

# STUDI PENGARUH KADAR AIR DAN POROSITAS TERHADAP NILAI KUAT TEKAN UNIAKSIAL BATU ANDESIT DI SAOKA SORONG PROVINSI PAPUA BARAT

Fanila Oktafia A.Kemon<sup>1)</sup>, Karmila Laitupa<sup>2)</sup>

<sup>1)2)</sup>Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan Universitas Papua  
Jl. Gunung Salju Amban Manokwari  
Email: <sup>1)</sup>Fanilak17@gmail.com, <sup>2)</sup>karmila.laitupa24b@gmail.com

## Abstract

*Rock physical properties such as water content and porosity affect mechanical properties such as the compressive strength value or rock strength value. This parameter is an input parameter for geotechnical or structural design purposes. To understand the effect of water content and porosity on the rock's compressive strength a laboratory test is needed. Rock samples are taken in the form of lumps and then prepared and tested according to predetermined standards. The result is a decrease in water content and a porosity results in an increase in the compressive strength. Based on the correlation value of the original water content = 0.061, saturated water content = 0.001, and porosity = 0.408, it shows a weak influence or relationship. This is due to the water content and porosity having a coefficient of determination or R<sup>2</sup> value of less than 0.6.*

**Keyword:** Geotechnical, Water content, Porosity, Compressive Strength Value.

## Abstrak

Batuan mempunyai sifat fisik dan sifat mekanik yang perlu diketahui dalam kepentingan rekayasa batuan. Sifat fisik seperti kadar air dan porositas mempengaruhi sifat mekanik dalam hal ini nilai kuat tekan atau nilai kekuatan batuan, yang merupakan parameter masukan untuk kepentingan geoteknik atau desain struktur. Untuk mengetahui pengaruh kadar air dan porositas terhadap nilai kuat tekan batuan dapat dilakukan dengan pengujian di laboratorium. Perconton (sampel) batuan diambil di lapangan dalam bentuk bongkahan kemudian dipreparasi lalu diuji sesuai standar yang telah ditentukan. Dari hasil pengujian, diperoleh nilai kadar air dan porositas rendah, seiring dengan meningkatnya nilai kuat tekannya. Berdasarkan nilai korelasi kadar air asli = 0,061, kadar air jenuh = 0,001 dan porositas = 0,408 menunjukkan pengaruh atau hubungan yang lemah terhadap nilai kuat tekannya karena kadar air dan porositas mempunyai nilai koefisien determinasi atau R<sup>2</sup> kurang dari 0,6.

**Kata kunci:** Geoteknik, Kadar Air, Porositas, Nilai Kuat Tekan

## PENDAHULUAN

Batuan mempunyai sifat-sifat tertentu baik sifat fisik maupun sifat mekanik yang perlu diketahui dalam kepentingan rekayasa batuan, sebagai informasi pada penyelidikan geoteknik yang digunakan untuk acuan perencanaan tambang. Data sifat fisik seperti kadar air dan porositas diperlukan untuk memodelkan dan mengidentifikasi masalah geohidrologi tambang. Sedangkan data sifat mekanik seperti kuat tekan uniaksial digunakan untuk memilih metode pembeaian batuan pada kegiatan penambangan baik pada tambang terbuka maupun pada tambang bawah tanah. Sifat fisik dan kuat tekan uniaksial secara bersamaan berkaitan erat dengan kestabilan geoteknik lereng tambang terbuka dan lubang galian tambang bawah tanah (Rai, dkk., 2010). Yilmaz (2009) menyebutkan kekuatan batuan merupakan kriteria penting dalam pengklasifikasi batuan untuk mengoptimalkan

penggunaan konstruksi dan desain stuktur permukaan dan /bawah permukaan.

Parameter sifat fisik yang paling mempengaruhi kuat tekan uniaksial adalah kadar air dan porositas (Sari, 2019). Secara umum baik kekuatan, deformabilitas dan kekakuan batuan menunjukkan ketergantungan pada porositas. Porositas adalah kemampuan untuk menyerap fluida pada batuan atau formasi atau ruangruang yang terisi oleh fluida di antara zat-zat padat atau mineral pada suatu batuan (Rosari, dkk., 2017). Porositas dapat dibentuk oleh rongga, antara butiran atau mineral, dengan ukuran dan bentuk yang berbeda, dengan distribusi ukuran tertentu dan dapat saling berhubungan atau terputus (Pola, dkk., 2014).

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh pengaruh kadar air dan porositas terhadap nilai kuat tekan batuan getas dikarenakan pada penelitian-penelitian terdahulu telah menjelaskan dampak kehadiran air/kandungan air, porositas, bobot isi, kadar

air dan derajat kejenuhan terhadap kekuatan batuan yang bersifat plastis. Namun, analisis secara terukur mengenai karakteristik hubungan parameter sifat fisik serta hubungan kuat tekan dengan kadar air dan porositas pada batuan yang bersifat getas jarang dibahas.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yaitu, kajian pustaka, pengambilan sampel, preparasi sampel, pengujian sifat fisik, dan pengujian kuat tekan uniaksial. Data hasil pengamatan dan pengujian selanjutnya di analisis untuk menentukan pengaruh sifat fisik (kadar air dan porositas) batuan terhadap nilai kuat tekan atau kekuatan batuan menggunakan UCS.

Penelitian ini menggunakan empat sampel batu Andesit yang diambil secara acak di Jalan Obeth Mabus, Kelurahan Saoka, Kecamatan Sorong Barat, Kota Sorong, Provinsi Papua Barat. Sampel andesit akan dilakukan uji laboratorium menggunakan analisis sifat fisik batuan dan sifat mekanik batuan. Peralatan yang digunakan untuk pengujian meliputi cawan atau wadah conto, timbangan, desikator, oven listrik, palu geologi, gurinda dan mesin tekan (UCS).

Pengujian sifat fisik mengacu pada *International Society for Rock Mechanics and Rock Engineering (ISRM) Suggested Methods for Determining Water Content, Porosity, Density, Absorption, and Related Properties and Swelling and Slake-Durability Index Properties*, 1977. Conto untuk uji sifat fisik berbentuk tidak teratur karena volume diprediksi menggunakan prinsip hukum Archimedes tentang gaya apung oleh air, yang penting conto muat di cawan yang berdiameter 5 cm. Sedangkan uji kuat tekan uniaksial mengacu pada *ISRM Suggested Method for Determining the Uniaxial Compressive Strength and Deformability of Rock Materials*. Conto untuk kuat tekan uniaksial berbentuk silinder dengan perbandingan antara panjang dan diameternya antara 2-2.5 kali diameternya. Hal ini diperlukan guna menghindari bertemunya tegangan seperti kondisi  $L/D = 1$ .

Analisis sifat fisik batuan dilakukan untuk mengetahui dimensi ukuran, kadar air dan porositas batuan sedangkan analisis sifat mekanik batuan untuk memperoleh nilai kekuatan batuan. Uji sifat mekanik batuan dilakukan dengan metode Uniaxial Compression Strength. Uji ini dilakukan untuk mengetahui nilai ketahanan batuan terhadap pembebanan sampai runtuh, dilakukan terhadap sampel yang memiliki bentuk teratur/silinder dengan  $l/d = 10,8/5,4$  cm.

### Kadar Air Asli

Merupakan perbandingan antara bobot isi asli dengan bobot isi kering dan dikali 100%.

$$\left\{ \frac{W_w - W_o}{W_o} \right\} \times 100\% \quad (1)$$

### Kadar Air Jenuh

Merupakan perbandingan antara berat air jenuh dalam batuan jenuh dengan berat isi kering dalam oven 24 jam dikali %.

$$\frac{(W_w - W_o)}{W_o} \times 100\% \quad (2)$$

### Porositas

Merupakan perbandingan volume rongga pori-pori terhadap volume total batuan, perbandingan ini biasanya dilakukan dengan persen.

$$\left\{ \frac{W_w - W_o}{W_w - W_s} \right\} \times 100\% \quad (3)$$

### Kuat Tekan Uniaksial (UCS)

Kuat Tekan Batuan ( $\sigma_c$ ) adalah kemampuan batuan untuk menerima beban hingga pecah bila diberi beban dan tekanan Penekanan uniaksial terhadap conto batu silinder merupakan uji sifat mekanik yang paling umum digunakan. Uji kuat tekan uniaksial dilakukan untuk menentukan kuat tekan batu. Nilai kuat tekan uniaksial dari conto batu merupakan tegangan yang terjadi pada saat conto tersebut mengalami keruntuhan (failure) akibat pembebanan, untuk menghitung nilai kuat tekan uniaksial, dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\sigma_c = \frac{F}{A} \quad (4)$$

Keterangan,  $\sigma_c$  = Kuat tekan uniaksial batuan (MPa).  $F$  = Gaya yang bekerja pada saat conto batuan hancur (kN).  $A$  = Luas penampang awal conto batuan yang tegak lurus arah gaya (mm).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sifat fisik dan kuat tekan tekan uniaksial dilakukan pada empat sampel batu Andesit. Hasil pengujian sifat fisik berupa kadar air dan porositas dapat di lihat pada Tabel 1, sedangkan untuk hasil pengujian kuat tekan uniaksial berupa kekuatan batuan bisa dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1 dan 2. menunjukkan rata-rata kadar air asli 0,96 %, kadar air jenuh 1,41 %, porositas 3,60 % dan nilai kuat tekan atau kekuatan batuan sebesar 110,309 MPa. Dari hasil ini, dikorelasikan sehingga nilai kadar air asli = 0,061, kadar air jenuh = 0,001 dan porositas = 0,408 menunjukkan pengaruh yang lemah atau hubungan yang lemah terhadap nilai kuat tekannya karena kadar air dan porositas mempunyai nilai koefisien determinasi atau  $R^2$  kurang dari 0,6 (Gambar 1, 2 dan 3).

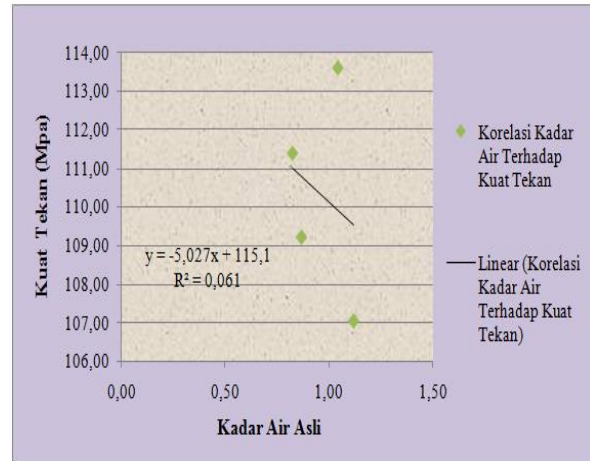
Tabel 1. Hasil Pengujian Sifat Fisik

| Parameter           | 1    | 2    | 3    | 4    | Rata-rata |
|---------------------|------|------|------|------|-----------|
| Kadar air asli (%)  | 0,87 | 1,04 | 0,83 | 1,12 | 0,965     |
| Kadar air jenuh (%) | 1,23 | 1,5  | 1,36 | 1,55 | 1,41      |
| Porositas (n) %     | 3,06 | 3,93 | 3,85 | 3,59 | 3,6075    |

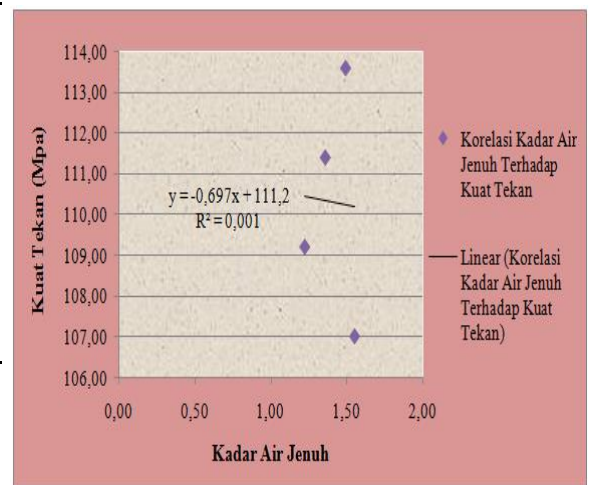
Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Uniaksial

| Sampel           | Gaya/Beban (KN) | Nilai Kuat Tekan Uniaksial (MPa) |
|------------------|-----------------|----------------------------------|
| 1                | 250             | 109,22                           |
| 2                | 260             | 113,584                          |
| 3                | 255             | 111,399                          |
| 4                | 245             | 107,031                          |
| <b>Rata-Rata</b> | <b>252,5</b>    | <b>110,309</b>                   |

Porositas adalah perbandingan volume pori/rongga/ruang kosong yang ada pada batuan dengan volume total batuan, yang bernilai sebagai persentase antara 0 – 100%. Semakin tinggi nilai porositas maka menunjukkan semakin banyak ruang kosong sebuah batuan tersebut. Besar kecilnya nilai porositas dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: ukuran butir, susunan butir, sudut kemiringan dan komposisi mineral pembentuk batuan. Porositas sendiri terbentuk dari gabungan butir dengan berbagai ukuran. Andesit memiliki porositas rendah karena antarbutir mineralnya saling mengunci walaupun ukuran tidak seragam. Pori-pori dalam batuan dapat terisi oleh air sebagian, sebagian lainnya yang terisi udara. Kadar air menunjukkan persentase kandungan berat air dalam pori dari berat batuan seluruhnya. Kadar air jenuh sampel rata-rata 1,41% dan porositas rata-rata 3,60. Jadi pengurangan air dalam pori akan menurunkan kadar air dan mempengaruhi nilai porositas.

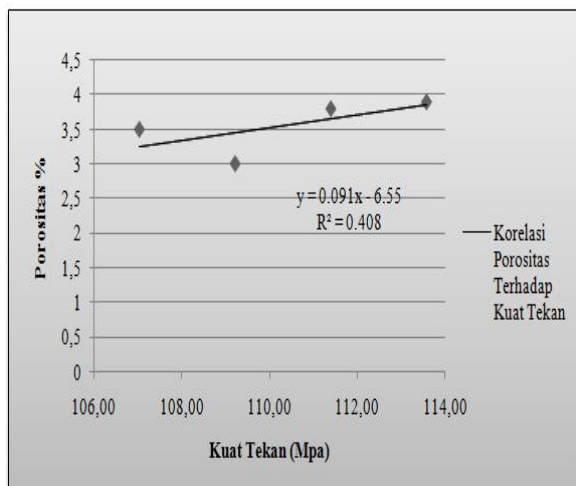


Gambar 1. Korelasi Kadar Air Asli dengan Kuat Tekan Uniaksial



Gambar 2. Korelasi Kadar Air Asli dengan Kuat Tekan Uniaksial

Adanya pengaruh kadar air dan porositas terhadap nilai kuat tekan uniaksial dalam penelitian ini dikategorikan ke dalam hubungan yang lemah. Gambar 1. menunjukkan korelasi kadar air asli dengan kuat tekan memiliki nilai  $R^2$  0,061 dan Gambar 2. menunjukkan nilai  $R^2$  0,001. Gambar 3. menunjukkan nilai  $R^2$  porositas diatas nilai  $R^2$  kadar air yaitu 0,408 sehingga parameter sifat fisik dapat dapat mengontrol sifat mekanik batuan. Semakin rendah nilai porositas dan kadar air maka semakin besar nilai kuat tekan uniaksial, sebaliknya jika nilai porositas dan kadar air semakin tinggi maka semakin kecil atau rendah nilai kuat tekan uniaksial.



Gambar 3. Korelasi Porositas dengan Kuat Tekan Uniaksial

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu :

1. Nilai porositas dan kuat tekan conto kedua lebih besar dari pada ketiga conto lainnya. Conto kedua memiliki kadar air asli 1,04 %, kadar air jenuh 1,50 dengan porositas 3,93 % dan kuat tekan 113,5837 MPa. Kemudian diikuti oleh conto ketiga kadar air asli 0,83 %, kadar air jenuh 1,36 %, porositasnya 3,85 %, dan nilai kuat tekan 111.3994 MPa. Lalu conto pertama nilai kadar air asli 0,87 %, kadar air jenuh 1,23 % porositas 3,06 % dan nilai kuat tekan 109.2151 MPa. Setelah itu, conto keempat kadar air asli 1,12 %, kadar air jenuh 1,55 %, porositas 3,59 % dan nilai kuat tekan 107,0308 MPa.
2. Hasil korelasi menunjukkan adanya pengaruh atau hubungan yang lemah antara kadar air dan porositas terhadap nilai kuat tekan yaitu nilai  $R^2$  kadar air asli = 0,061, kadar air jenuh = 0,001 dan porositas = 0,408. Nilai  $R^2$  porositas lebih besar dari nilai  $R^2$  kadar air, sehingga parameter sifat fisik dapat dapat mengontrol sifat mekanik batuan. Semakin rendah nilai porositas dan kadar air maka semakin besar nilai kuat tekan uniaksial, sebaliknya jika nilai porositas dan kadar air semakin tinggi maka semakin kecil atau rendah nilai kuat tekan uniaksial.

## DAFTAR PUSTAKA

- Melati, S. (2019). Studi Karakteristik Relasi Parameter Sifat Fisik Dan Kuat Tekan Uniaksial Pada Contoh Batulempung, Andesit, Dan Beton. *Jurnal Geosapta*. Vol. 5, No. 2.
- Pola, A., Crosta, G.B., Castellanza, R., Agliardi, F., Fusi, N., Barberini, V., Norini, G., Villa, A. (2014). *Relationships Between Porosity and Physical Mechanical Properties In Weathered Volcanic Rocks*. Department of Geological Sciences and Geotechnology, University of Milano – Bicocca, Italy.
- Rai, M.A., Kramadibrata, S., dan Wattimena, R.K. (2010). *Mekanika Batuan*. Laboratorium

Geomekanika dan Peralatan Tambang Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Rosari, A.A., Muris, Arsyad, A. (2017). Analisis Sifat Fisis Dan Sifat Mekanik Batuan Karst Maros. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Makassar*. Makassar.

Yilmaz I (2009). *A New Testing Method for Indirect Determination of The Unconfined Compressive Strength Of Rocks*. *Int J Rock Mech Min Sci* 46:1349–1357.