

4. ANALISA UJI LABORATORIUM

4.1 Pendahuluan

Setelah dilakukan pengujian di laboratorium, hasil dan data yang diperoleh diolah dan dianalisis sedemikian rupa untuk didapatkan kesimpulan sesuai tujuan penelitian yang telah ditetapkan. Hasil olah data disajikan secara singkat dan padat. Hasil pengolahan data pelengkap akan dilampirkan di bagian akhir laporan ini.

4.2 Analisa Pengujian Karakteristik Tanah Kaolin

Untuk melakukan pengujian kuat geser terhadap tanah kaolin, terlebih dahulu dilakukan pengujian untuk mengetahui indeks propertis dari tanah tersebut.

4.2.1 Pengujian Atterberg Limits

➤ Batas Cair (Liquidity limit) :

Berdasarkan percobaan batas cair (LL) tanah yang dilakukan pada setiap pengujian tanah dan hasilnya ditabulasikan untuk diolah, kemudian perhitungan dilakukan dengan masing-masing benda uji:

Contoh Perhitungan:

Sampel 1 (11 ketukan):

$$\text{Berat can (W}_1\text{)} = 6.34$$

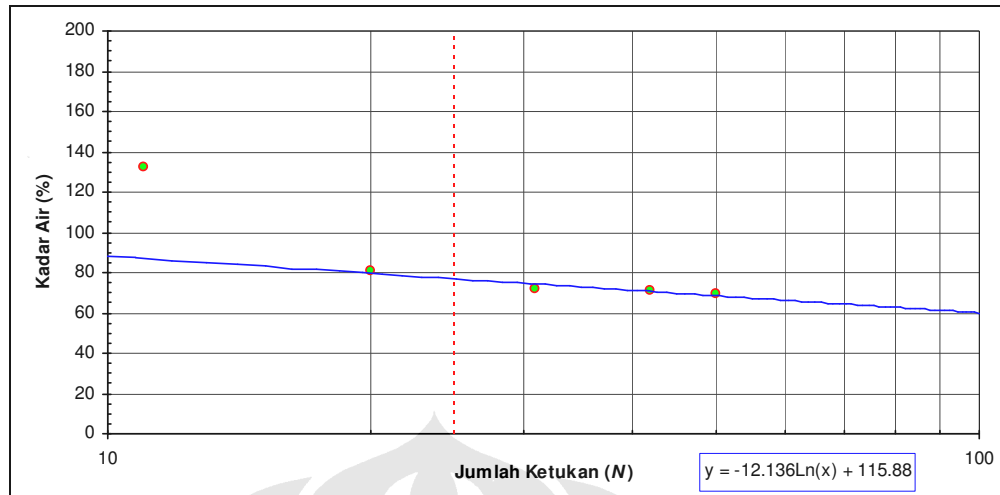
$$\text{Berat can + berat tanah basah (W}_2\text{)} = 26.13$$

$$\text{Bera can + berat tanah kering (W}_3\text{)} = 14.87$$

$$\text{Kadar Air (W)} = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Air (W)} = \frac{26.13 - 14.87}{14.87.53 - 6.34} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Air (W)} = 132.00\%$$



Gambar 4.1 Grafik batas cair

Untuk data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

➤ **Batas Plastis (Plasticity limit) :**

Berdasarkan percobaan batas plastis (PL) tanah yang dilakukan pada setiap pengujian tanah dan hasilnya ditabulasikan untuk diolah, kemudian perhitungan dilakukan dengan masing-masing benda uji :

Contoh Perhitungan:

Pada Benda Uji 1:

- Berat can (W_1) = 21.49 gram
- Berat can + Berat tanah basah (W_2) = 39.65 gram
- Berat can + Berat tanah kering (W_3) = 34.60 gram

$$\text{Kadar Air}_1 (w) = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100 \% = \frac{39.65 - 34.60}{34.60 - 21.49} \times 100 \% = 38.52 \%$$

Pada Benda Uji 2:

- Berat can (W_1) = 12.82 gram
- Berat can + Berat tanah basah (W_2) = 29.76 gram
- Berat can + Berat tanah kering (W_3) = 25.07 gram

$$\text{Kadar Air}_2 (w) = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \times 100 \% = \frac{29.76 - 25.07}{25.07 - 12.82} \times 100 \% = 38.29 \%$$

Maka kadar air rata-rata untuk 2 buah benda uji :

$$\text{Kadar Air}_{\text{rata-rata}} = \frac{38.52 + 38.29}{2} = 38.40\%$$

Indeks Plastis (PI) :

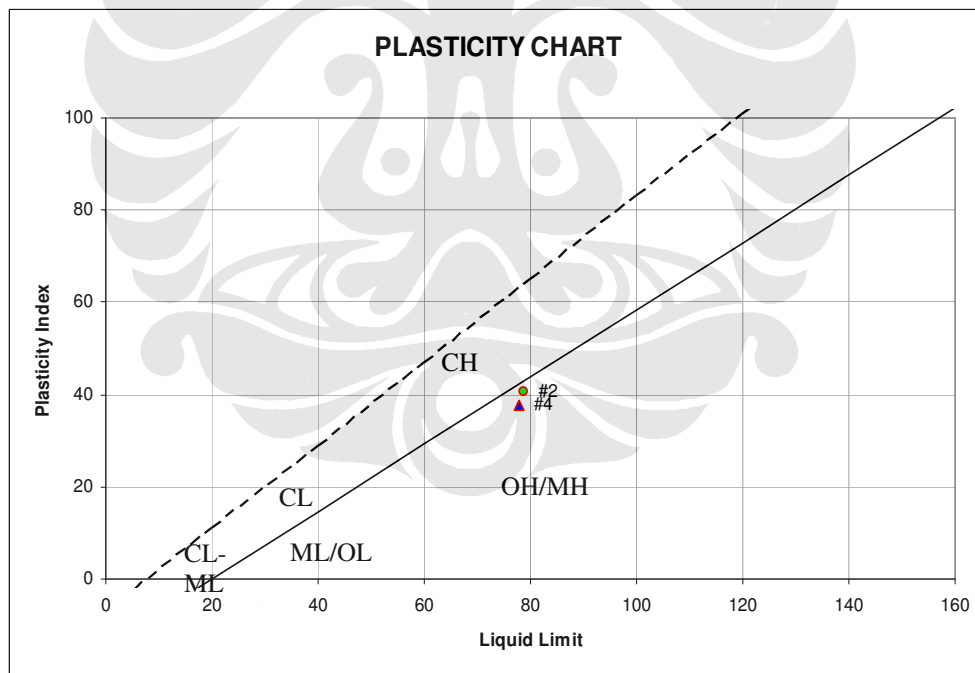
$$\text{PI} = \text{LL} - \text{PL} = 78.90 - 38.40 = 40.50\%$$

Dari perhitungan di atas dapat dilihat selengkapnya pada tabel yang terlampir.

Kesimpulan:

Tabel 4.1 Pengujian Atterberg Limit

Simbol	LL (%)	PL (%)	PI (%)	Unified Classification
#1	76.80			-
#2	78.90	38.40	40.50	MH
#3	77.10			-
#4	77.90	40.17	37.73	MH



Gambar 4.2 Grafik plastisitas

4.2.2 Specific Gravity (Berat Jenis)

$$W_w = W_s + W_{bw} - W_{bws}$$

$$G_s = \alpha \frac{W_s}{W_w}$$

Contoh perhitungan:

Sampel 1

$$\begin{aligned} W_w &= W_s + W_{bw} - W_{bws} \\ &= 100.02 + 656.65 - 718.29 \\ &= 38.38 \end{aligned}$$

$$G_s = \alpha \frac{W_s}{W_w}$$

$$G_s = 0.99598 \frac{100.02}{38.38}$$

$$G_s = 2.596$$

Untuk data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.2 Pengujian Specific Gravity

NO. TES	Unit	1	2	3	4
Vol. piknometer pada 20°C	(mL)	500	500	500	500
Metode <i>air removal</i> ¹		dididihkan	dididihkan	dididihkan	dididihkan
Berat piknometer + air + tanah = W_{bws}	(gr)	718.29	718.15	727.44	726.16
Temperatur pada saat pengujian, °C		29	29	29	29
Berat piknometer + air ² = W_{bw}	(gr)	656.65	656.43	665.75	664.40
No. <i>evaporate dish</i>		1	2	7	8
Berat <i>evaporate dish</i> + tanah kering	(gr)	402.29	407.95	418.23	394.76
Berat <i>evaporate dish</i>	(gr)	302.27	307.92	318.08	294.71
Berat tanah kering = W_s	(gr)	100.02	100.03	100.15	100.05
$W_w = W_s + W_{bw} - W_{bws}$	(gr)	38.38	38.31	38.46	38.29
Nilai α pada temperatur pengujian		0.99598	0.99598	0.99598	0.99598
$G_s = \alpha W_s / W_w$		2.596	2.601	2.594	2.602
Gs Rata-rata		2.598			

Kesimpulan:

Berdasarkan dari hasil pengujian yang telah dilaksanakan didapatkan berat jenis rata-rata tanah adalah 2.598. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa mineral tanah berdasarkan berat jenis tersebut adalah **mineral lempung kaolinite** dengan berat jenis berkisar antara 2,60.

4.2.3 Hydrometer

Maksud dan tujuan percobaan hydrometer adalah untuk menentukan distribusi dari butiran tanah yang memiliki diameter yang lebih kecil dari 0.074 mm (saringan no. 200 ASTM) dengan cara pengendapan (*hydrometer analysis*).

Contoh perhitungan:

Sampel 1

Dari percobaan *Specific Gravity* didapat $GS = 2.598$

Dari tabel, $a = 1.012$

Berat tanah $W_S = 50$ gram

Koreksi nol = 4

Koreksi miniskus = 1

Contoh perhitungan pada pembacaan menit pertama :

$T = 28.5^{\circ}\text{C}$ maka CT dari tabel = 2.76

R_a (*Actual Hydrometer Reading*) = $R_1 = 53$

R_C (*Correction Hydrometer Reading*) = $R_a - \text{koreksi nol} + CT$

$RC = 53 - 4 + 2.76$

$RC = 51.76$

$$\% \text{ finer} = \frac{R_c \cdot a}{W_s} \times 100\%$$

$$\% \text{ finer} = \frac{51.76 \times 1.012}{50} \times 100\%$$

$$\% \text{ finer} = 104.8$$

R (*Hydrometer Correction Only for Reading*) = $R_a + \text{koreksi miniskus}$

$R = 53 + 1$

$R = 54$

Dari tabel, dengan $R = 54$ maka akan diperoleh $L = 7.4$

Pada saat menit pertama, $t = 1$, maka $L/t = 7.4/1 = 7.4$

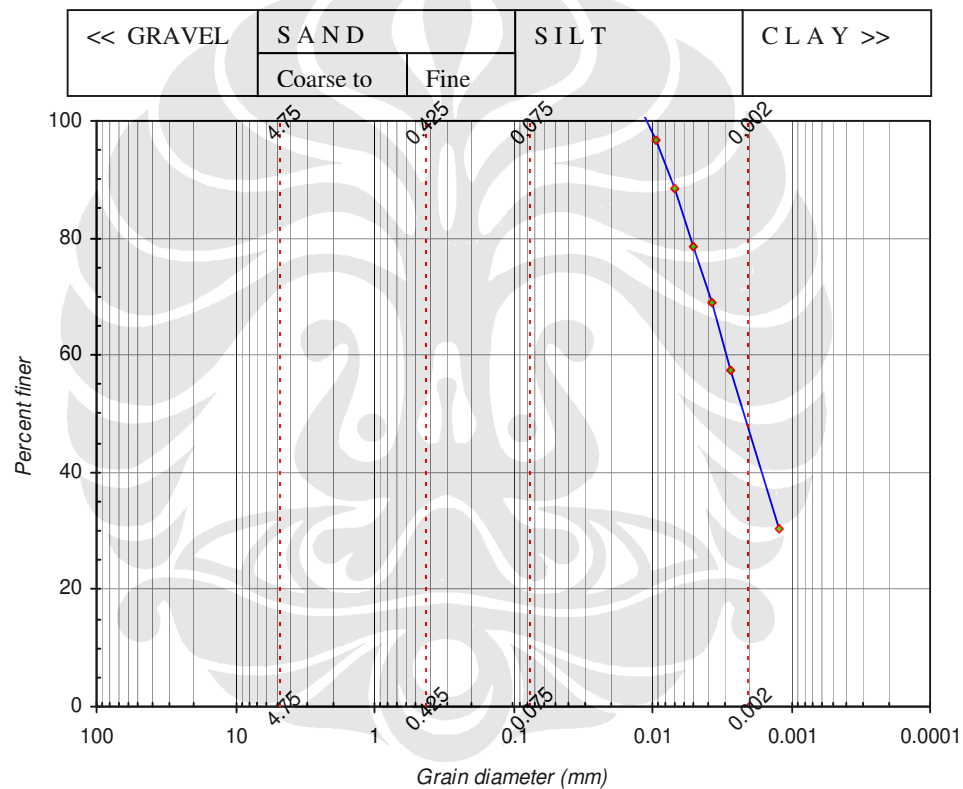
Dari relasi temperatur dengan GS pada tabel, maka akan diperoleh nilai $k = 0.0126$

Nilai Diameter adalah $D = K\sqrt{\frac{L}{t}}$

$$D = 0.0126\sqrt{\frac{7.4}{1}}$$

$$D = 0.034\text{mm}$$

Untuk hasil perhitungan seluruh pembacaan data dirangkum pada sebuah tabel seperti terlampir.



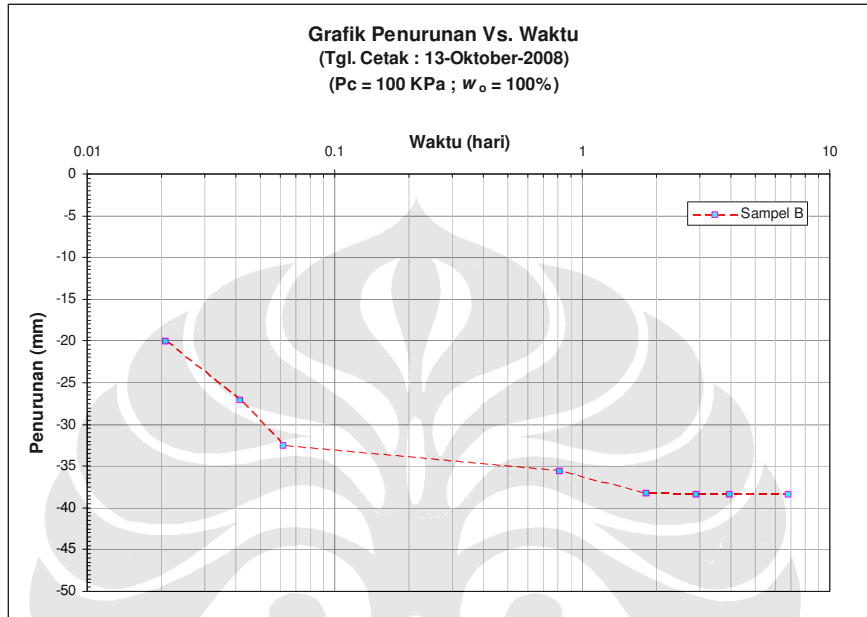
Gambar 4.3 Grafik hydrometer

Kesimpulan:

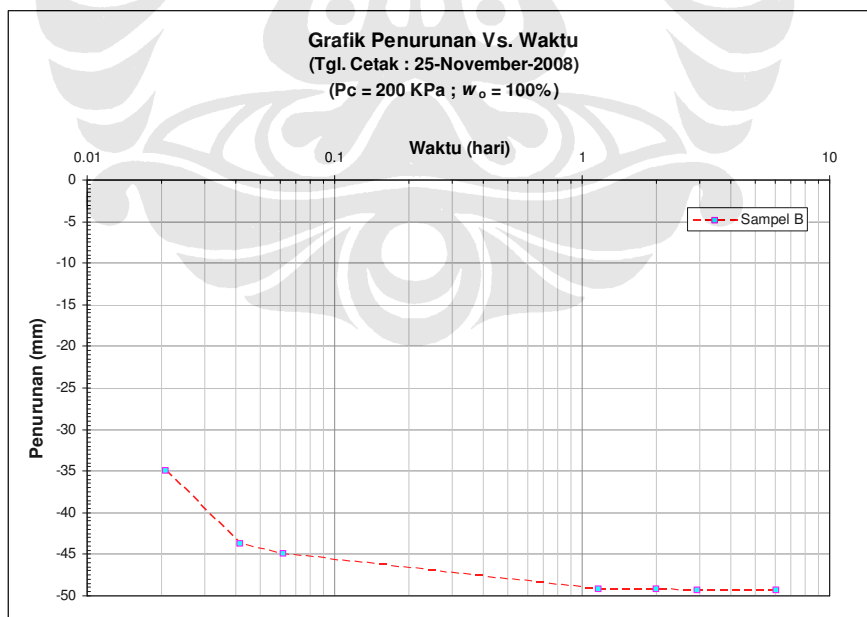
Berdasarkan dari hasil pengujian hydrometer dan data grafik yang telah diolah didapatkan klasifikasi tanah "Clayey Silt", deskripsi visual tanah adalah putih.

4.3 Analisa Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji untuk pengujian kuat geser, dilakukan dengan membuat dua benda uji dengan pembebanan yang berbeda, yaitu: $P_c=100$ kPa dan $P_c=200$ kPa.



Gambar 4.4 Grafik Penurunan 100 kPa



Gambar 4.5 Grafik Penurunan 200 kPa

Data dan tabel hasil perhitungan terlampir

4.4 Analisa Pengujian Kuat Geser Tanah Kaolin

Pada pengujian pengujian kuat geser terhadap tanah kaolin, dilakukan dengan membuat dua benda uji dengan pembebanan yang berbeda, yaitu: $P_c=100$ kPa dan $P_c=200$ kPa.

4.4.1 Triaksial

Berdasarkan data dari hasil pengujian, maka didapat hasil perhitungan:

Contoh perhitungan :

Sampel No.1 ($P_c=100$ kPa)

Data :

$$\sigma_{31} = 0.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Tinggi sampel (H}_o\text{)} = 7.56 \text{ cm}$$

$$\text{Diameter sampel (D)} = 3.81 \text{ cm}$$

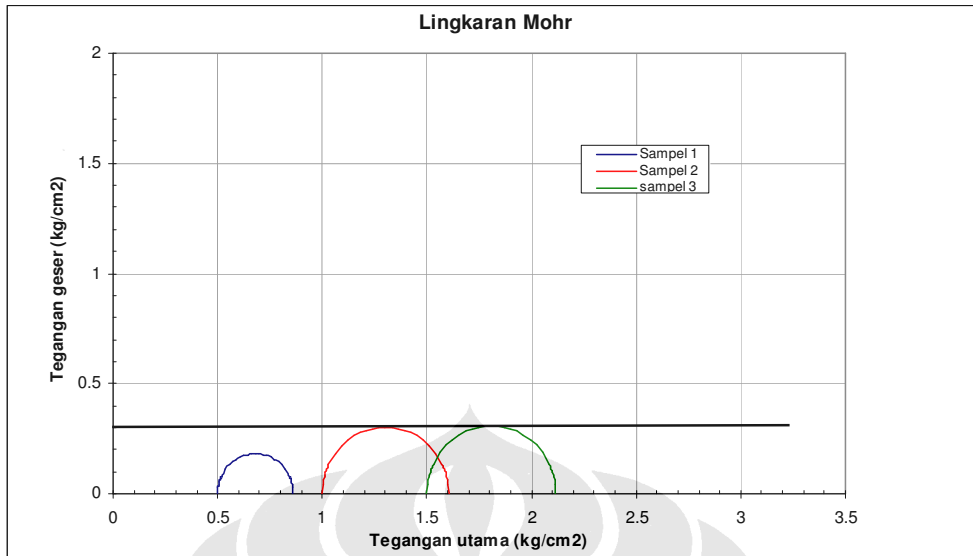
$$A_o = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = 11.40 \text{ cm}^2$$

$$\text{LRC} = 0.364 \text{ kg/cm}^2$$

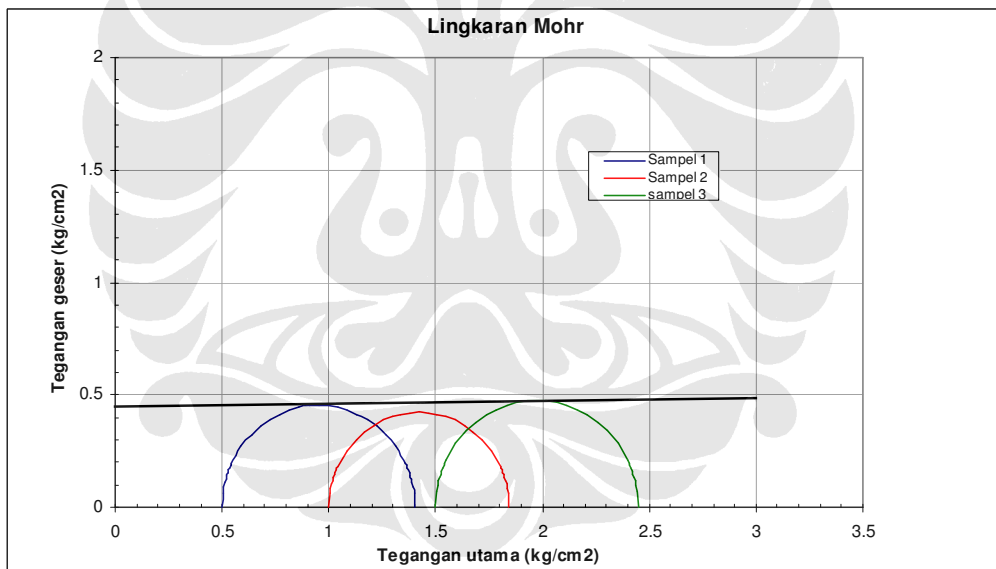
Contoh perhitungan :

- Pembacaan dial deformasi 0.025 mm
- Unit strain (ϵ)
$$= \frac{\Delta H}{H_o} \times 100\%$$
$$= \frac{0.025}{7.56} \times 100\%$$
$$= 0.331\%$$
- Area correction factor = $(1 - \epsilon) = 1 - (0.00331) = 0.997 \text{ cm}^2$
$$= \frac{A_o}{1 - \epsilon}$$
- Luas terkoreksi
$$= \frac{11.40}{0.997} = 11.439 \text{ cm}^2$$
$$= \frac{11.439}{0.764}$$
- Tegangan deviator
$$= 0.067 \text{ kg/cm}^2$$

Data dan tabel hasil perhitungan terlampir



Gambar 4.6 Lingkaran Mohr 100 kPa



Gambar 4.7 Lingkaran Mohr 200 kPa

Kesimpulan

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan dengan $P_c=100\text{kPa}$ diperoleh :

1. Nilai kohesi tanah dari pengujian triaksial (c) = 30 kPa
2. Nilai sudut geser dalam tanah (ϕ) = 0°

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan dengan $P_c=200\text{kPa}$ diperoleh :

1. Nilai kohesi tanah dari pengujian triaksial (c) = 44 kPa
2. Nilai sudut geser dalam tanah (ϕ) = 1°

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Data Triaksial

Tekanan Pra-Konsolidasi	Nilai kohesi tanah (c) kPa	Nilai sudut geser dalam tanah (ϕ)
$P_c = 100 \text{ kPa}$	30	0°
$P_c = 200 \text{ kPa}$	44	1°

Data dan tabel hasil perhitungan terlampir

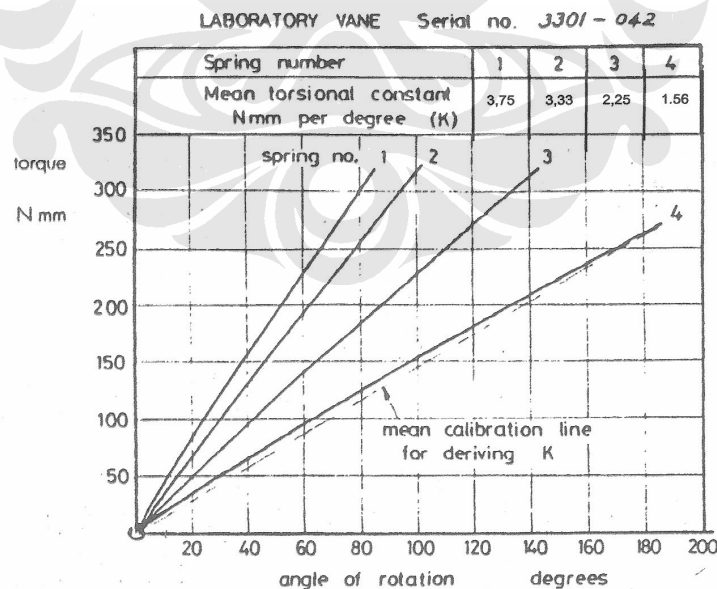
4.4.2 Vane Shear Test Laboratorium

Pada pengujian pengujian kuat geser terhadap tanah kaolin, dilakukan dengan membuat dua benda uji dengan pembebanan yang berbeda, yaitu: $P_c=100 \text{ kPa}$ dan $P_c=200 \text{ kPa}$.

Berdasarkan data dari hasil pengujian, maka didapat hasil perhitungan:

Besarnya kuat geser undrained dihitung dengan rumus :

$$c = \frac{K\theta_f}{4,29} \left(\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right)$$



Sumber :ASTM D 2573-72, Test method for field vane shear test in cohesive soil.

Gambar 4.8. Curva kalibrasi torsi pegas vane shear laboratorium

Contoh perhitungan:

Pengujian menggunakan pegas #3 dengan $P_c=100\text{kPa}$:

- Titik 1 :

$$\theta_f = 61^\circ$$

$$\text{Rotation of vane} = 14^\circ$$

$$\text{Lama putaran (kurang-lebih } 10^\circ \text{ per menit)} = \frac{61+14}{10} = 7,5 \text{ menit}$$

$$c = 2,25 \times 61 / 4,29$$

$$c = 32,00 \text{ kN/m}^2$$

- Titik 2 :

$$\theta_f = 61^\circ$$

$$\text{Rotation of vane} = 17^\circ$$

$$\text{Lama putaran (kurang-lebih } 10^\circ \text{ per menit)} = \frac{61+17}{10} = 7,8 \text{ menit}$$

$$c = 2,25 \times 61 / 4,29$$

$$c = 32,00 \text{ kN/m}^2$$

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Data Vane Shear Test Laboratorium

Tekanan Pra-Konsolidasi	Pegas	Titik	Pembacaan Sudut Pegas	Pembacaan Sudut Sudu	Durasi (menit)	Kuat geser (kPa)
Pc = 100 kPa	#3	Titik 1	61	14	7,5	32,000
		Titik 2	61	17	7,8	32,000
		Titik 3	62	15	7,7	32,517
		Titik 4	62	15	7,7	32,517
Pc = 200 kPa	#3	Titik 1	87	10	9,7	45,629
		Titik 2	89	11	10	46,678
		Titik 3	90	12	10,2	47,203
		Titik 4	89	10	9,9	46,678
	#2	Titik 1	61	12	7,3	47,349
		Titik 2	61	11	7,2	46,349
		Titik 3	63	12	7,5	48,902
		Titik 4	60	10	7,0	46,573
	#1	Titik 1	52	13	6,5	45,545
		Titik 2	50	9	5,9	43,706
		Titik 3	51	10	6,1	44,580
		Titik 4	52	10	6,2	45,454

Kesimpulan:

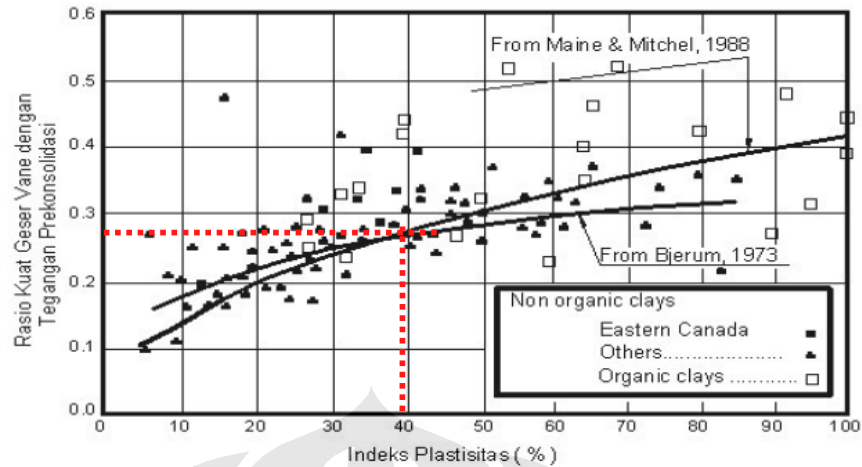
Dari hasil percobaan yang telah dilakukan pada pengujian vane shear laboratorium didapat hasil yang mendekati sama, seperti yang terlampir pada table di bawah ini:

Tabel 4.5 Analisa Hasil Perhitungan Data Vane Shear Test Laboratorium

Tekanan Pra-Konsolidasi	Pegas	Titik	Kuat geser (kPa)	Durasi (menit)	Kuat geser rata-rata (kPa)	Durasi rata-rata
Pc = 100 kPa	#3	Titik 1	32,000	7,5	32,258	7,675
		Titik 2	32,000	7,8		
		Titik 3	32,517	7,7		
		Titik 4	32,517	7,7		
Pc = 200 kPa	#3	Titik 1	45,629	9,7	46,547	9,95
		Titik 2	46,678	10		
		Titik 3	47,203	10,2		
		Titik 4	46,678	9,9		
	#2	Titik 1	47,349	7,3	47,534	7,25
		Titik 2	46,349	7,2		
		Titik 3	48,902	7,5		
		Titik 4	46,573	7,0		
	#1	Titik 1	45,545	6,5	44,821	6,175
		Titik 2	43,706	5,9		
		Titik 3	44,580	6,1		
		Titik 4	45,454	6,2		

4.5 Korelasi Nilai Kuat Geser Terhadap Indeks Plastis

Nilai kuat geser dengan pengujian vane shear laboratorium yang telah dilakukan, maka hasilnya dapat dibandingkan dengan literatur pada bab II yang menjelaskan tentang rasio kuat geser terhadap tekanan pra-konsolidasi.



Sumber : Puslitbang PU (Pekerjaan Umum) PD-T-04-2005 A

Gambar 4.9. Grafik rasio hasil uji kuat geser baling dengan tegangan prakonsolidasi $\left(\frac{S_{UV}}{\sigma'_c} \right)$ VS indeks plastisitas (I_p)

Dengan Indeks plastisitas yang telah diperoleh pada pengujian atterberg limit, didapat nilai IP rata-rata yaitu 39,115 maka dari grafik di atas didapat nilai rasio kuat geser terhadap tekanan prakonsolidasi yaitu 0,27.

Tabel 4.6 Perbandingan Nilai (S_{UV}) dengan Nilai Kohesi Tanah (C) Triaksial UU

No.	Tekanan Pra-Konsolidasi (kPa)	Kuat geser rata-rata (kPa)	Nilai (C) Triaksial UU (kPa)
1	100	32,258	30
2	200	46,301	44

Tabel 4.7 Rasio Kuat Geser Terhadap Tekanan Prakonsolidasi

No.	Tekanan Pra-Konsolidasi σ'_c	Kuat geser rata-rata (S_{UV})	$\frac{S_{UV}}{\sigma'_c}$ rata-rata	$\frac{S_{UV}}{\sigma'_c}$ (Grafik)
1	100	32,258	0,322	0,27
2	200	46,547	0,231	0,27
3		47,534		
4		44,821		