

Analisis Uji Kuat Tekan Uniaksial Batupasir Pada Formasi Pamaluan, Kecamatan Longikis, Kabupaten Paser, Provinsi Kalimantan Timur

(Analysis Of Uniaxial Compressive Strength Tests In Pamaluan Formation, Longikis District, Paser District, East Kalimantan Province)

Musodiq^{1*}, Tommy Trides¹, Shalaho Dina Devy¹, Revia Oktaviani¹, Albertus Juvensius Pontus¹
Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Mulawarman Samarinda

*Korespondensi E-mail : csmusodiq@gmail.com

Abstrak

Uji kuat tekan uniaksial dilakukan untuk mengetahui nilai dari kekuatan batuan. Penelitian ini dilakukan pada batupasir yang berada di Formasi Pamaluan. Uji yang dilakukan pada penelitian ini adalah uji sifat fisik, uji kuat tekan dan uji ukuran butir pada batupasir dengan jumlah sampel pada uji sifat fisik sebanyak 30 sampel, uji mekanik sebanyak 10 sample dan uji ukuran butir sebanyak 500 gram di masing-masing titik, tujuan untuk mengetahui pengaruh porositas terhadap kuat tekan batuan. Pada pengujian sifat fisik yang dilakukan didapatkan nilai porositas terendah dan tertinggi yaitu 17,27 dan 22,91%. Hasil pengujian kuat tekan nilai terendah dan tertinggi adalah 3,05 dan 7,63 MPa. Hasil Uji Ukuran Butir pada Titik 1 dan 2 jenisnya sama yaitu batupasir halus dengan persentase sebesar 45 dan 44%. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan nilai porositas dan ukuran butir sangat berpengaruh terhadap uji kuat tekan.

Kata Kunci: Batupasir, Porositas, Kuat Tekan, Sifat Fisik Batuan.

Abstract

The uniaxial compressive strength test was carried out to determine the value of rock strength. This research was conducted on sandstones in the Pamaluan Formation. The tests carried out in this study were physical properties tests, compressive strength tests and grain size tests on sandstones with a total of 30 samples on the physical properties test, 10 samples on the mechanical test and 500 gram grain size test at each point, the purpose of which is to determine the effect of porosity on the compressive strength of rock. In testing the physical properties carried out, the lowest and highest porosity values were 17.27 and 22.91%. The results of the compressive strength test with the lowest and highest values were 3.05 and 7.63 MPa. The grain size test results at points 1 and 2 are the same, namely fine sandstones with a percentage of 45 and 44%. From the results of research that has been done the value of porosity and grain size is very influential on the compressive strength test.

Keywords: Sandstone, Porosity, Compressive Strength, Physical Properties of Rocks

1. Pendahuluan

Batuan merupakan campuran dari satu atau lebih mineral yang berbeda, tidak memiliki komposisi yang tetap. Namun batuan tidak sama dengan tanah. Tanah dikenal sebagai material yang mobile, rapuh & letaknya dekat dengan permukaan bumi Istilah batuan hanya untuk formasi yang keras & padat dari kulit bumi yang merupakan suatu bahan yang keras dan koheren atau yang sudah terkonsolidasi dan tidak dapat digali menggunakan cara biasa (Rai dkk, 2013).

Batuan Sedimen merupakan batuan endapan yang berasal dari bahan rombakan batuan asal atau material-material lepas dari proses-proses secara fisis, biologi, ataupun secara kimia. Material urai ini tertransport oleh air, angin, dan gaya gravitasi ke tempat yang lebih rendah (cekungan), dan diendapkan sebagai endapan (Balfas, 2014).

Batuan adalah kumpulan dari satu atau lebih

mineral. Kejadian dan sifat dari batuan ditentukan oleh kandungan mineralnya dan hubungan atau keadaan mineralnya satu sama lain (tekstur). Pada mulanya dari batuan berasal dari magma. Magma keluar dipermukaan bumi melalui puncak gunung berapi. Gunung berapi ada di daratan ada pula yang di lautan. Magma yang membeku kemudian menjadi batuan beku. (Ranni Affandy,2019).

Batuan sedimen, jumlahnya sangat banyak dan banyak tersebar di permukaan bumi. Bahwa 70% batuan yang terdapat di seluruh permukaan bumi ini adalah jenis dari batuan sedimen. Namun batuan itu hanya sebesar 2% dari volume seluruh kerak bumi (Zakri dkk, 2020).

Batupasir adalah batuan sedimen yang membentuk 30% seluruh batuan sedimen di permukaan bumi. Nilai ekonomis dari batu pasir sangat tinggi, yang paling sederhana digunakan untuk bahan bangunan. Batu pasir memiliki

diameter 0,02-2,00 mm, memiliki porositas dan permeabilitas yang tinggi (Graha, 1987).

Uji Sifat Fisik Batuan menurut Arif (2012) menunjukkan bahwa sifat fisik batuan yang ditentukan untuk kepentingan penelitian geoteknik antara lain bobot isi asli (*natural density*), bobot isi kering (*dry density*), bobot isi jenuh (*saturated density*), berat jenis semu (*apparent specific gravity*), berat jenis sejati (*true specific*), kadar air asli (*natural water content*), kadar air jenuh (*absorption*), derajat kejenuhan, porositas (*n*), dan *void ratio* (*e*). Uji sifat fisik berguna sebagai data pendukung dari batuan yang akan diuji. Adapun perhitungan sifat fisik batuan adalah sebagai berikut :

- Bobot isi asli = $\frac{W_n}{W_n - W_s}$ (1)

- Bobot isi kering = $\frac{W_o}{W_w - W_s}$ (2)

- Bobot isi jenuh = $\frac{W_w}{W_w - W_s}$ (3)

- Berat jenis semu = $\frac{W_o - W_s}{\frac{W_o}{\text{bobot isi air}}}$ (4)

- Berat jenis sejati = $\frac{W_o - W_s}{\frac{W_o}{\text{bobot isi air}}}$ (5)

- Kadar air = $\frac{W_w - W_o}{W_n - W_o} \times 100\%$ (6)

- kadar air jenuh = $\frac{W_w - W_o}{W_o} \times 100\%$ (7)

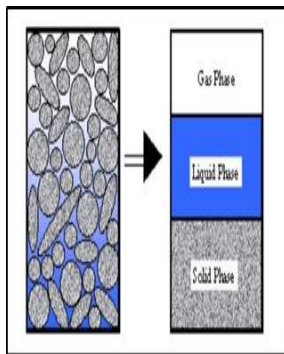
- Derajat kejenuhan = $\frac{W_w - W_o}{W_n - W_o} \times 100\%$ (8)

- Porositas = $\frac{W_w - W_o}{W_w - W_s} \times 100\%$ (9)

- Void ratio = $\frac{\left(\frac{n}{100}\right)}{1 - \left(\frac{n}{100}\right)}$ (10)

Dengan :

- W_n = bobot percontohan Asli (gr)
- W_w = bobot percontohan jenuh (gr)
- W_s = bobot percontohan didalam air (gr)
- W_o = bobot percontohan kering (gr)



Gambar 1. komposisi batuan secara umum

Kuat tekan batuan sangat berkaitan dengan erat dengan porositas, dimana semakin besar nilai kuat tekan maka nilai porositas semakin kecil begitu sebaliknya (Pratiwi dkk,2021) dalam Milda dkk,2022)

Mekanika batuan adalah salah satu cabang disiplin ilmu geomekanika. Mekanika batuan merupakan ilmu yang mempelajari sifat-sifat mekanik batuan dan massa batuan salah satu

sifat mekanik batuan yang dianalisis dalam penelitian ini yaitu kuat tekan batuan (Rosari, 2017).

Uji kuat tekan uniaksial atau *Uniaxial Compressive Strength (UCS)* adalah perbandingan tekanan yang diberikan pada contoh batuan terhadap luas permukaan contoh batuan yang terkena tekanan. Kuat tekan dihitung pada saat tiap contoh batuan yang mengalami keruntuhan (*failure*) dengan beban (*P*) yang bekerja ketika terjadinya keruntuhan. Pada sebuah kurva tegangan-regangan dapat dilihat bahwa kuat tekan uniaksial tiap contoh batuan terdapat pada bagian puncak (*peak*). Perhitungan kuat tekan uniaksial dapat dilakukan dengan persamaan sebagai berikut :

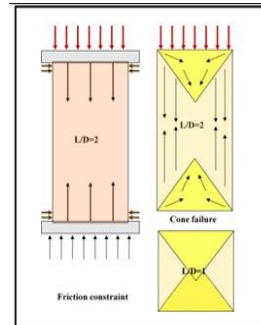
$$\sigma_c = \frac{F}{A} \text{ (11)}$$

Dimana:

- σ_c = Kuat tekan uniaksial (MPa)
- F = Gaya yang bekerja pada saat contoh batuan hancur (kN)

A = Luas penampang awal contoh (mm²)

Pengujian tekan uniaksial telah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya, seperti penelitian yang dilakukan oleh (Fadel, 2021) dimana pada penelitian tersebut menyimpulkan bahwa nilai kuat tekan meningkat ketika porositas batuan semakin besar nilai porositasnya maka nilai kuat tekan akan semakin rendah.



Gambar 2. Pendistribusian tegangan pada contoh batuan pada uji kuat tekan uniaksial (Ariyanto dkk, 2020).

Modulus Young atau Modulus Elastisitas merupakan salah satu faktor penting dalam evaluasi deformasi batuan pada kondisi pembebanan yang bervariasi. Nilai Modulus Elastisitas pada batuan bervariasi pada setiap contoh batuan di suatu daerah geologi ke daerah geologi lainnya karena adanya perbedaan pada formasi batuan dan genesa mineral. Modulus Elastisitas dapat dipengaruhi oleh sifat porositas batuan, ukuran butir dan kadar air (Makmara dkk, 2020).

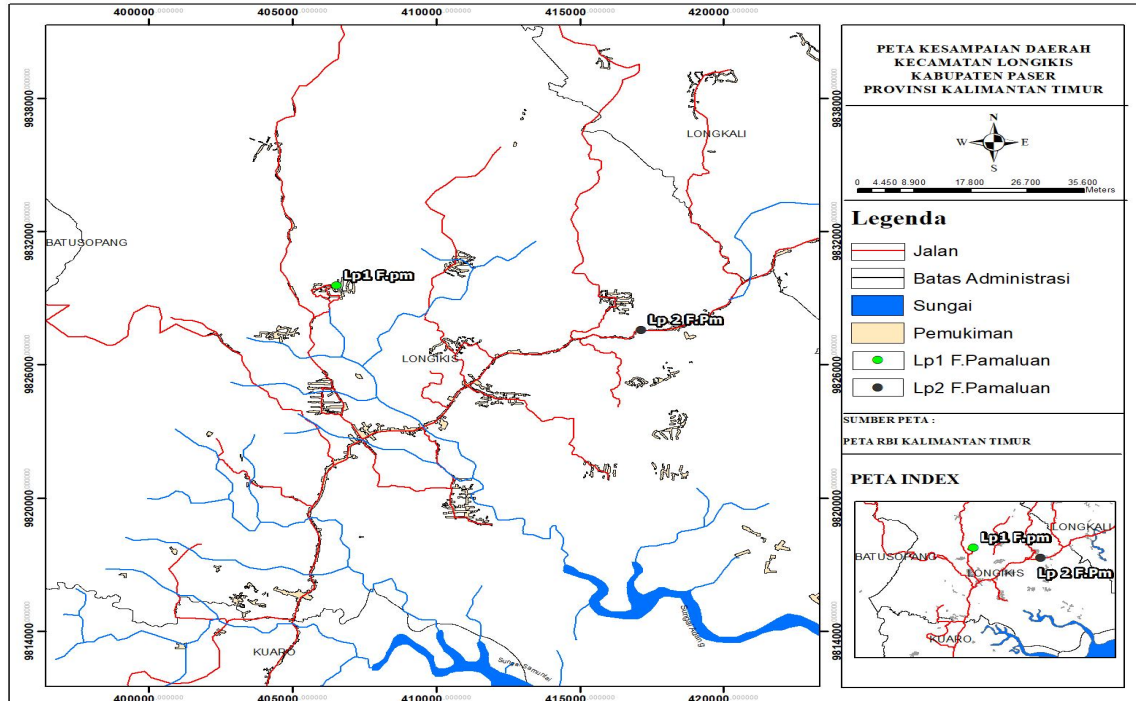
2. Metode

Pada penelitian ini, pengambilan sampel

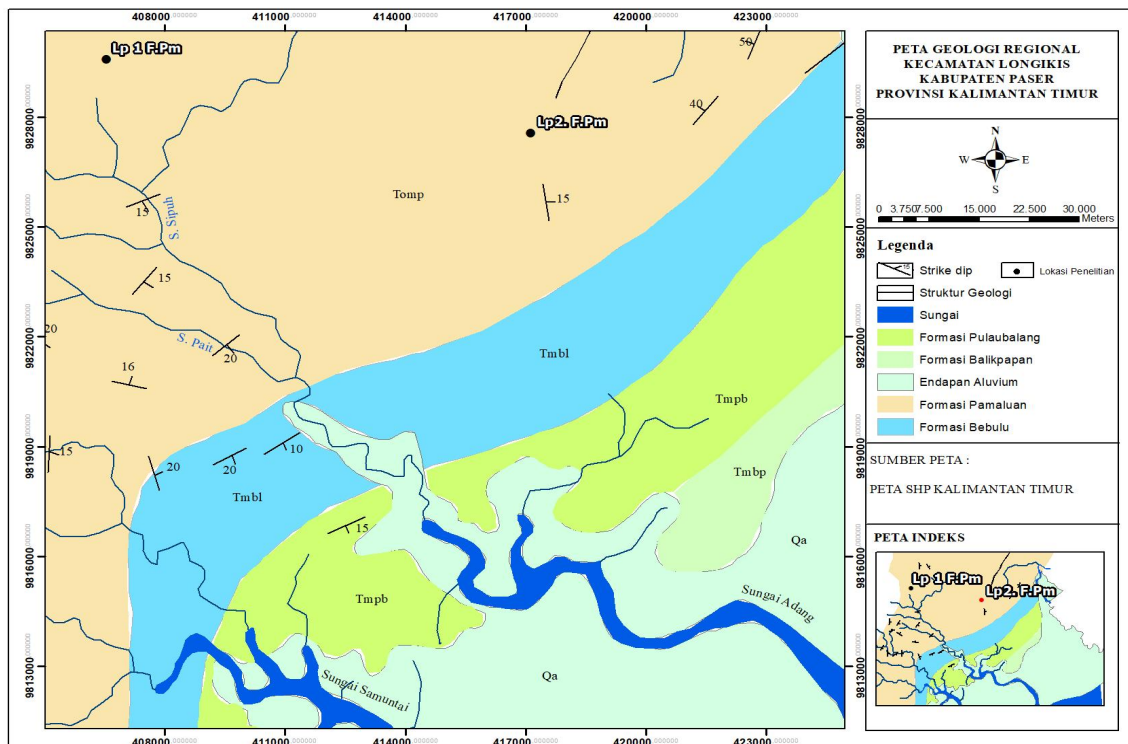
pada Formasi pamaluan titik 1 secara geografis terletak pada koordinat 01°32'29"S dan 116°9'34,78"E. Secara administratif terletak di daerah Kerta Bhakti, Kecamatan Longikis, Kabupaten Paser, Provinsi Kalimantan Timur.

terletak pada koordinat 01°33'35"S dan 116°15'17,93"E. Secara administratif terletak di daerah Jemparing, Kecamatan Longikis, Kabupaten Paser, Provinsi Kalimantan Timur. Berikut Gambar 3 di bawah ini memperlihatkan lokasi penelitian.

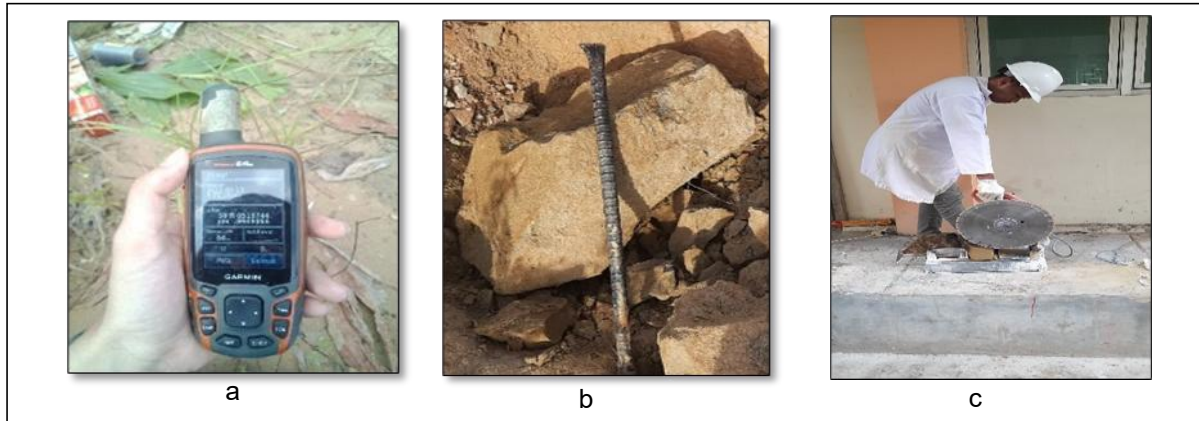
Pada lokasi yang kedua, secara geografis



Gambar 3. Peta Kesampaian daerah lokasi penelitian



Gambar 4. Peta Geologi regional daerah lokasi penelitian



Gambar 5. Pengambilan data: (a) Pengambilan titik koordinat (b) Pengambilan sample di lapangan (c) Preparasi sampel.

Pada penelitian ini diawali dengan observasi lapangan, proses pengambilan data diawali dengan pengambilan data titik koordinat dengan menggunakan GPS (Gambar 5a).

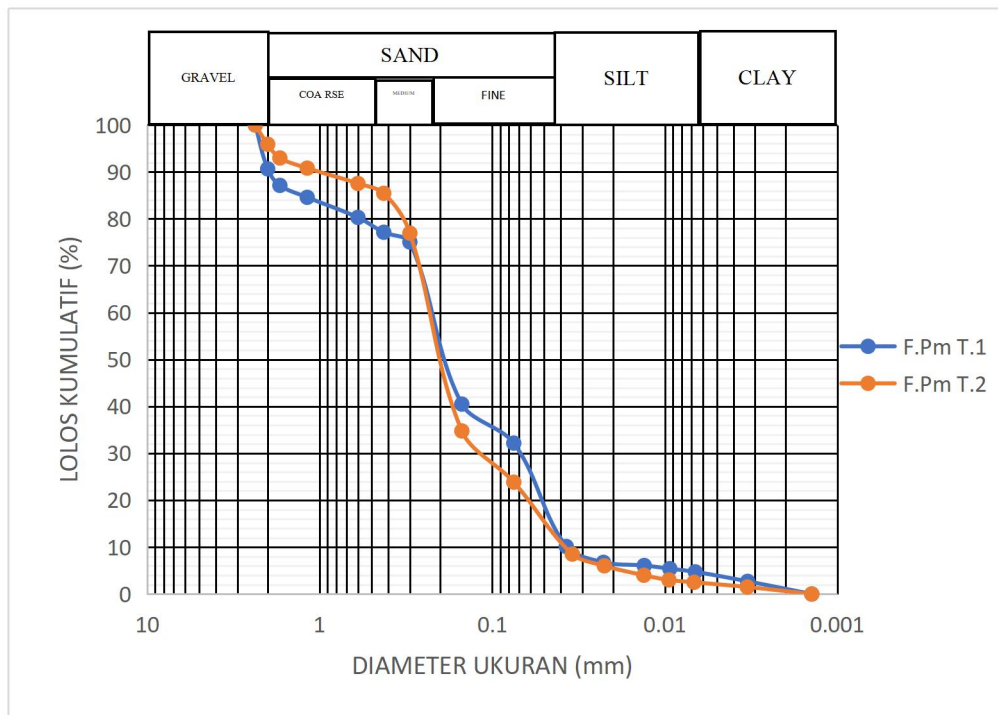
Pengambilan sampel di lapangan. Kegiatan pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan linggis dan juga palu geologi. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah batupasir (Gambar 5b).

Preparasi sampel dilakukan proses pemotongan menggunakan alat potong gerinda, berbentuk balok dengan lebar sampel 4,5 cm dan panjang sampel 9 cm, sampel yang

diperlukan berbentuk balok (Gambar 5c).

3. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengujian ukuran butir dengan menggunakan ayakan dan pengolahan data yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa pada Formasi Pamaluan Pamaluan titik 1 dan 2 sama memiliki ukuran butir pasir halus yang memiliki diameter 0,125 - 0,25 mm. Pada Formasi Pamaluan Titik 2 memiliki ukuran butir pasir halus yang memiliki ukuran diameter 0,125 - 0,25 mm.



Gambar 6. Grafik distribusi ukuran butir

Tabel 1. Persentase ukuran butir

Formasi	Titik	Ukuran Butir (%)			Silt	Clay	
		Gravel	Sand				
			Course	Medium			Fine
Pamaluan	1	9	13	18	45	10	5
	2	4	9	30	44	11	2

Berdasarkan Tabel menunjukkan persentase ukuran butir pada Formasi Pamaluan titik pertama dan kedua yang menunjukkan bahwa batupasir di dominasi batupasir dengan ukuran butir halus yaitu sebanyak 70,32 % dan 74,44 %.

Sifat fisik batuan. Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik pada formasi pamaluan titik 1 yang telah dilakukan pada (Tabel 2) contoh batuan di laboratorium, terlihat bahwa untuk nilai *Natural density* tertinggi terdapat pada sampel 2

dengan nilai 1,75 gr/cm³ dan nilai terendah terdapat pada sampel 3 dengan nilai 1,54 gr/cm³. Sementara itu, nilai kadar air tertinggi pada sampel 1 dengan nilai 8,12% sedangkan untuk nilai terendahnya terdapat pada sampel 3 dengan nilai 4,91%. Nilai porositas tertinggi terdapat pada sampel 2 dengan nilai 22,91% dan nilai terendah terdapat pada sampel 3 dengan nilai 20,22%.

Tabel 2. Sifat Fisik batupasir formasi pamaluan (Titik 1)

FORMASI PAMALUAN TITIK 1								
Rata-Rata								
No	Sampel code	Unit	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	Average
1	Natural Density	gr/cm ³	1,69	1,75	1,54	1,58	1,68	1,65
2	Dry Density	gr/cm ³	1,57	1,63	1,47	1,50	1,60	1,55
3	Saturated Density	gr/cm ³	1,78	1,85	1,67	1,70	1,82	1,76
4	Apparent Specific Gravity		1,57	1,63	1,47	1,50	1,60	1,55
5	True Specific Gravity		2,00	2,12	1,84	1,88	2,06	1,98
6	Natural Water Content	%	8,12	7,53	4,91	5,52	5,05	6,23
7	Saturated Water Content	%	13,72	14,01	13,80	13,54	13,38	13,69
8	Degree Of Saturation	%	58,19	55,02	13,80	40,82	37,74	41,11
9	Porosity	%	21,3	22,91	20,22	20,28	21,43	21,25
10	Void Ratio		0,272	0,301	0,254	0,254	0,276	0,271

Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik pada formasi pamaluan titik 2 yang telah dilakukan pada (Tabel 3) contoh batuan di laboratorium, terlihat bahwa untuk nilai *Natural density* tertinggi terdapat pada sampel 3 dengan nilai 1,71 gr/cm³ dan nilai terendah terdapat pada sampel 4 dengan nilai 1,45 gr/cm³. Sementara itu, nilai

kadar air tertinggi pada sampel 2 dengan nilai 7,02% sedangkan untuk nilai terendahnya terdapat pada sampel 5 dengan nilai 4,18%. Nilai porositas tertinggi terdapat pada sampel 2 dengan nilai 19,33% dan nilai terendah terdapat pada sampel 4 dengan nilai 17,27%.

Tabel 3. Sifat Fisik batupasir formasi pamaluan (Titik 2)

FORMASI PAMALUAN TITIK 2								
Rata-Rata								
No	Sampel code	Unit	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	Average
1	Natural Density	gr/cm ³	1,52	1,51	1,71	1,45	1,49	1,54
2	Dry Density	gr/cm ³	1,44	1,41	1,63	1,37	1,43	1,45
3	Saturated Density	gr/cm ³	1,63	1,60	1,82	1,54	1,62	1,64
4	Apparent Specific Gravity		1,44	1,41	1,63	1,37	1,43	1,45
5	True Specific Gravity		1,78	1,75	2,01	1,66	1,76	1,79
6	Natural Water Content	%	5,49	7,02	5,33	6,27	4,18	5,66
7	Saturated Water Content	%	13,30	13,71	11,77	12,52	13,15	12,89
8	Degree Of Saturation	%	41,80	50,98	45,26	50,12	32,83	44,20
9	Porosity	%	19,13	19,33	19,10	17,27	18,82	18,73
10	Void Ratio		0,237	0,240	0,236	0,210	0,232	0,231

Tabel 4. Data analisis sifat mekanik

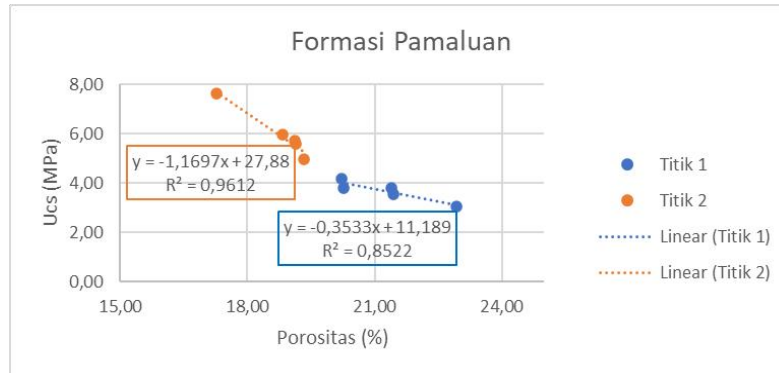
No	Sampel	Failure (Kn)	UCS (MPa)	Rata-rata UCS (MPa)	Modulus Secant (MPa)	Modulus Tangen (MPa)	Modulus Average (MPa)
1	PM 1	8,57	3,81	3,68	4,56	5,16	5,58
2	PM 1	6,86	3,05		4,84	6,67	4,10
3	PM 1	9,43	4,19		3,45	3,39	5,58
4	PM 1	8,57	3,81		2,79	2,82	3,80
5	PM 1	8,00	3,56		4,91	7,86	3,33
1	PM 2	12,57	5,59	5,97	4,64	6,17	6,58
2	PM 2	11,14	4,95		7,04	7,97	8,29
3	PM 2	12,86	5,71		9,41	9,40	11,71
4	PM 2	17,14	7,63		9,59	9,08	12,83
5	PM 2	13,43	5,97		6,35	6,15	10,00

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, maka didapatkan hasil uji kuat tekan pada sampel batupasir Formasi Pamaluan nilai yang didapatkan bervariasi. Nilai uji kuat tekan pada titik 1 yang memiliki nilai kuat tekan tertinggi adalah pada sampel 3 dengan nilai sebesar 4,19 MPa dan untuk nilai *Modulus Secant* 3,45, *Modulus Tangen* 3,39, *Modulus Average* 5,58. Sedangkan untuk nilai terendah terdapat pada sampel 3 dengan nilai adalah sebesar 3,05 MPa

untuk nilai *Modulus Secant* 4,84, *Modulus Tangen* 6,67, *Modulus Average* 4,10. Pada titik 2 pada formasi pamaluan sendiri nilai kuat tekan tertinggi pada sampel 4 dengan nilai kuat tekan sebesar 7,63 dan untuk nilai *Modulus Secant* 9,59, *Modulus Tangen* 9,08, *Modulus Average* 12,83. Untuk nilai terendah pada titik 2 terdapat pada sampel 2 dengan nilai sebesar 4,95 MPa untuk nilai *Modulus Secant* 7,04, *Modulus Tangen* 6,67, *Modulus Average* 6,58.

Hubungan porositas terhadap nilai uji kuat tekan pada formasi pamaluan studi hasil sifat fisik dan mekanik pada suatu batuan memiliki keterkaitan yang mempengaruhi, salah satunya adalah porositas. Porositas sendiri

mempengaruhi suatu kekuatan batuan. Suatu batuan yang memiliki nilai kuat tekan yang tinggi maka nilai porositasnya cenderung akan rendah begitu sebaliknya.



Gambar 8. Grafik perbandingan nilai porositas dan nilai kuat tekan

Pada formasi pamaluan nilai porositas tertinggi terdapat pada sampel 2 Titik 1 dengan nilai porositas 22,92% dan untuk nilai kuat tekannya sebesar 3,05 Mpa. Untuk nilai porositas terendah pada formasi pamaluan terdapat pada sampel 4 titik 2 dengan nilai porositas sebesar 17,27% dengan nilai kuat tekan sebesar 7,63 Mpa. Dari hasil Gambar 8, dapat dilihat bahwa nilai porositas sangat mempengaruhi dari nilai kuat tekan di mana semakin besar nilai porositas maka akan semakin rendah untuk nilai kuat tekan begitu sebaliknya semakin kecil nilai dari porositas maka nilai kuat tekan akan semakin meningkat. Ini dapat dilihat juga pada garis linear di mana nilai R^2 yang didapatkan mendekati 1 maka variable terikat dan bebas memiliki hubungan yang kuat.

4. Kesimpulan Dan Saran

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa distribusi ukuran butir dan porositas sangat berpengaruh pada nilai dari kekuatan batuan. Pada pengujian ini diketahui bahwa semakin tinggi nilai porositas maka kekuatan batuan tersebut semakin rendah begitu sebaliknya di mana pada sample 4 pada titik 2 memiliki nilai sebesar 7,63 MPa yang memiliki nilai porositas sebesar 17,27 %. Begitu juga dengan distribusi ukuran butir semakin halus ukuran butir maka nilai porositas akan semakin rendah dan nilai kekuatan batuan akan besar.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung, orang tua, dosen pembimbing, dosen penguji, dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Daftar Pustaka

Ariyanto, K. D., Rabin, S., Saleky, D.B.,

- Titirloloby, A. dan Cahyono, Y.D.G. 2020. Analisis Pengaruh Porositas Terhadap Uji Kuat Tekan Uniaxial Pada Batu Gamping. ISSN 2686-0651 Vol. 2, No 1.
- Arif, I. 2016. Geoteknik Tambang. PT. Gramedia Pustaka Utama : Jakarta. ISBN: 978-602-03-2735-8.
- Balfas, M.D. 2014. Geologi Untuk Pertambangan Umum, Yogyakarta : Graha Ilmu. ISBN: 978-602-262-395-3.
- Graha, S.D. 1987, Batuan Dan Mineral. Nova : Bandung.
- Hidayat dan Umar, 1994, Peta Geologi Lembar Balikpapan, Kalimantan Bandung : PPPG.
- Meilinda, M., Ahok, K.D., Octavia, N.I.K., Paki, K.A. dan Cahyon, G.D.Y. 2020. Analisis Pengaruh deformasi batuan utuh terhadap besarnya regangan pada uji kuat tekan uniaksial batuan andesit. ISSN 2686-0651 Vol. 2, No 1.
- Milda, Trides, T., Hasan, H., Oktaviani, R., Winarno, A. 2022. Studi Efek Skala Pada Uji Kuat Tekan Uniaksial Terhadap Batupasir Pada Formasi Balikpapan Dan Formasi Pulau Balang Pada Daerah Palaran Dan Samarinda Utara Provinsi Kalimantan Timur. Mine Journal Mineral University Of Bangka Belitung. Mineral, Oktober 2022, Vol. 7 (2), Halaman 14-21.
- Rai, M. A., Kramadibrata, S. dan Watimena, R. K., 2013. Mekanika Batuan. ITB Press Bandung. ISBN: 978-602-9056-62-4.
- Ranni Affandy. 2019. Batuan Sedimen & Metamorf. Lemah Media Pustaka : Bandung.
- Rosari, A. A. dan Arsyad, M. M. 2017. Analisis Sifat Fisis Dan Sifat Mekanik Batuan Karst Maros. Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika (JSPF) Jilid 13, Nomor 3. Hal: 276-281, Makassar. ISSN : 2548-6373.
- Zakri, R. S., Prengki, I. dan Saldy, G. 2020. Hubungan Kuat Tekan Uniaksial dan Kuat Tarik Tidak Langsung Pada Batuan Sedimen Dengan Nilai Kuat Tekan Rendah. *Jurnal Bina Tambang*, 5(3), 59–70. ISSN: 2302-3333