



PENGARUH EFEK SKALA TERHADAP UJI TRIAKSIAL PADA BATU ANDESIT

Alwi Syahid ^[1], Lalu M Rido ^[1], Adnan Patihua*^[1], Viven Kastera ^[1], Jitro Valerius Tekmauk ^[1], Inga Kharisma ^[1], Radillah P Aprilio M ^[1], Andika Panji S ^[1], M Rusdi Taufik ^[1]

¹ Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Kota Surabaya

*Corresponding author : adnanpatihua@gmail.com

DOI: [leave as blank](#)

Info Artikel

Diserahkan:
18 Juli 2022
Direvisi:
27 Juli 2022
Diterima:
02 Agustus 2022
Diterbitkan:
08 Agustus 2022

Abstrak

Batuan adalah campuran unsur-unsur mineral yang homogen, kontinu dan isotropik di lapangan. Terlepas dari kenyataan bahwa struktur batuan memiliki jenis yang berbeda. Peristiwa ini disebabkan oleh perbedaan kerak batuan pada saat pengujian di laboratorium dan di lapangan. Pendekatan empiris dan literatur dan analisis untuk memperkirakan ketidakseragaman massa batuan karena bidang diskontinu. Efek skala adalah bahwa sifat fisik dan mekanik suatu material tidak konstan tetapi bervariasi dengan ukuran material. Pengujian dapat secara langsung atau tidak langsung, istilah langsung atau tidak langsung menyiratkan mode pemuatan di mana bantuan sampel dikompresi atau dikompresi. dilakukan untuk mengetahui perbedaan sifat-sifat batuan tersebut, penelitian diawali dengan survei lokasi pengambilan sampel dengan melihat data geologi guna mengetahui fisiografi dan litologi penelitian kemudian pengujian pengambilan sampel batuan dan pengambilan sampel di lokasi tersebut, pengambilan sampel dilakukan di 3 lokasi singkapan batuan. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Geomekanika Batuan dan Desain Teknik Yogyakarta, sedangkan tempat yang menjadi sumber sampel batuan tepatnya di Desa Manduro, Mangun Gajah, Kecamatan Ngoro, Kabupaten Mojokerto. Pengujian ini akan membutuhkan 3 sampel batuan yang akan digunakan dengan diameter yang berbeda ± 5 cm, ± 7 cm, ± 10 cm untuk setiap diameter, minimal diperlukan 3 spesimen. Setelah dilakukan pengujian triaksial pada batuan andesit, nilai rata-rata sudut kohesi dan sudut gesek pada masing-masing batuan adalah ± 5 cm, ± 7 cm, ± 10 cm dan sebesar 3,35MPa dan 65,59°, 5,93MPa dan 65,19°, serta 13,12MPa. dan 59,11°. Setelah mendapatkan hasil analisis, kesimpulannya adalah semakin besar atau bertambah ukuran sampel maka nilai kohesi semakin besar dan sudut geser dalam semakin kecil atau berkurang

Kata kunci: efek skala, uji kuat tekan triaksial, batu andesit, melakukan uji triaksial.

Abstract

Rock is a homogeneous, continuous and isotropic mixture of mineral elements in the field. Despite the fact that rock structures have different types. This event was caused by the dissimilarity of the rock scale at the time of testing in the laboratory and in the field. Empirical approach and literature and analysis to estimate rock mass non-uniformity due to discontinuous planes. The scale effect is that the physical and mechanical properties of a material are not constant but vary with the size of the material. The test can be directly or indirectly, the term direct or indirect implies a loading mode in which the sample aid is compressed or compressed. carried out to determine the differences in the properties of these rocks, the study began with a survey of the sampling location by looking at the geological data in order to determine the physiography and lithology of the study then testing of rock sampling and sampling at that



location, sampling was carried out at 3 locations of rock outcrops. This test was carried out at the Laboratory of Rock Geomechanics and Engineering Design Yogyakarta, while the place that became the source of rock samples was precisely in Manduro Village, Mangun Gajah, Ngoro District, Mojokerto Regency. This test will require 3 rock samples to be used with different diameters of ± 5 cm, ± 7 cm, ± 10 cm for each diameter, a minimum of 3 specimens may be required. After triaxial testing on andesite rocks, the average cohesion and friction angle values in each rock are ± 5 cm, ± 7 cm, ± 10 cm and are 3.35MPa and 65.59° , 5.93MPa and 65.19° , and 13.12MPa. and 59.11° . After getting the results of the analysis, the conclusion is that the larger or increasing the sample size, the greater the cohesion value and the smaller the inner shear angle or decrease.

Keywords: scale effect, triaxial compressive strength test, andesite stone, perform triaxial test.

Pendahuluan

Massa batuan adalah kapasitas suatu batuan yang meliputi mineral, komposisi tekstur dan bidang-bidang lemah yang membentuk material yang saling berketerkaitan dengan semua sumber sebagai suatu objek. Batuan utuh mempunyai sifat isotrop, kontinu dan homogeny sehingga membentuk massa batuan [1].

Uji triaksial yaitu pengujian yang memberikan injeksi secara aksial yang dibungkus dengan karet kedap air sampai terjadi lonsor [2]. Mekanisme pengujian triaksial ini yaitu batuan diberikan injeksi tiga arah yakni jalur x,y dan z yang secara vertikal.

Adapun hasil yang akan diperoleh berupa kohesi (c) , sudut gesek dalam (ϕ) dan juga nilai sigma 1 serta sigma 3, yang mana hasil tersebut bisa digambarkan kurva tegangan triaksial.

Kekuatan batuan merupakan aspek penting yang perlu diperhitungkan dalam industri pertambangan. Karena kekuatan tersebut mempengaruhi banyak aspek dalam kegiatan industri pertambangan seperti analisis kestabilan lereng, pembuatan pilar penyangga untuk lubang bukaan, dan memperkirakan kinerja produksi alat dalam melakukan penggalian. [3]

Uji kekuatan batuan yaitu untuk memverifikasi ketahanan batuan terhadap pembebanan. Uji kekuatan bisa dengan langsung atau tidak langsung di mana istilah langsung atau tidak langsung menyiratkan mode pemuatan di mana batuan sampel dikompres atau ditekan.[4]

Efek skala merupakan bahwa sifat fisik dan mekanik dari suatu bahan tidak konstan tetapi bervariasi dengan ukuran bahan. [5] membahas efek skala batu andesit dibawah kompresi dan hasil diperoleh efek skala dari bahan batuan berasal dari ketidak seragaman bahan, daripada efek gesekan ujung antara spesimen dan ujung pembebanan.

Pengertian efek skala adalah bentuk ketidak seragaman pada batuan. Secara konsep analisa mekanika batuan dikatakan kontinu, homogen dan isotrop tetapi pada nyatanya di lapangan batuan memiliki kekuatan yang berbeda walaupun diambil dari formasi yang sama karena disebabkan oleh bidang - bidang lemah.[6]

Menurut teori lebih besar diameter sampel yang , maka sampel tersebut akan semakin jelas mendiskripsikan massa batuan. Karena terdapat banyak bidang diskontinu yang akan nampak sehingga akan mengakibatkan perolehan dari nilai pengujian, yang biasanya disebut dengan pengaruh skala (scale effect). Menurut teori besarnya sampel mengakibatkan ketidak pastia pada batuan tersebut akibat pengaruh efek skala .[7]

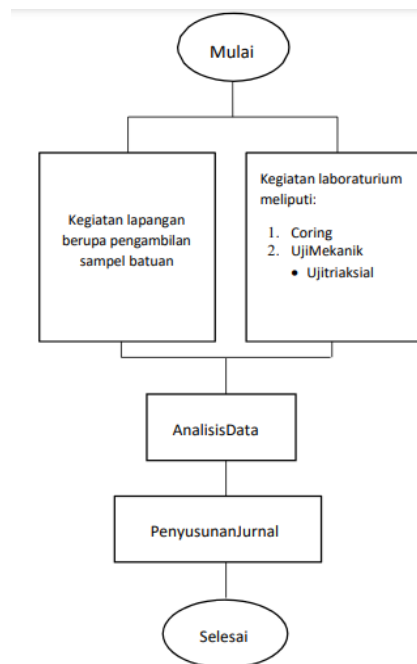


Analisis ini sangat mempengaruhi, Adanya bidang diskontinu pada batuan yang mempengaruhi kekuatan mengalami penurunan, sehingga perlu analisis yang digunakan untuk mengatasi penurunan dengan melakukan analisis pengaruh skala [8]

massa batuan oleh efek skala yang paling dominan diakibatkan oleh bidang diskontinu di setiap batuan yang mengakibatkan kekuatan serta modulus deformasi. Untuk memudahkan dibutuhkan pendekatan secara literatur dan empiris untuk memperkirakan efek pada berbagai ukuran [9], [10] [11]

Metodologi

Metodologi pada kegiatan ini dimulai dari survei lokasi lapangan agar bisa mendapatkan sampel dan kemudian dilakukan pengujian laboratorium dan analisis data dari hasil uji berdasarkan teori Kriteria *Hoek and Brown, 1980*



Gambar 1 : bagan metode penelitian

Penelitian Lapangan

Penelitian lapangan dilakukan di daerah bekas tambang pasir di Desa Manduro Manggung Gajah, Kecamatan Ngoro, Kabupaten Mojokerto, Provinsi Jawa Timur. Penelitian ini dimulai dengan survei lokasi daerah pengambilan sampel dengan melihat data geologi agar mengetahui fisiografi dan litologi batuan daerah penelitian. Geologi Regional Daerah Manduro Manggung Gajah menurut S. Santosa dan T. Suwanti (1992) tergolong pada formasi Batuan Gunung Api Kuartar Atas [Qv(n)] yang memiliki litologi berupa andesit, breksi gunungapi, lava, dll

Setelah survei lokasi daerah penelitian kemudian dilakukan pengambilan sampel batuan andesit di lokasi tersebut, pengambilan sampel dilakukan pada 3 lokasi singkapan batuan andesit segar dengan melakukan pemecahan batuan andesit dengan palu geologi sehingga didapatkan 3 bongkah batuan andesit yang kemudian dibawa ke tempat laboratorium untuk dilakukan pengujian

Pengujian Laboratorium

Pada pengujian laboratorium dilakukan persiapan ukuran sampel batuan (bongkah) terlebih dahulu dengan diameter $\pm 5\text{cm}$, $\pm 7\text{cm}$, $\pm 10\text{cm}$ untuk setiap dimensi dibutuhkan minimal 3 spesimen yang kemudian dilaksanakan pengujian mekanika. Pada mekanika batuan dilakukan dengan uji triaksial



konvensional pada diameter batuan yang berbeda dengan setiap diameter memerlukan 3 spesimen. teori dari uji triaksial ini yakni batuan diberikan tekanan secara aksial yakni x,y dan z yang secara vertikal. Sehingga menunjukkan kondisi massa batuan di alam yang terinduksi gaya dari bermacam arah.

Data Hasil Pengujian Dan Pengolahan Data

Pada pengujian triaksial hasil yang diperoleh adalah nilai dari tegangan efektif minimum dan maksimum pada diameter dan specimen batuan yang berbeda yang kemudian dari data tersebut dilakukan perhitungan atau pengolahan data berdasarkan teori Kriteria *Hoekand Brown, 1980*. Kemudian dari data hasil pengujian tersebut dilakukan perhitungan atau pengolahan data untuk mengetahui nilai dari kuat geser, sudut gesek dalam, kohesi, kurva intrinsik, dan lingkaran mohr.

Hasil Dan Pembahasan

kajian tentang efek skala batuan sangat berkesan ambungan langsung dengan dimensi atau ukuran batuan. Akan diperoleh nilai kohesi c dan sudut gesek dalam (ϕ) dari pengujian triaksial. Berikut adalah hasil yang di diperoleh dari pengujian di laboratorium:

Tabel 1. Hasil Pengujian Triaksial pada sampel dengan ukuran diameter ± 5 cm

Specimen label	Initial size		Failure Stage			
	H0	A0	Δt	Sc	Rmax	eR
	Mm	cm ²	min	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%
A0001	60.80	31.43	0	2.00	70.00	3.64
A0002	62.34	27.56	0	4.00	116.10	3.63
A0003	59.74	22.44	0	6.00	151.53	2.60
Kohesi				3.35Mpa		
Sudut gesek dalam				65.59°		

Sumber: Data Penelitian, 2022

Tabel 2. Hasil Pengujian Triaksial pada sampel dengan ukuran diameter ± 7 cm

Specimen label	Initial size		Failure Stage			
	H0	A0	Δt	Sc	Rmax	eR
	Mm	cm ²	Min	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%
A0001	152.60	43.38	0	2.00	87.60	3.64
A0002	76.59	30.59	0	4.00	143.83	3.63
A0003	74.26	27.67	0	6.00	166.27	2.60
Kohesi				5.93Mpa		
Sudut gesek dalam				65.19°		

Sumber: Data Penelitian, 2022

Tabel 3. Hasil Pengujian Triaksial pada sampel dengan ukuran diameter ± 10 cm

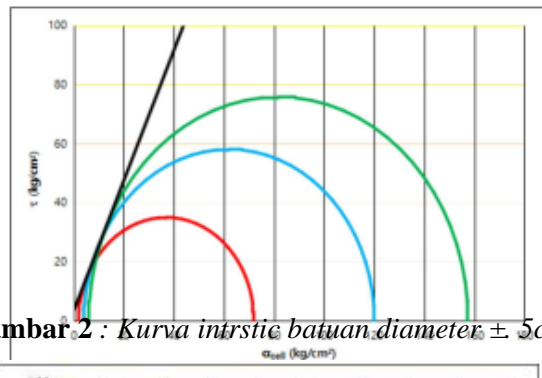
Specimen	Initial size		Failure Stage			
	H0	A0	Δt	Sc	Rmax	eR



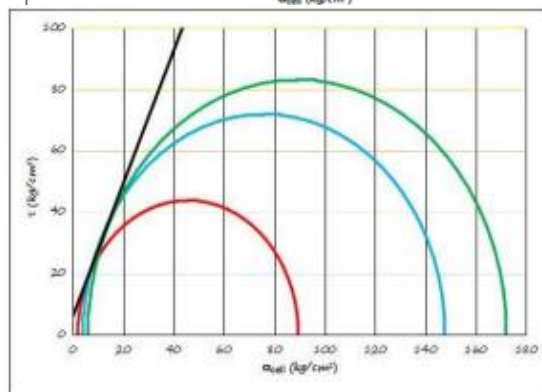
enlabel	Mm	cm ²	mi n	Kg/c m ²	Kg/cm ²	%
A0001	102.36	31.43	0	2.00	120.90	3.64
A0002	103.29	31.46	0	4.00	139.86	3.63
A0003	104.58	29.53	0	6.00	169.31	2.60
Kohesi				13.12Mpa		
Sudutgesekdalam				59.11°		

Sumber: Data Penelitian, 2022

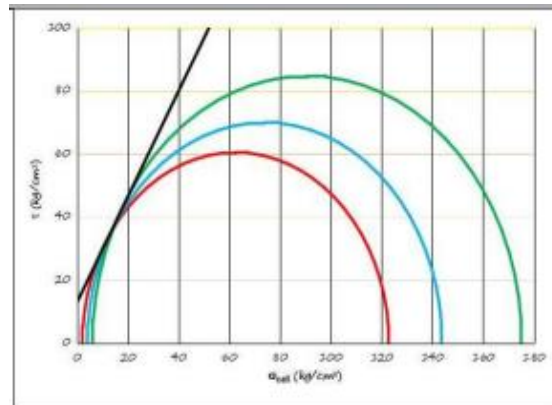
Dari hasil analitik pengujian triaksial dengan setiap ukuran ± 5cm dengan tiga spesimen sehingga diperoleh tegangan puncak secara kontinu sebesar 70.00kg/cm² atau 6.86MPa, 116.10kg/cm² atau 11.39MPa, dan 151.53kg/cm² atau 14.86MPa. Untuk sampel 2 dengan ukuran ±7 cm, dengan 3 spesimen sehingga diperoleh hasil tegangan puncak terus-menerus yaitu 87.60 kg/cm² atau 87.6 MPa, 143.83 kg/cm² atau 14.10 MPa, dan 166.27 kg/cm² atau 16.30MPa. Untuk sampel 3 dengan ukuran ±10cm dengan 3 spesimen sehingga diperoleh hasil tegangan puncak yang kontinu sebesar 120.90 kg/cm² atau 11.86 MPa, 139.86 kg/cm² atau 13.71MPa, dan 169.31 kg/cm² atau 16.60 Mpa. Dari hasil pengujian laboratorium diperoleh nilai tegangan maksimal tergantung dari setiap jenis ukuran sampel diameter skala. Sehingga Tegangan puncak ini dapat digambarkan kurva intristic sebagai berikut.



Gambar 2 : Kurva intristic batuan diameter ± 5cm

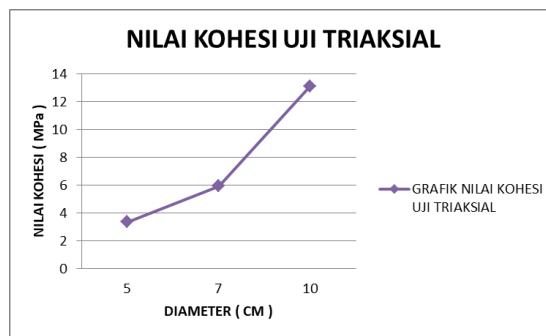


Gambar 3 : Kurva intristic batuan diameter ± 7cm

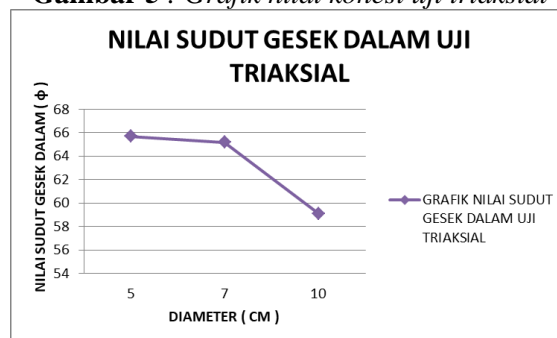


Gambar 4 : Kurva intristic batuan diameter ± 10 cm.

Dari kurva intristic diatas didapatkan bahwa semakin besar sampel batuan maka semakin besar pula tegangan puncak yang bisa diberikan. Tegangan puncak paling besar yakni pada sampel 3 dengan di ukuran ± 10 cm untuk 3 spesimen sehingga diperoleh hasil tegangan maksimal terus menerus sebesar 120.90 kg/cm² atau 1.86 MPa, 139.86 kg/cm² atau 13.71MPa, dan 169.31 kg/cm² atau 16.60 Mpa. Pada pengujian ini didapatkan nilai kohesi dan sudut gesek dalam sehingga digambarkan grafik nilai kohesi dan sudut gesek dalam adalah:



Gambar 5 : Grafik nilai kohesi uji triaksial



Gambar 6 : Grafik nilai sudut gesek dalam uji triaksial.

Berdasarkan data uji laboratorium pada contoh batuan yang berukuran masing-masing ± 5 cm, ± 7 cm, dan ± 10 cm sehingga diperoleh besar kohesi terus menerus sebesar 3.35 MPa, 5.93 MPa, dan 13.12 MPa. dan juga diperoleh besar sudut gesek dalam sebesar 65.59°, 65.19°, dan 59.11°. Dari kajian literatur, penelitian dan analisa bahwa batuan yang didapatkan akan berbeda kekuatan walaupun dari formasi. Hasil pengujian didapatkan bahwa kekuatan batuan sangat tidak beraturan dan bergantung pada dimensi sampel batuan. Pengujian yang diperoleh semakin besar ukuran sampel batuan akan menunjukkan



semakin besar nilai kohesi tetapi untuk nilai sudut gesek dalam semakin kecil. Berdasarkan konsep perhitungan geomakanik

Kesimpulan

Dari pengamatan dan analisa dari berbagai subjek peneliti dan diskusi tentang penelitian diatas ditarik kesimpulan bahwa terdapat pengaruh skala batu andesit pada pengujian triaksial yang mempengaruhi nilai kohesi dan sudut gesek dalam. Bertambahnya ukuran sampel maka nilai kohesi mengalami peningkatan. Sedangkan untuk sudut gesek dalam mengalami penurunan. Adapun hasil yang diperoleh dari pengujian ini yakni nilai kohesi dan sudut gesek dalam yang untuk setiap sampel batuan yang berukuran $\pm 5\text{cm}$, $\pm 7\text{cm}$, dan $\pm 6,1\text{cm}$ adalah 3.35MPa dan 65.59° , 5.93Mpa dan 65.19° , serta 13.12Mpa dan 59.11° .

DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. T. Haris, F. Lubis, and W. Winayati, "Nilai Kohesi Dan Sudut Geser Tanah Pada Akses Gerbang Selatan Universitas Lancang Kuning," *SIKLUS: Jurnal Teknik Sipil*, vol. 4, no. 2, pp. 123–130, 2018, doi: 10.31849/siklus.v4i2.1143.
- [2] S. A. Nugroho, A. I. Putra, and R. Ermina, "Korelasi Parameter Kuat Geser Tanah Hasil Pengujian Triaksial dan Unconfined Compression Strength (UCS)," *Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 11, no. 1, pp. 1–10, 2012.
- [3] Y. Dwi, G. Cahyono, L. Utamakno, and H. Bahar, "PENGARUH EFEK SKALA PADA UJI UCS DALAM MENENTUKAN KESTABILAN PILAR," *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan VI*, vol. 2, pp. 249–254, 2018, doi: <http://ejurnal.itats.ac.id/semitan/article/view/1058>.
- [4] S. T. Method, "ASTM Standard - D3967-08: Standard test method for splitting tensile strength of intact rock core specimens.," *Test*, no. November, pp. 8–11, 2008, doi: 10.1520/D3967-16.
- [5] Y. X. Zhou *et al.*, "Suggested methods for determining the dynamic strength parameters and mode-I fracture toughness of rock materials," *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, vol. 49, no. January, pp. 105–112, 2012, doi: 10.1016/j.ijrmms.2011.10.004.
- [6] Y. D. G. Cahyono and F. H. P. Santosa, "Analisa kestabilan lereng berdasarkan probabilitas kelongsoran pada tambang pirofilit di pt gunung bale, kabupaten malang, provinsi jawa timur [1]," *Semitan*, vol. 2, no. 1, pp. 423–435, 2020.
- [7] A. D. Astuti *et al.*, "Pengaruh efek skala terhadap uji triaksial pada batu andesit," *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan VI*, pp. 587–592, 2020.
- [8] E. Rangga and K. Kurnia, "Analisis Efek Skala Pada Pengujian Kuat Tekan Uniaksial Terhadap Batu Dolomit Pada PT . Polowijo Gosari , Gresik Jawa Timur," vol. 2019, no. November, pp. 130–133, 2019.
- [9] Y. Cahyono, "Analisis Kestabilan Lereng Highwall berdasarkan tingkat kejenuhan dengan metode probabilitas pada tambang batubara PT. X Kalimantan Timur," *Geomine*, vol. 9, no. 3, pp. 229–238, Dec. 2021, Accessed: Feb. 23, 2022. [Online]. Available: <https://jurnal.teknologiindustriumi.ac.id/index.php/JG/article/view/993/pdf>



- [10] M. Guo, X. Ge, and S. Wang, "Slope stability analysis under seismic load by vector sum analysis method," *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, vol. 3, no. 3, pp. 282–288, Sep. 2011, doi: 10.3724/SP.J.1235.2011.00282.
- [11] A. Maulana, Z. Sa'adah, A. E. Syahputra, M. A. Saputri, W. Saputra, and Y. D. G. Cahyono, "Analisis Efek Skala Pada Pengujian Kuat Tekan Uniaksial Terhadap Batugamping Pada Desa Delegan, Kecamatan Panceng, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur," *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan IX*, no. Sample C, pp. 147–152, 2021.