

ANALISIS EFEK SKALA PADA PENGUJIAN KUAT TEKAN UNIAKSIAL TERHADAP BATUGAMPING PADA DESA DELEGAN, KECAMATAN PANCENG, KABUPATEN GRESIK, PROVINSI JAWA TIMUR

Alfian Maulana^[1], Aldy Elriq Syahputra^[1], Melly Ayu Saputri^[1], Wahyu Saputra^[1], Zuhrotus Sa'adah^[1], Yudho Dwi Galih Cahyono^[1].

^[1]Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral Dan Kelautan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jalan Arif Rachman Hakim No. 100 Surabaya

E-mail : alfianmaulana12@gmail.com

ABSTRACT

The sampling location is in Delegan Village, Panceng sub-district, Gresik Regency, East Java Province, with limestone as a commodity. This study aims to analyze the effect of rock sample size on the results of uniaxial compressive strength values and to analyze the specific energy of each sample size. To determine the effect of rock sample size on the results of the uniaxial compressive strength value and to analyze the specific energy of each sample size, a uniaxial compressive strength test was carried out. The uniaxial compressive strength test is how the rock can maintain its elasticity before it collapses. From this test, it produces uniaxial compressive strength, Poisson's ratio and Young's modulus. So it is necessary to determine the similarity of characteristics between intact rock and rock mass is called scale effect analysis. The scale effect itself has a definition that the larger the intact rock sample being tested, the more the properties of the rock mass will be. So that scale effect analysis is used to determine the similarity of properties between intact rock and rock mass. One of the tests used in determining the scale effect is the uniaxial compressive strength test. Tests were carried out on three limestone samples, each of which had a diameter of 60 mm (Sample A), 65 mm (Sample B) and 70 mm (Sample C), resulting in a uniaxial compressive strength value of 50.74 MPa (sample A), 42.41 MPa (sample B) and 36.38 MPa (Sample C) for poisson ratio with a diameter of 60 mm is 0.06 for a diameter of 65 mm is 0.07 and for a diameter of 70 mm is 0.23. Sample A with a rock diameter of 60 mm has a Young's modulus of 15150.00 MPa, sample B with a rock diameter of 65 mm has a Young's modulus of 12680.00 MPa and for sample C with a diameter of 70 mm has a Young's modulus of 4818.18 MPa.

Keywords : Limestone, Slope Stability, Uniaxial Compressive Strength and Rock Mechanics

ABSTRAK

Lokasi pengambilan sample terletak di Desa Delegan, kecamatan Panceng, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur, dengan komoditas batugamping. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh ukuran contoh batuan terhadap hasil nilai kuat tekan uniaksial dan menganalisis spesifik energi pada masing masing ukuran contoh batuan terhadap hasil nilai kuat tekan uniaksial dan menganalisis spesifik energi pada masing masing ukuran contoh batuan terhadap hasil nilai kuat tekan uniaksial. Uji kuat tekan uniaksial ialah bagaimana batuan tersebut bisa bertahan dalam sifat elastisitasnya sebelum runtuh. Dari uji tersebut menghasilkan nilai kuat tekan uniaksial, nisbah poisson dan modulus young. Sehingga diperlukan untuk menentukan kesamaan karakteristik antara batuan utuh dan massa batuan disebut sebagai analisis efek skala. Efek skala sendiri memiliki definisi semakin besar contoh batuan utuh yang di uji maka akan sama seperti sifat dari massa batuan tersebut. Sehingga analisis efek skala digunakan untuk menentukan kesamaan sifat antara batuan utuh dengan massa batuan. Salah satu pengujian yang digunakan dalam penentuan efek skala adalah dengan pengujian kuat tekan uniaksial. Pengujian dilakukan terhadap tiga sample batugamping yang masing-masing sample memiliki ukuran diameter 60 mm (Sample A), 65 mm (Sample B) dan 70 mm (Sample C) menghasilkan nilai untuk nilai kuat tekan uniaksial 50,74 MPa (sample A) 42,41 MPa (sample B) dan 36,38 MPa (Sample C) untuk poisson

ratio dengan diameter 60 mm bernilai 0,06 untuk diameter 65 mm bernilai 0,07 dan untuk diameter 70 mm bernilai 0,23. Untuk sample A dengan diameter batuan 60 mm memiliki nilai modulus young 15150,00 MPa untuk sample B dengan diameter batuan 65 mm memiliki nilai modulus young 12680,00 MPa dan untuk sample C dengan diameter 70 mm memiliki nilai modulus young 4818,18 MPa.

Kata kunci : Batugamping, Kestabilan Lereng, Kuat Tekan Uniaksial dan Mekanika Batuan.

PENDAHULUAN

Uji kuat tekan uniaksial merupakan parameter yang menentukan dalam hal rekayasa mekanika batuan. Kuat tekan uniaksial digunakan sebagai salah satu pertimbangan dalam memilih metode pemberaian batuan suatu kegiatan penambangan apakah menggunakan metode peledakan ataupun menggunakan alat mekanis. Uji kuat tekan batuan saling mempengaruhi dalam kestabilan lereng tambang baik pada tambang terbuka maupun pada tambang bawah tanah. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh ukuran contoh batuan terhadap hasil nilai kuat tekan uniaksial dan menganalisis spesifik energi pada masing masing ukuran contoh. Massa batuan merupakan susunan dari beberapa batuan utuh dan untuk mengetahui kekuatan dari massa batuan tersebut perlu di lakukan pengujian terhadap batuan utuh. Salah satu pengujian yang dapat dilakukan yaitu kuat tekan uniaksial atau *unaxial compressive strength (UCS)* merupakan salah satu parameter penentu yang sangat penting dalam berbagai keperluan rekayasa mekanika batuan. Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi uji kuat tekan uniaksial, diantaranya yaitu adanya deformasi pada batuan contoh. Kuat tekan sendiri berkaitan erat dengan kestabilan lereng tambang terbuka dan lubang galian tambang bawah tanah, uji kuat tekan uniaksial merupakan masukan dasar untuk pemodelan geomekanik dan desain teknik geologi. Pada pengujian ini akan diketahui besar nilai regangan, poison ratio dan modulus young yang selanjutnya akan dilakukan analisis berdasarkan kurva tegangan-regangan menurut *International Society of Rock Mechanics, 1981*.

Di alam batuan merupakan massa batuan yang bersifat homogen dan mewakili bidang diskontinu seperti kekar, rekehan, dan bidang perlapisan. Sifat heterogen batuan memberikan perbedaan kekuatan disetiap titik material penyusun batuan. Sehingga kekuatan batuan menjadi sukar dianalisis. Pengaruh ukuran menjadi analisis penting dalam ilmu mekanika batuan. Hal ini berkaitan dengan analisis infrastruktur pada lereng ataupun lubang bukaan.

Pengujian mengenai pengaruh skala pada batuan ini mulai masif sejak diselenggarakan simposium internasional dengan tema *Scale Effects in Rock Masses* pada tahun 1990 dan 1993. Para peneliti banyak melakukan analisis mengenai efek skala ini pada berbagai jenis batuan dan aplikasinya. Diantaranya Kramadibrata & Jones yang melakukan penelitian pengaruh skala pada batuan Basalt Mafic, Porphyry, dan Ore hasilnya menunjukkan bahwa kekuatan batuan akan menurun seiring dengan meningkatnya ukuran contoh

Pada Analisis ini menitikberatkan adanya kehadiran bidang diskontinu yang ada pada batuan intact. Kehadiran bidang diskontinu ini menyebabkan kekuatan dari batuan intact mengalami penurunan. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis untuk mengukur penurunan yang dialami oleh contoh batuan dengan melakukan analisis pengaruh skala pada pengujian kuat tekan uniaksial untuk batuan gamping.

METODE PENELITIAN

Pada kesempatan kali ini penulis menggunakan metode kuantitatif secara garis besar diawali dengan pengambilan sample batugamping, hasil sampling batu gamping tersebut

selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan Uniaksial dilanjutkan dengan pengolahan data agar mendapatkan nilai kuat tekan batugamping tersebut. Pengambilan sample batugamping dilakukan pada bulan Maret 2021. Diambil di area tambang rakyat di Desa Delegan, kecamatan Panceng, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur. Perjalanan menggunakan kendaraan roda dua yang membutuhkan waktu sekitar 1,5 – 2 jam perjalanan dari Surabaya (ITATS). Terdapat 3 sampel batugamping yang penulis ambil menggunakan peralatan manual yaitu palu geologi.

Sample yang telah didapat kemudian di serahkan ke pihak *ASIA Rock Test Geomechanic Laboratory* Yogyakarta untuk dilakukan coring sehingga menjadi balok – balok dengan ukuran $L = 2D$ disesuaikan dengan alat uji kuat tekan uniaksial Sample kemudian diuji kuat tekan uniaksialnya dengan mengaplikasikan sample ke dalam plat lalu mengatur tekanan atau gaya atau beban yang akan digunakan untuk menekan sample batugamping tersebut. Sample di tekan secara vertikal atau uniaksial (satu arah) hingga sample batuan gamping tersebut hancur atau pecah. Alat untuk pengujiannya sudah menggunakan sistem software yang mana semua hasil record dapat dilihat hasilnya di komputer. Ketika sample telah dilakukan pengujian uji kuat tekan uniaksial seanjutnya pengolahan data yang dilakukan oleh asisten labolatorium dengan hasil akhir mendapatkan nilai kuat tekan batugamping tersebut.

Kuat tekan uniaksial (σ_c) adalah gambaran dari nilai tegangan maksimum yang dapat ditanggung sebuah contoh batuan sesaat sebelum contoh batuan tersebut runtuh (failure) tanpa adanya pengaruh dari tegangan pemampatan (tegangan pemaMPatan sama dengan nol).

$$\sigma_c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

- σ_c = Kuat Tekan Uniaksial (MPa)
- P = Tekanan Yang Diberikan Pada Batuan (MPa)
- A = Luas Permukaan Conto (mm^2)

Modulus Young perbandingan antara tegangan uniaksial dengan regangan aksial. Modulus young biasanya digunakan untuk mengukur nilai keelastisan suatu benda atau contoh batuan. International Society for Rock Mechanics, 1981.

$$E = \frac{\Delta \sigma}{\Delta \epsilon_a} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

- E = Modulus Young (MPa)
- $\Delta \sigma$ = Perubahan tegangan (MPa)
- $\Delta \epsilon_a$ = Perubahan regangan aksial (%)

Nisbah poisson (ν) adalah nilai mutlak dari perbandingan antara regangan lateral terhadap nilai regangan aksial. Jika suatu material di regangkan pada satu arah, maka material tersebut cenderung mengkerut pada dua arah lainnya. Sebaliknya, jika suatu material ditekan, maka material tersebut akan mengembang pada dua arah lainnya pula.

Menurut ISRM (1981) dalam Rai dkk (2013) pesyaratan kualitas conto batu uji untuk uji UCS sebaiknya diameter contoh batu uji paling tidak berukuran tidak kurang dari ukuran NX, kurang lebih 54mm. Sebuah persamaan efek skala untuk kuat tekan juga dibuat oleh Hoek & Brown (1980) untuk contoh batuan saMPai ukuran diameter 200 mm tetapi dinormalisasikan ke ukuran 50mm. Hoek & Brown (1980) membuat persamaan hubungan nilai σ_c pada ukuran diameter conto batuan 50mm seperti ditunjukkan pada persamaan (1).

$$\sigma_{cd} = \sigma_{c50} (50 d)^{0,18} \dots \dots \dots (3)$$

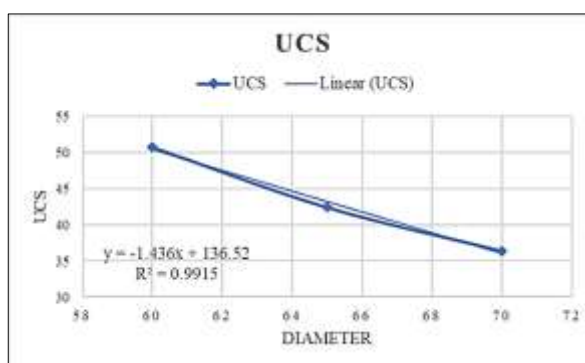
HASIL DAN PEMBAHASAN

Efek skala pada pengujian kuat tekan uniaksial menunjukkan hubungan langsung antara nilai UCS dengan ukuran conto batuan. Dalam pengujian ini batuan yang digunakan adalah batuan gamping sebanyak 3 sample yang berasal dari desa Dalegan Kecamatan Panceng Kabupaten Gresik Jawa Timur yang dalam hal ini merupakan jenis batuan sedimen.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Uniaksial

No	Kode Sampel	D (mm)	Kuat Tekan (MPa)	Modulus Young (MPa)	Poison Ratio
1	Sampel A	60	50.74	15150.00	0.06
2	Sampel B	65	42.41	12680.00	0.07
3	Sampel C	70	36.38	4818.18	0.23

Sumber : Data Penelitian, 2021



Gambar 1 : Korelasi antara Diameter Conto (mm) dengan Kuat Tekan Uniaksial (MPa)

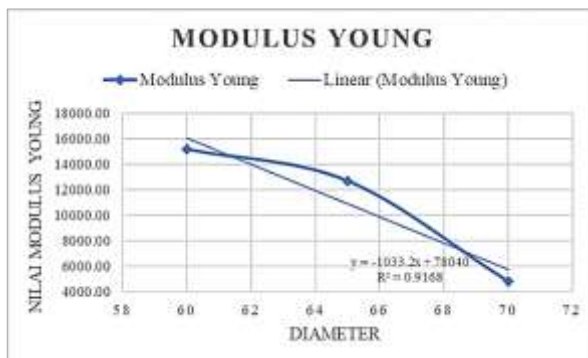
Dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada conto sampel A berdiameter 60 mm, Sampel B berdiameter 65 mm dan sample C berdiameter 70 mm didapatkan nilai kuat tekan uniaksial masing-masing conto batuan. Sampel A mendapatkan nilai kuat tekan 50,74 MPa dimana batuan tersebut masuk kedalam kategori batuan kuat, dan apabila dilakukan identifikasi lapangan maka conto batuan membutuhkan lebih dari sekali pukulan palu geologi untuk memecahkannya. Sedangkan nilai kuat tekan sampel B yaitu 42,41 MPa dan nilai kuat tekan sample C yaitu 36,38 MPa yang mana masuk kedalam kategori batuan kuat menengah dan apabila dilakukan identifikasi lapangan sampel dapat dipecahkan melalui sekali pukulan palu geologi.

Hal ini seperti yang diungkapkan oleh Wyllie dan Mah (2004) yang mendefinisikan batuan kuat dengan nilai antara 50-100 MPa, dan batuan kuat menengah dengan nilai antara 25-50 MPa. Maka dapat di artikan bahwa semakin besar ukuran conto batuan maka nilai kuat tekan uniaksialnya semakin kecil dan sebaliknya apabila semakin kecil ukuran conto maka nilai kuat tekan uniaksialnya akan semakin besar.

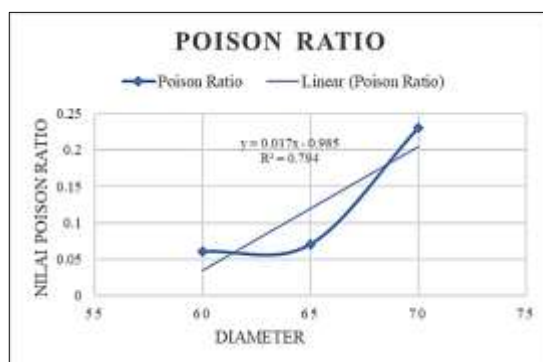
Pada gambar 2 Sampel A dengan diameter 60 mm menghasilkan modulus young sebesar 15150.00 MPa dan poison ratio sebesar 0,06 untuk sample B dengan diameter 65 mm menghasilkan modulus young 12680,00 MPa dan poison ratio 0,07 Sedangkan sampel C dengan diameter 70 mm menghasilkan modulus young 4818,18 MPa dan posion ratio sebesar 0,23.

Yaitu semakin besar ukuran conto maka nilai modulus young akan semakin kecil yang berarti semakin kecil pula tegangan yang diperlukan untuk meregang. Sebaliknya semakin kecil

ukuran conto maka nilai modulus young akan semakin besar yang berarti semakin besar pula tegangan yang diperlukan untuk meregang.



Gambar 2 : Korelasi antara Diameter Conto (mm) dengan Modulus Young (MPa)



Gambar 3 : Korelasi antara Diameter Conto (mm) dengan Poison Ratio

Pada poison ratio Sample A, Sample B dan Sample C memiliki nilai yang kecil karena normalnya berkisar antara 0,25-0,35. Pada sampel A jika ada satu inchi deformasi pada batuan kearah tegangan yang diberikan maka akan terdapat 0,06 inchi deformasi yang tegak lurus terhadap arah gaya yang diberikan dan pada sampel B jika ada satu inchi deformasi pada batuan kearah tegangan yang diberikan maka akan terdapat 0,07 inchi deformasi yang tegak lurus terhadap arah gaya yang diberikan. Pada sampel C jika ada satu inchi deformasi pada batuan kearah tegangan yang diberikan maka akan terdapat 0,23 inchi deformasi yang tegak lurus terhadap arah gaya yang diberikan.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar ukuran conto maka semakin besar poison rasionya yang berarti memperbesar kemungkinan adanya deformasi pada batuan yang tegak lurus terhadap gaya yang diberikan dan semakin kecil ukuran conto maka semakin kecil poison rasionya yang berarti memperkecil kemungkinan adanya deformasi pada batuan yang tegak lurus terhadap gaya yang diberikan.

KESIMPULAN

Dari penulisan paper ini dapat disimpulkan bahwa adanya pengaruh semakin besar ukuran batuan yang akan diuji maka kekuatan batuan akan mengalami penurunan sehingga ukuran contoh sangat berpengaruh khususnya pada hasil uji kuat tekan uniaksial batugamping. semakin besar ukuran conto maka nilai modulus young akan semakin kecil yang berarti semakin kecil pula tegangan yang diperlukan untuk meregang. Sebaliknya semakin kecil ukuran conto

maka nilai modulus young akan semakin besar yang berarti semakin besar pula tegangan yang diperlukan untuk meregang. Pengujian dilakukan terhadap tiga sample batugamping yang masing-masing sample memiliki ukuran diameter 60 mm (Sample A), 65 mm (Sample B) dan 70 mm (Sample C) menghasilkan nilai untuk nilai kuat tekan uniaksial 50,74 MPa (sample A) 42,41 MPa (sample B) dan 36,38 MPa (Sample C) untuk poison ratio dengan diameter 60 mm bernilai 0,06 untuk diameter 65 mm bernilai 0,07 dan untuk diameter 70 mm bernilai 0,23. Untuk sample A dengan diameter batuan 60 mm memiliki nilai modulus young 15150,00 MPa untuk sample B dengan diameter batuan 65 mm memiliki nilai modulus young 12680,00 MPa dan untuk sample C dengan diameter 70 mm memiliki nilai modulus young 4818,18 MPa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur berkat rahmat tuhan yang maha esa penulis biasa menyelesaikan paper dengan judul “Analisis Efek Skala Pada Pengujian Kuat Tekan Uniaksial Terhadap Batugamping Pada Desa Delean, Kecamatan Panceng, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur”, Pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa, tak lupa kepada semua pihak yang terlibat khususnya Bapak Yudho Dwi Galih Cahyono selaku pembimbing penulis dalam penyusunan paper, ASIA Rock Test *Geomechanic Laboratory* Yogyakarta yang senantiasa telah membantu dalam pengujian contoh batuan, dan tak lupa semua teman-teman Teknik Pertambangan Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya khususnya yang mengampuh mata kuliah kestabilan lereng yang senantiasa membantu dalam proses penyusunan paper.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Erwin Rangga, Kuanaryo, dan Kasandra Karunia. Proseding nasional rekayasa teknologi industry dan informasi XIII tahun 2019 (ReTII). Analisis Efek Skala Pada Pengujian Kuat Tekan Uniaksial Terhadap Batu Dolomit Pada PT. Polowijo Gosari, Gresik Jawa Timur
- [2] Herastuti, K. A., & Ira, N. P. (2016). Analysis Study of the Effect of Variations in Rock Grain Size on Physical Properties and Compressive Strength Values.
- [3] Hasanah, N., Hakim, R. N., Santoso, E., & Melati, S. (n.d.). Alternatif penentuan uniaxial compressive strength batulempung dari point load strength index dan rebound number schmidt hammer. 127–132.
- [4] Brown, E. T. 1981., Rock characterization testing and monitoring. ISRM suggested method, Oxford, Pergamon.page 111-113.
- [5] Yudho Dwi Galih Cahyono, Lakon Utamakno, dkk (2020). Analisis Pengaruh Skala Terhadap Terhadap Uji Kuat Tekan Uniaksial Pada Batu Andesit.
- [6] Driel R Moris., Shin S Young., 2004., Determining The Number of Iteration for Monte Carlo Simulation
- [7] Yudho Dwi Galih Cahyono, Lakon Utamakno, Hendra Bahar, Heni Siska Wiyanti. (2018). Pengaruh Efek Skala Pada Uji Ucs Dalam Menentukan Kestabilan Pilar.
- [8] Hoek, E., Brown, E.T, 1980., Empirical strength criterion for rock masses, J.Institution of Mining ad Metalurgy, page: 527
- [9] Yudho Dwi Galih Cahyono (2018). Analisis Pengaruh Efek Skala Terhadap Kekuatan Batu Dolomit Pada Pengujian Kuat Tekan Uniaksial.
- [10] Purwanto, Abdul Muhaimin, Djamaluddin, Ratna Husain, B. (2017). Effect of Weathering Degree on Rock Strength in Basalt Rock. Proceedings of the National Seminar on Technology Iv, November, 27–34.