. Yogyakarta: ReTII.
- [5] Jamshidi, A., Zamanian, H., & Zarei Sahamieh, R. (2017). The Effect of Density and Porosity on the Correlation Between Uniaxial Compressive Strength and P-wave Velocity. Rock Mechanics and Rock Engineering, 51(4), 1279–1286.
- [6] P. K, Titah A, dkk. (2020). Analisa Pengaruh Porositas Terhadap Nilai Kuat Tekan Batuan Andesit dengan Menggunakan Model Regresi Hasselman dan Ryshkewitch Berbasis Matlab. Jurnal Fisika Indonesia, p 131-135.
- [7] Rajabzadeh, M. A., Moosavinasab, Z., & Rakhshandehroo, G. (2011). Effects of Rock Classes and Porosity on the Relation between Uniaxial Compressive Strength and Some Rock Properties for Carbonate Rocks. Rock Mechanics and Rock Engineering, 45(1), 113–122.
- [8] Rety Winonazada, Listiyawati Nugraha and S. Koesnaryo. (2020). Klasifikasi Kekerasan Batugamping Berdasarkan Nilai Kuat Tekan di Kecamatan Ponjong, Kecamatan Semanu, dan Kecamatan Tanjungsari, Kabupaten Gunung Kidul, Yogyakarta. ReTII, pp. 221-226.
- [9] Sharma, P. K., & Singh, T. N. (2007). A correlation between P-wave velocity, impact strength index, slake durability index and uniaxial compressive strength. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 67(1), 17–22.
- [10] Zhang, Y., dkk, (2020). Pearson correlation coefficient of current derivatives-based pilot protection scheme for long-distance LCC-HVDC transmission lines. International Journal of Electrical Power and Energy Systems, Vol. 116.
- [11] Fu, T., Tang, X., Cai, Z., Zuo, Y., Tang, Y., & Zhao, X. (2020). Correlation research of phase angle variation and coating performance by means of Pearson’s correlation coefficient. Progress in Organic Coatings, 139.
- [12] Morris, A. (2020). A more scientific approach to applied economics: Reconstructing statistical, analytical significance, and correlation analysis. Economic Analysis and Policy, 66, 315-324.