

PENGARUH MINERAL DAN UKURAN BUTIR BATU TUF TERHADAP NILAI HASIL UJI KUAT GESERNYA

(Studi Kasus : Longsoran Jalan Medan-Berastagi Km. 37-38 Sumatera Utara)

Oleh

Tengku Tibri¹⁾

Lismawaty²⁾

Sedarta Sebayang³⁾

M. Eka Onwardana⁴⁾

Institut Sains dan Teknologi TD. Pardede^{1,2,3,4)}

E-mail

t_tibri@istp.ac.id¹⁾

liz_geo@istp.ac.id²⁾

s_sedarta@istp.ac.id³⁾

ekaonwardana@istp.ac.id⁴⁾

ABSTRACT

Avalanche occurs due to slope, groundwater, physical and mechanical properties of slopes. The mechanical properties of rocks that greatly affect the occurrence of longing are shear stress (τ), cohesion (C) and inner shear angle (ϕ). One of the factors that affect the shear strength (τ) rocks are minerals and grain size of rock constituents. This research was conducted by taking samples of tuff stone at the landslide location of the Medan-Berastagi road. 37-38, Sibolangit Village, North Sumatra. Tuff stone samples are taken in the form of scraping in three locations (3 segments) to be tested with sheats box tests in the laboratory. The results of the rock description are found that tuff stone samples have a percentage of plagioclas (56%), biotite (18%), quartz (17%) and clay (8.6%) with a lapili grain size (1/16 mm) as much as 5%, Ash Rough (1/25 mm) as many as 19.67% and Ash subtle (1/256 mm) of 77%. The Effect of Minerals Compiler of Tuff Stone on the Shear Strong Test Value is the more percentage of plagioclase and quartz minerals in tuff stones, the sliding voltage value (τ) and cohesion (C) are greater and the value of the deep shear angle (ϕ) is getting smaller. Conversely the more percentage of biotite minerals and clay, the value of shear stress (τ) and cohesion (C) are smaller and the value of the inner shear angle (ϕ) is greater. The effect of tuff stone grain size on the value of shear strength test and is the finer grain size, the sliding stress value (τ) and cohesion (c) are greater. Conversely the rough grain size, the greater the value of the shear angle (ϕ).

Keywords: *tuff stone, shear stress, cohesion, inner shear angle*

ABSTRAK

Longsoran terjadi akibat faktor kemiringan lereng, airtanah, sifat fisik dan mekanik batuan penyusun lereng. Sifat mekanik batuan yang sangat berpengaruh terhadap terjadinya longoran adalah Tegangan Geser (τ), Kohesi (C) dan Sudut Geser Dalam (ϕ). Salah satu faktor yang mempengaruhi kuat geser (τ) batuan adalah mineral-mineral dan ukuran butir penyusun batuan. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil sampel batu tufa di lokasi longsoran Jalan Medan-Berastagi Km. 37-38, Desa Sibolangit, Sumatera Utara. Sampel batu tufa diambil dalam bentuk bongkah di tiga lokasi (3 segmen) untuk di uji dengan *sheats box test* di laboratorium. Hasil diskripsi batuan diperoleh bahwa sampel batu tufa mempunyai persentase Plagioklas (56%), Biotit (18%), Kuarsa (17%) dan Lempung (8,6%) dengan ukuran butir Lapili (1/16 mm) sebanyak 5%, Ash Kasar (1/25 mm) sebanyak 19,67% dan Ash Halus (1/256 mm) sebanyak 77%. Pengaruh mineral penyusun batu tufa terhadap nilai

uji kuat geser adalah semakin banyak persentase mineral Plagioklas dan Kwarsa dalam batu tufa, maka nilai Tegangan Geser (τ) dan Kohesi (C) semakin besar dan nilai Sudut Geser Dalam (ϕ) semakin kecil. Sebaliknya semakin banyak persentase mineral Biotit dan Lempung, maka nilai Tegangan Geser (τ) dan Kohesi (C) semakin kecil dan nilai Sudut Geser Dalam (ϕ) semakin besar. Pengaruh ukuran butir batu tufa terhadap nilai Uji Kuat Geser dan adalah semakin halus ukuran butir maka nilai Tegangan Geser (τ) dan Kohesi (C) semakin besar. Sebaliknya semakin kasar ukuran butir maka nilai Sudut Geser Dalam (ϕ) semakin besar.

Kata Kunci : Batu Tufa, Tegangan Geser, Kohesi, Sudut Geser Dalam

1. PENDAHULUAN

Desa Sibolangit dan sekitarnya adalah daerah perbukitan sehingga mempunyai kerawanan longsor, terutama pada bagian lereng jalan raya yang menuju ke kota Brastagi. Pada hari Sabtu 2 Januari 2017 dan 16 Nopember 2018 di lereng Jalan Jamin Ginting km. 37-38, Desa Sibolangit, dekat PDAM Tirtanadi terjadi longsor. Bencana longsor ini menimpa dua unit mobil, tidak ada korban jiwa dalam peristiwa ini, namun terdapat runtuhannya batuan dan pepohonan yang menutupi badan jalan, sehingga membuat arus lalu lintas sempat lumpuh. (sumber: medan.tribunnews.com).

Longsor merupakan pergerakan massa batuan atau tanah yang menuruni lereng karena pengaruh secara langsung dari gaya gravitasi (West, 2010).

Lereng stabil jika gaya penahan lebih besar dari gaya penggerak longsor. Gaya penahan ini dipengaruhi oleh tegangan geser (τ), sudut geser dalam (ϕ) dan kohesi (C). Hal ini sesuai dengan hukum *mohr coulomb*.

Banyak faktor yang mempengaruhi tegangan geser (τ), sudut geser dalam (ϕ) dan kohesi (C), diantaranya adalah jenis mineral dan ukuran butir penyusun batuan. Diketahui bahwa butiran yang kecil biasanya *monocrystalline* dimana ikatannya ataupun nilai kohesinya relatif lebih tinggi dibandingkan butiran besar. Pada batuan yang ukuran butirnya lebih besar, permukaan gesernya cenderung membentuk gelombang kasar ketika mengalami pergeseran. Hal ini menyebabkan sudut geser dalam (ϕ) batuan yang diperoleh dari uji laboratorium lebih besar dari aslinya (Horn & Deere, 1962 *vide*; Hariyanto, 2014).

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh besaran/nilai pengaruh jenis mineral dan distribusi ukuran butir batu tufa terhadap nilai hasil uji kuat geser (*shears box test*) yakni tegangan geser (τ), kohesi (C) dan sudut geser dalam (ϕ). Adapun tahapan penelitian ini dilakukan sebagai berikut ;

1. Menganalisis dan mendeskripsi persentase mineral dan ukuran butir batu tufa.
2. Memperoleh besaran nilai Tegangan geser, Kohesi dan Sudut Geser Dalam.
3. Menganalisis pengaruh persen-tase mineral terhadap nilai hasil uji kuat geser batuan.
4. Menganalisis pengaruh persentase ukuran butir terhadap nilai hasil uji kuat geser batuan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Batuan, Program Studi Teknik Pertambangan. Sample diambil dari lokasi longsor lereng Jalan Jamin Ginting km. 37-38, Desa Sibolangit, dekat PDAM Tirtanadi berupa bongkahan. Bongkahan diambil dari tiga titik (tiga Segmen), yaitu Segmen I diambil sampel 5 meter sebelum titik longsor, Segmen II pada titik longsor dan Segmen III diambil sampel 5 meter setelah titik longsor. Selanjutnya sampel didiskripsi secara megaskopis untuk menentukan persentase mineral dan ukuran butir penyusun batu tufa tersebut.

Sample yang diambil berbentuk bongkah 20cm x 20cm, kemudian dilakukan pengkoringan (coring) sesuai SNI 2848-2008 tentang tata cara pembuatan benda uji di laboratorium mekanika batuan (Gambar 2.1)



Gambar 2.1 Pembuatan Benda Uji

Setelah *corring* selesai, maka sampel dimasukkan dalam cetakan uji kuat geser (Gambar 2.2), kemudian dilanjutkan dengan pengujian *shears box test* sesuai dengan SNI 2824-2011 tentang Cara Uji Kuat Geser Batuan. (Gambar 2.3).



Gambar 2.2 Sampel dalam cetakan uji geser



Gambar 2.3 Alat Uji Kuat Geser Batuan.

Pengujian ini dilakukan dengan Tegangan normal (σ_n) yang berbeda setiap segmen. Pada Segmen I diberikan (σ_n) = 0,1., 1,0 dan 1,5 Kg/cm². Pada Segmen II diberikan (F_n) = 1,0., 2,0 dan 3 Kg/cm².

Kemudian Segmen III diberikan (σ_n) = 2,0., 4,0 dan 6 Kg/cm².

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Persentase mineral dan ukuran butir batu tufa

Berdasarkan hasil deskripsi batuan, diketahui bahwa sampel batu ini mempunyai persentase plagioklas (56%), Biotit (18%), Kuarsa (17%) dan Lempung (8,6%) dengan variasi ukuran butir Lapili (1/16 mm) sebanyak 5%, Ash Kasar (1/25 mm) sebanyak 19,67% dan Ash Halus (1/256 mm) sebanyak 77% (Tabel 3.1 dan Tabel 3.3).

Tabel 3.1. Komposisi mineral batu Tufa

Segmen	Sampel	Mineral (%)			
		Plagio - klas	Biotit	Kuarsa	lempung
I	1	55	20	15	10
	2	50	15	20	15
	3	60	12	20	8
II	1	60	20	15	5
	2	50	30	12	8
	3	55	20	15	10
III	1	60	20	10	10
	2	60	10	25	5
	3	55	15	23	7

Tabel 3.2. Ukuran butir batu tufa

Segmen	Sampel	Ukuran Butir (%)		
		Lapili (1/6 mm)	Ash Kasar (1/25 mm)	Ash Halus (1/256 mm)
I	1	5	19,67	77
	2	5	19,67	77
	3	5	19,67	77
II	1	5	19,67	77
	2	5	19,67	77
	3	5	19,67	77
III	1	5	19,67	77
	2	5	19,67	77
	3	5	19,67	77

I	1	3	22	80
	2	2	20	78
	3	5	15	80
II	1	10	20	70
	2	5	20	75
	3	13	22	65
III	1	3	17	85
	2	2	18	85
	3	2	23	75

3.2 Tegangan geser, kohesi dan sudut geser dalam batu tufa

Hasil dari pengujian kuat geser terhadap masing-masing sampel disetiap segmen dapat dilihat pada table 3.1.

Dari Tabel 3.1 ini akan diperoleh nilai kohesi (C) dan sudut geser dalam (ϕ) dengan membuat grafik *mohr coulomb*. Pada Segmen I diperoleh nilai C = 65,38 KPa dan (ϕ) = 30^o., Pada Segmen II diperoleh nilai C = 621,09 KPa dan (ϕ) = 29^o., Selanjutnya Pada Segmen III diperoleh nilai C = 1961,30 KPa dan (ϕ) = 28^o.

Tabel 3.1 Tegangan geser (τ) hasil uji

Segmen	Sampel	Tegangan Normal (σ_n)		Tegangan Geser (τ)	
		Kg/cm ²	KPa	kg/cm ²	KPa
I	1	0,5	49,03	14	1372,93
	2	1	98,07	18	1765,60
	3	1,5	147,10	36	3530,39
II	1	1	98,07	18	1765,19
	2	2	196,13	35	3432,31
	3	3	294,20	44	4314,90
III	1	2	196,13	37	3628,44
	2	4	392,26	58	5687,83
	3	6	588,40	75	7354,95

3.3 Pengaruh Mineral Terhadap Nilai Uji Kuat Geser

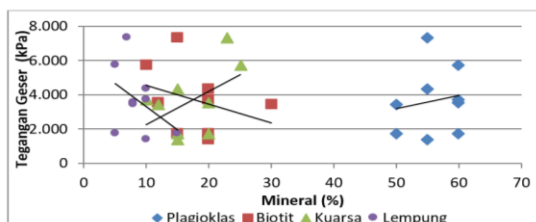
Berdasarkan hasil pada point 3.1 dan 3.2 maka terlihat bahwa hubungan antara mineral penyusun batu tufa dengan nilai tegangan geser, kohesi dan sudut geser dalam (Tabel 3.3).

Tabel 3.3 Hubungan mineral-mineral batu tufa terhadap nilai uji kuat geser.

Segmen	Sampel	Mineral (%)				Tegangan Geser kPa	Kohesi KPa	Sudut Geser Dalam (°)
		Plagioklas	Biotit	Kuarsa	Lempung			
I	1	55	20	15	10	1372,93	65,38	30
	2	50	15	20	15	1765,20		
	3	60	12	20	8	3530,39		
II	1	60	20	15	5	1765,20	621,09	29
	2	50	30	12	8	3432,33		
	3	55	20	15	10	4314,93		
III	1	60	20	10	10	3726,53	1961,30	28
	2	60	10	25	5	5687,86		
	3	55	15	23	7	7354,99		

Tabel 3.3 menunjukkan bahwa nilai dari tegangan geser dan kohesi cenderung naik, tetapi cenderung menurun terhadap nilai sudut geser dalam. Hal ini sesuai dengan kriteria *Mohr Coloumb*.

Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh mineral terhadap nilai uji kuat geser, kohesi dan sudut geser dalam, maka dibuatkan grafik sebagai berikut.



Gambar 3.1. Pengaruh mineral terhadap tegangan geser

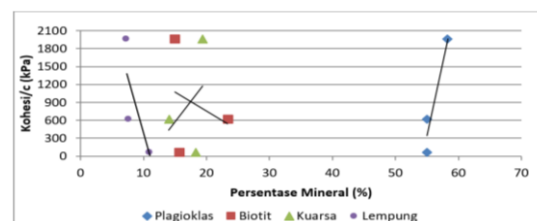
Garis *trendline* pada masing-masing persentase mineral yang

menunjukkan *regresi linier* untuk mengetahui pengaruh persentase mineral terhadap tegangan geser seperti Tabel 3.4

Tabel 3.4 Hasil rekapitulasi linier tegangan geser

Mineral	Tegangan Geser	
Plagioklas	$y = 78,845x - 762,96$	$R^2 = 0,7281$
Biotit	$y = -109,71x + 5635,9$	$R^2 = 0,8091$
Kuarsa	$y = 196,72x + 273,16$	$R^2 = 0,7568$
Lempung	$y = -269,68x + 5998,4$	$R^2 = 0,8802$

Berdasarkan Tabel 3.4 dapat dilihat bahwa nilai regresi linier positif pada mineral Plagioklas dan Kuarsa, maka tegangan geser pada batu tufa cenderung besar dengan penyusun mineral Plagioklas dan Kuarsa, namun nilai regresi linier negatif pada mineral Biotit dan Lempung, maka tegangan geser pada batu tufa cenderung menurun dengan bertambahnya persentase Biotit dan Lempung.



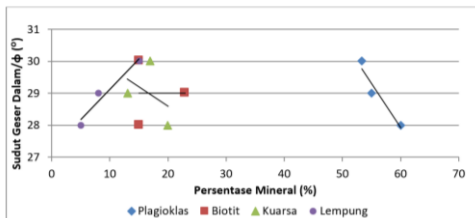
Gambar 3.2. Pengaruh mineral terhadap nilai kohesi

Garis *trendline* pada masing-masing persentase mineral untuk mengetahui pengaruh mineral terhadap nilai kohesi ditunjukkan *regresi linier* seperti Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Hasil rekapitulasi *linier* kohesi

Mineral	Koehsi	
Plagioklas	$y = 485,42x - 26355$	$R^2 = 0,9187$
Biotit	$y = -63,512x + 2025,8$	$R^2 = 0,9011$
Kuarsa	$y = 137,61x - 1487,3$	$R^2 = 0,8602$
Lempung	$y = -375,03x + 4132,9$	$R^2 = 0,6087$

Pada mineral Plagioklas dan Kuarsa regresi linier positif yang berarti bahwa kohesi cenderung meningkat dengan persentase mineral Plagioklas dan Kuarsa. Sementara nilai regresi linier pada mineral Biotit dan Lempung negatif yang berarti bahwa kohesi cenderung menurun dengan adanya persentase mineral Biotit dan Lempung.



Gambar 3.3. Pengaruh mineral terhadap sudut geser dalam

Sama halnya dengan nilai yang lain, untuk sudut geser dalam juga mengambil garis *trendline* pada masing-masing persentase mineral yang menunjukkan nilai *regresi linier* Tabel 3.6.

Tabel 3.6. Hasil rekapitulasi *linier* sudut geser dalam

Mineral	Sudut Geser Dalam	
Plagioklas	$y = -0,45x + 54,25$	$R^2 = 0,7512$
Biotit	$y = 0,0155x + 28,72$	$R^2 = 0,6552$
Kuarsa	$y = -0,0622x + 30,071$	$R^2 = 0,7311$
Lempung	$y = 0,4459x + 25,135$	$R^2 = 0,8176$

Tabel 3.6 menunjukkan regresi linier positif pada mineral Biotit dan Lempung yang berarti bahwa sudut geser dalam batu tufa cenderung meningkat dengan persentase mineral Biotit dan

Lempung. Sementara nilai regresi linier negatif pada mineral Plagioklas dan Kuarsa yang berarti bahwa sudut geser dalam batu tufa cenderung menurun dengan adanya persentase mineral Plagioklas dan Kuarsa.

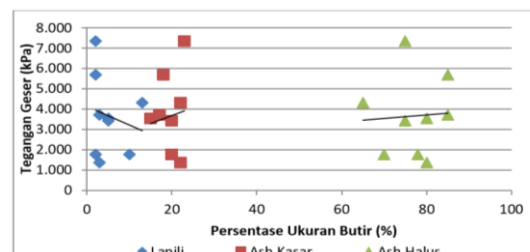
3.4 Pengaruh Ukuran Butir Terhadap Nilai Uji Kuat Geser

Pengaruh persentase ukuran butir batu tufa terhadap nilai uji kuat geser seperti yang terlihat pada Tabel 3.7 di bawah ini.

Tabel 3.7 Pengaruh ukuran butir terhadap nilai uji kuat geser

Segmen	Sampel	Ukuran Butir (%)			Tegangan Geser KPa	Koehsi (C) kPa	SGD (φ) (°)
		Lapili (1/6 mm)	Ash Kasar (1/25 mm)	Ash Halus (1/256 mm)			
I	1	3	22	80	1372,93	65,38	30
	2	2	20	78	1765,20		
	3	5	15	80	3530,39		
II	1	10	20	70	1765,20	621,09	29
	2	5	20	75	3432,33		
	3	13	22	65	4314,93		
III	1	3	17	85	3726,53	1961,30	28
	2	2	18	85	5687,86		
	3	2	23	75	7354,99		

Untuk melihat secara rinci pengaruh ukuran butir terhadap nilai hasil kuat geser, berikut ini dibuatkan grafik-grafik *trendline* dan regresi linier dari Tabel 3.7

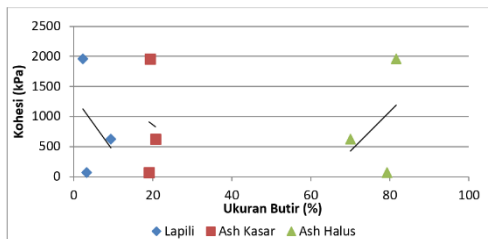


Gambar 3.4 Pengaruh ukuran butir terhadap Tegangan Geser.

Tabel 3.8 Regresi linier ukuran butir terhadap nilai Tegangan Geser

Ukuran Butir	Tegangan Geser	
Lapili	$y = -90,949x + 4115,9$	$R^2 = 0,7334$
Ash Kasar	$y = 78,09x + 2125,4$	$R^2 = 0,8107$
Ash Halus	$y = 17,472x + 2315,8$	$R^2 = 0,8035$

Dari Tabel 3.8 terlihat bahwa regresi linier positif pada ukuran butir ash kasar dan ash halus, berarti nilai tegangan geser akan meningkat bila persentase ukuran butir ini semakin banyak. Namun sebaliknya regresi linier negatif pada ukuran butir lapilli yang berarti bila ukuran lapilli semakin banyak akan menurunkan nilai tegangan geser batu tufa.



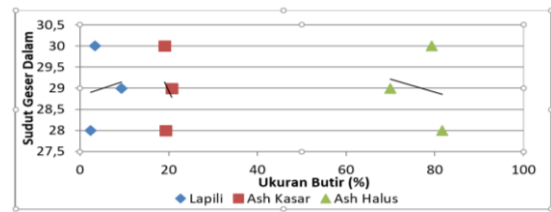
Gambar 3.5 Pengaruh ukuran butir terhadap nilai Tegangan Geser.

Tabel 3.9 Regresi linier ukuran butir terhadap nilai Kohesi

Ukuran Butir	Kohesi	
Lapili	$y = -92,362x + 1344,4$	$R^2 = 0,9287$
Ash Kasar	$y = -49,026x + 1846,8$	$R^2 = 0,8802$
Ash Halus	$y = 65,042x - 4125,7$	$R^2 = 0,8697$

Dari Tabel 3.9 terlihat bahwa regresi linier positif pada ukuran butir ash halus, berarti nilai kohesi akan meningkat bila kandungan ukuran butir ini semakin banyak. Namun sebaliknya regresi linier negatif pada ukuran butir lapilli dan ash

kasar yang berarti bila ukuran ini semakin banyak akan menurunkan nilai kohesi batu tufa.



Gambar 3.6 Pengaruh ukuran butir terhadap nilai Sudut Geser Dalam

Tabel 3.10 Regresi linier ukuran butir terhadap nilai Sudut Geser Dalam

Ukuran Butir	Sudut Geser Dalam	
Lapili	$y = 0,0349x + 28,826$	$R^2 = 0,9174$
Ash Kasar	$y = -0,2143x + 33,214$	$R^2 = 0,8357$
Ash Halus	$y = -0,0306x + 31,357$	$R^2 = 0,8357$

Dari Tabel 3.10 terlihat bahwa regresi linier positif pada ukuran butir lapilli, berarti nilai sudut geser dalam akan meningkat bila kandungan ukuran butir ini semakin banyak. Namun sebaliknya regresi linier negatif pada ukuran butir ash kasar dan ash halus yang berarti bila ukuran ini semakin banyak akan menurunkan nilai sudut geser dalam batu tufa.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian ini, maka diperoleh beberapa kesimpulan :

batu

1. Sampel Batu Tufa mempunyai persentase plagioklas (56%), Biotit (18%), Kuarsa (17%) dan Lempung

- (8,6%) dengan variasi ukuran butir Lapili (1/16 mm) sebanyak 5%, Ash Kasar (1/25 mm) sebanyak 19,67% dan Ash Halus (1/256 mm) sebanyak 77%
2. Batu Tufa mempunyai nilai Tegangan Geser (τ) sebesar 1372,93 – 3530,39 KPa (Segmen I); 1765,20 – 4314,93 KPa (Segmen II); 3726,53 – 7354,99 KPa (Segmen III). Nilai Kohesi (C) sebesar 65,38 KPa (Segmen I) ; 621,09 KPa (Segmen II) ; 1961,30 KPa (Segmen III). Sedangkan Nilai Sudut Geser Dalam (ϕ) sebesar 30° (Segmen I) ; 29° KPa (Segmen II) dan 28° KPa (Segmen III).
 3. Pengaruh mineral penyusun batu tufa terhadap nilai uji kuat geser adalah semakin banyak persentase mineral Plagioklas dan Kwarsa dalam batu tufa, maka nilai Tegangan Geser dan Kohesi semakin besar dan nilai Sudut Geser Dalam semakin kecil. Sebaliknya semakin banyak persentase mineral Biotit dan Lempung, maka nilai Tegangan Geser dan Kohesi semakin kecil dan nilai Sudut Geser Dalam semakin besar.
 4. Pengaruh ukuran butir batu tufa terhadap nilai Uji Kuat Geser dan adalah semakin halus ukuran butir maka nilai Kuat Geser dan Kohesi semakin besar. Sebaliknya semakin

kasar ukuran butir maka nilai Sudut Geser Dalam semakin besar.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Anggaeri, S.p. 2015. *Petrologi Batuan. Teknik Geologi STTNAS*. Yogyakarta.
- ASTM D4543-85.1991. *Standart Practice For Preparing Rock Core Speciments and determining dimentional and shape tolerances*
- Badan Geologi. (2017, April 5). *Laporan Singkat Bencana Gerakan Tanah Kecamatan Sibolangit, Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara*. Retrieved Februari 16, 2017, from Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral
- Gilang T, Rahmatyo and Saptono, 2016. *Analysis The Influence of Normal Load Variaton in Direct Shear Strength Test Parameter In Tuff, Mining Engineer* Pembangunan Nasional, Veteran.
- Kramadibrata, Suseno, dkk. 2000. *Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Batuan*, Program Studi Teknik Pertambangan, Istitut Teknologi Bandung (ITB).
- Kuswanto DS, 2006. *Dasar Teori Kriteria Keruntuhan Batuan*,

http://eprints.undip.ac.id/33820/5/1617_chapter_II.pdf

Made Astawa Rai, Suseno Kramadibrata,
dan Ridho Kresna Wattimena.
2014. *Kuat Geser Batuan*.
Mekanika Batuan. Penerbit ITB.
Bandung

Saptono, S, 2009. *Studi Kekuatan Geser
Terhadap Pengaruh Kekasaran
Permukaan Diaklas Batu Gamping*,
JTM, No. 1/2009, vol XVI

SNI 2848-2008. *Tata Cara Pembuatan
Benda Uji Laboratorium Di
Mekanika Batuan*

SNI 2824-2011. *Cara Uji Kuat Geser
Batuan*