



## Pengaruh Ukuran Butir terhadap Uji Kuat Geser pada Batu Konglomerat berdasarkan Pengujian Uji Kuat Geser (*Direct Shear Strength Test*)

Faath Ghifary Radlia Widodo<sup>1</sup>, Dyah Aziz Suwitaningsih<sup>1</sup>, Dewa Rizalzi Abdillah<sup>1</sup>, Wendy Muhammad Ibnu Faridh<sup>1</sup>, Seftian Mahendra<sup>1</sup>, Adhe Gusti Hotman<sup>1</sup>, Geri Wiranda Romadhan<sup>1</sup>, Agustinus Ghebree Tola Suryatmodjo<sup>1</sup>, Erni Irmawati<sup>1</sup>, dan Yudho Dwi Galih Cahyono<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Surabaya

\*e-mail: [dropme.ghifary@gmail.com](mailto:dropme.ghifary@gmail.com)

### Info Artikel

Diserahkan:

21 Juli 2022

Direvisi:

3 Agustus 2022

Diterima:

3 Agustus 2022

Diterbitkan:

6 Agustus 2022

### Abstrak

Batuan memiliki sifat yang terbagi menjadi dua, yaitu sifat fisik dan mekanik. Tiap batuan memiliki sifat yang berbeda, pada pengujian ini menggunakan batuan konglomerat untuk menguji sifat mekaniknya menggunakan pengujian uji kuat geser. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran butir terhadap ketahanan kuat geser. Konglomerat merupakan batuan sedimen yang terbentuk dari proses sedimentasi antara fragmen yang memiliki ukuran butir kasar maupun halus dengan bentuk fragmen membundar. Sampel batuan konglomerat yang digunakan merupakan sampel yang berbutir halus dan berbutir kasar. Sampel batuan ini diambil dari air terjun Anjasmoro, Dusun Salak, Desa Sumber Salak, Kecamatan Ledokombo, Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur. Berdasarkan pengujian, didapatkan nilai kuat geser yang berbeda. Pada sampel batuan konglomerat berbutir halus didapatkan nilai kuat geser residu antara 1.51 – 3.01 kg/cm<sup>2</sup> dan nilai kuat geser puncaknya berkisar antara 3.66 – 5.59 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan pada sampel konglomerat berbutir kasar nilai kuat geser residunya berkisar antara 1.54 – 2.61 kg/cm<sup>2</sup> dan nilai kuat geser puncaknya berkisar 3.09 – 6.18 kg/cm<sup>2</sup>. Dari hasil pengujian ini dapat disimpulkan terdapat perbedaan ketahanan terhadap kuat geser antara konglomerat berbutir halus dengan berbutir kasar.

Kata kunci: konglomerat, Uji Kuat Geser, ukuran butir

### Abstract

Rocks have properties that are divided into two, namely physical and mechanical properties. Each rock has different properties, in this test it uses conglomerate rocks to test its mechanical properties using shear strength test testing. This study aims to determine the effect of grain size on shear strength resistance. Conglomerate rocks are sedimentary rocks that formed from the sedimentation process between fragments that have coarse or fine grain sizes and the shape of fluorescent fragments. The conglomerate rock samples used were fine-grained and coarse-grained samples. This rock sample was taken from Anjasmoro waterfall, Salak Hamlet, Sumber Salak Village, Ledokombo District, Jember Regency, East Java Province. Based on the test, different shear strength values were obtained. In the fine-grained conglomerate rock samples, residual shear strength values were obtained between 1.51 – 3.01 kg/cm<sup>2</sup> and peak shear strength values ranging from 3.66 - 5.59 kg/cm<sup>2</sup>. Meanwhile, in coarse-grained conglomerate samples, the residual shear strength value ranges from 1.54 – 2.61 kg/cm<sup>2</sup> and the peak shear strength value ranges from 3.09 - 6.18 kg/cm<sup>2</sup>. From the results of this test, it can be concluded that there is a difference in resistance to shear strength between fine-grained and coarse-grained conglomerates.

Keywords: conglomerate, Direct Shear Strength Test, grain size

## 1. Pendahuluan

Pada dasarnya batuan memiliki sifat tertentu yang harus diketahui. Sifat pada batuan terbagi menjadi dua, yaitu sifat fisik dan sifat mekanik. Sifat fisik terdiri atas nilai massa jenis, bobot isi, porositas, absorpsi, dan *void ratio*. Sedangkan sifat mekanik pada batuan dapat ditentukan dari berbagai pengujian seperti pengujian kuat tekan uniaksial (UCS), pengujian triaksial, dan pengujian kuat geser [1]. Sifat-sifat pada batuan dapat berpengaruh terhadap keamanan atau kenyamanan terhadap aktivitas maupun bangunan yang berdiri di atasnya.

Pada penelitian ini untuk mengetahui sifat mekanik suatu batuan, digunakan pengujian berupa uji kuat geser. Arif [2] mendefinisikan kuat geser batuan sebagai besarnya tegangan geser maksimum yang dapat ditahan oleh struktur internal batuan tanpa mengakibatkan bidang geser pada batuan mengalami keruntuhan. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kuat geser, di antaranya adalah kepadatan butir, bentuk fragmen, distribusi keragaman butir, kekasaran permukaan material, air, ukuran partikel dan tegangan awal yang diterima material [2].

Uji kuat geser (*shear strength*) merupakan kemampuan batuan untuk melawan tegangan geser yang terjadi ketika batuan itu diberikan beban. Keruntuhan geser terjadi akibat adanya gerak relatif antara butir-butir batuan tersebut. Pengujian ini dapat digunakan sebagai suatu tolak ukur dalam perencanaan kestabilan lereng. Kriteria geser yang umum digunakan adalah kriteria Mohr-Coulomb [3].

Dijelaskan pada Dharmansyah et. al. [4] dan Irmawati et. al. [5] bahwa kondisi batuan dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya adalah jenis batuan, kondisi pelapukan, bidang diskontinu, komposisi mineral penyusun, dan tekstur permukaan batuan. Batuan yang diuji merupakan batuan konglomerat yang termasuk ke dalam batuan jenis sedimen yang memiliki fragmen dengan ukuran tertentu. Konglomerat terbentuk melalui proses sedimentasi antara fragmen yang memiliki ukuran butir kasar maupun halus dengan bentuk fragmen membundar. Fragmen pada konglomerat memiliki ukuran lebih besar dari 2 mm yang berada diantara semen yang tersusun atas batupasir [6]. Butiran atau fragmen pada batuan konglomerat dapat diidentifikasi berdasarkan ketetapan skala wentworth.

Konglomerat memiliki ukuran butir yang berbeda-beda. Berdasarkan pengujian yang dilakukan oleh Bonetto et. al. [7] menunjukkan bahwa kondisi *failure* dan ketahanan batuan dikendalikan oleh ukuran butir (*grain size*).

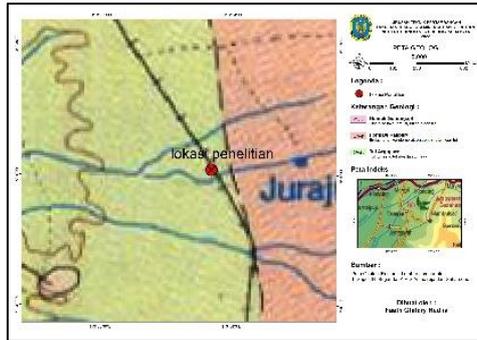
Maka dari itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh ukuran butir terhadap ketahanan kuat geser dengan menggunakan metode pengujian uji kuat geser di laboratorium. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan batuan konglomerat terhadap kuat geser, sehingga dapat dijadikan sebagai suatu pertimbangan pada suatu lereng yang dapat bermanfaat bagi analisis geoteknik khususnya kestabilan lereng.

## 2. Metodologi

Pada penelitian ini digunakan metode kuantitatif. Metode kuantitatif digunakan untuk mengetahui nilai kuat geser batuan yang dilakukan di laboratorium. Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini sebagai berikut:

### 2.1 Pengambilan contoh batuan

Contoh batuan berupa batu konglomerat di ambil di air terjun Anjasmoro, Dusun Salak, Desa Sumber Salak, Kecamatan Ledokombo, Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur. Untuk mencapai lokasi penelitian jika ditempuh dari Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya dapat melalui jalur darat dengan waktu sekitar kurang lebih 4,5 - 5 jam. Contoh batuan konglomerat diambil dengan menggunakan peralatan sederhana yaitu palu geologi dengan ukuran bongkah. Batuan konglomerat diambil dari beberapa titik yang berbeda dalam satu lokasi dipisahkan berdasarkan kondisi ukuran butirnya untuk dijadikan enam sampel batuan yang akan dianalisis di laboratorium.



**Gambar 1:** Peta Geologi lokasi penelitian sumber Peta Geologi Regional Lembar Jember oleh Sapei, T., Suganda, A. H., Astadiredja, K. A. S dan Suharsono [8]



**Gambar 2:** Singkapan batuan di lapangan

Batu konglomerat yang dijadikan sebagai sampel dikelompokkan ukuran butirnya berdasarkan pada klasifikasi tabel skala wentworth (Tabel 1).

Skala wentworth merupakan suatu klasifikasi berdasarkan ukuran butir yang digunakan untuk mengetahui jenis batuan sedimen. Pada skala ini terdapat empat kategori dengan berbagai tipe dan ukuran butiran. Kemudian terdapat pengelompokan jenis batuan menjadi lima bagian, yaitu untuk fragmen yang membundar, menyudut, pasiran, lanau dan lempung. Untuk fragmen yang membundar merupakan batuan konglomerat sedangkan yang menyudut merupakan batuan breksi. Selain kedua nama batuan tersebut terdapat pula batu pasir sangat kasar, kasar, sedang, halus, sangat halus, batu lanau, dan batu lempung atau serpih.

**Tabel 1:** Ukuran butir sedimen berdasarkan skala oleh Wentworth [9]

Kategori	Tipe	Ukuran Butir (mm)
Bongkah	Bongkahan	250-100
	Berangkal	65-250
Kerikil	Kerakal	4-65
	Butiran	2-4
Pasir	Pasir sangat kasar	1-2
	Pasir kasar	0.5-1
	Pasir sedang	0.25-0.5
	Pasir halus	0.125-0.25
	Pasir sangat halus	0.0625-0.125
Lumpur	Lanau kasar	0.031-0.0625
	Lanau sedang	0.0156-0.031
	Lanau halus	0.0078-0.0156
	Lanau sangat halus	0.0039-0.0078
	Lempung	<0.0039

**2.2 Preparasi sampel batuan**

Sampel yang telah diambil dalam bentuk bongkah dipersiapkan atau dibentuk sesuai dengan kebutuhan uji kuat geser berdasarkan standar ISRM. Sampel yang berukuran bongkah akan dibentuk menjadi bentuk balok dengan menggunakan mesin pemotong batu.

**2.3 Uji kuat geser**

Uji kuat geser ini dilakukan dengan mesin direct shear strength test dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran butir terhadap kekuatan menahan tegangan geser yang diberikan. Pengujian ini dilakukan berdasarkan aturan ISRM 2007 [10] yaitu menentukan kondisi pembebanan dan kisaran beban normal yang diterapkan selama geser harus ditentukan, sesuai dengan tegangan normal yang diharapkan bekerja pada material. Dari pengujian ini didapatkan nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ). Kuat geser dibedakan menjadi dua, yaitu kuat geser puncak yang berarti kuat geser yang terjadi saat tegangan geser berada di titik maksimalnya (puncak), dan kuat geser residu yang berarti tegangan geser yang menurun hingga menunjukkan angka yang konstan untuk menggeser batuan tersebut. Hal ini juga berhubungan dengan kriteria keruntuhan milik Mohr-Coloumb [11] yang menjabarkan mengenai teori kondisi keruntuhan suatu material. Dijelaskan bahwa keruntuhan suatu material disebabkan oleh hasil kombinasi kritis dari tegangan normal dan geser, bukan hanya tegangan geser normal maksimum dan maksimum. Mohr dan Coloumb berpendapat bahwa dari tegangan normal dan tegangan geser [11].

**2.4 Pengolahan data**

Setelah data uji kuat geser didapatkan, langkah selanjutnya yang dilakukan yaitu mengolah data untuk menganalisis pengaruh ukuran butir terhadap kekuatan menahan tegangan geser yang diberikan.

**3. Hasil dan Pembahasan**

**3.1. Pengamatan Lapangan**

Batu konglomerat yang terdapat di lokasi penelitian yang secara administratif berlokasi di Dusun Salak, Desa Sumber Salak, Kecamatan Ledokombo, Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur ini (Gambar 2), terdapat singkapan batu konglomerat dengan ukuran butir yang berbeda-beda. Dari mulai yang berbutir kasar hingga berbutir halus.

Pada pengamatan lapangan ini dilakukan pula pengukuran ukuran butir batu konglomerat. Penentuan ukuran butir didasarkan pada Skala Wentworth. Ukuran butir kasar pada batu konglomerat termasuk ke dalam kategori kerikil bertipe kerakal dan butir.

**Tabel 2:** Skala wentworth sampel batuan

Kategori	Tipe	Ukuran Butir (mm)
Bongkah	Bongkahan	250-100
	Berangkal	65-250
Kerikil	Kerakal	4-65
	Butiran	2-4

**3.2. Hasil Direct Shear Strength (Uji Kuat Geser)**

Dari pengujian di laboratorium didapatkan nilai kekuatan batuan dengan pengujian kuat geser pada tiap sampel batu konglomerat dengan ukuran butir yang berbeda didapatkan nilai hasil pengujian. Secara umum nilai kuat geser pada tiap sampel memperlihatkan adanya pengaruh ukuran butir terhadap kekuatan menahan tegangan geser yang diberikan. (lihat tabel 3). Dari hasil pengujian tersebut didapatkan pula nilai kohesi dan sudut geser dalamnya seperti yang tersaji pada tabel 4. Sedangkan hasil pengujian dari sampel konglomerat dengan ukuran butir kasar dapat dilihat dalam tabel 5.

Dari hasil pengujian tersebut didapatkan pula nilai kohesi dan sudut geser dalamnya seperti yang tersaji pada tabel 6. Dari data yang pengujian tersebut didapatkan grafik hasil pengujian pada sampel konglomerat halus dan grafik hasil pengujian pada sampel konglomerat kasar (gambar 3).

Gambar pada sampel batuan saat melakukan pengujian di laboratorium dapat dilihat pada gambar 4 dan 5.

**Tabel 3:** Hasil pengujian kuat geser pada batu konglomerat halus

No. Sampel	Tegangan normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Beban geser (kg)		Kuat geser (kg/cm <sup>2</sup> )	
		Puncak	Residu	Puncak	Residu
1	1.08	170	70	3.66	1.51
2	2.15	230	85	4.95	1.83
3	3.23	260	140	5.59	3.01

**Tabel 4:** Nilai kohesi dan sudut geser dalam hasil pengujian kuat geser pada sampel konglomerat halus

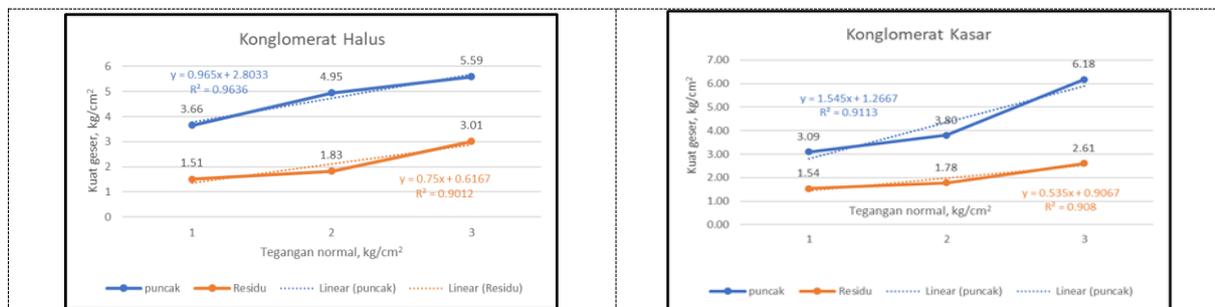
Kohesi (kg/cm <sup>2</sup> )		Sudut geser dalam (°)	
Puncak	Residu	Puncak	Residu
2.7957	0.6093	41.99	34.99
Konversi kg/cm <sup>2</sup> ke MPa			
0.2741	0.0597	41.99	34.99

**Tabel 5:** Hasil pengujian kuat geser pada batu konglomerat kasar

No. Sampel	Tegangan normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Beban geser (kg)		Kuat geser (kg/cm <sup>2</sup> )	
		Puncak	Residu	Puncak	Residu
1	1.19	130	65	3.09	1.54
2	2.38	160	75	3.80	1.78
3	3.56	260	110	6.18	2.61

**Tabel 6:** Nilai kohesi dan sudut geser dalam hasil pengujian kuat geser pada sampel konglomerat kasar

Kohesi (kg/cm <sup>2</sup> )		Sudut geser dalam (°)	
Puncak	Residu	Puncak	Residu
1.2668	0.9105	52.43	24.23
Konversi kg/cm <sup>2</sup> ke MPa			
0.1242	0.0892	52.43	24.23

**Gambar 3:** Grafik hasil pengujian pada sampel konglomerat halus (kiri) dan Grafik hasil pengujian pada sampel konglomerat kasar (kanan)



**Gambar 4:** Sampel batuan konglomerat setelah di preparasi, (a) Sampel ukuran butir kasar; (b) Sampel ukuran butir halus



**Gambar 5:** Sampel konglomerat halus setelah pengujian (kiri) dan Sampel konglomerat kasar setelah pengujian (kanan)

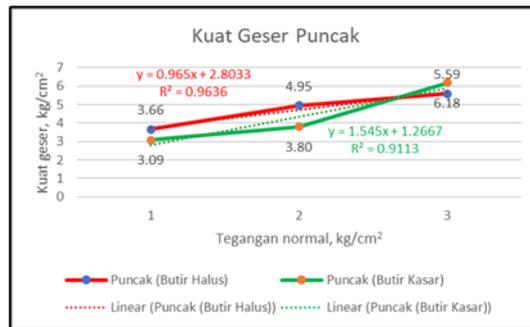
### 3.3. Diskusi

Dari hasil kajian pustaka dan juga hasil penelitian, sampel yang diambil berada pada lokasi yang sama, namun titik yang berbeda. Hasil pengujian sampel batuan yang telah diuji di laboratorium menunjukkan hasil yang berbeda dari setiap sampel. Sampel yang digunakan sebagai objek uji kuat geser adalah batu konglomerat dengan ukuran butir yang berbeda. Hasil uji kuat geser yang telah dilakukan menunjukkan bahwa nilai kuat geser batu konglomerat berbutir halus lebih kecil daripada yang berbutir kasar.

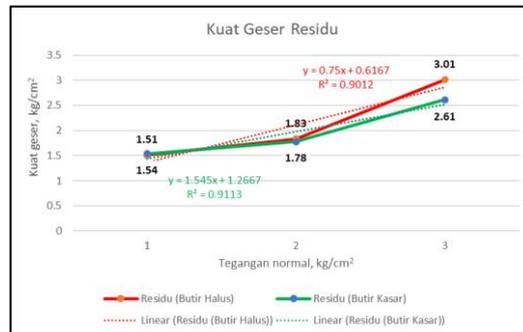
Untuk nilai kuat geser pada sampel 1 yang berbutir halus memiliki nilai residu sebesar 1.51 kg/cm<sup>2</sup>. Untuk sampel 2 memiliki nilai residu 1.83 kg/cm<sup>2</sup> dan untuk sampel 3 memiliki nilai residu 3.01 kg/cm<sup>2</sup>. Untuk setiap sampel juga memiliki nilai puncak. Pada sampel 1, memiliki nilai puncak sebesar 3.66 kg/cm<sup>2</sup>, sampel 2 yaitu 4.95 kg/cm<sup>2</sup> dan sampel 3 yaitu 5.59 kg/cm<sup>2</sup>. Begitu juga dengan nilai kuat geser pada sampel yang berbutir kasar. Masing-masing sampel memiliki nilai residu dan nilai puncak yang berbeda. Sampel 1 memiliki nilai residu sebesar 1.54 kg/cm<sup>2</sup> dengan nilai puncak 3.09 kg/cm<sup>2</sup>, sampel 2 memiliki nilai residu sebesar 1.78 kg/cm<sup>2</sup> dengan nilai puncak 3.80 kg/cm<sup>2</sup>, dan sampel 3 memiliki nilai residu sebesar 2.61 dengan nilai puncak 6.18 kg/cm<sup>2</sup>.

Analisis dari pengujian kuat geser batuan yang telah dilakukan dipengaruhi oleh besar butiran pada batu konglomerat sehingga yang memiliki butiran halus akan memiliki nilai kuat geser yang lebih kecil dibandingkan yang memiliki butiran kasar. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Chang et. al. dalam Herina [12] diketahui bahwa ukuran butir yang semakin halus dan memiliki distribusi yang semakin seragam menunjukkan hasil nilai kuat geser yang lebih besar dibandingkan ukuran butir yang lebih kasar. Hasil perbandingan ketahanan batu konglomerat terhadap tegangan geser dapat dilihat dalam grafik pada gambar 6 dan gambar 7.

Dalam penelitian ini juga didapatkan nilai *R square* yang merupakan nilai keterhubungan antara suatu data dengan parameter nilai 0 – 1. Dari hasil pengujian ini didapatkan nilai *R square* kuat geser puncak untuk sampel konglomerat berbutir halus adalah 0.90 dan untuk sampel konglomerat berbutir kasar adalah 0.96. Sedangkan untuk nilai *R square* kuat geser residu untuk sampel konglomerat berbutir halus adalah 0.90 dan untuk sampel konglomerat berbutir kasar memiliki nilai 0.91.



**Gambar 6:** Perbandingan kuat geser puncak sampel butir halus dan butir kasar



**Gambar 7:** Perbandingan kuat geser residu sampel butir halus dan butir kasar

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan didapat kesimpulan bahwa ukuran butir pada batu konglomerat memiliki pengaruh terhadap nilai kuat geser. Untuk sampel batu konglomerat berbutir halus memiliki nilai lebih kecil dibandingkan dengan sampel batu konglomerat yang berbutir kasar.

Nilai residu terkecil yang didapat dari hasil pengujian ini berada pada sampel 1 batu konglomerat berbutir halus dengan nilai 1.51 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan nilai terbesar berada pada sampel 3 batu konglomerat berbutir halus dengan nilai 3.01 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan nilai puncak terkecil yang didapat dari hasil pengujian ini berada pada sampel 1 batu konglomerat berbutir kasar 1.54 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan nilai terbesar berada pada sampel 3 kasar dengan nilai 2.61 kg/cm<sup>2</sup>.

Sampel berbutir halus memiliki nilai residu yang lebih tinggi antara 1.51 kg/cm<sup>2</sup> – 3.01 kg/cm<sup>2</sup> dari sampel yang berbutir kasar dengan nilai antara 1.54 kg/cm<sup>2</sup> – 2.61 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan nilai puncak sampel berbutir halus lebih rendah dengan nilai antara 3.66 kg/cm<sup>2</sup> – 5.51 kg/cm<sup>2</sup> dari sampel berbutir kasar yang memiliki nilai antara 3.09 kg/cm<sup>2</sup> – 6.18 kg/cm<sup>2</sup>.

Sedangkan nilai R square menunjukkan adanya hubungan sangat kuat antara nilai kuat geser dengan tegangan normal yang diberikan. Hal ini dibuktikan dengan nilai R square rata-rata pada kuat geser puncak sebesar 0.93, sedangkan nilai rata-rata R square untuk kuat geser residu adalah 0.90.

#### Ucapan Terimakasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa dan kepada Bapak Yudho Dwi Galih Cahyono, S.T., M.T. selaku dosen pengampu mata kuliah kestabilan lereng yang telah membantu dan membimbing kami baik dalam proses penelitian maupun penyusunan jurnal penelitian ini. Selanjutnya, kami juga mengucapkan terima kasih kepada pihak *ASIA Rock Test Geomechanic Laboratory* Yogyakarta yang telah membantu kami dalam melakukan pengujian kuat geser untuk sampel batuan kami.

#### Daftar Pustaka:

- [1] M. A. Rai, S. Kramadibrata, And R. K. Wattimena, *Mekanika Batuan*. Bandung: Itb, 2014.
- [2] I. Arif, *Geoteknik Tambang*, Edisi Pert. Jakarta: Pt. Gramedia Pustaka Utama, 2016.
- [3] V. Rumbiak, A. I. N. D. E. Silva, J. O. A. Da Costa, And Y. D. G. Cahyono, "Pengaruh Uji Kuat Geser Terhadap Batu Andesit," *Pros. Semin. Teknol. Kebumihan Dan Kelaut.*, Vol. 2, No. 1, Pp. 605–609, 2020.

- [4] R. G. Dharmansyah, C. K. Hidayatulloh, R. C. Samal, D. W. T. Saputra, A. C. A. Enggiarta, And Y. D. G. Cahyono, “Prediksi Modulus Deformasi Batuan Menggunakan Modulus Elastisitas Batuan Pada Batu Gamping,” *Pros. Semin. Nas. Sains Dan Teknol. Terap.*, Vol. 9, No. 1, Pp. 168–176, 2021.
- [5] E. Irmawati, G. C. O. Soares, M. F. Gastramat, And Y. D. G. Cahyono, “Pengaruh Pelapukan Terhadap Ketahanan Batu Dasit Pada Uji Kuat Tekan Uniaksial ( Ucs ),” *Pros. Semin. Nas. Sains Dan Teknol. Terap.*, Vol. IX, Pp. 1–6, 2021, Doi: 2685-6875.
- [6] S. Lestari, “Identifikasi Jenis-Jenis Batuan Di Kabupaten Mamuju Provinsi Sulawesi Barat,” Universitas Islam Negeri (Uin) Syarif Hidayatullah Jakarta, 2014.
- [7] S. Bonetto *Et Al.*, “Study Of The Mechanical Properties Of A Conglomerate,” *Procedia Eng.*, Vol. 158, Pp. 248–253, 2016, Doi: 10.1016/J.Proeng.2016.08.437.
- [8] T. Sapei, A. H. Suganda, K. A. S. Astadiredja, And Suharsono, “Peta Geologi Regional Lembar Jember.” 1992.
- [9] C. K. Wentworth, “A Scale Of Grade And Class Terms For Clastic Sediments Author ( S ): Chester K . Wentworth Published By : The University Of Chicago Press Stable Url : [Http://Www.Jstor.Org/Stable/30063207 .,](http://www.jstor.org/stable/30063207)” *J. Geol.*, Vol. 30, No. 5, Pp. 377–392, 1922.
- [10] J. Muralha, G. Grasselli, B. Tatone, M. Blümel, P. Chryssanthakis, And J. Yujing, “Isrm Suggested Method For Laboratory Determination Of The Shear Strength Of Rock Joints: Revised Version,” *Rock Mech. Rock Eng.*, Vol. 47, No. 1, Pp. 291–302, 2014, Doi: 10.1007/S00603-013-0519-Z.
- [11] P. C. L. Lengkong, S. Monintja, J. E. . Sumampouw, And A. N. Sarajar, “Hubungan Kuat Geser Pada Tanah Dengan Hasil Percobaan Dynamic Cone Penetrometer Pada Ruas Jalan Wori-Likupang Kabupaten Minahasa Utara,” *J. Sipil Statik*, Vol. 1, No. 5, Pp. 358–367, 2013.
- [12] S. F. Herina, “Pengaruh Kadar Kehalusan Butir Terhadap Ketahanan Geser Tanah Pasir Vulkanik,” Vol. 7, No. 1, Pp. 13–23, 2012.