

**STABILISASI TANAH MENGGUNAKAN KAPUR DAN ZEOLITH DI LOKASI LONGSOR JALAN DOLOK SANGGUL - PAKKAT KOORDINAT 2.1 LU 98° BT**

Oleh :

Poljuan Lumbangaol <sup>1</sup>

Romianus Laia <sup>2</sup>

Semangat Debataraja <sup>3</sup>

Yusuf Aulia Lubis <sup>4</sup>

Universitas Darma Agung<sup>1,2,3,4)</sup>

Email :

[poljuan.lgaol@gmail.com](mailto:poljuan.lgaol@gmail.com)

[romianuslaia@gmail.com](mailto:romianuslaia@gmail.com)

[semangatdebataraja@gmail.com](mailto:semangatdebataraja@gmail.com)

**ABSTRAK**

Stabilisasi merupakan salah satu cara dan upaya yang dilakukan untuk memperbaiki sifat dan karakteristik tanah dengan proses pencampuran material yang ada dengan bahan penstabilisasi (stabilizer) dan dipadatkan. Berbagai bahan pencampur stabilisasi telah banyak dilakukan diantaranya, semen, flyas, bitumen, kapur bahkan geogrid. Pada penelitian ini dilakukan stabilisasi pada tanah dilokasi yang rawan terjadi longsor tepatnya dijalan lintas Dolok Sanggul – Pakkat koordinat 2.1 LU, 98° BT di Desa Arbaan, Kec. Pakkat, Kab. Humbang Hasundutan, Sumatera Utara. Dengan menggunakan kombinasi campuran kapur dan zeolith dengan kadar campuran 5%, 10% dan 15%. Dengan pengujian yang dilakukan di laboratorium maka didapat hasil bahwa jenis tanah yang ada pada lokasi longsor termasuk kedalam jenis tanah berbutir dengan <35% atau lolos saringan no.200 sebesar 8,43% dengan klasifikasi A-4 (tanah berlanau) dengan type dominan tanah berpasir (AASTHO), dan Berdasarkan USCS tanah tersebut termasuk kedalam tanah berbutir kasar (coarse-grained soil), dengan batas batas atterberg didapat LL = 27,75%, PL = 14,38% dengan PI = 12,73% dan hasil berat jenis = 2,94.

**Kata Kunci: Kapur, Zeolith dan Direct Shear Test**

**ABSTRACT**

Stabilization is one of the methods and efforts made to improve the properties and characteristics of soil by mixing the existing material with a stabilizing agent and compacting it. Various stabilization mixing materials have been used, including cement, flyas, bitumen, lime, and even geogrid. In this research, soil stabilization was carried out in locations that were prone to landslides, precisely on the Dolok Sanggul-Pakkat highway, coordinates 2.1 N, 98° E in Arbaan Village, Kec. Pakkat, Kab. Humbang Hasundutan, North Sumatra. By using a combination of a mixture of lime and zeolith with a mixture content of 5%, 10%, and 15%. With tests carried out in the laboratory, the results were obtained that the type of soil at the landslide location was included in the granular soil type with <35% or passed filter no. 200 at 8.43% with classification A-4 (silty soil) with the dominant type of soil sandy (AASTHO), and based on the USCS, the soil is included in coarse-grained soil, with Atterberg limits obtained of LL = 27.75%, PL = 14.38% with PI = 12.73%, and heavy results type = 2.94.

**Keywords: Lime, Zeolith, and Direct Shear Test**

## Pendahuluan

Kelongsoran merupakan salah satu bencana alam yang sering melanda daerah perbukitan didaerah tropi basah. Kerusakan yang ditimbulkan oleh kelongSORan tersebut tidak hanya kerusakan secara langsung seperti rusaknya fasilitas umum, lahan pertanian, akan tetapi juga kerusakan secara tidak langsung yang melumpuhkan kegiatan pembangunan dan aktifitas ekonomi didaerah bencana dan sekitarnya. Longsor terjadi karena terjadinya hujan deras yang melanda daerah Pakkat sejak awal bulan Desember, akibat dari tingginya curah hujan tersebut mengakibatkan tingginya kadar air pada lereng meningkat dan mengakibatkan tanah menjadi lembek dan mengakibatkan lereng longsor, dari peristiwa tersebut mengakibatkan lalu lintas pada ruas jalan tersebut terganggu hingga 17 jam tidak bisa dilalui oleh kendaraan 4 (empat) hanya bisa dilalui kendaraan roda 2 (dua). Dengan adanya kondisi morfologi tanah diruas jalan Dolok Sanggul – Pakkat yang rawan longsor, maka penulis merasa perlu menganalisis faktor – faktor penyebab terjadinya tanah longsor dan stabilitas tanah longsor dengan menggunakan Kapur dan Zeolith.

## Tinjauan Pustaka

Tanah adalah kumpulan dari bagian - bagian padat yang tidak terikat antara yang satu dengan yang lain (diantaranya mungkin material organik) dan rongga – rongga diantara bagian – bagian tersebut berisi udara dan air (Verhoef, 1994). Jika kita berbicara tentang tanah maka kita juga akan membahas lereng yang merupakan bagian dari permukaan bumi yang berbentuk lapisan tanah dan juga batuan. Lereng merupakan bagian dari permukaan bumi yang memiliki sudut kemiringan yang beragam dan berbanding terhadap bidang datar (horizontal).

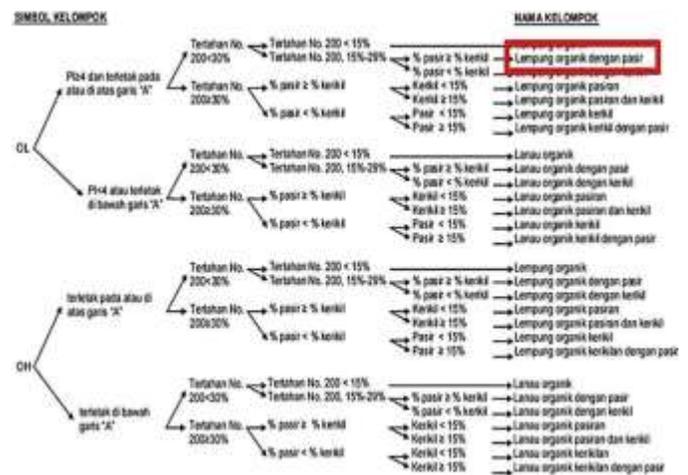
Macam Tanah	Berat Jenis
Kerikil	2,65-2,68
Pasir	2,65-2,68
Lanau tidak organic	2,65-2,68
Lempung organic	2,58-2,65
Lempung tidai organic	2,68-2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25-1,80

Tabel 1. Berat jenis dari setiap Tanah

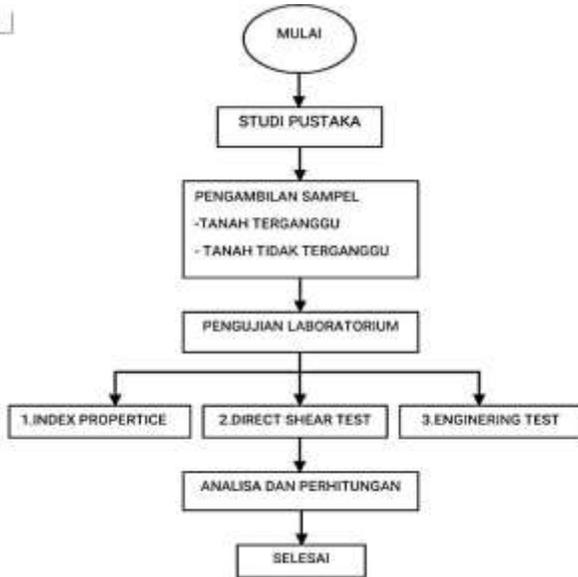
## Metode Pelaksanaan

Metode pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan pengumpulan data primer. Yaitu data yang diperoleh dari lapangan dan laboratorium.

Pelaksanaan pengujian ini dilakukan di Laboratorium Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Sumater Utara Laboratorium Pengujian Bahan Konstruksi Jalan dan Jembatan di jalan Sakti Lubis/Busi Dalam No 1 Medan (20219) Telepon (061) 7880822.



Gambar 1. Bagan Alur pengklasifikasi tanah



Gambar 2. Alur Program

## Hasil Penelitian

### 1. Pengujian Kadar Air

$$\text{Kadar air} = \frac{w^2 w^3}{w^3 w^3} \times 100\%$$

Dimana:

- $W^1$  = Berat cawan + tanah basah (gram)
- $W^2$  = Berat cawan + tanah kering (gram)
- $W^3$  = Berat cawan kosong (gram)
- $W^1 - W^2$  = Berat air (gram)
- $W^2 - W^1$  = Berat tanah kering (gram)

Nomor benda uji dan kedalaman		Tp1 - Tp2 (0.00 - (-1.00))	
No	Nomor cawan / Nama cawan	LG 1	LG 2
1	Berat cawan + tanah basah (w1) gram	329,70	289,40
2	Berat cawan + tanah kering (w2) gram	269,50	237,60
3	Berat air (w3) = (w1 - w2) gram	60,20	51,80
4	Berat cawan (w4)	79,70	78,60
5	Berat tanah kering (w5) = (w2 - w4)	189,80	159,00
6	Kadar air (w7) = (w3.w5) x 100 %	31,72	32,58
7	Kadar air rata rata (w8) = (Σ w7)/n %	32,15	

Tabel 2. Kadar air

### 2. Uji Berat Jenis

$$GS = \frac{W^5 - W^2}{W^t}$$

Dimana:

- $G_s$  = Berat jenis
- $W^1$  = Berat psikometer
- $W^2$  = Berat psikometer + tanah kering (gram)
- $W^3$  = Berat psikometer + air (gram)
- $W^4$  = Berat psikometer + tanah air (gram)
- $W^5$  = Isi tanah (gram)
- $W^t$  = Berat tanah (gram)

Jenis Tanah	Berat Jenis GS
Kerikil	2.65 – 2.68
Pasir	2.65 – 2.68
Lanau tidak organik	2.62 – 2.68
Lempung organik	2.58 – 2.65
Lempung tidak organik	2.68 – 2.75
Humus	1.37
Gambut	1.25 – 1.80

Tabel 3. Berat Jenis

Nomor benda uji dan kedalaman	Tp1-Tp2(0.00-(-1.00))		
	LG 1	LG 2	
Nomor psikometer	LG 1	LG 2	
Berat psikometer + contoh (W <sup>2</sup> )	94,67	97,23	
Berat psikometer (W <sup>1</sup> )	60,86	62,7	
Berat tanah wt = (w2 - w1) gram	33,81	34,53	
Temperatur °c	20		
Berat piknometer + air + tanah pada temperatur 20 °c (gram) (W <sup>3</sup> )	165,2	165,6	
Berat piknometer + air pada 20°C (W <sup>4</sup> )	161,15	163,23	
isi tanah W <sup>5</sup> = W <sup>3</sup> - W <sup>4</sup>	194,96	197,76	
berat jenis (Gs)	$\frac{W^5 - W^2}{W^t}$ (cm <sup>3</sup> )	2,97	2,91
		Rata-rata Berat jenis G <sub>s</sub>	
		2,94	

Tabel 4. Uji Berat

Dari hasil uji berat jenis dapat diambil kesimpulan jenis tanah ini termasuk tanah Lempung.

### 3. Uji Analisa Ringan

Data dan perhitungan:

- Saringan no. 200
- Berat butiran yang tertinggal sebesar 51.47gram
- Persentase berat butir tertinggal dirumuskan sebagai berikut,  

$$\frac{\text{berat butir tertinggal}}{\text{berat total tanah}} \times 1000\%$$
- Persentase kumulatif butir tanah %
- Persentase kumulatif melalui (s) dirumuskan sebagai berikut:  

$$= 100\% - \text{persentase kumulatif}$$

$$= 100\% - 91,57\%$$

$$= 8,43\%$$

Analysis	LL				PL		PI
	1	2	3	4	1	2	
No. Uji	1	2	3	4	1	2	
No. Cotainer	LG 1	LG 2	LG 3	LG 4	LG A	LG B	
Berat Cotainer, W1 (gr)	14,6	14,6	14,4	14,5	14,4	14,4	
Berat Tanah Basah + Cotainer W2 (gr)	64,4	62,1	60,1	56,3	45,6	42,7	
Berat Tanah Kering + Cotainer W3 (gr)	48,3	48,0	46,5	45,2	39,2	34,9	
Berat Tanah Basah W4 = W2-W1 (gr)	49,9	47,5	45,7	41,8	31,2	28,3	10,54
Berat Tanah Kering W5 = W3-W1 (gr)	33,8	33,3	32,0	30,7	24,8	20,5	
Berat Air W6 = W4-W5 (gr)	16,1	14,2	13,6	11,1	6,4	7,7	
Kadar Air W7 = (W6/W5) * 100%	47,8	42,6	42,6	36,1	25,7	37,7	
Banyak Ketukan, N	10,0	23,0	31,0	41,0			
Berat Cair, W8 = $\sum$ W7 /n	42,26				31,7		

Tabel 5. Analisa Ringan

Dari hasil pengujian dari indeks properties dapat disimpulkan jenis tanah dengan menurut SNI 6371:2015 (ASTM D 2487-06, MOD) tata cara pengklasifikasian tanah untuk keperluan teknik dengan sistem klasifikasi unifikasi tanah. Dengan menggunakan bagan alir untuk

pengklasifikasian tanah organik butir halus (lolos ayakan N0.200 > 50%) jenis tanah dari Desa Arbaan, Kec Pakkat, Kab Humbang Hasundutan adalah lempung organik dengan pasir.

### 4. Uji Kuat Geser

Data dan perhitungan:

- P1 = 3,14kg
- P2 = 6,35kg
- P3 = 9,49kg
- Tinggi Sampel = 1
- Diameter = 6
- Luas = 28,26cm<sup>3</sup>
- Tegangan normal = 0,33kg/cm

Maka persamaan:

Persamaan 1 dan 2

$$0,218 = C+0,111 \tan \emptyset \dots\dots\dots(\text{pers 1})$$

$$0,291 = C+0,225 \tan \emptyset \dots\dots\dots(\text{pers 2})$$

$$-0,223 = -0191 \tan \emptyset$$

$$\tan \emptyset = \frac{-0,223}{-0,191} = 1,167$$

$$\emptyset_1 = 36,52$$

$$= 36^{\circ}31'12''$$

Substitusi persmaan 1

$$0,218 = C+0,111 \tan \emptyset$$

$$0,218 = C+0,111 \times 1,167$$

$$C_1 = 0,129 \text{ KG/cm}^3$$

Persamaan 2 dan 3

$$0,291 = C+0,225 \tan \emptyset \dots\dots\dots(\text{pers 2})$$

$$0,345 = C+0,336 \tan \emptyset \dots\dots\dots(\text{pers 3})$$

$$-0,058 = -0,111 \tan \emptyset$$

Substitusi persamaan 2

$$0,291 = C+0,0225 \tan \emptyset$$

$$0,291 = C+0,225 \times 0,522$$

$$C_2 = 0,403 \text{ kg/cm}^3$$

Persamaan 1 dan 3

$$0,218 = C+0,111 \tan \emptyset \dots\dots\dots(\text{pers 1})$$

$$0,345 = C + 0,336 \tan \emptyset \dots\dots (\text{pers } 3)$$

$$-0,127 = -0,225 \tan \emptyset$$

Substansi persamaan 3

$$0,345 = C + 0,336 \tan \emptyset$$

$$0,345 = C + 0,336 \times 0,564$$

$$C_3 = 0,549 \text{ kg/cm}^2$$

Dari hasil perhitungan didapat sudut geser tanah sebesar,  $\emptyset = 36^\circ 50' 6''$ .

Dari hasil perhitungan didapat kohesi tanah sebesar,  $C = 0,360 \text{ kg/cm}^2$ .

### 5. Pengujian Berat Jenis Tanah Asli diTambah Kapur dan Zeolith

No	Tanah asli (gr)	Kapur (gr)	Zeolit (gr)	Total (gr)
1	95% = 705	5% = 38	5% = 38	781
2	90% = 705	10% = 76	10% = 76	858
3	85% = 705	15% = 114	15% = 114	933

Tabel 6. Berat tiap campuran tanah asli + kapur 5%, 10 % dan 15% + zeolith 5%, 10%, 15%<sup>^</sup>

Jadi, setiap campuran untuk pengujian memiliki berat yang berbeda-beda yaitu pada campuran pertama memiliki berat 781gr, untuk campuran yang kedua memiliki berat 858gr dan campuran yang ketiga memiliki berat 933gr.

Sampel	Rata-Rata Berat Jenis
Tanah Asli	2,94
T. Asli 95% & Kapur 5%	2,2
T. Asli 90% & Kapur 10%	2,02
T. Asli 85% & Kapur 15%	2,02

Tabel 7. Berat jenis tanah asli ditambah kapur

Pada tabel 4.7 dapat juga dilihat nilai berat jenis untuk Tanah Asli pada pengujian ini sebesar 2,94gr/cm. Setelah dilakukan pengujian dengan penambahan Kapur 5%,

10% dan 15% terhadap Tanah Asli 95%, 90% dan 85% dengan campuran yang bervariasi maka didapat berat jenis tanah sebesar 2,02gr/cm<sup>2</sup>.

Sampel	Rata-Rata Berat Jenis
Tanah asli	2,94
T. Asli 95% & Zeolith 5%	2,01
T. Asli 90% & Zeolith 10%	2,01
T Asli 85% & Zeolith 15%	2,01

Tabel 8. Berat jenis tanah ditambah Zeolith

Jadi, dari hasil pengujian berat jenis didapat bahwa dengan menggunakan campuran Zeolith juga mengalami penurunan dan tidak mengalami kenaikan.

### 6. Pengujian Atterberg Limit Menggunakan Tanah Asli dengan Campuran Kapur dan Zeolith

Analysis	LL				PL		PI
	1	2	3	4	1	2	
No. Uji							
No. Cotainer	LG 1	LG 2	LG 3	LG 4	LG A	LG B	
Berat Container, W1 (gr)	14,6	14,6	14,4	14,5	14,4	14,4	
Berat Tanah Basah + Container W2 (gr)	61,0	59,2	56,4	60,0	55,0	42,0	
Berat Tanah Kering + Contaierr W3 (gr)	51,7	48,5	46,5	49,0	49,0	34,0	
Berat Tanah Basah W4 = W2-W1 (gr)	47,8	45,0	43,0	46,0	40,0	28,0	7,68
Berat Tanah Kering W5 = W3-W1 (gr)	34,0	33,0	31,0	34,0	35,0	20,0	
Berat Air W6 = W4-W5 (gr)	12,0	13,0	11,0	11,8	5,2	7,0	
Kadar Air W7 = (W6/W5) * 100%	36,5	34,2	30,6	33,4	17,2	34,8	
Banyak Ketukan, N	10,0	21,0	31,0	40,0			
Berat Cair, W8 = $\sum W7 / n$	33,7				26,0		

Tabel 9. Hasil pengujian tanah asli + kapur 5%

**STABILISASI TANAH MENGGUNAKAN KAPUR DAN ZEOLITH DI LOKASI LONGSOR JALAN DOLOK  
SANGGUL- PAKKAT KOORDINAT 2.1 LU 98° BT**

Poljuan Lumbangaol<sup>1</sup>, Romianus Laia<sup>2</sup>, Semangat Debataraja<sup>3</sup>, Yusuf Aulia Lubis<sup>4</sup>

Analysis	LL				PL		PI
	1	2	3	4	1	2	
No. Uji					1	2	
No. Cotainer	LG 1	LG 2	LG 3	LG 4	LG A	LG B	
Berat Container, W1 (gr)	14,0	14,3	14,4	14,5	14,6	14,4	
Berat Tanah Basah + Container W2 (gr)	59,7	60,1	57,3	62,0	55,1	42,7	
Berat Tanah Kering + Contaienr W3 (gr)	48,9	47,9	46,3	49,0	49,4	34,9	
Berat Tanah Basah W4 = W2-W1 (gr)	45,7	45,8	42,9	47,5	40,5	28,3	7,81
Berat Tanah Kering W5= W3-W1 (gr)	34,9	33,6	31,9	34,5	34,8	20,5	
Berat Air W6 = W4-W5 (gr)	10,8	12,2	11,0	13,0	5,7	7,7	
Kadar Air W7 = (W6/W5) * 100%	30,9	36,3	34,5	37,7	16,4	37,7	
Banyak Ketukan, N	9,0	19,0	30,0	40,0			
Berat Cair, W8 = $\sum W7 / n$	34,9				27,0		

Tabel. 10 Hasil pengujian tanah asli + kapur 10%

Dari data tabel diatas, maka hasil pengujian Atterberg Limit dimana tanah asli dicampur dengan kapur sebanyak 10% dengan hasil nilai batas cair (LL) = 34,9%, nilai batas plastis (PL) = 27,0% dan nilai indeks plastis (PI) = 7,81%.

Analysis	LL				PL		PI
	1	2	3	4	1	2	
No. Uji					1	2	
No. Cotainer	LG 1	LG 2	LG 3	LG 4	LG A	LG B	
Berat Container, W1 (gr)	14,2	14,6	14,6	14,4	14,3	14,4	
Berat Tanah Basah + Container W2 (gr)	62,5	58,7	54,4	50,5	41,3	40,6	
Berat Tanah Kering + Contaienr W3 (gr)	51,5	49,0	48,7	45,2	38,0	37,0	
Berat Tanah Basah W4 = W2-W1 (gr)	48,3	44,1	39,8	36,1	27,0	26,2	7,98
Berat Tanah Kering W5= W3-W1 (gr)	37,3	34,4	34,1	30,8	23,7	22,6	
Berat Air W6 = W4-W5 (gr)	11,0	9,7	5,7	5,3	3,3	3,6	
Kadar Air W7 = (W6/W5) *100%	29,5	28,2	16,7	17,2	13,9	15,9	
Banyak Ketukan, N	12,0	21,0	30,0	41,0			
Berat Cair, W8 = $\sum W7 / n$	22,91				14,9		

Tabel. 11 Hasil pengujian tanah asli + kapur

15%

Dari data tabel diatas, maka hasil pengujian Atterberg Limit dimana tanah asli dicampur dengan kapur sebanyak 15% dengan hasil nilai batas cair (LL) = 22,91%, nilai batas plastis (PL) = 14,9% dan nilai indeks plastis (PI) = 7,98%.

**7. Pengujian Atterberg Limit dengan Tanah Asli dan Campuran Zeolith**

Analysis	LL				PL		PI
	1	2	3	4	1	2	
No. Uji					1	2	
No. Cotainer	LG 1	LG 2	LG 3	LG 4	LG A	LG B	
Berat Container, W1 (gr)	14,4	14,6	14,4	14,5	14,3	14,4	
Berat Tanah Basah + Container W2 (gr)	63,0	60,5	55,7	56,7	52,0	42,7	
Berat Tanah Kering + Contaienr W3 (gr)	50,0	47,9	44,8	47,4	47,5	34,9	
Berat Tanah Basah W4 = W2-W1 (gr)	48,6	45,9	41,3	42,2	37,7	28,3	8,97
Berat Tanah Kering W5= W3-W1 (gr)	35,6	33,3	30,4	32,9	33,2	20,5	
Berat Air W6 = W4-W5 (gr)	13,0	12,6	10,9	9,3	4,5	7,7	
Kadar Air W7 = (W6/W5) * 100%	36,5	37,8	35,9	28,3	13,6	37,7	
Banyak Ketukan, N	10,0	19,0	30,0	41,0			
Berat Cair, W8 = $\sum W7 / n$	34,6				25,6		

Tabel 12. Hasil pengujian tanah asli + zeolith 5%

Dari data tabel diatas, maka hasil pengujian Atterberg Limit dimana tanah asli dicampur dengan zeolith sebanyak 5% dengan hasil nilai batas cair (LL) = 34,6%, nilai batas plastis (PL) = 25,6% dan nilai indeks plastis (PI) = 8,97%.

**STABILISASI TANAH MENGGUNAKAN KAPUR DAN ZEOLITH DI LOKASI LONGSOR JALAN DOLOK SANGGUL- PAKKAT KOORDINAT 2.1 LU 98° BT**

Poljuan Lumbangaol<sup>1</sup>, Romianus Laia<sup>2</sup>, Semangat Debataraja<sup>3</sup>, Yusuf Aulia Lubis<sup>4</sup>

Analysis	LL				PL		PI
	1	2	3	4	1	2	
No. Uji							
No. Cotainer	LG 1	LG 2	LG 3	LG 4	LG A	LG B	
Berat Container, W1 (gr)	14,4	14,6	14,4	14,5	14,3	14,4	
Berat Tanah Basah + Container W2 (gr)	62,5	60,0	55,0	56,5	52,0	42,7	
Berat Tanah Kering + Contaienr W3 (gr)	48,9	47,9	44,8	46,9	47,5	34,9	9,08
Berat Tanah Basah W4 = W2-W1 (gr)	48,1	45,4	40,6	42,0	37,7	28,3	
Berat Tanah Kering W5= W3-W1 (gr)	34,5	33,3	30,4	32,4	33,2	20,5	
Berat Air W6 = W4-W5 (gr)	13,6	12,1	10,2	9,6	4,5	7,7	
Kadar Air W7 = (W6/W5) * 100%	39,4	36,3	33,6	29,6	13,6	37,7	
Banyak Ketukan, N	10,0	19,0	30,0	41,0			
Berat Cair, W8 = $\sum W7/n$	34,7				25,6		

Tabel 13. Hasil pengujian tanah asl + zeolith 10%

Dari data tabel diatas, maka hasil pengujian Atterberg Limit dimana tanah asli dicampur dengan zeolith sebanyak 10% dengan hasil nilai batas cair (LL) = 34,7%, nilai batas plastis (PL) = 25,6% dan nilai indeks plastis (PI) = 9,08%.

Analysis	LL				PL		PI
	1	2	3	4	1	2	
No. Uji							
No. Cotainer	LG 1	LG 2	LG 3	LG 4	LG A	LG B	
Berat Container, W1 (gr)	11,0	14,6	14,6	14,4	14,3	14,4	
Berat Tanah Basah + Container W2 (gr)	62,6	57,5	54,3	52,4	44,1	41,7	
Berat Tanah Kering + Contaienr W3 (gr)	49,4	48,0	47,0	47,2	39,7	38,0	8,83
Berat Tanah Basah W4 = W2-W1 (gr)	51,6	42,9	39,7	38,0	29,8	27,3	
Berat Tanah Kering W5= W3-W1 (gr)	38,4	33,4	32,4	32,8	25,4	23,6	
Berat Air W6 = W4-W5 (gr)	13,2	9,5	7,3	5,2	4,4	3,7	
Kadar Air W7 = (W6/W5) * 100%	34,4	28,5	22,5	16,0	17,3	15,7	
Banyak Ketukan, N	10,0	20,0	30,0	40,0			
Berat Cair, W8 = $\sum W7/n$	25,33				16,5		

Tabel 13. Hasil perhitungan tanah asli + zeolith 15%

Dari data tabel diatas, maka hasil pengujian Atterberg Limit dimana tanah asli dicampur dengan zeolith sebanyak 15% dengan hasil nilai batas cair (LL) = 25,33%, nilai batas plastis (PL) = 16,5% dan nilai indeks plastis (PI) = 8,83%.

**8. Pengujian Kuat Geser Langsung (Direct Shear Test) Tanah Asli dan Campuran Kapur dan Zeolit**

Pengujian DST ini dilakukan di laboratorium, yaitu suatu beban yang dikerjakan pada suatu massa tanah akan selalu menghasilkan tegangan-tegangan dengan intensitas yang berbeda-beda.

**9. Perhitungan Kuat GeserLangsung (Direct Shear Test) Tanah Asli dan Campuran Kapur 5%, 10% dan 15% (Pemeraman 3 Hari)**

Dari hasil perhitungan didapat sudut geser tanah sebesar  $\phi = 60^{\circ}26'12''$  Dari hasil perhitungan didapat kohesi tanah sebesar  $C = 0,419 \text{ kg/cm}^2$ . Cara perhitungan DST (direct shear test) untuk pengujian tanah asli ditambah kapur 10% dan 15% dengan sampel tanah dari lokasi longsor di desa Arbaan pada hari pemeraman yang ke 7 sampai hari 11.

Gaya Normal		P1 = 3,14 Kg		P2 = 6,35 Kg		P3 = 9,49 Kg				
Tegangan Normal		$\sigma 1 = 0,111 \text{ Kg/cm}^2$		$\sigma 2 = 0,225 \text{ Kg/cm}^2$		$\sigma 3 = 0,336 \text{ Kg/cm}^2$				
Tegangan Geser		$\tau 1 = 0,39 \text{ Kg/cm}^2$		$\tau 2 = 0,47 \text{ Kg/cm}^2$		$\tau 3 = 0,58 \text{ Kg/cm}^2$				
Waktu	Pegeseran	Bacaan Arloji	Gaya Geser	Tegangan Geser	Bacaan Arloji	Gaya Geser	Tegangan Geser			
detik	mm	divisi	Kg	Kpa	divisi	Kg	Kpa			
15	20	10,00	3,05	10,79	17,55	5,35	18,94	35,95	10,96	38,80
30	40	12,45	3,80	13,44	20,00	6,10	21,59	38,45	11,73	41,50
45	60	14,75	4,50	15,92	22,25	6,79	24,01	41,00	12,51	44,25
60	80	16,90	5,15	18,24	24,00	7,32	25,90	44,25	13,50	47,76
75	100	19,00	5,80	20,51	27,80	8,48	30,08	47,40	14,46	51,16
90	120	24,20	7,38	26,12	31,25	9,53	33,73	50,00	15,25	53,96
105	140	26,45	8,07	28,55	33,60	10,25	36,26	52,65	16,06	56,82
120	160	28,70	8,75	30,97	35,90	10,95	38,75	53,00	16,17	57,20
135	180	31,00	9,46	33,46	37,52	11,44	40,48	53,38	16,28	57,61
150	200	33,95	10,35	36,64	44,00	13,42	47,49			
165	220	35,50	10,83	38,31	46,55	14,20	47,48			
180	240	36,00	10,98	38,85						
195	260									
240	280									

Tabel 14. Hasil pengujian DST tanah asli + kapur 5%

Dari data tabel dan grafik pengujian DST pada tanah asli di campur kapur 5%

**STABILISASI TANAH MENGGUNAKAN KAPUR DAN ZEOLITH DI LOKASI LONGSOR JALAN DOLOK SANGGUL- PAKKAT KOORDINAT 2.1 LU 98° BT**

Poljuan Lumbangaol<sup>1</sup>, Romianus Laia<sup>2</sup>, Semangat Debataraja<sup>3</sup>, Yusuf Aulia Lubis<sup>4</sup>

diatas dapat dijelaskan bahwa pengujian dilakukan sebanyak 3 sampel pengujian dengan gaya normal atau pembebanan yang berbeda beda, yaitu pada beban P1 memiliki berat 3,14kg beban P2 memiliki berat 6,35kg dan beban P3 memiliki berat 9,49kg.

Gaya Normal		P1 = 3,14 Kg			P2 = 6,35 Kg			P3 = 9,49 Kg		
Tegangan Normal		$\sigma_1 = 0,111 \text{ Kg/cm}^2$			$\sigma_2 = 0,225 \text{ Kg/cm}^2$			$\sigma_3 = 0,336 \text{ Kg/cm}^2$		
		$\tau_1 = 0,47 \text{ Kg/cm}^2$			$\tau_2 = 0,57 \text{ Kg/cm}^2$			$\tau_3 = 0,64 \text{ Kg/cm}^2$		
Waktu	Pergeseran	Bacaan Arloji	Gaya Geser	Tegangan Geser	Bacaan Arloji	Gaya Geser	Tegangan Geser	Bacaan Arloji	Gaya Geser	Tegangan Geser
detik	mm	divisi	Kg	Kpa	divisi	Kg	Kpa	divisi	Kg	Kpa
15	20	22,00	6,71	23,74	27,90	8,51	30,11	34,20	10,43	36,91
30	40	26,75	8,14	28,87	31,75	9,68	34,27	36,50	11,13	39,39
45	60	30,80	9,39	33,24	35,00	10,68	37,77	38,00	11,59	41,01
60	80	34,00	10,37	36,69	39,60	12,08	42,74	40,25	12,28	43,44
75	100	38,55	11,76	41,61	42,00	12,81	45,33	42,15	12,84	45,49
90	120	41,95	12,79	45,28	46,20	14,09	49,86	44,00	13,42	47,49
105	140	43,50	13,27	46,95	48,90	14,91	52,78	46,90	14,30	50,62
120	160				51,00	15,56	55,04	48,40	14,76	52,24
135	180				52,95	16,15	57,13	50,00	15,25	53,94
150	200				53,25	16,24	57,47	52,95	16,15	57,15
165	220							53,55	16,33	57,79
180	240							58,90	17,94	63,37
195	260									
240	280									

Tabel 15. Hasil pengujian DST tanah asli + kapur 10%

Dari data tabel dan grafik pengujian DST pada tanah asli di campur kapur 10% diatas dapat dijelaskan bahwa pengujian dilakukan sebanyak 3 sampel pengujian dengan gaya normal atau pembebanan yang berbeda beda, yaitu pada beban P1 memiliki berat 3,14kg beban P2 memiliki berat 6,35kg dan beban P3 memiliki berat 9,49kg.

Gaya Normal		P1 = 3,14 Kg			P2 = 6,35 Kg			P3 = 9,49 Kg		
Tegangan Normal		$\sigma_1 = 0,111 \text{ Kg/cm}^2$			$\sigma_2 = 0,225 \text{ Kg/cm}^2$			$\sigma_3 = 0,336 \text{ Kg/cm}^2$		
		$\tau_1 = 0,55 \text{ Kg/cm}^2$			$\tau_2 = 0,69 \text{ Kg/cm}^2$			$\tau_3 = 0,75 \text{ Kg/cm}^2$		
Waktu	Pergeseran	Bacaan Arloji	Gaya Geser	Tegangan Geser	Bacaan Arloji	Gaya Geser	Tegangan Geser	Bacaan Arloji	Gaya Geser	Tegangan Geser
detik	mm	divisi	Kg	Kpa	divisi	Kg	Kpa	divisi	Kg	Kpa
15	20	31,25	9,53	33,73	39,70	12,11	42,85	50,10	15,28	54,07
30	40	33,00	10,07	35,62	47,25	14,41	51,00	52,00	15,86	56,12
45	60	35,45	10,81	38,26	49,00	14,95	52,88	54,00	16,47	58,28
60	80	36,90	11,25	39,82	51,00	15,56	55,04	56,50	17,23	60,98
75	100	38,25	11,67	41,28	53,15	16,21	57,36	58,35	17,80	62,98
90	120	40,23	12,27	43,42	55,25	16,85	59,63	59,00	18,00	63,68
95	140	42,15	12,86	45,49	57,05	17,40	61,57	60,80	18,54	65,62
105	160	44,15	13,47	47,65	59,00	18,00	63,68	62,00	18,91	66,91
120	180	46,00	14,03	49,65	61,20	18,67	63,68	65,70	20,04	70,91
135	200	47,34	14,44	51,09	62,55	19,08	66,05	67,00	20,44	72,31
150	220	48,95	14,93	52,83	63,80	19,46	67,51	69,75	21,27	75,28
165	240	50,25	15,33	54,23	64,00	19,52	68,86			
180	260	51,25	15,63	55,31						
195	280									

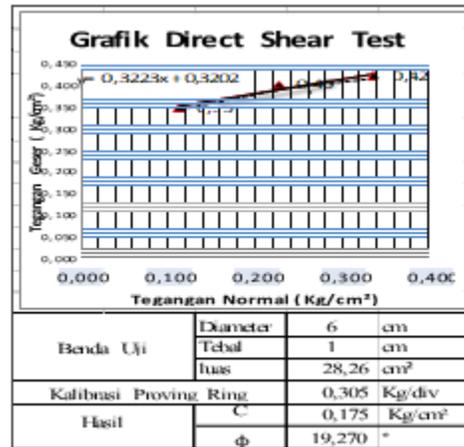
Tabel 16. Hasil pengujian DST tanah asli + kapur 15%

Dari data tabel dan grafik pengujian DST pada tanah asli di campur kapur 15% diatas

dapat dijelaskan bahwa pengujian dilakukan sebanyak 3 sampel pengujian dengan gaya normal atau pembebanan yang berbeda beda, yaitu pada beban P1 memiliki berat 3,14kg beban P2 memiliki berat 6,35kg dan beban P3 memiliki berat 9,49kg.

**10. Perhitungan Kuat Geser Langsung (Direct Shear Test) Tanah Asli dan Campuran Zeolith 5%, 10% dan 15% (Pemeraman 3 Hari)**

Sama seperti cara perhitungan DST untuk pengujian tanah asli ditambah zeolith 10% dan 15% dan sampel pada hari yang ke 7 sampai hari 11.



Tabel 17. Hasil pengujian DST tanah asli + zeolith 5%

Dan sesuai dengan grafik DST dapat juga dijelaskan bahwa diameter dan tebal sampel sama yaitu dengan diameter 6cm dan ketebalan 1cm, dan luas 28,26 cm<sup>2</sup>, kalibrasi proving ring dari ketiga pengujian sampel = 0,305kg/div, hasil kohesi (c) = 0,175kg/cm<sup>2</sup> dan sudut geser ( $\phi$ ) = 19°.

**STABILISASI TANAH MENGGUNAKAN KAPUR DAN ZEOLITH DI LOKASI LONGSOR JALAN DOLOK SANGGUL- PAKKAT KOORDINAT 2.1 LU 98° BT**

Poljuan Lumbangaol<sup>1</sup>, Romianus Laia<sup>2</sup>, Semangat Debataraja<sup>3</sup>, Yusuf Aulia Lubis<sup>4</sup>

Gaya Normal		P1 = 3,14 Kg			P2 = 6,35 Kg			P3 = 9,49 Kg		
Tegangan Normal		σ1 = 0,111 Kg/cm <sup>2</sup>			σ2 = 0,225 Kg/cm <sup>2</sup>			σ1 = 0,336 Kg/cm <sup>2</sup>		
		τ1 = 0,47 Kg/cm <sup>2</sup>			τ2 = 0,57 Kg/cm <sup>2</sup>			τ1 = 0,64 Kg/cm <sup>2</sup>		
Waktu	Pergeseran	Bacaan	Gaya	Tegangan	Bacaan	Gaya	Tegangan	Bacaan	Gaya	Tegangan
		Arloji	Geser	n Geser	Arloji	Geser	n Geser	Arloji	Geser	n Geser
detik	mm	divisi	Kg	Kpa	divisi	Kg	Kpa	divisi	Kg	Kpa
15	20	22,00	6,71	23,74	27,90	8,51	30,11	34,20	10,43	36,91
30	40	26,75	8,16	28,87	31,75	9,68	34,27	36,50	11,13	39,39
45	60	30,80	9,59	33,24	35,00	10,68	37,77	38,00	11,59	41,01
60	80	34,00	10,37	36,69	39,60	12,08	42,74	40,25	12,28	43,44
75	100	38,55	11,76	41,61	42,00	12,81	45,33	42,15	12,86	45,49
90	120	41,95	12,79	45,28	46,20	14,09	49,88	44,00	13,43	47,49
105	140	43,50	13,27	46,95	48,90	14,91	52,78	46,90	14,30	50,62
120	160				51,00	15,58	55,04	48,40	14,76	52,24
135	180				52,95	16,15	57,15	50,00	15,25	53,96
150	200				53,25	16,24	57,47	52,95	16,15	57,15
165	220							53,55	16,33	57,79
180	240							58,90	17,98	63,57
195	260									
240	280									

Tabel 18. Hasil pengujian DST tanah asli + kapur 10%

Dari data tabel dan pengujian DST pada tanah asli di campur kapur 10% diatas dapat dijelaskan bahwa pengujian dilakukan sebanyak 3 sampel pengujian dengan gaya normal atau pembebanan yang berbeda beda, yaitu pada beban P1 memiliki berat 3,14kg beban P2 memiliki berat 6,35kg dan beban P3 memiliki berat 9,49kg.

Gaya Normal		P1 = 3,14 Kg			P2 = 6,35 Kg			P3 = 9,49 Kg		
Tegangan Normal		σ1 = 0,111 Kg/cm <sup>2</sup>			σ2 = 0,225 Kg/cm <sup>2</sup>			σ1 = 0,336 Kg/cm <sup>2</sup>		
		τ1 = 0,55 Kg/cm <sup>2</sup>			τ2 = 0,69 Kg/cm <sup>2</sup>			τ1 = 0,75 Kg/cm <sup>2</sup>		
Waktu	Pergeseran	Bacaan	Gaya	Tegangan	Bacaan	Gaya	Tegangan	Bacaan	Gaya	Tegangan
		Arloji	Geser	n Geser	Arloji	Geser	n Geser	Arloji	Geser	n Geser
detik	mm	divisi	Kg	Kpa	divisi	Kg	Kpa	divisi	Kg	Kpa
15	20	31,25	9,53	33,73	39,70	12,11	42,85	50,10	15,28	54,07
30	40	33,00	10,07	35,62	47,25	14,41	51,00	52,00	15,86	56,12
45	60	35,45	10,81	38,26	49,00	14,95	52,88	54,00	16,47	58,28
60	80	36,90	11,25	39,82	51,00	15,56	55,04	56,50	17,23	60,98
75	100	38,25	11,67	41,28	53,15	16,21	57,36	58,35	17,80	62,98
90	120	40,23	12,27	43,42	55,25	16,85	59,63	59,00	18,00	63,68
95	140	42,15	12,86	45,49	57,05	17,40	61,57	60,80	18,54	65,62
105	160	44,15	13,47	47,65	59,00	18,00	63,68	62,00	18,91	66,91
120	180	46,00	14,03	49,65	61,20	18,67	63,68	65,70	20,04	70,91
135	200	47,34	14,44	51,09	62,55	19,08	66,05	67,00	20,44	72,31
150	220	48,95	14,93	52,83	63,80	19,46	67,51	69,75	21,27	75,28
165	240	50,25	15,33	54,23	64,00	19,52	68,86			
180	260	51,25	15,63	55,31						
195	280									

Tabel 19. Hasil pengujian DST tanah asli + kapur 15%

Dari data tabel dan pengujian DST pada tanah asli di campur kapur 15% diatas dapat dijelaskan bahwa pengujian dilakukan sebanyak 3 sampel pengujian dengan gaya normal atau pembebanan yang berbeda beda, yaitu pada beban P1 memiliki berat 3,14kg beban P2 memiliki berat 6,35kg dan beban P3 memiliki berat 9,49kg.

**11. Perhitungan Kuat Geser Langsung (Direct Shear Test) Tanah Asli dan Campuran Zeolith 5%, 10% dan 15% (Pemeraman 3 Hari)**

Sama seperti cara perhitungan DST untuk pengujian tanah asli ditambah zeolith 10% dan 15% dan sampel pada hari yang ke 7 sampai hari 11.

Gaya Normal		P1 = 3,14 Kg			P2 = 6,35 Kg			P3 = 9,49 Kg		
Tegangan Normal		σ1 = 0,111 Kg/cm <sup>2</sup>			σ2 = 0,225 Kg/cm <sup>2</sup>			σ1 = 0,336 Kg/cm <sup>2</sup>		
		τ1 = 0,35 Kg/cm <sup>2</sup>			τ2 = 0,40 Kg/cm <sup>2</sup>			τ1 = 0,42 Kg/cm <sup>2</sup>		
Waktu	Pergeseran	Bacaan	Gaya	Tegangan	Bacaan	Gaya	Tegangan	Bacaan	Gaya	Tegangan
		Arloji	Geser	n Geser	Arloji	Geser	n Geser	Arloji	Geser	n Geser
detik	mm	divisi	Kg	Kpa	divisi	Kg	Kpa	divisi	Kg	Kpa
15	20	9,20	2,81	9,93	16,70	5,09	18,02	18,20	5,55	19,64
30	40	11,55	3,52	12,47	18,20	5,55	19,64	20,75	6,33	22,39
45	60	13,85	4,22	14,95	20,65	6,30	22,29	22,55	6,88	24,34
60	80	15,90	4,85	17,16	22,90	6,98	24,72	24,90	7,59	26,87
75	100	17,25	5,26	18,62	24,15	7,37	26,06	26,15	7,98	28,22
90	120	19,15	5,84	20,67	26,45	8,07	28,55	28,15	8,59	30,38
105	140	21,05	6,42	22,72	28,75	8,77	31,03	32,00	9,76	34,54
120	160	23,75	7,24	25,63	30,75	9,38	33,19	36,85	11,24	39,77
135	180	25,95	7,91	28,01	33,55	10,23	36,21	39,25	11,97	42,36
150	200	27,40	8,36	29,57	37,25	11,36	40,20			
165	220	30,25	9,23	32,65	39,30	11,99	40,20			
180	240	32,55	9,93	35,13						
195	260									
240	280									

Tabel 20. Hasil pengujian DST tanah asli + zeolith 5%

Dari data tabel dan grafik pengujian DST pada tanah asli di campur zeolith 5% diatas dapat dijelaskan bahwa pengujian dilakukan sebanyak 3 sampel pengujian dengan gaya normal atau pembebanan yang berbeda beda, yaitu pada beban P1 memiliki berat 3,14kg beban P2 memiliki berat 6,35kg dan beban P3 memiliki berat 9,49kg.

Gaya Normal		P1 = 3,14 Kg			P2 = 6,35 Kg			P3 = 9,49 Kg		
Tegangan Normal		σ1 = 0,111 Kg/cm <sup>2</sup>			σ2 = 0,225 Kg/cm <sup>2</sup>			σ1 = 0,336 Kg/cm <sup>2</sup>		
		τ1 = 0,37 Kg/cm <sup>2</sup>			τ2 = 0,49 Kg/cm <sup>2</sup>			τ1 = 0,56 Kg/cm <sup>2</sup>		
Waktu	Pergeseran	Bacaan	Gaya	Tegangan	Bacaan	Gaya	Tegangan	Bacaan	Gaya	Tegangan
		Arloji	Geser	n Geser	Arloji	Geser	n Geser	Arloji	Geser	n Geser
detik	mm	divisi	Kg	Kpa	divisi	Kg	Kpa	divisi	Kg	Kpa
15	20	21,30	6,50	22,99	25,70	7,84	27,74	26,55	8,10	28,65
30	40	23,90	7,29	25,79	27,55	8,40	29,73	28,30	8,63	30,54
45	60	25,45	7,76	27,47	29,50	9,00	31,84	31,15	9,50	33,62
60	80	27,55	8,40	29,73	31,20	9,52	33,67	33,55	10,23	36,21
75	100	30,20	9,21	32,59	33,25	10,14	35,89	35,70	10,89	38,53
90	120	32,65	9,96	35,24	35,75	10,90	38,58	37,60	11,47	40,58
105	140	34,50	10,52	37,23	37,85	11,54	40,85	39,95	12,18	43,12
120	160				39,95	12,18	43,12	41,80	12,75	45,11
135	180				42,75	13,04	46,14	44,30	13,51	47,81
150	200				45,40	13,85	49,00	46,25	14,11	49,92
165	220							48,90	14,91	52,78
180	240							52,15	15,91	56,28
195	260									
240	280									

Tabel 21. Hasil pengujian DST tanah asli + zeolith 10%

**STABILISASI TANAH MENGGUNAKAN KAPUR DAN ZEOLITH DI LOKASI LONGSOR JALAN DOLOK SANGGUL- PAKKAT KOORDINAT 2.1 LU 98° BT**

Poljuan Lumbangaol<sup>1</sup>, Romianus Laia<sup>2</sup>, Semangat Debataraja<sup>3</sup>, Yusuf Aulia Lubis<sup>4</sup>

Dari data tabel dan grafik pengujian DST pada tanah asli di campur zeoloth 10% diatas dapat dijelaskan bahwa pengujian dilakukan sebanyak 3 sampel pengujian dengan gaya normal atau pembebanan yang berbeda beda, yaitu pada beban P1 memiliki berat 3,14kg beban P2 memiliki berat 6,35kg dan beban P3 memiliki berat 9,49kg.

Gaya Normal		P1 = 3,14 Kg		P2 = 6,35 Kg		P3 = 9,49 Kg	
Tegangan Normal		σ1 = 0,111 Kg/cm <sup>2</sup>		σ2 = 0,225 Kg/cm <sup>2</sup>		σ3 = 0,336 Kg/cm <sup>2</sup>	
		τ1 = 0,56 Kg/cm <sup>2</sup>		τ2 = 0,62 Kg/cm <sup>2</sup>		τ3 = 0,64 Kg/cm <sup>2</sup>	
Waktu	Pergeseran	Bacaan Arloji	Gaya Geser	Tegangan Geser	Bacaan Arloji	Gaya Geser	Tegangan Geser
detik	mm	divisi	Kg	Kpa	divisi	Kg	Kpa
15	20	27,25	8,31	29,41	35,30	10,77	38,10
30	40	29,55	9,01	31,89	37,40	11,41	40,36
45	60	31,90	9,73	34,43	39,60	12,08	42,74
60	80	33,65	10,26	36,32	41,55	12,67	44,84
75	100	35,45	10,81	38,26	44,00	13,42	47,49
90	120	37,70	11,50	40,69	46,85	14,29	50,56
105	140	39,85	12,15	43,01	48,55	14,81	52,40
120	160	41,90	12,78	45,22	50,85	15,51	54,88
135	180	43,60	13,30	47,06	52,90	16,13	56,88
150	200	45,35	13,83	48,94	54,45	16,61	57,09
165	220	47,35	14,44	51,10	57,20	17,45	59,45
180	240	49,40	15,07	53,32	59,00	18,00	61,73
195	260	51,70	15,77	55,80			
240	280						

Tabel 22. Hasil pengujian DST tanah asli + zeolith 15%

Dari data tabel dan grafik pengujian DST pada tanah asli di campur zeolith 15% diatas dapat dijelaskan bahwa pengujian dilakukan sebanyak 3 sampel pengujian dengan gaya normal atau pembebanan yang berbeda beda, yaitu pada beban P1 memiliki berat 3,14kg beban P2 memiliki berat 6,35kg dan beban P3 memiliki berat 9,49kg.

Jenis tanah	Waktu pemeraman / Elevasi tanah	No sampel	sudut geser dalam		kohesi	
			Ø	Ø rata-rata	C	C rata-rata
			°	°	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
Tanah Asli	Elevasi (0.00) - (-1.00)	1	36°31'12"	36°50'6"	0.468	0.437
		2	35°17'24"			
		3	46°32'24"			
		4	28°59'24"			
Tanah Asli + Kapur 5%, 10%, 15%	3 Hari	1	42°46'48"	60°26'12"	0.419	0.395
		2	54°31'12"			
		3	84°0'36"			
	7 Hari	1	45°43'12"	51°11'48"	0.245	1.297
		2	61°38'24"			
		3	46°13'48"			
	11 Hari	1	19°6'0"	29°13'0"	0.140	0.556
		2	29°7'48"			
		3	39°25'12"			
Tanah Asli + Zeolith 5%, 10%, 15%	3 Hari	1	19°16'12"	36°50'12"	0.175	1.108
		2	68°32'24"			
		3	22°42'0"			
	7 Hari	1	54°58'48"	59°34'0"	0.302	0.366
		2	84°41'24"			
		3	39°1'48"			
	11 Hari	1	21°31'12"	33°5'12"	0.193	0.720
		2	43°9'36"			
		3	34°34'48"			

Tabel 23. Hasil pengujian kuat geser langsung tanah asli + kapur & zeolite

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan di Laboratorium Balai Besar Pengujian dan Jembatan BBPJN II dapat disimpulkan bahwa;

1. Kasifikasi tanah dengan metode AASTHO, USCS, jenis tanah yang ada pada lokasi longsor di Desa Arbaan termasuk kedalam tanah berbutir kasar A-4 tanah berlanau (lanau dan lempung) <35% atau lolos saringan no.200 sebesar 8,43%. Dan berdasarkan ketentuan SNI 6371:2015 (ASTM D 2487-06, MOD) dengan batas ketentuan 5% sampai 12% mengandung butiran halus.
2. Dari hasil pengujian DST (Direct Shear Test) yang dilakukan pada

tanah asli, didapat sudut geser dan kohesi dengan nilai rata-rata sebagai berikut; Hasil kohesi (C) rata-rata dari keempat sampel yaitu; 0,437kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan hasil dari sudut geser ( $\emptyset$ ) rata-rata sampel adalah; 36°50'6".

3. Dari hasil pengujian DST (Direct Shear Test) terhadap tanah yang diberi campuran kapur dan zeolith dengan variasi komposisi pada waktu pemeraman 3,7 dan 11 hari, sudut geser rata-rata dan kohesi rata-rata sebagai berikut; Hasil pengujian tanah asli ditambah kapur 5%, 10% dan 15% dengan lama pemeraman 3 hari didapat hasil kohesi (C) rata-rata dari tiap sampel yaitu; 0,395kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan hasil dari sudut geser ( $\emptyset$ ) adalah, 60°26'12". Pengujian sampel tanah asli pada campuran kapur pemeraman 7 hari dengan hasil kohesi (C) rata-rata; 1,297kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan hasil dari sudut geser ( $\emptyset$ ) adalah, 51°11'48". Pengujian sampel tanah asli pada campuran kapur pemeraman 11 hari didapat hasil kohesi (C) rata-rata; 0,556kg/cm<sup>2</sup>. Untuk hasil dari sudut geser ( $\emptyset$ ) adalah, 29°13'0". Pengujian sampel tanah asli pada campuran zeolith 5%, 10% dan 15% dengan lama pemeraman 3 hari didapat hasil rata-rata kohesi (C) dari tiap sampel yaitu; 1,108kg/cm<sup>2</sup>. Dan hasil dari sudut geser ( $\emptyset$ ) rata-rata adalah, 36°50'12". Pengujian sampel tanah asli pada campuran zeolith pemeraman 7 hari, hasil kohesi (C) rata-rata dari tiap sampel yaitu; 0,366kg/cm<sup>2</sup>. Dan hasil rata-rata dari sudut geser ( $\emptyset$ ) adalah, 59°34'0". Pengujian sampel tanah asli pada campuran zeolith dengan lama pemeraman 11 hari untuk hasil kohesi (C) rata-rata dari tiap sampel

yaitu; 0,720kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan hasil sudut geser ( $\emptyset$ ) rata-rata adalah, 33°5'12".

### **Saran**

Setelah melakukan penelitian dan pengujian di Laboratorium Balai Besar Pengujian Jalan dan Jembatan BBPJJN II dan setelah penyusunan Tugas Akhir ini yang berjudul Stabilisasi Tanah Menggunakan Kapur dan Zeolith Dilokasi Longsor Jalan Doloksanggul – Pakkat di Desa Arbaan, Kecamatan Pakkat, Kabupaten Humbang Hasundutan Sumatera Utara maka penulis menyarankan bahwa;

1. Pada saat pengambilan sampel penulis berharap sampel diambil secara horizontal supaya pendekatan tanah hampir sama dengan tanah yang mengalami kelongsoran.
2. Untuk penelitian berikutnya diharapkan menggunakan alat triaxial untuk mendapatkan hasil yang lebih sempurna dalam pengujian kuat geser tanah.
3. Penulis berharap untuk penelitian berikutnya digunakan pemodelan dengan menggunakan program plaxis supaya lebih teliti untuk mencari safety faktor. Karena perlunya ketelitian pada saat melakukan pengujian sampel di laboratorium.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Hardiyatmo, H. C. 200, *Mekanika Tanah I*, Jilid 3, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka.
- Das. Braja M, *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid I. Diterjemahkan dan ditulis kembali oleh Ir. Noor Endah MOchtar M.Sc., Ph.D dan Ir. Indrasurya B.Mohchtar M.Sc., Ph.D, Institut Teknologi 10 Nopember, Surabaya.

- Debataraja, T.M.S; 2012; *Uji Triaksial Tidak Terkonsolidasi-Tidak Terdrainase dan Uji Tekan Bebas pada Tanah di Lokasi PDAM Tirtanadi Medan Marelان dan Prediksi Balik dengan Metode Elemen Hingga; Tesis Magister Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara.*
- Susanti, P.D., dan Miardini, A 2019. Identifikasi Karakteristik dan Faktor Pengaruh pada Berbagai Tipe Longsor. *AgriTECH*, 39(2), 97.
- Dr. Ir. H. Hary Christady Hardiyatmo, M.Eng, D.E.A (2006), *Penanganan Tanah Longsor Dan Erosi, Edisi Pertama*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. SNI 6371: 2015, *Tata cara Pengklasifikasian Tanah Untuk Keperluan Teknik Dengan Sistem Klasifikasi Unifikasi Tanah (ASTM D 2487-06, MOD)*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta
- John Tri Hatmoko, *Dinamika Tanah Dan Liquefaction*, Cahaya Atma Pustaka, 2016, Yogyakarta.
- University Press, Yogyakarta
- Laurence D. Wesley, *Mekanika Tanah Untuk Tanah Endapan Dan Residu*, ANDI, 2012, Yogyakarta.
- Das. Braja M, *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik)*, Jilid II, 1993, Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C. 2014, *Mekanika Tanah I*, Edisi Keenam, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Spesifikasi Umum 2018 Refisi 2
- SNI 6371: 2015 Tata Cara Pengklasifikasian Tanah Untuk Keperluan Teknik Dengan Sistem Klasifikasi Unifikasi Tanah (ASTM D 2487-06, MOD) Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.