

KUAT GESER CLAY SHALE AKIBAT VARIASI KADAR AIR

Ahmad Norhadi^{1*}, Akhmad Marzuki², Nur Alisa Ramadhania³

^{1,2} Jurusan Teknik Sipil dan Kebumihan, Politeknik Negeri Banjarmasin, Indonesia

³ Praktisi Konstruksi Sipil, PT. Adalab Fondasi Ideal, Indonesia

e-mail: *¹ a.norhadi@poliban.ac.id (corresponding author)

Abstrak

Sebagian besar jenis tanah di Kota Batulicin Provinsi Kalimantan Selatan adalah clay shale yang berada di permukaan tanah sampai kedalaman tertentu. Pada lapisan tanah terbuka Clay shale memiliki potensi negatif sebagai perisai alami yang menghalangi pergerakan air sehingga menyebabkan permasalahan drainase dan banjir. Selain itu clay shale dapat menyebabkan pergerakan tanah yang tidak stabil ketika mengalami perubahan volumetrik akibat perubahan tekanan, kelembaban atau kadar air sehingga terjadi penurunan kuat geser. Dalam rangka mengetahui nilai kuat geser tersebut telah dilakukan pengujian sifat fisis dan mekanis di laboratorium akibat perubahan kadar air. Pengujian tersebut dilakukan dengan membuat 4 (empat) sampel rekonstruktif lolos saringan # 4 dengan kadar air alami (W_n) untuk undisturbed sample (UDS) dan $2W_n$, $3W_n$ dan kadar air pada batas cair (WLL) untuk sampel rekonstruktif yang diuji dengan pengujian geser langsung dan kuat tekan bebas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kadar air dari kadar air alami (W_n) akan menurunkan nilai berat volume (γ), sudut geser dalam (ϕ), kuat geser undrained (q_r) dan kohesi undrained (C_u). Sementara peningkatan kadar air sampai $3W_n$ akan meningkatkan nilai kohesi (C) dan akan mengalami penurunan jika peningkatan kadar air lebih besar dari $3W_n$.

Kata kunci— Clay Shale, Kuat geser, Kadar air

Abstract

Most of the soil types in Batulicin City, South Kalimantan Province are clay shale which is located on the ground surface to a certain depth. In open soil layers, clay shale has negative potential as a natural layer that blocks the movement of water, causing drainage problems and flooding. Besides that clay shale cause unstable soil movements when it volumetric changes due to changes in pressure, humidity or water content that resulting decrease of shear strength. To determine the shear strength value, physical and mechanical properties have been tested in the laboratory due to changes in water content. The test make by 4 (four) reconstructive samples mesh #4 with natural water content (W_n) for undisturbed samples (UDS) and $2W_n$, $3W_n$ and water content of liquid limit (WLL) for reconstructive samples tested by direct shear testing and unconfined compressive strength. The research results show that increasing the water content of natural water content (W_n) will reduce the volume weight (γ), internal shear angle (ϕ), undrained shear strength (q_r) and undrained cohesion (C_u). increasing the water content up to $3W_n$ will increase (C) and will decrease if the increase in water content is greater than $3W_n$.

Keywords— Clay Shale, Shear Strength, Water Content

I. PENDAHULUAN

Salah satu wilayah di Kalimantan Selatan yaitu Kota Batulicin Kabupaten Tanah Bumbu adalah daerah yang sebagian besar terdapat tanah lempung dimana tanah tersebut kalau tertimbun akan mengeras seperti batu, atau mengalami konsolidasi berlebih (*over consolidated*) biasanya tanah jenis *clay shale* ini berada dibawah lapisan batu bara. Dari hasil uji laboratorium pada sampel uji di Jalan Tol Cipularang menunjukkan bahwa seluruh sampel dapat diklasifikasikan sebagai konsolidasi berlebih – CH atau berindikasi A-7-6 berdasarkan standar AASHTO (*Putera Agung, dkk, 2017*)

Clay shale merupakan sebuah batuan sedimen yang terbentuk oleh sedimentasi tanah berbutir halus seperti lempung. Berbeda dengan kebanyakan tanah lempung yaitu pada kondisi basah akan mengembang dan menyusut bila kering namun tetap mempunyai kuat dukung cukup baik. Namun *clay shale* sangat keras dalam kondisi tertutup tetapi dalam kondisi terbuka akan mudah lapuk dan tidak dapat kembali mengeras (*Edi Hartono, 2021*).

Pada lapisan tanah terbuka *clay shale* memiliki potensi negatif sebagai perisai alami atau *slaking* yang menghalangi pergerakan air sehingga menyebabkan permasalahan drainase dan banjir. Selain itu *clay shale* dapat menyebabkan pergerakan tanah yang tidak stabil ketika mengalami perubahan volumetrik akibat perubahan tekanan, kelembaban atau kadar air. Oleh sebab itu perubahan kadar air *clay shale* pada lapisan tertutup atau lapisan terbuka seperti lereng dan tapak lahan yang di atasnya terdapat konstruksi bangunan akan mengalami perubahan properties dan kuat geser tanahnya sehingga terjadi penurunan daya dukung tanah. *Slaking* pada lapisan *clay shale* sangat berpengaruh terhadap daya dukung, sehingga identifikasi dan klasifikasi *clay shale* perlu diperhatikan dalam perancangan lereng atau tapak lahan yang ada bangunan di atasnya (*Putera Agung, dkk, 2017*).

Clay Shale merupakan material yang sensitif terhadap proses pelapukan, oleh karena itu parameter yang digunakan untuk rekayasa geologi pada material yang didominasi oleh *Clay Shale* adalah penentuan kuat geser residual (*Anindya Yusuf, dkk, 2017*). Dalam rangka mengetahui perubahan parameter kuat geser akibat perubahan kadar air perlu dilakukan pengujian sifat fisis dan mekanis di laboratorium. Pengujian tersebut dilakukan dengan membuat 4 (empat) sampel rekonstruktif lolos saringan # 4 dengan kadar air alami (*wn*) untuk sampel *undisturbed sample* (*UDS*) dan 2 kali *Wn*, 3 kali *Wn* dan kadar air pada batas cair (*WLL*) untuk

sampel rekonstruktif yang diuji dengan pengujian geser langsung dan kuat tekan bebas.

II. METODE PENELITIAN

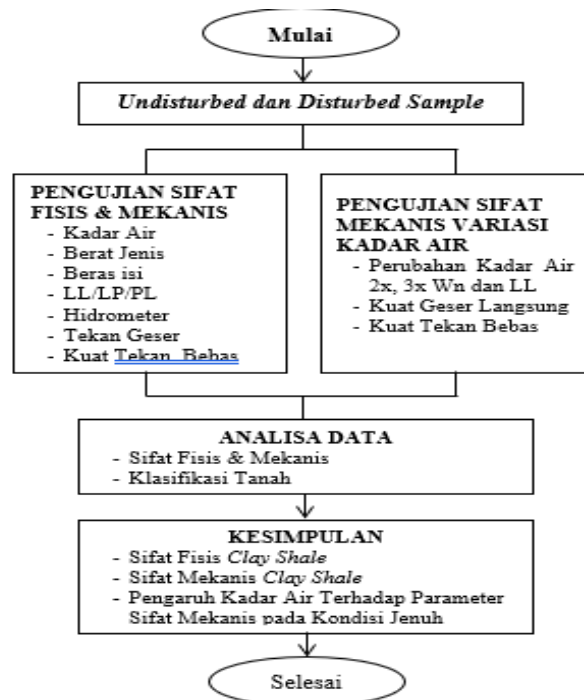
a. Tahapan Penelitian:

1. Pengujian kadar air alami untuk sampel UDS
2. Pengujian sifat fisis dan mekanis sampel UDS (alami)
3. Pembuatan sampel rekonstruktif dari hasil uji hydrometer material lolos saringan # 4
4. Pengujian sifat fisis dan mekanis pada rekonstruktif sampel

Metode penelitian uji sifat fisis dan mekanis yang digunakan dalam pengujian ini sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI):

1. Pengujian kuat geser langsung SNI 3420:2016
2. Pengujian kuat tekan bebas SNI 3638:2012
3. Pengujian Kadar Air SNI 1965:2008
4. Pengujian Berat Volume Tanah SNI 03-3637-1994
5. Pengujian Berat Jenis SNI 1964:2008
6. Pengujian Penentuan Batas Cair SNI 1967:2008
7. Pengujian Penentuan PL dan PI SNI 1966:2008
8. Pengujian Hydrometer Tanah SNI 3432:2008

b. Bagan Alir Penelitian



Gambar 1. Bagan Alir (flowchart)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Lokasi dan Kedalaman Sampel Clay Shale

Pengujian tanah telah dilakukan di Laboratorium PT. Adalab Fondasi Ideal. Pengujian ini mengambil sampel tanah yang tidak terganggu (alami) di kota Batulicin Kalimantan Selatan dengan bor dalam pada kedalaman 7.30 – 8.00 m, Material pengujian ini menggunakan sampel yang di ambil berdasarkan titik yang berbeda pada Bore hole (BH) 2 dan BH 3 dengan jenis tanah yang sama yaitu tanah *clay shale*.



b. Sifat Fisis dan Mekanis clay shale UDS dan Sifat Fisis clay shale DS

Sampel pengujian menggunakan sampel *clay shale* yang telah dikeringkan di dalam oven dan dihaluskan dengan lolos saringan # 4. Hasil pengujian sifat fisis dan mekanis untuk sampel DS dan UDS (Alami) seperti ditunjukkan pada Gambar 1 dan Tabel 1.



Gambar 1. Sampel DS dan UDS (Alami) Tanah Clay Shale

TABEL 1. Sifat Fisis DS dan UDS pada Sampel BH 2 dan BH 3

No.	JENIS PEMERIKSAAN	SIMBOL	SATUAN	HASIL PEMERIKSAAN										METODE PENGUJIAN	
				BH 2					BH 3						
1	Kadar Air	Wn	Natural Water	(%)	6,700					6,704					(SNI 1965 : 2008)
2	Berat Volume/ Berat isi	γ _n	Unit Weight	(gr/cm ³)	Variasi Kadar Air					Variasi Kadar Air					(SNI 1964 : 2008)
					Wn	2 Wn	3 Wn	24%	LL	Wn	2 Wn	3 Wn	24%	LL	
					6,70	13,40	20,10	24,00	27,80	6,70	13,41	20,11	24,00	31,00	
					0,000	1,952	1,879	1,855	1,818	2,250	1,966	1,949	1,949	1,988	
3	Berat Jenis Tanah	G _s	Spesific Gravity		2,627					2,619					(SNI 1966 : 2008)
4	Batas Cair	LL	Liquid Limit	(%)	27,800					31,000					(SNI 1966 : 2008)
5	Batas Plastis	PL	Plastic Limit	(%)	15,741					18,950					
6	Indeks Plastis	PI	Plastic Index	(%)	12,060					12,050					
7	Faktor Susut Tanah	SL	Batas Susut	(%)	7,802					8,299					
		LS	Susut Linear	(%)	2,100					5,590					
8	Hydrometer	M	Silt	(%)	95,000					82,000					(SNI 3423 : 2008)
		C	Clay	(%)	5,000					18,000					

(Sumber : Hasil Perhitungan)

c. Rekonstruktif Sampel

Dalam rangka mengetahui sifat mekanis akibat perubahan kadar air telah dilakukan uji kuat geser langsung dan kuat tekan bebas pada sampel buatan (rekonstruktif sampel) dengan memberi variasi

kadar air pada masing-masing sampel uji tersebut. Variasi kadar air pada rekonstruktif sampel dilakukan dengan cara memberi variasi kadar air 2 W_n, 3 W_n, 24 % dan LL untuk masing-masing sampel uji yang dibentuk dengan jumlah lapisan

dan tumbukan tertentu sehingga diperoleh berat volume sekitar 1,8 gr/cm³ sampai dengan 2,0 gr/cm³ untuk BH 2 dan BH 3.

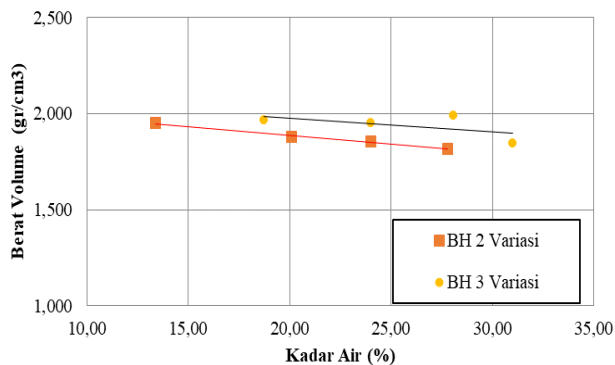
- d. *Berat Volume clay shale sampel rekonstruktif*
Setelah dilakukan serangkaian pengujian sifat fisis dan mekanis pada sampel UDS (alami) selanjutnya dilakukan pengujian sifat mekanis untuk sampel rekonstruktif (DS). Pengujian ini terdiri dari pengujian Berat volume, Kuat geser langsung dan

Kuat tekan bebas dengan 4 variasi kadar air yang berbeda yaitu 2W_n, 3W_n, 24 %, dan LL. Pengujian ini bertujuan mengetahui perubahan sifat mekanis akibat variasi kadar air pada sampel uji dengan berat volume yang sama. Hasil pengujian berat volume pada variasi kadar air untuk seluruh sampel ditunjukkan pada Tabel 2 dan Gambar 2.

TABEL 2. Berat Volume

No.	JENIS PEMERIKSAAN	SIMBOL		SATUAN	HASIL PEMERIKSAAN									
					BH 2					BH 3				
1	Kadar Air	W _n	Natural Water	(%)	6,700					6,704				
2	Berat Volume/ Berat isi	γ _n	Unit Weight	(gr/cm ³)	Variasi Kadar Air					Variasi Kadar Air				
					W _n	2 W _n	3 W _n	24%	LL	W _n	2 W _n	3 W _n	24%	LL
					6,70	13,40	20,10	24,00	27,80	6,70	13,41	20,11	24,00	31,00
					0,000	1,952	1,879	1,855	1,818	2,250	1,966	1,949	1,949	1,988

(Sumber : Hasil Perhitungan)



Gambar 2. Perubahan berat volume terhadap kadar air

Dari Gambar 2 dan Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar air alami (W_n) : 6,7 % dan berat volume : 2,693 gr/cm³ untuk sampel BH 2 dan kadar air alami (W_n) : 9,36 % dan berat volume : 2,250 gr/cm³ untuk sampel BH 3.

Perubahan sifat mekanis akibat variasi kadar air pada sampel uji dengan rentang berat volume diperoleh hasil berat volume sampel di titik BH 2 adalah minimum nya 1,952 gr/cm³, maksimum 1,818 gr/cm³ dan rata-rata nya adalah 1,876 gr/cm³. Berat volume pada sampel di titik BH 3 adalah minimum nya 1,847 gr/cm³, maksimum 1,988 gr/cm³ dan rata-rata nya adalah 1,937 gr/cm³ seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2 dan Gambar 2.

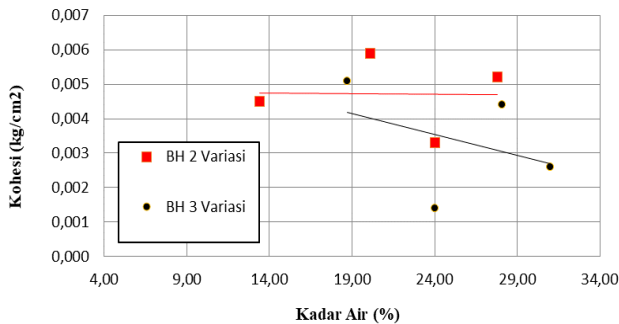
TABEL 3. Pengujian kuat geser langsung dengan variasi kadar air

PENGUJIAN KUAT GESER LANGSUNG												
Variasi			W _n	2 W _n	3 W _n	24%	LL	W _n	2 W _n	24%	3 W _n	LL
Kadar Air			6,70	13,40	20,10	24,00	27,80	9,36	18,73	24,00	28,09	31,00
C	Kohesi	kg/cm ²	0,052	0,005	0,006	0,003	0,005	0,130	0,005	0,001	0,004	0,003
φ	Sudut	(°)	16,8	13,3	11,2	7,6	5,3	29,3	16,3	7,2	6,5	4,8
E	Modulus Elastisitas	kg/cm ²	428,571	166,667	150,000	112,500	100,000	600,000	283,333	70,000	60,000	41,667

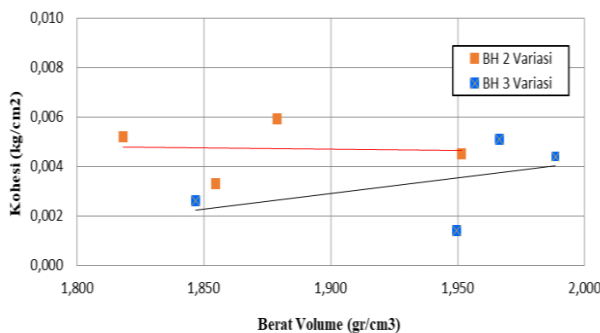
(Sumber : Hasil Perhitungan)

e. Kohesi (C) clay shale sampel rekonstruktif

Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan parameter kohesi (C) dari hasil uji kuat geser langsung



Gambar 3. Perubahan kohesi terhadap kadar air

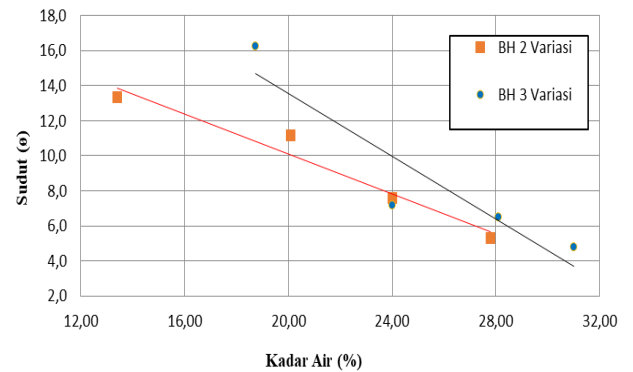


Gambar 4. Perubahan kohesi terhadap berat volume

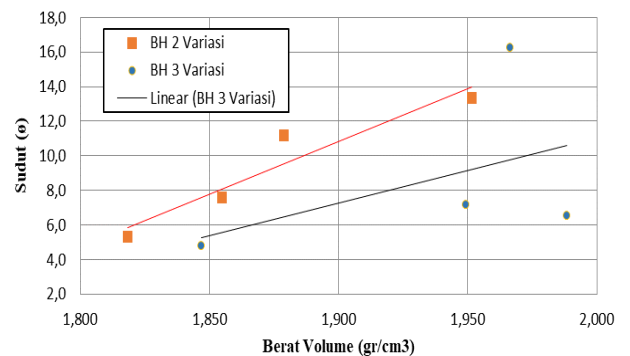
Secara umum dari Gambar 2 dan Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin besar kadar air pada batas tertentu maka berat volume dan nilai kohesi semakin kecil. Pada Gambar 4 memperlihatkan bahwa semakin besar berat volume tanah maka nilai kohesi semakin meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kadar air 2 (dua) sampai 3 (tiga) kali kadar air alami (W_n) akan meningkatkan kohesi. Namun jika kadar air lebih besar dari 3W_n nilai kohesi serta berat volume akan mengecil.

f. Sudut Geser Dalam (φ) clay shale sampel rekonstruktif

Gambar 5 dan Gambar 6 menunjukkan parameter sudut geser dalam (φ) dari hasil uji kuat geser langsung



Gambar 5. Perubahan sudut terhadap kadar air



Gambar 6. Perubahan sudut terhadap berat volume

Dari Gambar 5 menunjukkan bahwa semakin besar kadar air maka nilai sudut geser dalam semakin kecil dan pada Gambar 6 memperlihatkan bahwa semakin besar sudut geser dalam maka berat volume tanah semakin meningkat.

g. Kuat Geser Undrained (q_r) clay shale sampel rekonstruktif

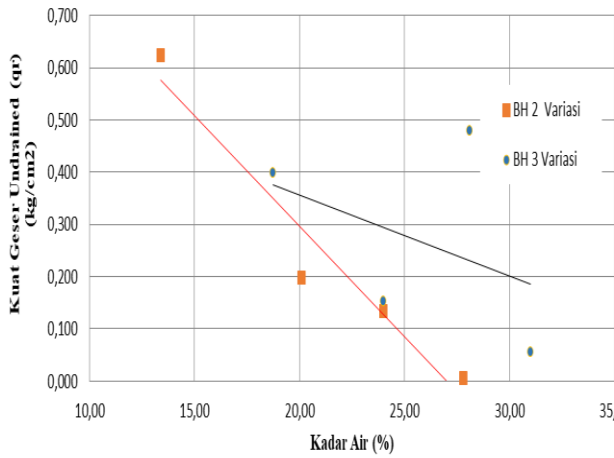
Hasil pengujian kuat tekan bebas pada variasi kadar air untuk seluruh sampel ditunjukkan pada Tabel 4.

TABEL 4. Parameter kuat tekan bebas sesuai variasi kadar air

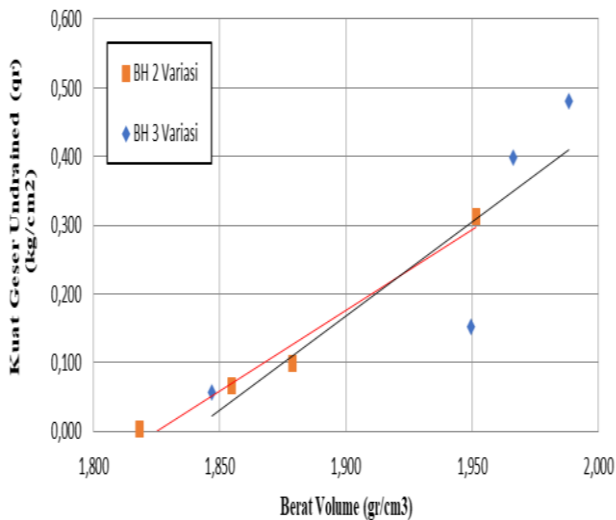
PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS												
Variasi			W _n	2 W _n	3 W _n	24%	LL	W _n	2 W _n	24%	3 W _n	LL
Kadar Air			6,70	13,40	20,10	24,00	27,80	9,36	18,73	24,00	28,09	31,00
q _r	Kondisi Remoulade	kg/cm ²	0,955	0,624	0,198	0,134	0,006	0,781	0,398	0,153	0,480	0,056
cu	Kohesi Undrained	kg/cm ²	0,478	0,312	0,099	0,067	0,003	0,391	0,199	0,077	0,240	0,028
E	Modulus Elastisitas	kg/cm ²	136,429	41,600	11,000	7,444	0,273	130,167	11,371	3,060	6,575	0,903

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Perubahan sifat mekanis pada sampel uji yang telah divariasikan kadar air nya ditunjukkan pada Tabel 4, Gambar 7, dan Gambar 8.



Gambar 7. Perubahan kuat geser undrained (qr) terhadap kadar air

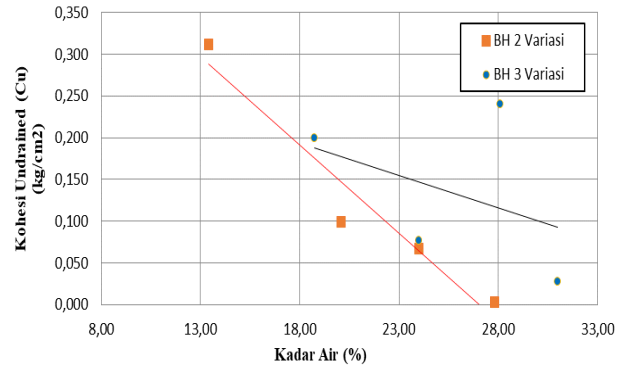


Gambar 8. Perubahan kuat geser undrained (qr) terhadap berat volume

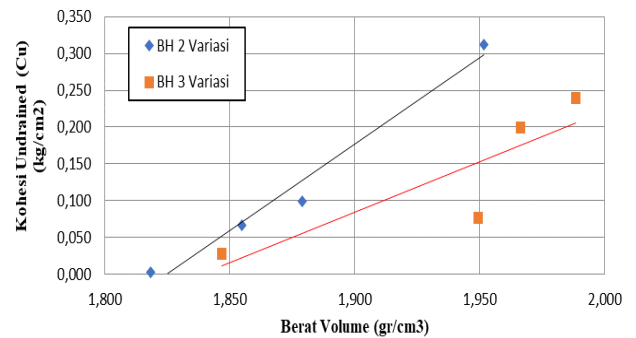
Dari Gambar 7 menunjukkan bahwa semakin besar kadar air maka nilai kuat geser undrained (qr) semakin kecil dan pada Gambar 8 memperlihatkan bahwa semakin besar qr maka berat volume tanah semakin meningkat.

h. Kohesi Undrained (Cu) clay shale sampel rekonstruktif

Gambar 9 dan Gambar 10 menunjukkan parameter kohesi undrained (Cu) dari hasil uji kuat tekan bebas.



Gambar 9. Perubahan kohesi undrained (Cu) terhadap kadar air



Gambar 10. Perubahan kohesi undrained (Cu) terhadap berat volume

Dari Gambar 9 menunjukkan bahwa semakin besar kadar air maka nilai kohesi undrained (Cu) semakin kecil dan pada Gambar 10 memperlihatkan bahwa semakin besar Cu maka berat volume tanah semakin meningkat.

Pada umumnya peningkatan nilai derajat kejenuhan akan menurunkan nilai kohesi dan sudut geser dalam (AK Soemantri, dkk, 2018). Hasil penelitian tersebut sesuai dengan penelitian ini yang menunjukkan bahwa semakin besar kadar air yang menunjukkan semakin besarnya derajat kejenuhan maka nilai sudut geser dalam dan kohesi semakin kecil seperti pada Gambar 5 dan Gambar 9.

IV. KESIMPULAN

Dari pengujian sifat fisis dan mekanis pada sampel Clay shale akibat perubahan kadar air menunjukkan bahwa peningkatan kadar air dari kadar air alami (Wn) akan menurunkan nilai berat volume (Y), sudut geser dalam (ø), kuat geser undrained (qr) dan kohesi undrained (Cu) clay shale. Sementara peningkatan

kadar air sampai batas 3 kali kadar air alami (3W_n) akan meningkatkan nilai kohesi (C) *clay shale* dan akan mengalami penurunan jika peningkatan kadar air lebih besar dari 3 W_n.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada PT. Adalab Fondasi Ideal dan Laboratorium Geoteknik Transportasi Politeknik Negeri Banjarmasin serta semua pihak yang telah membantu terselesainya penelitian ini dengan baik, semoga dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya pelaku konstruksi di kasus yang sama.

REFERENSI

- Das, Braja M. 1995. *Mekanika tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I*, Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2002. *Mekanika Tanah I* Edisi ketiga. Gadjah Mada University. Yogyakarta
- Hartono, Edi. 2001. *Dosen UMY, The Behavior of the Clay Shale Stabilized by Dry and Wet Cement Mixing Method*, Jurnal of Geo Engineering
- Norhadi, Ahmad, Muhammad Fauzi, M. Yogi Indra Rukmana. 2017. *Penentuan Nilai CBR Dan Nilai Penyusutan Tanah Timbunan (Shrinkage Limit) Daerah Barito Kuala*, Jurnal POROS TEKNIK Volume 9, No. 1, Juni 2017 :1-41
- Putera Agung, M.A, Pramusandi, S, Damianto, B. 2017. *Identification and Classification of Clayshale Characteristic and Some Considerations for Slope Stability*, Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan Afrika 11 (4):163-197
- Ridho, Ahmad. 2020. *Penentuan Klasifikasi dan Aktivitas Tanah Pada Tanah Lempung di Banjarmasin* TA, Politeknik Negeri Banjarmasin, Banjarmasin
- Somantri, Andri Krisnandi, Muhammad Shouman, Azmi M. Fathurrohman. 2018. *Penentuan Parameter Kuat Geser Clay Shale Berdasarkan Variabel Kejenuhan terjadap Kelongsoran*, Jurnal Prosiding 9th Industrial Research Workshop and National Seminar, Juli 2018
- Surendo, Bambang. 2015. *Mekanika Tanah (Teori, Soal dan Penyelesaian)*, Andi, Yogyakarta

- Yusuf, Anindya, Idham Dio, Siti Hardiyanti, Kresno Wikan S. 2017. *Perilaku Clay Shale terhadap Kuat Geser Residual pada Lokasi Banyumeneng, Penawangan, dan Wonosegoro*, Jurnal Karya Teknik Sipil Vol. 6 No. 3:81-92
- SNI 03 – 3637- 1994, *Pengujian Berat Volume / Isi Tanah*
- SNI 1964: 2008, *Cara uji berat jenis tanah*
- SNI 1965: 2008, *Cara Uji Penentuan Kadar Air untuk Tanah dan Batuan di Laboratorium*
- SNI 1967: 2008, *Cara Uji Penentuan Batas Cair dan Plastis Tanah*
- SNI 3420: 2016, *Metode Uji Kuat Geser Langsung Tanah Tidak Terkonsolidasi dan Tidak Terdrainase*
- SNI 3432: 2008, *Uji Hydrometer*
- SNI 3638: 2012, *Metode Uji Tekan Bebas Tanah Kohesif*