PROSIDING, Seminar Teknologi Kebumian dan Kelautan (SEMITAN II)
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS), Indonesia, 12 Juli 2020
ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

PENGARUH UJI KUAT GESER TERHADAP BATU ANDESIT

Viona Rumbiak [1], Avelar I. N. Dc. E. Silva [1], Jose Ogelivio Agapito Da Costa [1], Yudho Dwi Galih Cahyono [1]

[1] Jurusan Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jl. Arief Rachman Hakim 100, Surabaya

e-mail: virezjeloveroemz@gmail.com

ABSTRAK

Kuat geser batuan adalah kemampuan batuan melawan tegangan geser yang terjadi pada saat batuan itu diberikan beban. Keruntuhan geser terjadi akibat adanya gerak relatif antara butir-butir batuan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh uji kuat geser terhadap batuan andesit. Penelitian dilakukan dengan pengamatan di lapangan secara langsung dan pengambilan sampel di desa Manduro, Mojokerto, kemudian dilakukan uji kuat geser di laboraturium. Pengujian kuat geser dilakukan dengan menggunakan 3 contoh batuan. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan hasil besar nilai kuat geser puncak dan residu pada sampel 1 masing-masing sebesar 15.52 dan 4.92 kg/cm^2, sampel 2 sebesar 10.30 dan 2.53 kg/cm^2, serta sampel 3 sebesar 21.10 dan 4.76 kg/cm^2 dengan besar nilai kohesi dan sudut geser dalam yang berbeda-beda Pada sampel 1 kohesi puncak dan residu yaitu 6.6903 dan 0.9808 kg/cm^2, sampel 2 yaitu 3.2319 dan 1.3957 kg/cm^2, sampel 3 yaitu 6.9260 dan 0.5859 kg/cm^2. Serta untuk besar sudut geser dalam pada sampel 1 yaitu 36.08^o dan 26.88^o, sampel 2 yaitu 28.48^o dan 13.50^o, sampel 3 yaitu 48.63^o dan 26.45^o. Sehingga dapat disimpulkan bahwa besarnya nilai kuat geser dipengaruhi oleh adanya kohesi dan sudut geser dalam, semakin besar kohesi dan sudut geser dalam maka semakin besar nilai kuat geser pada batuan tersebut.

Kata kunci: batu andesit, uji kuat geser, kohesi, sudut geser dalam

ABSTRACT

Rock shear strength is the ability of rock against shear stress that occurs when the rock is given a load. Shear collapse occurs due to the relative motion between these grains of rock. This study aims to analyze the effect of shear strength test on andesite rocks. The study was conducted by direct observation in the field and sampling in the village of Manduro, Mojokerto, then shear strength tests were carried out in the laboratory. Shear strength testing is done using 3 rock samples. Based on the test results obtained a large value of peak shear strength and residue in sample 1 is 15.52 and 4.92 kg/cm^2, sample 2 is to 10.30 and 2.53 kg/cm^2, and sample 3 is to 21.10 and 4.76 kg/cm^2 with large cohesion values and different shear angles In sample 1, peak and residual cohesion are 6.6903 and 0.9808 kg/cm^2, sample 2 is 3.2319 and 1.3957 kg/cm^2, sample 3 is 6.9260 and 0.5859 kg/cm^2. And for the large shear angle in sample 1 is 36.08^o and 26.88^o, sample 2 is 28.48^o and 13.50^o, sample 3 is 48.63^o and 26.45^o. So it can be concluded that the magnitude of the shear strength value is influenced by the presence of cohesion and deep shear angle, the greater the cohesion and deep shear angle, the greater the shear strength value of the rock.

Keywords: shear strength test, andesite stone, cohesion, deep shear angle

PENDAHULUAN

Kuat geser batuan adalah kemampuan batuan melawan tegangan geser yang terjadi pada saat batuan itu diberikan beban. Keruntuhan geser terjadi akibat adanya gerak relatif antara butir-butir batuan tersebut. Semua massa batuan memiliki bidang-bidang diskontinu, seperti kekar, bidang perlapisan, dan sesar. Pada kedalaman yang dangkal, ketika tegangan-tegangan yang bekerja sangat rendah atau diabaikan, deformasi yang terjadi pada batuan utuh dan massa batuan lebih banyak dikendalikan oleh luncuran pada bidang diskontinu dan sifat fisik batuan utuh diantara bidang luncur/geser.

Struktur batuan merupakan bidang lemah pada massa batuan yang dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan batuan tersebut. Karena sifatnya yang heterogen dan mempunyai bidang lemah, maka akan mempengaruhi hasil pengujian pada uji kuat geser . parameter yang menunjukan kekuatan geser adalah kohesi (c) dan sudut gesek dalam (ϕ). Parameter tersebut di peroleh dengan melakukan uji kuat geser di laboratorium.

Definisi dari kuat geser batuan adalah besarnya tegangan geser maksimum yang dapat di terima oleh struktur internal batuan tanpa menyebabkan bidang geser pada batuan dapat mengalami *failure.* Kuat geser batuan sangat berguna sebagai parameter rancangan kestabilan lereng. Kriteria keruntuhan geser yang paling banyak digunakan adalah kriteria Mohr-Coulomb.

Hasil pengujian ini untuk mengetahui kuat geser batuan pada tegangan normal tertentu. Dari hasil pengujian dapat ditentukan kuat geser (τ), kohesi (c), dan sudut gesek dalam (ϕ), sehingga dapat dibuat kurva intrinsic berdasarkan teori Mohr-Coulomb.

TINJAUAN PUSTAKA

Uji Kuat Geser *(Direct Shear Strength Test)*

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

Semua massa batuan memiliki bidang-bidang diskontinu, seperti kekar, bidang perlapisan dan sesar. Pada kedalaman yang dangkal, ketika tegangan-tegangan yang bekerja sangat rendah atau dapat diabaikan, deformasi ataupun runtuhan yang terjadi pada batuan utuh *(intack rock)* dan massa batuan lebih banyak dikendalikan oleh luncuran pada bidang diskontinu dan sifat fisis butiran batuan utuh di antara bidang luncur/gesernya.

Kuat geser batuan merupakan perlawanan internal batuan terhadap tegangan yang bekerja sepanjang bidang geser dalam batuan tersebut, yang dipengaruhi oleh karakteristik intrinsik dan faktor eksternal. Untuk mengetahui kuat geser batuan pada tegangan normal tertentu diperlukan uji kuat geser yang menggunakan contoh uji sekitar 3 contoh batuan.

Kuat geser batuan sangat berguna sebagai parameter rancangan kestabilan lereng. Kriteria keruntuhan geser yang paling banyak digunakan adalah kriteria Mohr-coulumb yang ditulis dalam persamaan berikut:

$$\tau = c + \sigma_n (\tan \phi). \qquad (1)$$

Kuat geser dibagi menjadi 2 yaitu kuat geser puncak *(peak)* dan kuat geser residu. Kuat geser puncak adalah kuat geser yang terjadi ketika tegangan geser mencapai titik maksimalnya (puncak) disitu pula batuan mengalami deformasi plastis yang kemudian runtuh. Lalu tegangan geser akan menurun hingga menunjukkan angka yang konstan untuk menggeser batuan tersebut atau disebut kuat geser residu (setelah batuan runtuh.

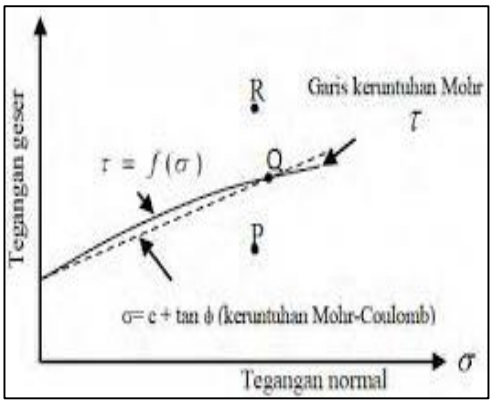
Besarnya nilai kuat geser dipengaruhi oleh adanya kohesi dan sudut geser dalam. Kohesi adalah gaya tarik menaik antara partikel dalam batuan. Kohesi batuan akan semakin besar jika kekuatan gesernya semakin besar. Salah satu aspek yang mempengaruhi nilai kohesi adalah kerapatan dan jarak antar molekul dalam suatu batuan. Sudut geser dalam adalah sudut rekahan yang dibentuk jika suatu batuan dikenai tegangan atau gaya terhadapnya yang melebihi tegangan gesernya. Semakin besar sudut geser dalam suatu batuan maka batuan tersebut akan lebih tahan lama menerima tegangan luar yang dikenakan terhadapnya.

Kriteria Keruntuhan Mohr-Coloumb

Mohr menjelaskan bahwa keruntuhan sebagai akibat dari kombinasi kritis antara tegangan normal dan geser dan bukan hanya akibat tegangan normal maksimum dan tegangan geser maksimum saja. Sehingga pada bidang keruntuhan dapat dinyatakan bahwa:

$$\tau_f = f(\sigma) \qquad (2)$$

Menurut Mohr-Coloumb kondisi keruntuhan suatu tanah terjadi akibat adanya kombinasi keadaan kritis dari tegangan normal dan tegangan geser. Hubungan antara tegangan normal dan tegangan geser pada sebuah bidang keruntuhan dinyatakan menurut kurva berikut:

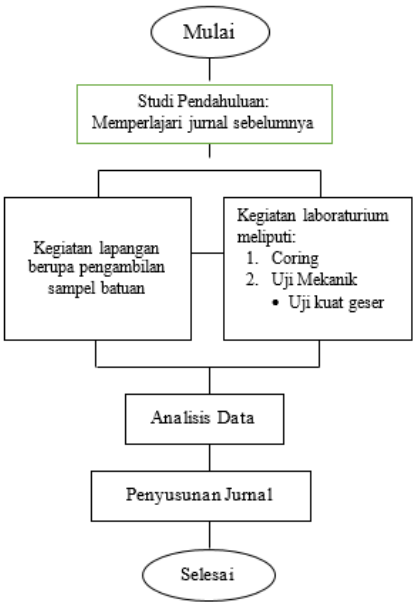


Gambar 1: Kriteria Keruntuhan Mohr-Coloumb

Dapat dilihat pada Gambar 1, suatu massa batuan dalam satu bidang memiliki tegangan geser dan teganggan normal. Jika tegangan-tegangan tersebut baru mencapai titik P, maka keruntuhan tanah akibat geser tidak akan terjadi. Keruntuhan geser terjadi jika tegangan mencapai titik Q yang terletak pada garis keruntuhan, dan titik R tidak akan pernah terjadi pada lereng karena tanah telah mengalami keruntuhan pada titik Q.

METODOLOGI

Pada penelitian uji kuat geser batu andesit ini metodologi yang digunakan yaitu dimulai dari studi pustaka mengenai penelitian terdahulu, penelitian lapangan untuk pengambilan sampel dan dilanjutkan dengan uji laboraturium serta analisis data hasil uji berdasarkan teori Kriteria Keruntuhan *Mohr-Coloumb*. Diagram alir dari penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1: Diagram alir penelitian

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan uji kuat geser di Laboraturium Geomekanika dan Desain Rekayasa Batuan Yogyakarta, didapatkan hasil pegujian yaitu besar kohesi, sudut geser dalam dan juga nilai kuat geser sebagai berikut:

Tabel 1: Hasil uji kuat geser pada kode sampel 01

No. Sample	Tegangan Normal (kg/cm^2)	Beban geser (Kg)		Kuat Geser (Kg/cm^2)	
		Puncak	Residu	Puncak	Residu
1	2.43	190.00	40.00	9.23	1.94
2	4.73	210.00	55.00	9.93	2.60
3	7.04	250.00	65.00	11.73	3.05
Rata-rata	4.73	216.67	53.33	10.30	2.53

Berdasarkan data diatas didapatkan hasil kohesi dan sudut geser dalam sebagai berikut:

Kohesi (Kg/cm^2)		Sudut geser dalam (^{0})	
Puncak (Cp)	Residu (Cr)	Puncak (Cp)	Residu (Cr)
3.2319	1.3957	28.48	13.50
Konversi Kg/cm^2 ke MPa			
0.3169	0.1368	28.48	13.50

Tabel 2: Hasil Uji Kuat Geser pada kode sampel 02

No. Sampel	Tegangan Normal (kg/cm^2)	Beban geser (Kg)		Kuat Geser (Kg/cm^2)	
		Puncak	Residu	Puncak	Residu
1	3.85	150.00	40.00	11.54	3.08
2	7.58	190.00	60.00	14.40	4.55
3	11.88	260.00	90.00	20.60	7.13
Rata-rata	7.77	200.00	63.33	15.52	4.92

Berdasarkan data diatas didapatkan hasil kohesi dan sudut geser dalam sebagai berikut:

Kohesi (Kg/cm^2)		Sudut geser dalam (^{0})	
Puncak (Cp)	Residu (Cr)	Puncak (Cp)	Residu (Cr)
6.6903	0.9808	36.08	26.88
Konversi Kg/cm^2 ke MPa			
0.656	0.0961	36.08	26.88

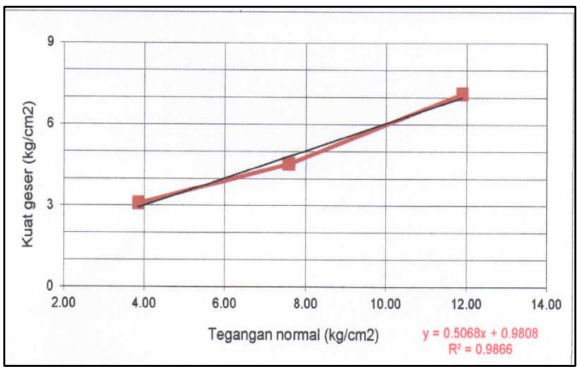
Tabel 3: Hasil Uji Kuat Geser pada kode sampel 03

No. Sample	Tegangan Normal (kg/cm^2)	Beban geser (Kg)		Kuat Geser (Kg/cm^2)	
		Puncak	Residu	Puncak	Residu
1	4.36	190.00	30.00	16.59	2.62
2	8.42	240.00	60.00	20.20	5.05
3	12.44	320.00	80.00	26.53	6.63
Rata-rata	8.40	250.00	56.67	21.10	4.76

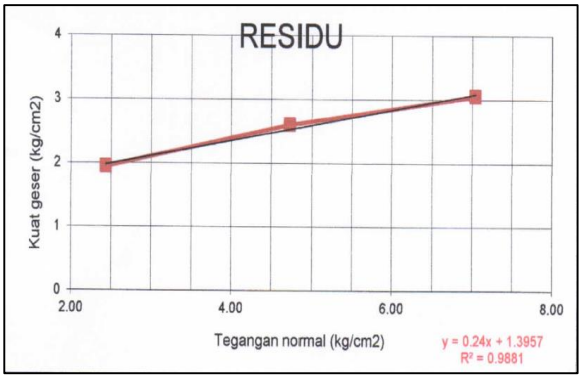
Berdasarkan data diatas didapatkan hasil kohesi dan sudut geser dalam sebagai berikut:

Kohesi (Kg/cm^2)		Sudut geser dalam (^{0})	
Puncak (Cp)	Residu (Cr)	Puncak (Cp)	Residu (Cr)
6.9260	0.5859	48.63	26.45
Konversi Kg/cm^2 ke MPa			
0.6792	0.0574	48.63	26.45

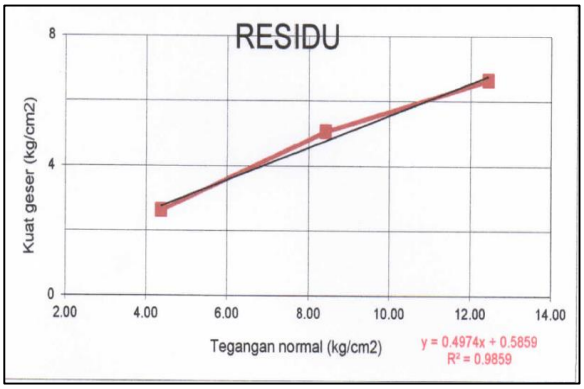
Berdasarkan data pengujian diatas telah diketahui besar nilai rata-rata nilai tegangan normal dan kuat geser puncak dan residu sehingga didapatkan grafik sebagai berikut:



Gambar 2: Grafik hasil analisis data pada contoh batuan dengan kode sampel 01



Gambar 3: Grafik hasil analisis data pada contoh batuan dengan kode sampel 02



Gambar 4: Grafik hasil analisis data pada contoh batuan dengan kode sampel 03

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

Dari data hasil pengujian kuat geser diatas didapatkan nilai kohesi puncak dan residu pada kode sampel 01 sebesar 3.2319 dan 1.3957 kg/cm^2 atau 0.3169 dan 0.1368 MPa, sampel 2 yaitu 6.6903 dan 0.9808 kg/cm^2 atau 0.656 dan 0.0961 MPa, sampel 3 yaitu 6.9260 dan 0.5859 kg/cm^2 atau 0.6792 dan 0.0574 MPa. Serta untuk besar sudut geser dalam pada sampel 1 yaitu 28.48^o dan 13.50^o, sampel 2 yaitu 36.08^o dan 26.88^o, sampel 3 yaitu 48.63^o dan 26.45^o.

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan hasil besar nilai kuat geser puncak dan residu pada sampel 1 masing-masing sebesar 10.30 dan 2.53 kg/cm^2 atau 1.01 dan 0.248 MPa, sampel 2 sebesar 15.52 dan 4.92 kg/cm^2 atau 1.522 dan 0.482 MPa, serta sampel 3 sebesar 21.10 dan 4.76 kg/cm^2 atau 2.069 dan 0.466 MPa. Besar nilai kuat geser batuan dipengaruhi oleh tegangan normal yang diberikan, kohesi dan sudut geser dalam pada batuan tersebut.

Pada sampel batuan 01 memiliki nilai kohesi dan sudut geser dalam yang rendah. Nilai kohesi disini dapat dipengaruhi oleh kerapatan dan jarak butir batuan pada sampel 01 berjauhan sehingga gaya tarik menarik antar partikelnya rendah. Sedangkan sudut geser dalam dapat dipengaruhi oleh adanya bidang diskontinu dan ukuran butir batuan tersebut. Batuan yang memiliki bidang diskontinu dan ukuran butir besar maka gesekan antar partikelnya akan kecil. Hal ini dapat diketahui bahwa sampel 01 merupakan batuan yang terkekarkan. Pada sampel 02 batuan memiliki nilai kohesi dan sudut geser dalam sedang karena kerapatan dan jarak antar butirnya agak rapat, sehingga gaya tarik menarik antar butirnya lebih kuat dari sampel 01. Selain itu, sampel 02 memiliki ukuran butir yang lebih kecil daripada sampel 01 yang memungkinkan gesekan antar butirnya lebih besar pula. Pada sampel 03 memiliki nilai kohesi dan sudut geser dalam paling tinggi dibandingkan sampel 01 dan 02. Hal ini terjadi karena contoh batuan pada sampel 3 memiliki jarak antar butir yang sangat rapat sehingga gaya tarik menarik atau kohesinya besar dan tidak adanya bidang diskontinu serta kecilnya ukuran butir batuan yang menyebabkan gesekan antar butirnya besar yang mempengaruhi besarnya sudut geser dalam. Sehingga batuan pada sampel 03 merupakan batuan massif. Karena adanya perbedaan tersebut mengakibatkan kuat geser berbeda pula.

DISKUSI

Berdasarkan kajian pustaka dan hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa batuan yang diambil sebagai contoh dari formasi yang sama dapat memiliki kekuatan yang berbeda-beda. Hasil pengujian contoh batuan menunjukkan bahwa kekuatan batuan sangat bervariasi dan sebanding dengan kohesi dan sudut geser dalamnya. Semakin besar kohesi dan sudut geser dalam maka semakin besar pula nilai kuat gesernya. Hal ini sesuai dengan perhitungan dan teori pada mekanika batuan yang telah dipelajari.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa nilai kuat geser pada batu andesit dipengaruhi oleh nilai kohesi dan sudut gesek dalam. Semakin besar kohesi dan sudut geser dalam maka semakin besar pula nilai kuat gesernya. Besar nilai kuat geser puncak dan residu pada sampel 1 masing-masing sebesar 10.30 dan 2.53 kg/cm^2 atau 0.3169 dan 0.1368 MPa, sampel 2 sebesar 15.52 dan 4.92 kg/cm^2 atau 0.656 dan 0.0961 MPa, serta sampel 3 sebesar 21.10 dan 4.76 kg/cm^2 dengan besar nilai kohesi dan sudut geser dalam yang berbeda-beda Pada sampel 1 kohesi puncak dan residu yaitu 3.2319 dan 1.3957 kg/cm^2, sampel 2 yaitu 6.6903 dan 0.9808 kg/cm^2, sampel 3 yaitu 6.9260 dan 0.5859 kg/cm^2 atau 0.6792 dan 0.0574 MPa. Serta untuk besar sudut geser dalam puncak dan residu pada sampel 1 yaitu 28.48^o dan 13.50^o, sampel 2 yaitu 36.08^o dan 26.88^o, sampel 3 yaitu 48.63^o dan 26.45^o.

DAFTAR PUSTAKA

Aji, M. (n.d.). *PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA 2016*. 15.

Apriyani, L. I., Jirna, I. W., & Setyawan, E. (n.d.). *PERUBAHAN KARAKTERISTIK FISIK DAN KUAT GESER TA- NAH LEMPUNG KABUPATEN PROBOLINGGO YANG DISTA- BILISASI MENGGUNAKAN CAMPURAN KAPUR DAN GARAM DAPUR (NaCl)*. 8.

Hakam, A., Yuliet, R., & Donal, R. (2010). STUDI PENGARUH PENAMBAHAN TANAH LEMPUNG PADA TANAH PASIR PANTAI TERHADAP KEKUATAN GESER TANAH. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, *6*(1), 11. https://doi.org/10.25077/jrs.6.1.11-22.2010

Hartanti, R. S., Masturi, M., & Yulianti, I. (2016). ANALISIS KUAT GESER LANGSUNG TANAH PADA TPA KUDUS YANG TERNORMALISASI. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL FISIKA (E-JOURNAL) SNF2016 UNJ*, SNF2016-ERE-19-SNF2016-ERE-24. https://doi.org/10.21009/0305020604

Maret, E. (n.d.). *Korelasi Kuat Tekan dengan Kuat Geser pada Tanah Lempung yang Didistribusi dengan Variasi Campuran Pasir*. 14.

Nugroho, S. A., Putra, A. I., & Ermina, R. (n.d.). *KORELASI PARAMETER KUAT GESER TANAH HASIL PENGUJIAN TRIAKSIAL*

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

DAN UNCONFINED COMPRESSION STRENGTH (UCS). 10.

Wibawa, A., & Hisyam, E. S. (2015). *PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH GYPSUM TERHADAP NILAI KUAT GESER TANAH LEMPUNG*. *3*, 7.

Wibowo, D. E. (2016). *UPAYA MENINGKATKAN KUAT GESER TANAH LEMPUNG DENGAN MEMANFAATKAN LIMBAH PLASTIK*. 12.

`