

## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

Pengujian yang telah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, memperoleh hasil yang meliputi sifat-sifat fisik tanah dan mekanik tanah.

Sifat fisik tanah meliputi kadar air tanah ( $w$ ), berat volume tanah ( $\gamma$ ), berat volume kering ( $\gamma_k$ ), berat jenis tanah ( $G_s$ ) dan batas-batas Atterberg, sedangkan sifat mekanik tanah meliputi parameter kuat geser tanah yaitu sudut gesek dalam tanah ( $\phi$ ) dan kohesi tanah ( $c$ ). Untuk mendapatkan sifat mekanik tanah lempung dilakukan pengujian di laboratorium, yaitu Uji Pemadatan Proctor Standar, Uji Triaksial Takterkonsolidasi Takterdrainasi (*Unconsolidated Undrained*) dan Uji Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*).

#### 5.1. Pengujian Tanah Asli

##### 5.1.1. Pengujian Sifat fisik tanah

###### 1. Pengujian Kadar Air Tanah

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui besarnya kadar air yang terkandung dalam tanah.

Untuk pengujian kadar air tanah lempung Bangsri, Jepara yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil FTSP UII, hasil secara keseluruhan ditampilkan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.2. Hasil Pengujian Berat Volume Tanah

No. pengujian	I	II	III
Diameter tabung (d) cm	3,98	3,98	3,98
Tinggi tabung (t) cm	7,52	7,52	7,52
Volume (v) cm <sup>3</sup>	93,51	93,51	93,51
Berat tanah gr	144,4	146,2	149,1
Berat volume tanah $\gamma_b$ gr/cm <sup>3</sup>	1,544	1,563	1,594
Berat volume rata-rata ( $\gamma_{rt}$ )	1,567		

Untuk pengujian berat volume tanah kering dapat dihitung dengan menggunakan rumus (2.7).

Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned}\gamma_d &= \gamma_b / (1 + w) \\ &= 1.747 * 100 / (100 + 42.87) \\ &= 1.223 \text{ gr/cm}^3\end{aligned}$$

### 3. Pengujian Berat Jenis Tanah (*Specific Gravity*)

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui besarnya nilai perbandingan antara berat butir-butir tanah dengan berat air destilasi di udara dengan volume yang sama pada suhu tertentu, biasanya diambil suhu 27,5°C. Hasil pengujian berat jenis tanah lempung Bangsri, Jepara yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil FTSP UII, hasil secara keseluruhan ditampilkan pada Tabel 5.3.

**Tabel 5.3.** Tabel Perhitungan Berat Jenis Tanah

No. Pengujian	I	II
Berat Picknometer (W1)	17.21	17.89
Berat Picknometer + tanah kering (W2)	24.65	25.12
Berat Picknometer + tanah + air (W3)	46.73	47.12
Berat Picknometer + air (W4)	42.13	42.66
Temperatur ( $t^{\circ}$ )	26,00	26,00
Bj pada temperatur ( $t^{\circ}$ )	0,996820	0,996890
Bj pada temperatur ( $27,5^{\circ}$ C)	0,996410	0,996410
Berat tanah kering (Wt)	7.44	7.23
$A = Wt + W4$	49.57	49.89
$I = A - W3$	2.84	2.77
Berat Jenis tanah, $G_s = Wt / I$	2,62	2.61
Berat Jenis = $G_s \cdot (Bj t^{\circ} / Bj t 27,5^{\circ} C)$	2,6208	2,6112
Berat jenis rata-rata ( $G_s$ )	2,62	

#### 4. Pengujian *Grain Size Analysis*

Tujuan pengujian ini untuk mengetahui butir-butir tanah serta prosentasenya berdasarkan batas-batas klasifikasi jenis tanah, sehingga dapat diketahui jenis tanah yang diuji. Untuk analisis susunan butir tanah ini dilakukan dua pengujian, yaitu :

#### 4.a. Pengujian Hidrometer (Hydrometer Analysis)

Yaitu untuk mengetahui diameter butir-butir tanah yang lebih kecil dari 0.075 mm atau yang lolos saringan no. 200. Untuk pengujian hidrometer tanah lempung Bangsri-Jepara yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil FTSP UII, hasilnya ditampilkan pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4. Pengujian Hidrometer

Time	elapsed time min. (T)	Pemb. Hdr disuspensi		Tempr (t)	R' R1+m	L	K	D (mm)
		(R1)	(R2)					
9.00								
9.02	2	32	-2.0	28.8	33	10.892	0.0122	0.0284
9.05	5	30	-2.0	28.5	31	11.219	0.0122	0.0183
9.30	30	28	-2.0	27	29	11.547	0.0126	0.0078
10.30	60	26	-2.0	26	27	11.874	0.0128	0.0057
14.40	250	26	-2.0	26	27	11.874	0.0128	0.0028
9.00	1440	25	-2.0	25.5	26	12.038	0.0128	0.0010

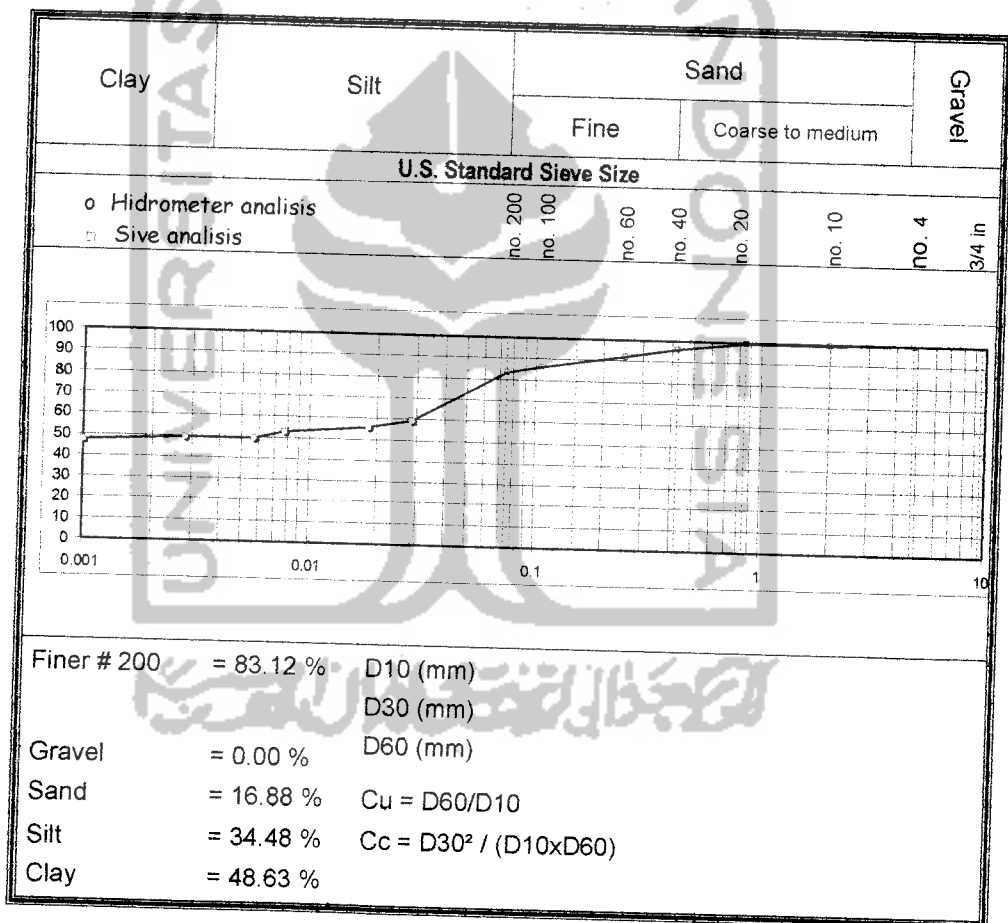
Remarks:  
 $R_c = R_1 - R_2 + Cr$  (Cr = Temperatur correction factors)  
 $R' = R_1 + m$  (m correctoin for meniscus)

#### 4.b. Pengujian analisis saringan

Yaitu untuk mengetahui diameter butir-butir yang lebih besar dari 0,075 mm atau yang tertahan saringan no.200. Untuk pengujian Analitis Saringan tanah lempung Bangsri – Jepara yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil FTSP UII, hasil secara keseluruhan ditampilkan pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5. Hasil Pengujian Analisis Saringan

Sieve Analysis					
Sieve No	Opening (mm)	Mass retained (gr)	Mass retained (gr)	% finer by mass $\frac{e}{W} \times 100\%$	Remarks
4	4.750	d1 = 0.00	e1 = 60.00	100.00	$e7 = W - Sd$
10	2.000	d2 = 0.15	e2 = 59.85	99.75	$e6 = d7 + e7$
20	0.850	d3 = 0.21	e3 = 59.64	99.40	$e5 = d6 + e6$
40	0.425	d4 = 2.02	e4 = 57.62	96.03	$e4 = d5 + e5$
60	0.250	d5 = 2.35	e5 = 55.27	92.12	$e3 = d4 + e4$
140	0.106	d6 = 3.51	e6 = 51.76	86.27	$e2 = d3 + e3$
200	0.075	d7 = 1.89	e7 = 49.87	83.12	$e1 = d2 + e2$
		$Sd = 10.13$			



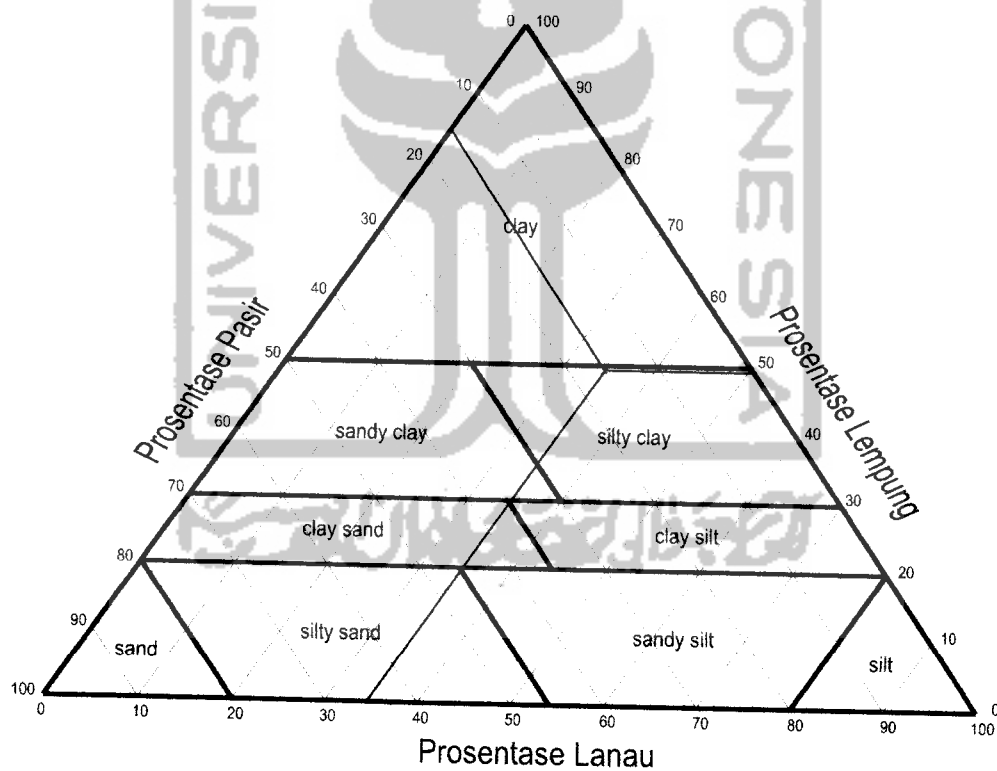
Gambar 5.1. Grafik Analisa Butiran

Berdasarkan pengujian diatas dapat diketahui tanah lempung Bangsri –

Jepra mengandung

- Sand = 16.88 %
- Silt = 34.48 %
- Clay = 48.63 %

maka menurut klasifikasi tanah berdasarkan USCS pada Gambar 5.2. tanah Bangsri – Jepra termasuk jenis tanah lempung berlanau dan mengandung pasir.



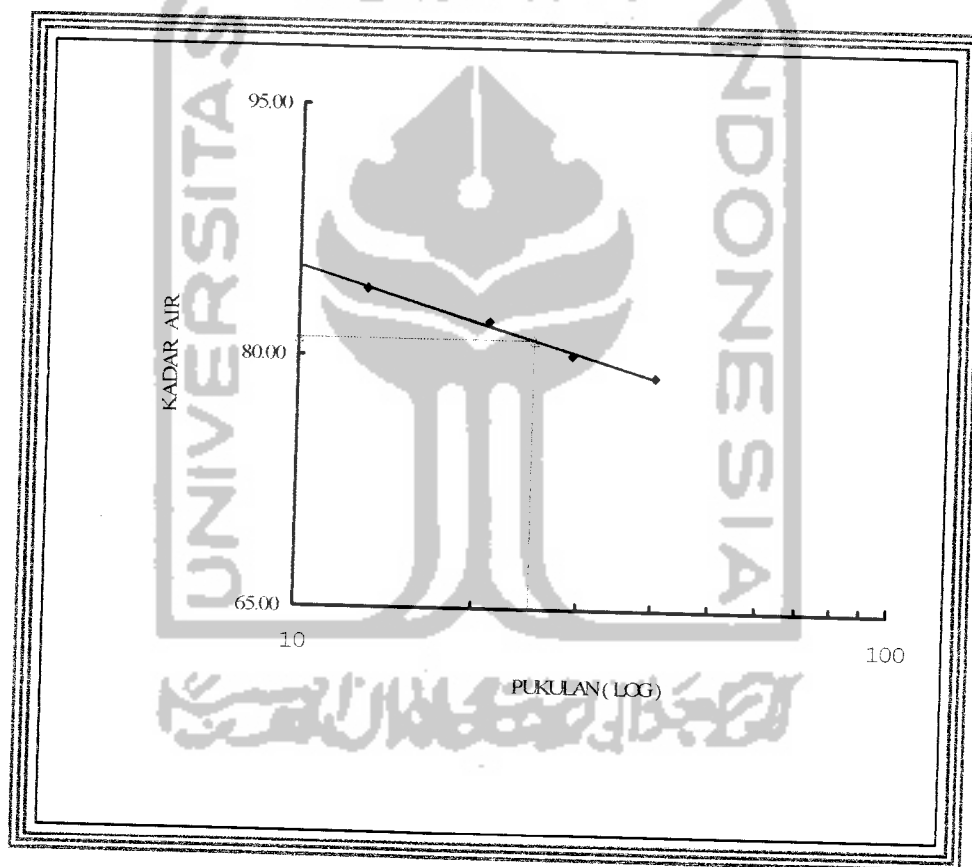
**Gambar 5.2.** Klasifikasi tanah berdasarkan USCS

## 5. Pengujian Batas Konsistensi Tanah (Batas-Batas Atterberg)

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui batas-batas kecairan atau kekentalan dari keadaan yang satu ke keadaan yang lain.

### 5.a. Batas Cair (*Liquid Limit* atau *LL*)

Maksud pengujian ini adalah untuk menentukan kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan plastis. Hasil perhitungan batas cair ditunjukkan pada Gambar 5.3.



**Gambar 5.3.** Kurva hubungan antara ketukan dan kadar air

Pada gambar diatas terlihat hasil pengujian pada jumlah ketukan 25 didapat kadar air 81.03 %.

### 5.b. Batas Plastis (*Plastic Limit* atau *PL*)

Tujuan pengujian adalah untuk menentukan kadar air tanah pada batas antara keadaan liat dan padat. Untuk pengujian batas plastis tanah lempung Bangsri - Jepara yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil FTSP UII, hasil secara keseluruhan ditampilkan pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6. Perhitungan Batas Plastis

PENGUJIAN BATAS PLASTIS			
1	NO CAWAN	1	2
2	BERAT CAWAN KOSONG (gr)	21.80	21.83
3	BERAT CAWAN + TANAH BASAH (gr)	34.24	33.80
4	BERAT CAWAN + TANAH KERING (gr)	31.09	30.76
5	BERAT AIR (3)-(4) gr	3.15	3.04
6	BERAT TANAH KERING (4)-(2) gr	9.29	8.89
7	KADAR AIR = (5) / (6) x 100 % =	33.91	34.04
8	KADAR AIR RATA-RATA ( % ) =	33.97	

### 5.c. Batas Susut (*Shrinkage Limit* atau *SL*)

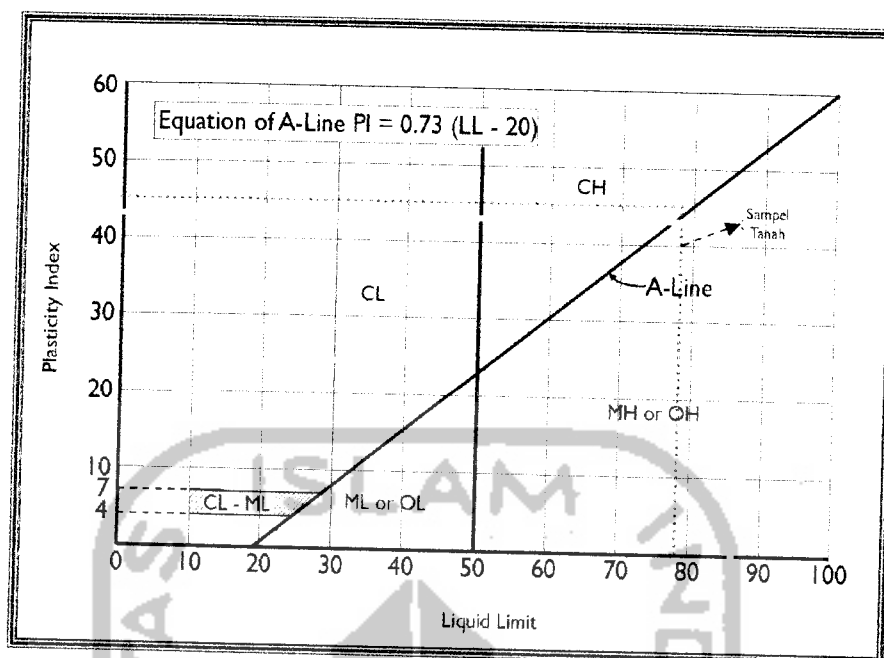
Untuk menentukan kadar air tanah minimum yang masih dalam keadaan semi solid. Pada pengujian batas susut tanah lempung Bangsri – Jepara yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil FTSP UII, hasil secara keseluruhan ditampilkan pada Tabel 5.7.



Tabel 5.7. Perhitungan Batas Susut

1	No Pengujian (kode sampel)	1	2
2	Berat jenis tanah	2.62	2.62
3	Berat cawan susut W1 (gr)	40.00	38.40
4	Berat cawan susut + tanah basah W2 (gr)	64.35	63.65
5	Berat cawan susut + tanah kering W3 (gr)	58.66	58.68
6	Berat air Wa (gr) = (W2-W3)	5.69	4.97
7	Berat tanah kering Wo (gr) = (W3-W1)	18.66	20.28
8	Berat air raksa yg terdesak tanah kering + gelas ukur. Wr (gr)	182.80	193.30
9	Berat gelas ukur W4 (gr)	33.80	33.80
10	Volume tanah kering Vo (cm <sup>3</sup> ) = (Wr-W4) / 13,6	10.96	11.73
11	Batas susut tanah SL (%) = ((Vo/Wo) - (1/Gs)) x 100 %	20.55	19.66
12	Batas susut tanah rata-rata SL (%)	20.10	

Berdasarkan dari data pengujian diatas didapat harga PI = 47.06 % dan harga LL = 81.03 %, maka menurut klasifikasi *Unified* dan juga berdasarkan grafik *Atteberg Limits* diketahui bahwa tanah Bangsri – Jepara termasuk jenis tanah CH yaitu lempung dengan plastisitas tinggi, lempung tak organik.



Gambar 5.4. Diagram plastisitas

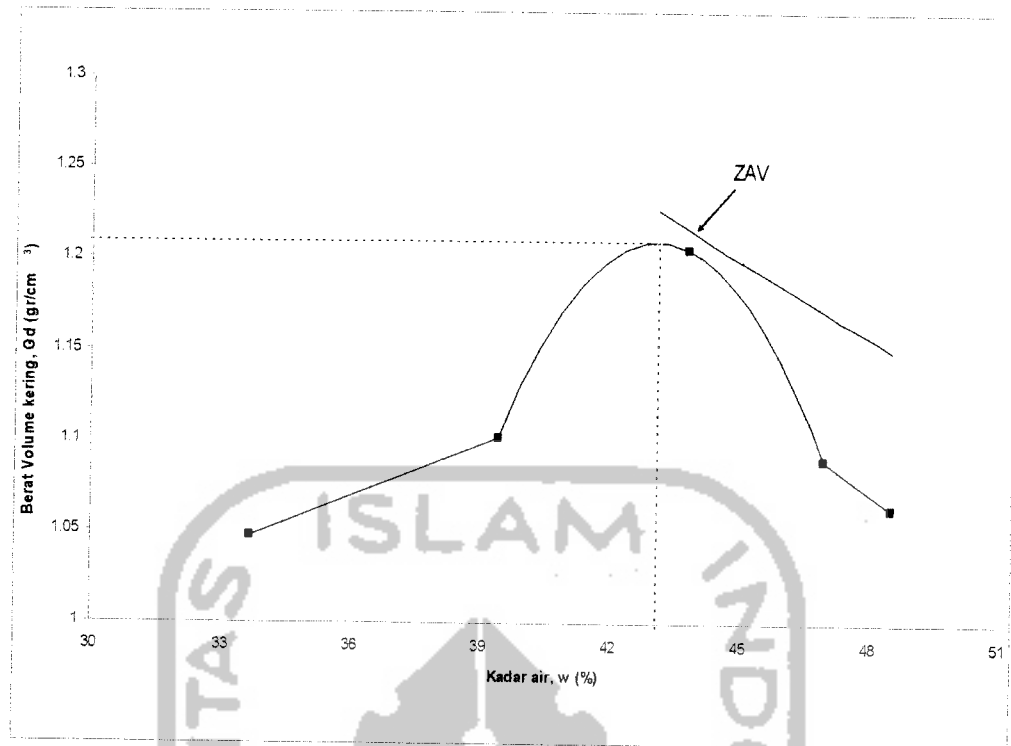
### 5.1.2. Pengujian Sifat mekanik tanah

#### a. Pengujian Proktor Standar

Untuk mengetahui Kadar Air yang Optimum dengan Berat Volume Kering Maksimum. Mula-mula tanah dijemur sampai kering, didapatkan kadar air sebesar 16.30 % dan ditambahkan air dalam pengujian sampai didapatkan berat volume kering optimum. Untuk Pengujian Proktor Standar yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil FTSP UIL, hasil secara keseluruhan ditampilkan pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8. Hasil Pengujian Pematatan Proktor Standar

Percobaan	1	2	3	4	5
w rata-rata (%)	33.66	39.38	43.77	46.93	48.50
$\gamma$ basah ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	1.400	1.536	1.733	1.601	1.578
$\gamma$ kering ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	1.075	1.102	1.205	1.089	1.063



**Gambar 5.5.** Kurva hubungan antara Kadar Air dengan Berat Volume Kering

Dari gambar kurva diatas diperoleh :

Berat Volume Kering Maksimum = 1.20933 gr/cm<sup>3</sup>

Kadar Air Optimum = 43.06 %

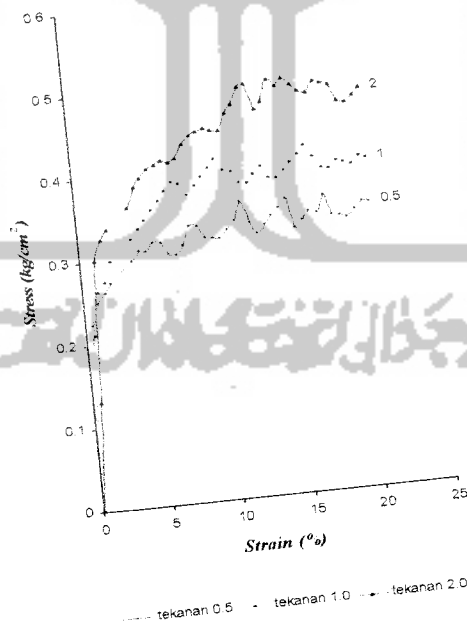
Berdasarkan hasil pengujian Proktor Standar yang terdapat pada Tabel 5.8 berupa kadar air kondisi optimum tersebut, digunakan sebagai pedoman pencampuran dalam pembuatan sampel benda uji pada pengujian Triaksial Takterkonsolidasi Takterdrainasi dan Tekan Bebas. Untuk satu kali pengujian Triaksial tipe UU diperlukan tiga sampel tanah, masing- masing untuk tekanan sel 0.5, tekanan sel 1.0 dan tekanan sel 2.0 (kg/cm<sup>2</sup>). Sedangkan satu kali pengujian Tekan Bebas diperlukan satu sampel.

### b. Pengujian Triaksial Takterkonsolidasi Takterdrainasi (*Unconsolidated Undrained*) tanah asli

Pengujian Triaksial dilakukan untuk menentukan nilai sudut gesek dalam ( $\phi$ ) dan kohesi tanah ( $c$ ), yang disetiap sampel diberi tekanan sel 0.5, 1.0 dan 2.0  $\text{kg/cm}^2$ .

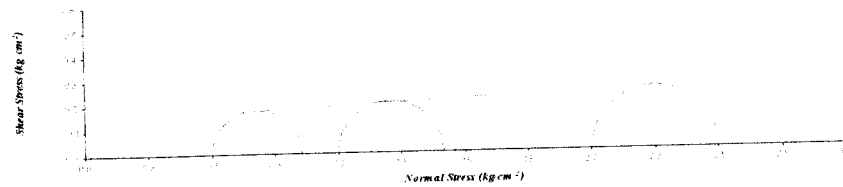
Kemudian diposisikan dalam grafik lingkaran Mohr dengan sumbu-X berupa tegangan normal (*normal stress*), sedangkan sumbu-Y berupa tegangan geser (*shear stress*), keduanya dalam satuan  $\text{kg/cm}^2$ . Sedangkan berat volume tanah, berat volume kering dan kadar air sampel dihitung sebelum dilakukan pengujian, sehingga hasilnya sama untuk setiap sampel, kecuali pada  $w_{opt}$ .

Dari hasil pengujian Triaksial didapat  $\sigma_{max}$ , seperti pada Gambar 5.6



Gambar 5.6. Kurva tegangan dan regangan pada uji triaksial tanah asli

Dari  $\Delta\sigma$  max yang didapat dibuat lingkaran Mohr, seperti pada Gambar 5.7



Gambar 5.7. Lingkaran Mohr uji Triaksial tanah asli

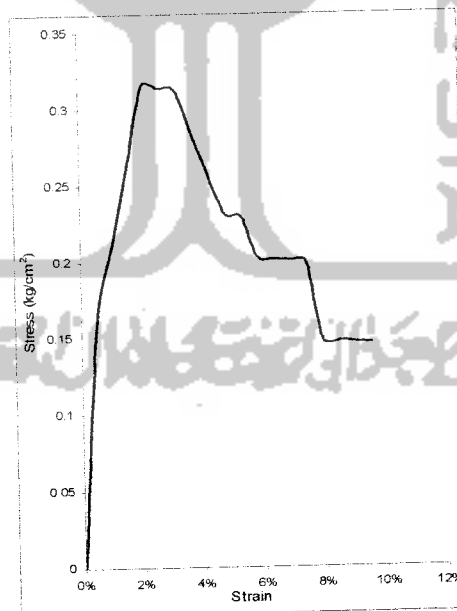
C adalah titik perpotongan garis singgung lingkaran pada sumbu  $y = 0.147$   $\text{kg/cm}^2$

$\phi$  adalah sudut antara garis singgung terhadap garis horizontal =  $2.634^\circ$

### c. Pengujian Tekan Bebas (tanah asli)

untuk menentukan nilai sudut gesek dalam ( $\phi$ ) dan kohesi tanah ( $c$ ).

Dari hasil pengujian Tekan Bebas didapat  $\sigma$  max, terlihat pada Gambar 5.8



Gambar 5.8. Kurva Regangan dan Tegangan uji Tekan Bebas tanah asli

Dari Gambar 5.8 didapat  $\sigma_{\max} = 0.31587 \text{ kg/cm}^2$

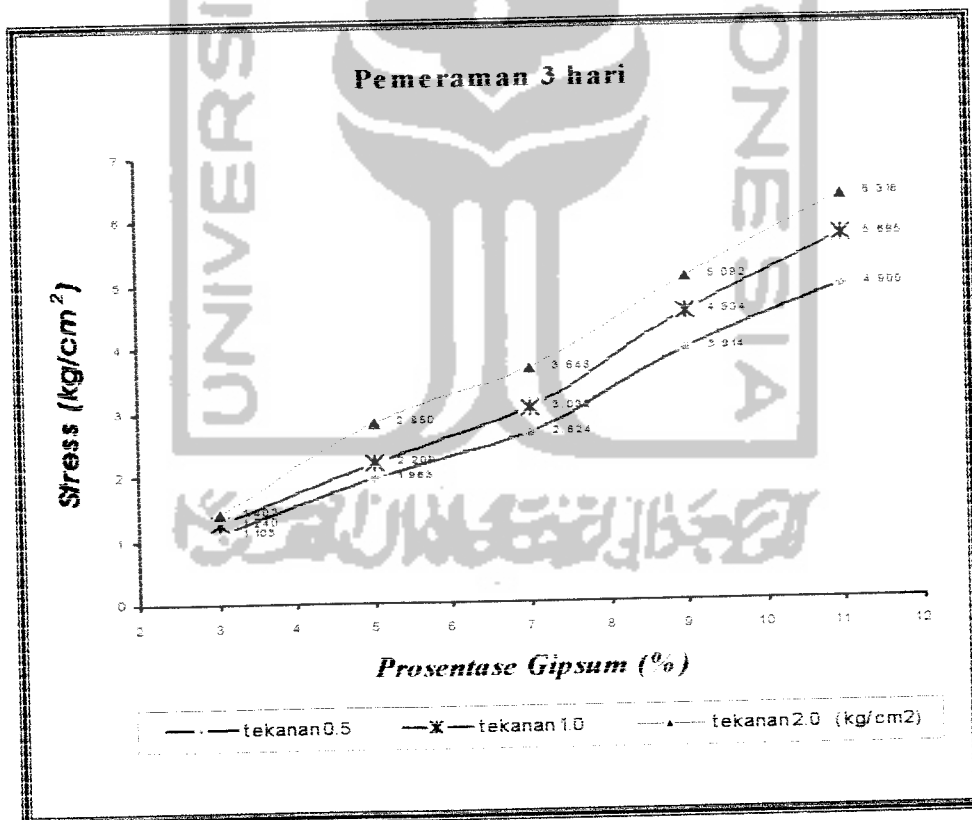
$$\begin{aligned} \text{Koehesi (c)} &= \sigma_{\max} / 2 \tan \alpha = 0.31587 / 2 \tan 45.5 \\ &= 0.137 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sudut geser dalam } (\phi) &= 2(\alpha - 45^\circ) = 2(49^\circ - 45^\circ) \\ &= 8^\circ \end{aligned}$$

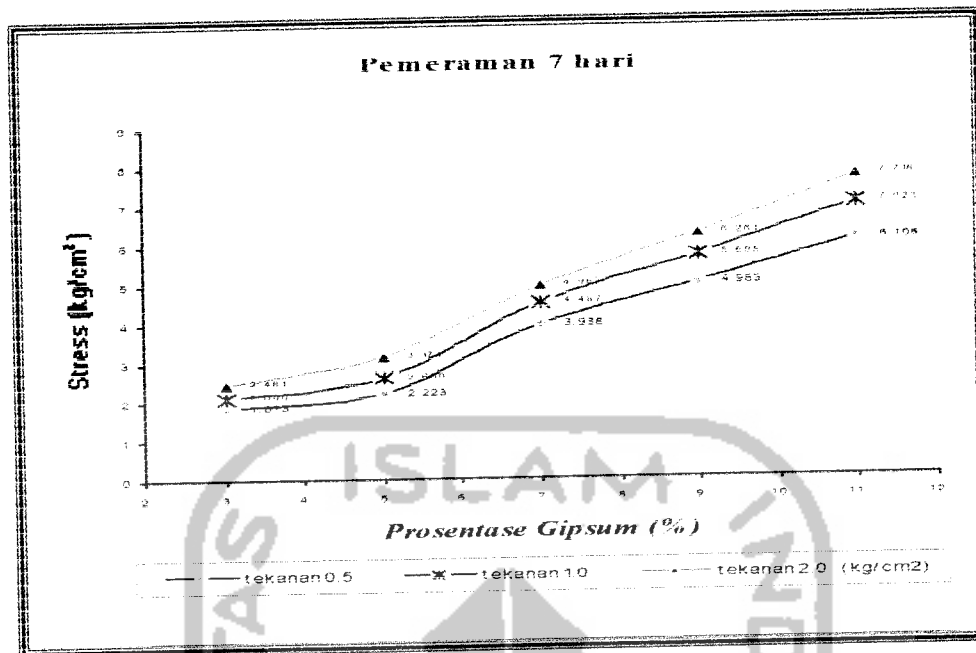
### 5.1.2.1. Tanah asli (w = 16.30 %) + Gypsum

#### 1. Pengujian Triaksial

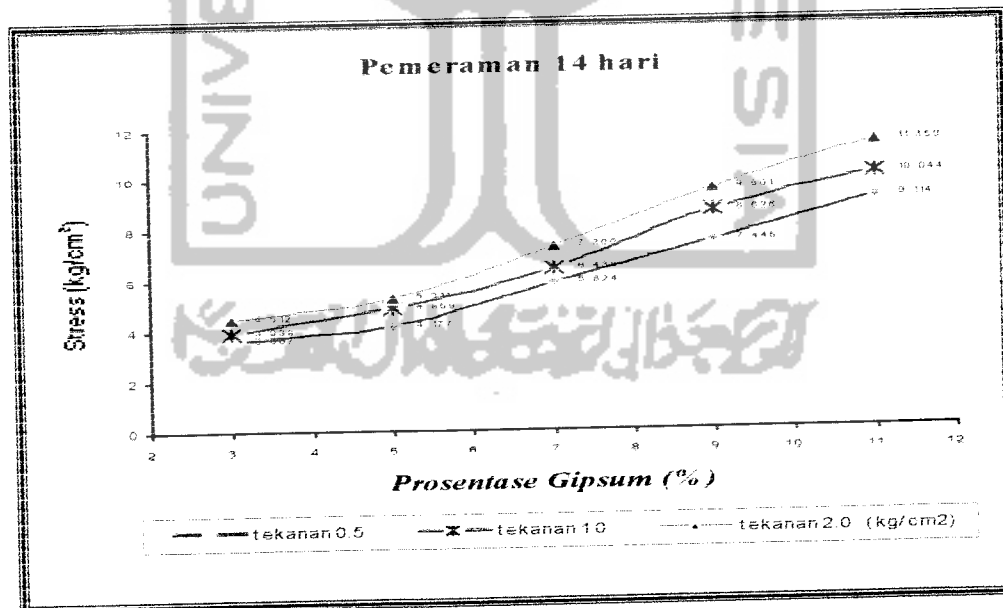
Dari hasil pengujian Triaksial didapat  $\Delta\sigma_{\max}$  pada setiap  $\sigma_3$  yang diberikan, terlihat pada Gambar 5.9, 5.10, 5.11.



**Gambar 5.9.** Grafik  $\Delta\sigma_{\max}$  pada pengujian Triaksial dengan pencampuran Gypsum umur pemeraman 3 hari.

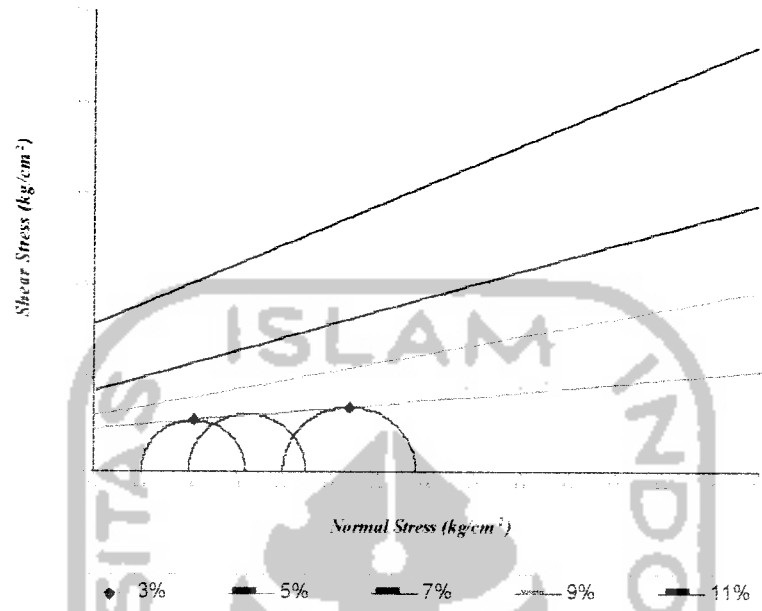


**Gambar 5.10.** Grafik  $\Delta\sigma$  max pada pengujian Triaksial dengan pencampuran Gypsum umur pemeraman 7 hari.

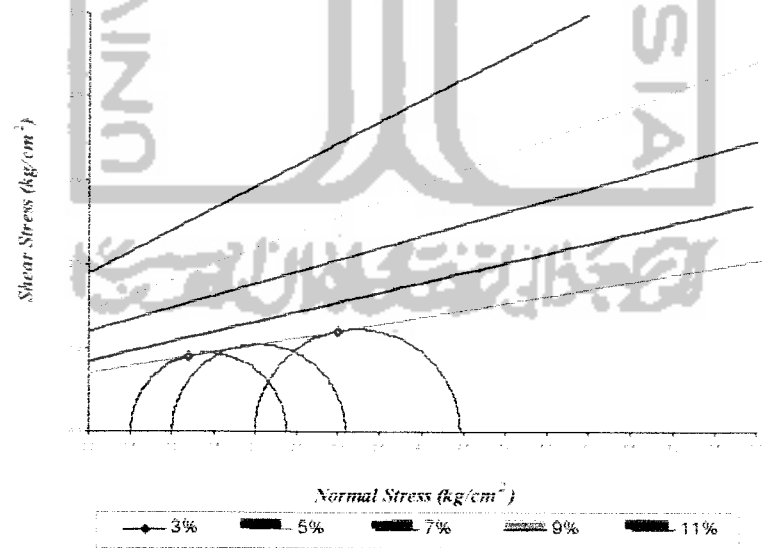


**Gambar 5.11.** Grafik  $\Delta\sigma$  max pada pengujian Triaksial dengan pencampuran Gypsum umur pemeraman 14 hari.

Dari  $\Delta\sigma$  max yang didapat, dibuat lingkaran Mohr, terlihat pada Gambar 5.12, 5.13, 5.14.

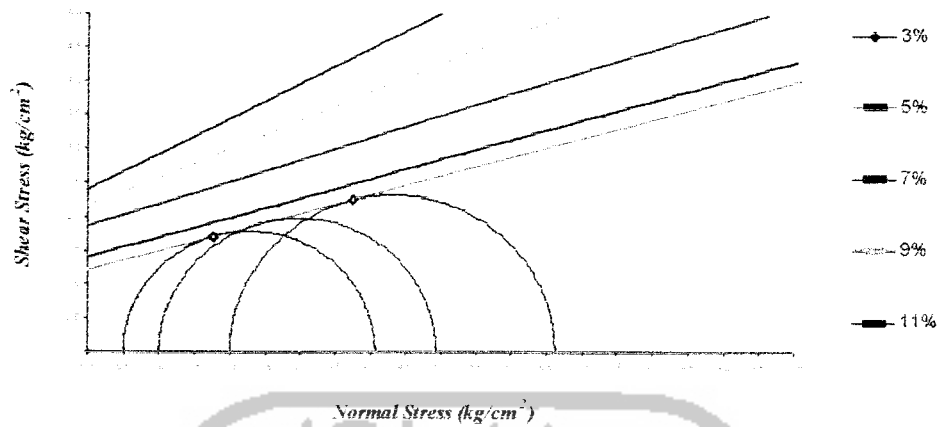


**Gambar 5.12.** Lingkaran Mohr pada pengujian Triaksial dengan pencampuran Gypsum pada pemeraman 3 hari.



**Gambar 5.13.** Lingkaran Mohr pada pengujian Triaksial dengan pencampuran Gypsum pada pemeraman 7 hari.





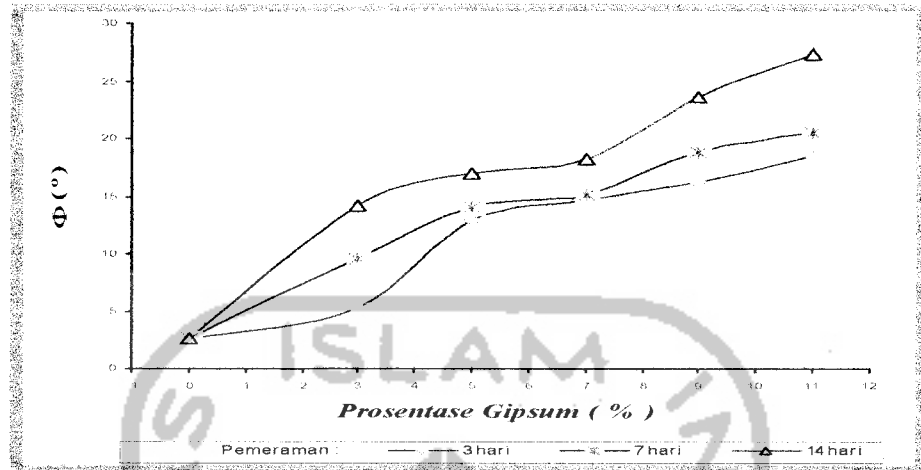
**Gambar 5.14.** Lingkaran Mohr pada pengujian Triaksial dengan pencampuran Gypsum pada pemeraman 14 hari.

Hasil keseluruhan nilai  $\Phi$  dan C dengan pencampuran Gypsum ditampilkan dalam Tabel 5.9.

**Tabel 5.9.** Hasil pengujian Triaksial dengan bahan campuran Gypsum

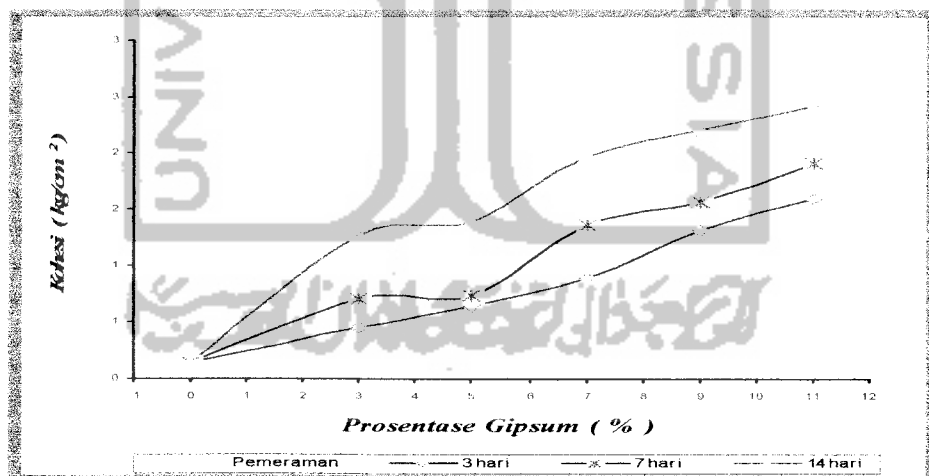
Pencampuran Gypsum (%)	Hari	$\gamma_b$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\Phi$ (°)	C (kg/cm <sup>2</sup> )
3	3	0.001567	5.170	0.456
	7		9.462	0.700
	14		14.104	1.258
5	3	0.001567	12.851	0.643
	7		14.006	0.742
	14		16.928	1.383
7	3	0.001567	14.574	0.890
	7		15.110	1.360
	14		18.122	1.964
9	3	0.001567	16.172	1.320
	7		18.778	1.570
	14		23.589	2.198
11	3	0.001567	18.435	1.600
	7		20.405	1.910
	14		27.172	2.424

Perbandingan nilai  $\Phi$  pada pengujian Triaksial dengan bahan campuran Gypsum ditampilkan dalam Gambar 5.15.



**Gambar 5.15.** Grafik hubungan antara  $\Phi$  dengan prosentase campuran Gypsum pada uji Triaksial.

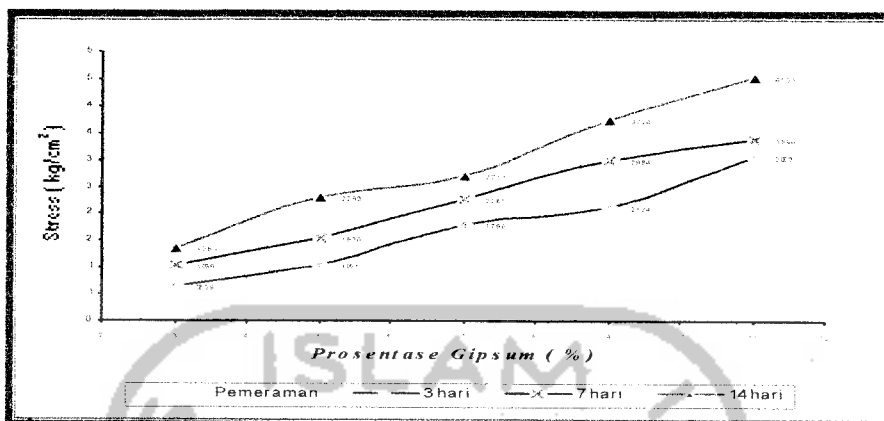
Perbandingan nilai Kohesi pada pengujian Triaksial dengan bahan campuran Gypsum ditampilkan dalam Gambar 5.16.



**Gambar 5.16.** Grafik hubungan antara kohesi dengan prosentase campuran Gypsum pada uji Triaksial.

## 2. Pengujian Tekan Bebas

Dari hasil pengujian Tekan Bebas didapat  $\sigma_{max}$ , ditampilkan pada Gambar 5.17.



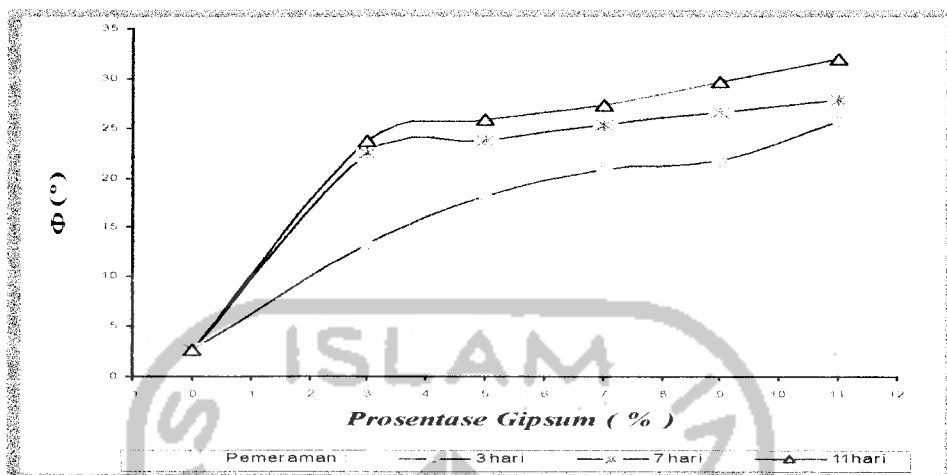
Gambar 5.17. Grafik  $\sigma_{max}$  pengujian Tekan Bebas dengan bahan campuran Gypsum.

Hasil keseluruhan pengujian Tekan Bebas dengan bahan campuran Gypsum ditampilkan dalam Tabel 5.10.

Tabel 5.10. Hasil pengujian Tekan Bebas dengan bahan campuran Gypsum

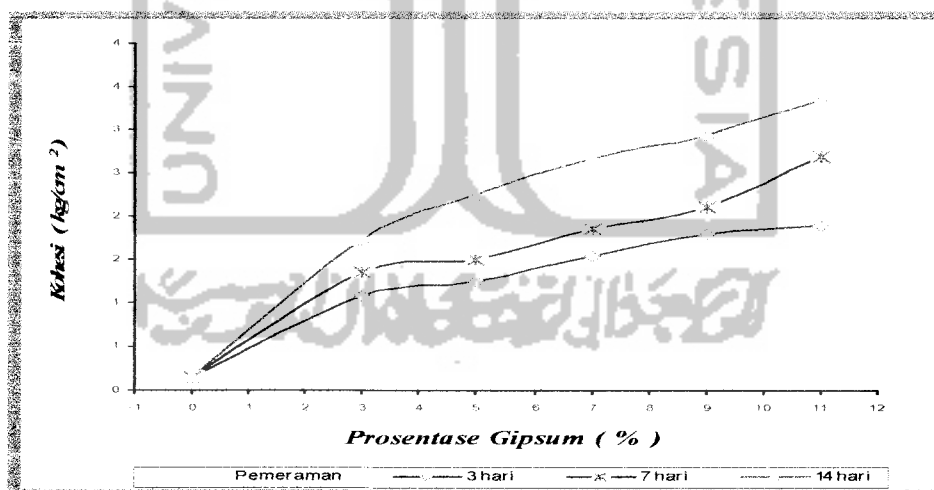
Pencampuran Gypsum (%)	Hari	$\gamma_b$ (gr/cm³)	$\Phi$ (°)	$\sigma$ (kg/cm²)
3	3	0.001567	10.0	0.276
	7		16.0	0.391
	14		20.0	0.477
5	3	0.001567	15.0	0.403
	7		20.0	0.536
	14		23.0	0.761
7	3	0.001567	18.0	0.653
	7		23.0	0.750
	14		27.0	0.831
9	3	0.001567	20.0	0.747
	7		26.0	0.932
	14		29.0	1.097
11	3	0.001567	26.0	0.953
	7		29.0	1.000
	14		32.0	1.256

Perbandingan nilai  $\Phi$  pada pengujian Tekan Bebas dengan bahan campuran Gypsum ditampilkan dalam Gambar 5.18.



**Gambar 5.18.** Grafik hubungan antara  $\Phi$  dengan prosentase campuran Gypsum pada uji Tekan Bebas.

Perbandingan nilai Kohesi pada pengujian Tekan Bebas dengan bahan campuran Gypsum ditampilkan dalam Gambar 5.19.

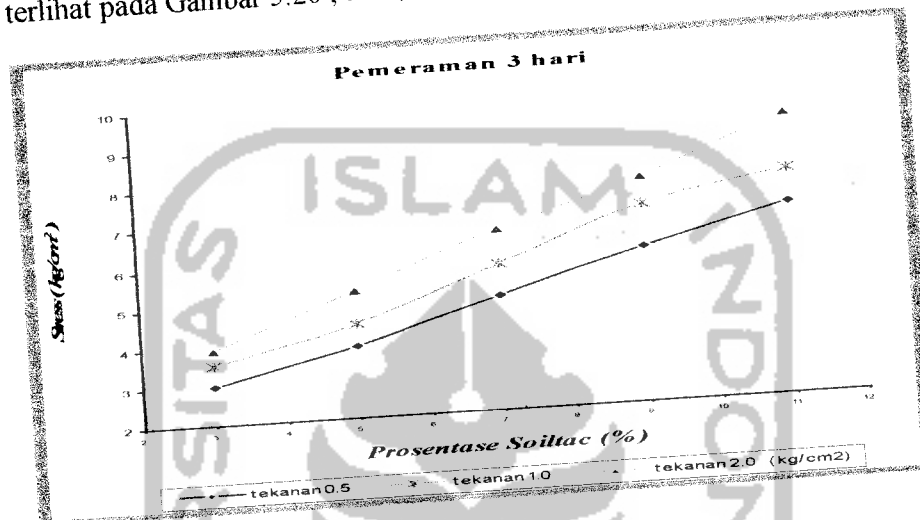


**Gambar 5.19.** Grafik hubungan antara kohesi dengan prosentase campuran Gypsum pada uji Tekan Bebas.

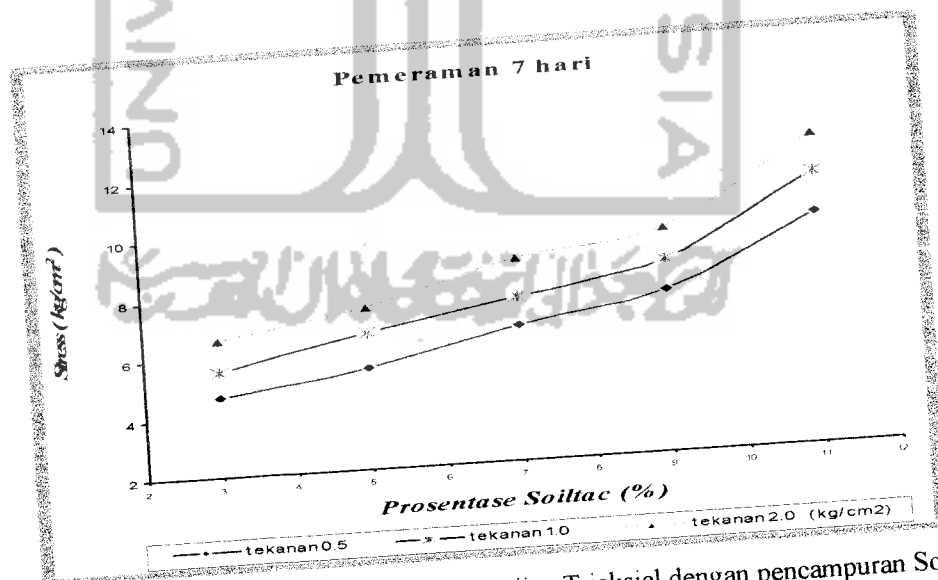
### 5.1.2.2. Tanah asli ( $w = 16.30\%$ ) + Soiltac

#### 1. Pengujian triaksial

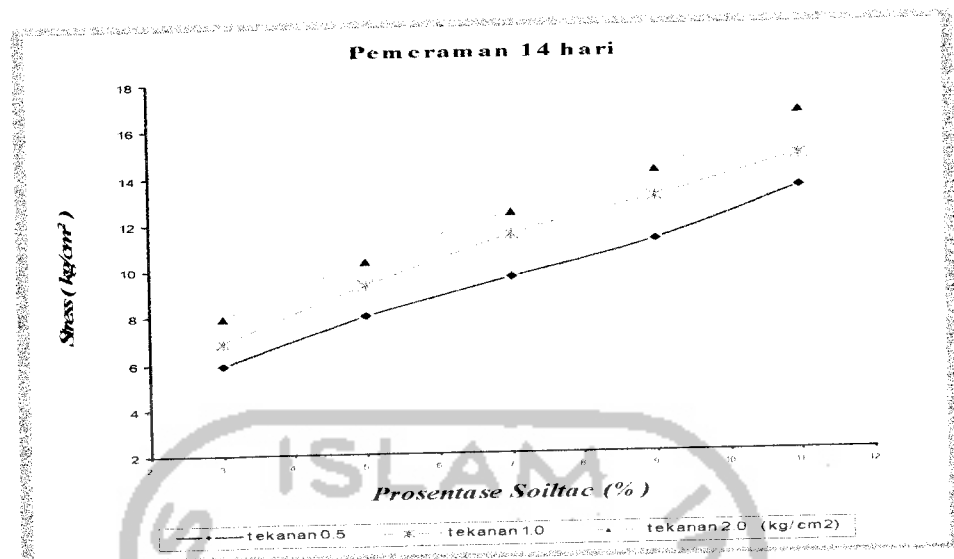
Dari hasil pengujian triaksial didapat  $\Delta\sigma$  max pada setiap  $\sigma_3$  yang diberikan, terlihat pada Gambar 5.20, 5.21, 5.22.



Gambar 5.20. Grafik  $\Delta\sigma$  max pada pengujian Triaksial dengan pencampuran Soiltac umur pemeraman 3 hari.

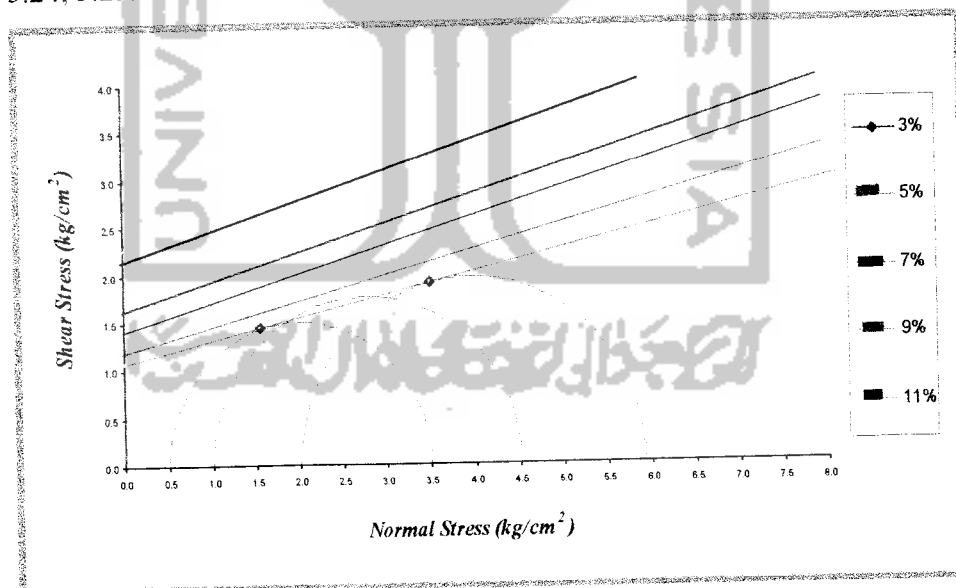


Gambar 5.21. Grafik  $\Delta\sigma$  max pada pengujian Triaksial dengan pencampuran Soiltac umur pemeraman 7 hari.

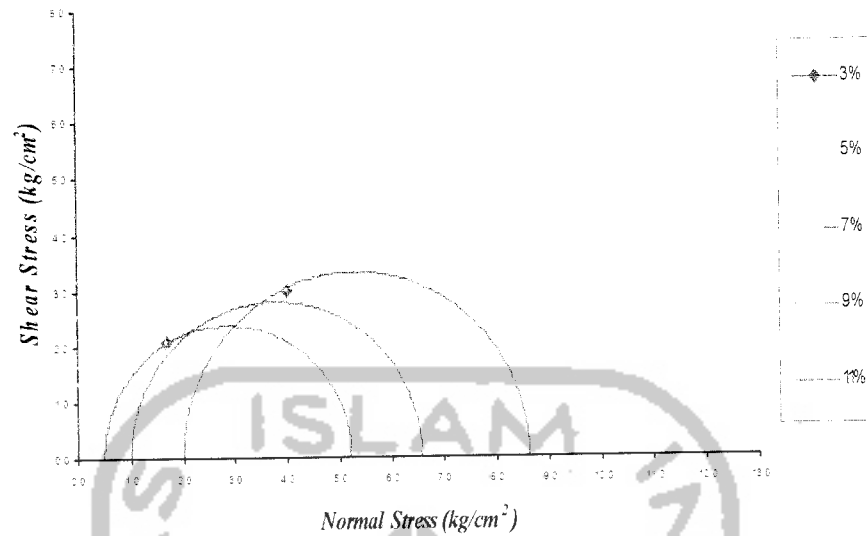


**Gambar 5.22.** Grafik  $\Delta\sigma$  max pada pengujian Triaksial dengan pencampuran Soiltac umur pemeraman 14 hari.

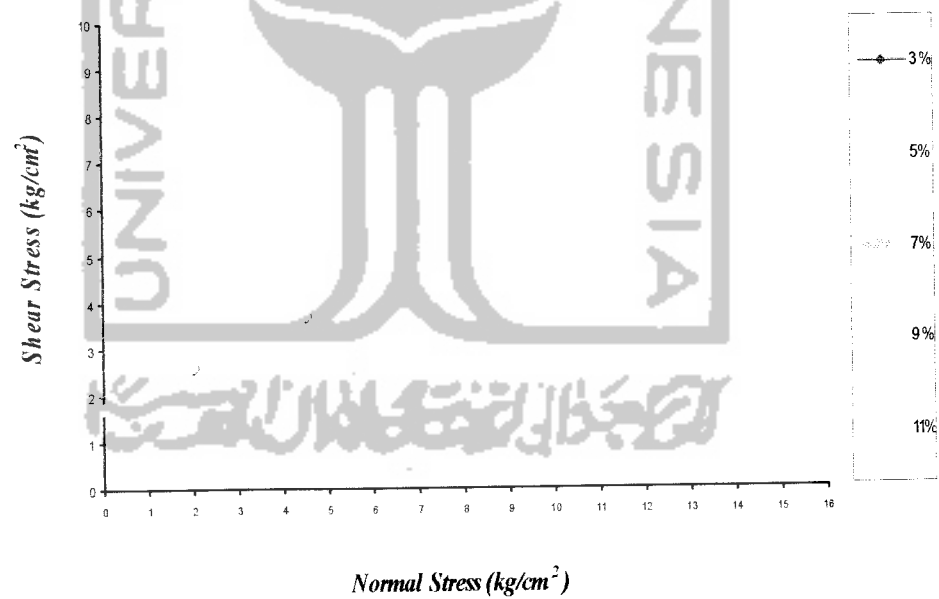
Dari  $\Delta\sigma$  max yang didapat, dibuat lingkaran Mohr, terlihat pada Gambar 5.23, 5.24, 5.25.



**Gambar 5.23.** Lingkaran Mohr pada pengujian Triaksial dengan pencampuran Soiltac pada pemeraman 3 hari.



**Gambar 5.24.** Lingkaran Mohr pada pengujian Triaksial dengan pencampuran Soiltac pada pemeraman 7 hari.



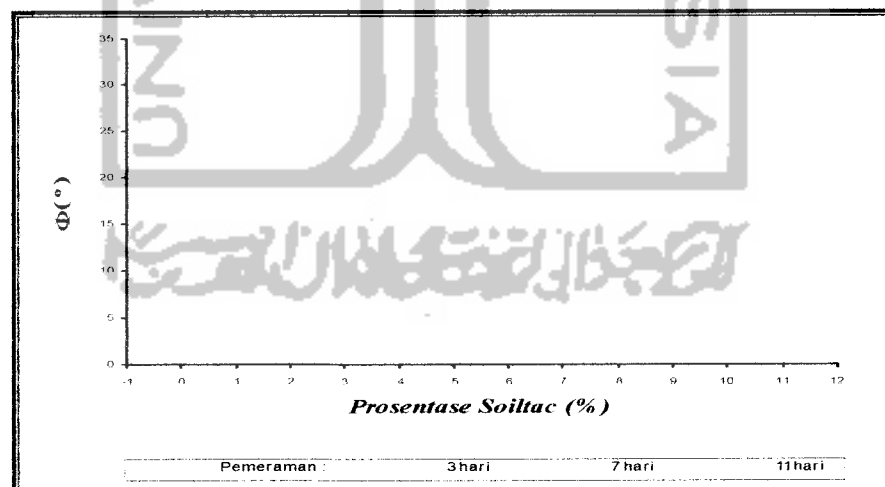
**Gambar 5.25.** Lingkaran Mohr pada pengujian Triaksial dengan pencampuran Soiltac pada pemeraman 14 hari.

Hasil keseluruhan nilai  $\Phi$  dan C dengan pencampuran Soiltac ditampilkan dalam Tabel 5.11.

**Tabel 5.11.** Hasil pengujian Triaksial dengan bahan campuran Soiltac

Pencampuran Gypsum (%)	Hari	$\gamma_b$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\Phi$ (°)	C (kg/cm <sup>2</sup> )
3	3	0.001567	13.273	1.074
	7		22.443	1.348
	14		23.749	1.720
5	3	0.001567	18.122	1.241
	7		23.697	1.562
	14		25.885	2.240
7	3	0.001567	20.754	1.534
	7		25.346	1.853
	14		27.368	2.669
9	3	0.001567	21.801	1.800
	7		26.565	2.100
	14		29.686	2.937
11	3	0.001567	25.641	1.900
	7		27.785	2.680
	14		31.994	3.347

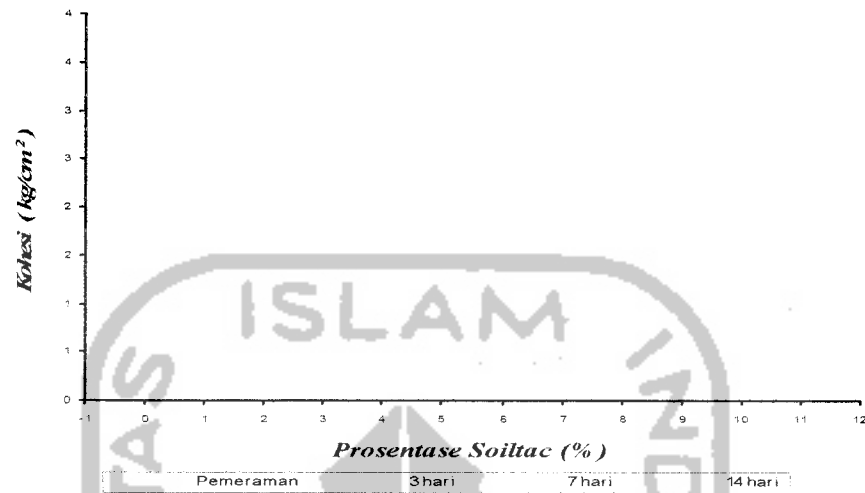
Perbandingan nilai  $\Phi$  pada pengujian Triaksial dengan bahan campuran Soiltac ditampilkan dalam Gambar 5.26.



**Gambar 5.26.** Grafik hubungan antara  $\Phi$  dengan prosentase campuran Soiltac pada uji Triaksial.



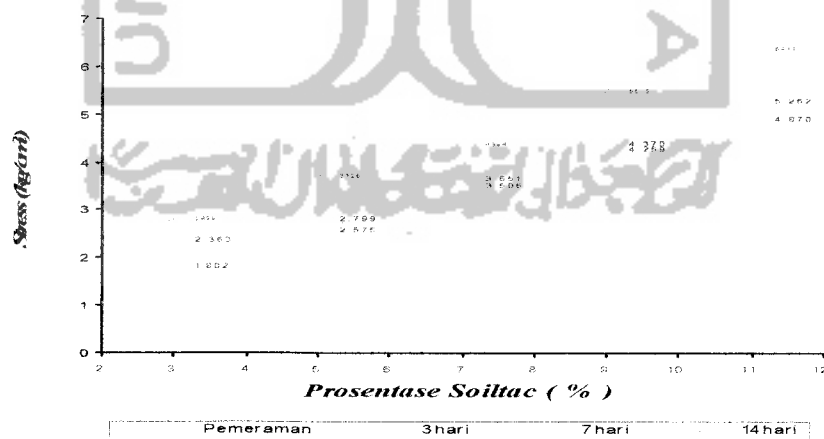
Perbandingan nilai Kohesi pada pengujian Triaksial dengan bahan campuran Soiltac ditampilkan dalam Gambar 5.27.



Gambar 5.27. Grafik hubungan antara kohesi dengan prosentase campuran Soiltac pada uji Triaksial.

## 2. Pengujian Tekan Bebas

Dari hasil pengujian Tekan Bebas didapat  $\sigma$  max, ditampilkan pada Gambar 5.28.



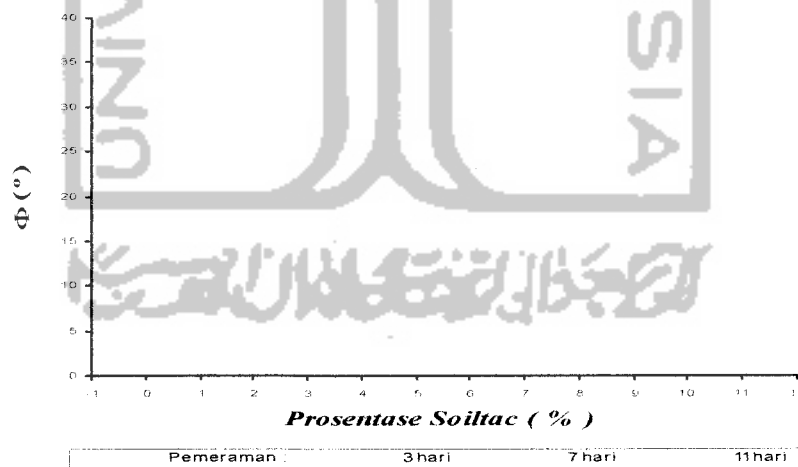
Gambar 5.28. Grafik  $\sigma$  max pengujian Tekan Bebas dengan bahan campuran Soiltac

Hasil keseluruhan pengujian Tekan Bebas dengan bahan campuran Soiltac ditampilkan dalam Tabel 5.12.

**Tabel 5.12.** Hasil pengujian Tekan Bebas dengan bahan campuran Soiltac

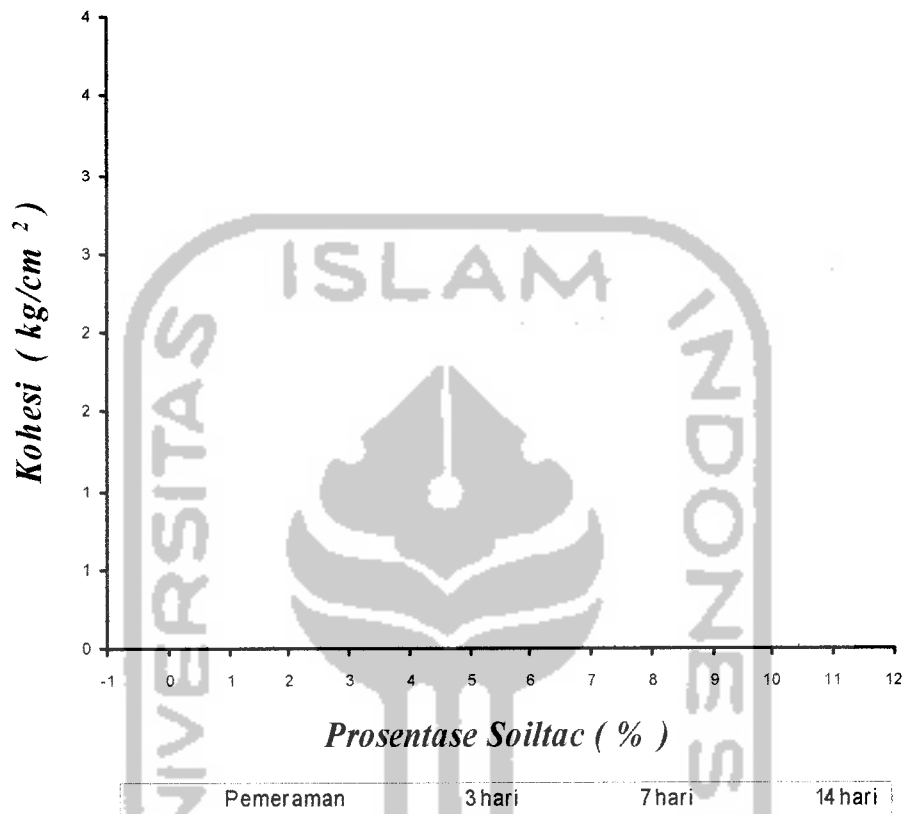
Pencampuran Soiltac (%)	Hari	$\gamma_b$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\Phi$ (°)	C (kg/cm <sup>2</sup> )
3	3	0.001567	18.00	0.655
	7		26.00	0.738
	14		30.00	0.819
5	3	0.001567	22.00	0.868
	7		28.00	0.841
	14		32.00	1.033
7	3	0.001567	24.00	1.138
	7		30.00	1.054
	14		33.00	1.193
9	3	0.001567	28.00	1.280
	7		32.00	1.211
	14		36.00	1.406
11	3	0.001567	31.00	1.378
	7		33.00	1.428
	14		38.00	1.563

Perbandingan nilai  $\Phi$  pada pengujian Tekan Bebas dengan bahan campuran Soiltac ditampilkan dalam Gambar 5.29.



**Gambar 5.29.** Grafik hubungan antara  $\Phi$  dengan prosentase campuran Soiltac pada uji Tekan Bebas.

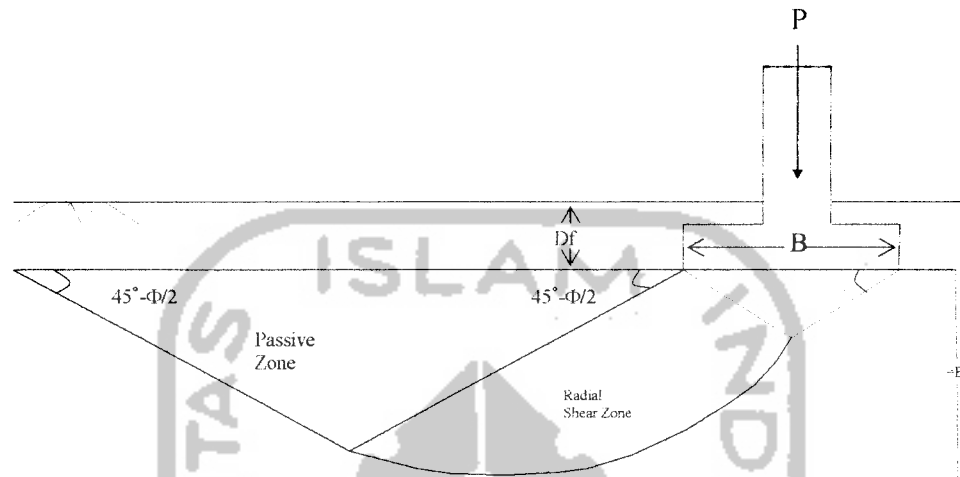
Perbandingan nilai kohesi pada pengujian Tekan Bebas dengan bahan campuran Soiltac ditampilkan dalam Gambar 5.30.



**Gambar 5.30.** Grafik hubungan antara kohesi dengan prosentase campuran Soiltac pada uji Tekan Bebas.

## 5.2. Analisis Kapasitas Dukung Pondasi Dangkal.

Cara keruntuhan Geser Terzaghi : (Sumber: Braja. M. Das, 2, 1994)



Gambar 5.31. Keruntuhan Geser Terzaghi

Anggapan :

- $D_f \leq B$
- Dasar pondasi kasar
- Keruntuhan Geser umum

Penggunaan parameter geser tanah dalam perhitungan daya dukung tanah lempung digunakan hasil Uji Triaksial untuk konstruksi pondasi dan tanggul, sedangkan hasil uji Tekan Bebas untuk konstruksi jalan dan jembatan. Dengan nilai sudut geser dalam tanah ( $\Phi$ ) dan kohesi tanah ( $c$ ) yang telah didapatkan, maka dapat diperoleh nilai daya dukung ultimit tanah ( $\sigma_{ult}$ ) berdasarkan rumus Terzaghi (2.16) dan (2.18), sedangkan untuk mendapatkan nilai daya dukung izin tanah ( $\sigma_{izin}$ ) digunakan rumus (2.17) dengan  $SF = 3$ .

Nilai  $\Phi$  diinterpolasikan dalam Tabel 5.26 untuk mendapatkan nilai  $N_c$ ,  $N_q$  dan  $N_\gamma$ . Untuk parameter pondasinya digunakan bentuk pondasi bujur sangkar yang mempunyai  $\alpha = 1.3$  dan  $\beta = 0.4$  dengan  $B = 1$  m dan  $D_f = 1$  m.

**Tabel 5.13** Nilai-nilai faktor daya dukung tanah Terzaghi (Sumber : Hc. Hardiyatmo, 1994)

$\Phi^\circ$	Keruntuhan Geser Menyeluruh			Keruntuhan Geser lokal		
	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$N_c'$	$N_q'$	$N_\gamma'$
0	5.7	1	0	5.7	1.0	0
5	7.7	1.6	0.5	6.7	1.4	0.2
10	9.6	2.7	1.2	8.0	1.9	0.5
15	12.9	4.4	2.5	9.7	2.7	0.9
20	17.7	7.4	5.0	11.8	3.9	1.7
25	25.1	12.7	9.7	14.8	5.6	3.2
30	37.2	22.5	19.7	19.0	8.3	5.7
34	52.6	36.5	35.0	23.7	11.7	9.0
35	57.8	41.4	42.4	25.2	12.6	10.1
40	95.7	81.3	100.4	34.9	20.5	18.8
45	172.3	173.3	297.5	51.2	35.1	37.7
48	258.3	287.9	780.1	66.8	50.5	60.4
50	347.6	415.1	1153.2	81.3	65.6	87.1

**Tabel 5.14** Koefisien  $\alpha$  dan  $\beta$  (Sumber : KB. Suryolelono, 1992)

Bentuk Pondasi	$\alpha$	$\beta$
Menerus	1.0	0.5
Segi empat	1.3	0.4
Lingkar	1.3	0.3 dengan $B =$ diameter

**Tabel 5.15** Analisis Interpolasi linier faktor daya dukung tanah untuk  $\Phi = 28.632^\circ$ 

$\Phi$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
28°	25.80	14.72	16.72
29°	27.86	16.44	19.34
28.632°	27.101	15.807	18.376

$$N_c = (((27.86-25.8)/(29-28)) \times (28.632-28)) + 25.80 = 27.10192$$

### 5.2.1 Tanah Asli

#### 1. Berdasarkan pengujian Triaksial

Pondasi berbentuk bujur sangkar dengan :

$$D_f = 100 \text{ cm}$$

$$B = 100 \text{ cm}$$

Sampel tanah asli pengujian Triaksial :

$$\gamma_b = 0.001567 \text{ kg / cm}^3$$

$$c = 0.147 \text{ kg / cm}^2$$

$$\Phi = 2.634^\circ$$

Dari Tabel 5.13 dengan cara interpolasi didapat harga :

$$N_c = 6.754, \quad N_q = 1.316, \quad N_\gamma = 0.263$$

$$q_u = 1.3 \cdot c \cdot N_c + \gamma_b \cdot D_f \cdot N_q + 0.4 \cdot \gamma_b \cdot B \cdot N_\gamma$$

$$= 1.3 \cdot 0.147 \cdot 6.754 + 0.001567 \cdot 100 \cdot 1.316 + 0.4 \cdot 0.001567 \cdot 100 \cdot 0.263$$

$$= 1.51339 \text{ kg / cm}^2$$

$$q_a = \sigma_{ijin} = \frac{q_u}{SF} = 1.51339 / 3 = 0.50446 \text{ kg / cm}^2$$

## 2. Berdasarkan pengujian Tekan Bebas

Pondasi berbentuk bujur sangkar dengan :

$$D_f = 100 \text{ cm}$$

$$B = 100 \text{ cm}$$

Sampel tanah asli pengujian Triaksial :

$$\gamma_b = 0.001567 \text{ kg / cm}^3$$

$$c = 0.137 \text{ kg / cm}^2$$

$$\Phi = 8^\circ$$

Dari tabel 5.13 dengan cara interpolasi didapat harga :

$$N_c = 8.840$$

$$N_q = 2.260$$

$$N_\gamma = 0.920$$

$$q_u = 1.3 c \cdot N_c + \gamma_b \cdot D_f \cdot N_q + 0.4 \gamma_b \cdot B \cdot N_\gamma$$

$$= 1.3 \cdot 0.137 \cdot 8.840 + 0.001567 \cdot 100 \cdot 2.260 + 0.4 \cdot 0.001567 \cdot 100 \cdot 0.920$$

$$= 1.98621 \text{ kg / cm}^2$$

$$q_a = \sigma_{ijin} = \frac{q_u}{SF} = 1.98621 / 3 = 0.66207 \text{ kg / cm}^2$$

### 5.2.2 Tanah asli (w = 16.30 %) + Gypsum

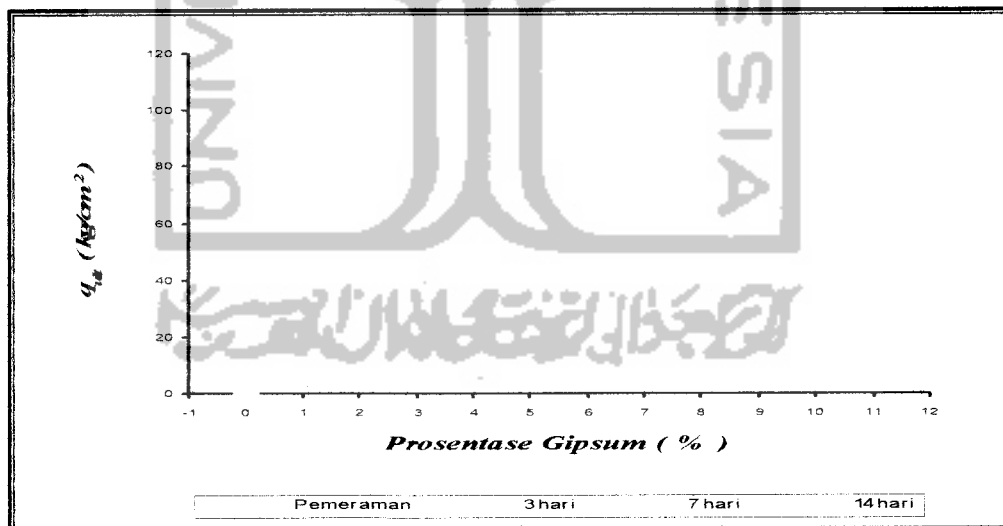
#### 1. Berdasarkan Pengujian Triaksial

Hasil perhitungan daya dukung tanah dengan pencampuran Gypsum berdasarkan Pengujian Triaksial ditampilkan dalam Tabel 5.16

Tabel 5.16. Hasil perhitungan daya dukung tanah berdasarkan pengujian Triaksial

Pencampuran Gypsum (%)	Hari	$\gamma_b$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\Phi$ (°)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$q_{ult}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
3	3	0.001567	5.170	0.456	7.765	1.637	4.585	5.14698
	7	0.001567	9.462	0.700	9.396	2.582	1.125	9.02547
	14	0.001567	14.104	1.258	12.309	4.095	2.267	20.91392
5	3	0.001567	12.851	0.643	11.482	3.669	1.941	10.29440
	7	0.001567	14.006	0.742	12.244	4.062	2.242	12.58761
	14	0.001567	16.928	1.383	14.751	5.557	3.464	27.60873
7	3	0.001567	14.574	0.890	12.619	4.255	2.389	15.41668
	7	0.001567	15.110	1.360	13.006	4.466	2.555	23.85458
	14	0.001567	18.122	1.964	15.897	6.273	4.061	41.82574
9	3	0.001567	16.172	1.320	14.025	5.103	3.086	25.05997
	7	0.001567	18.778	1.570	16.527	6.667	4.389	35.05143
	14	0.001567	23.589	2.198	23.012	11.204	8.374	68.03504
11	3	0.001567	18.435	1.600	16.198	6.461	4.218	34.96866
	7	0.001567	20.405	1.910	18.299	7.829	5.381	47.00050
	14	0.001567	27.172	2.424	30.356	16.957	14.044	99.19604

Hasil lengkap perhitungan daya dukung tanah ditampilkan dalam Gambar 5.32.



Gambar 5.32. Grafik hubungan antara  $q_u$  dengan prosentase campuran Gypsum pada uji Triaksial.



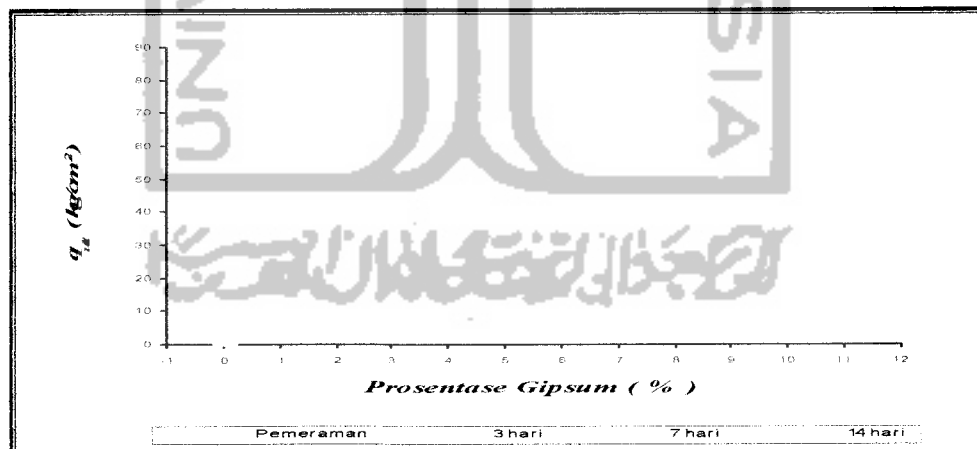
## 2. Berdasarkan pengujian Tekan Bebas

Hasil perhitungan daya dukung tanah dengan pencampuran Gypsum berdasarkan pengujian Tekan Bebas ditampilkan dalam Tabel 5.17

**Tabel 5.17.** Hasil Perhitungan daya dukung tanah berdasarkan pengujian Tekan Bebas

Pencampuran Gypsum (%)	Hari	$\gamma_b$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\Phi$ (°)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$Q_{ult}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
3	3	0.001567	10.0	0.276	9.6	2.7	1.2	3.94279
	7	0.001567	16.0	0.391	13.860	5.000	3.000	8.01658
	14	0.001567	20.0	0.477	17.7	7.4	5.0	12.44875
5	3	0.001567	15.0	0.403	11.482	3.669	1.941	6.71201
	7	0.001567	20.0	0.536	17.7	7.4	5.0	13.80634
	14	0.001567	23.0	0.761	22.140	10.580	7.820	24.05115
7	3	0.001567	18.0	0.653	15.780	6.200	4.000	14.61790
	7	0.001567	23.0	0.750	22.140	10.580	7.820	23.73454
	14	0.001567	27.0	0.831	29.940	16.620	13.700	35.80725
9	3	0.001567	20.0	0.747	17.7	7.4	5.0	18.66145
	7	0.001567	26.0	0.932	27.520	14.660	11.700	36.37381
	14	0.001567	29.0	1.097	34.780	20.540	17.700	53.92781
11	3	0.001567	26.0	0.953	27.520	14.660	11.700	37.12511
	7	0.001567	29.0	1.000	34.780	20.540	17.700	49.54205
	14	0.001567	32.0	1.256	44.900	29.500	27.350	79.64967

Hasil lengkap perhitungan daya dukung tanah ditampilkan dalam Gambar 5.33.



**Gambar 5.33.** Grafik hubungan antara  $Q_u$  dengan prosentase campuran Gypsum pada uji Tekan Bebas.

### 5.3. Tanah asli (w = 16.30 %) + Soiltac

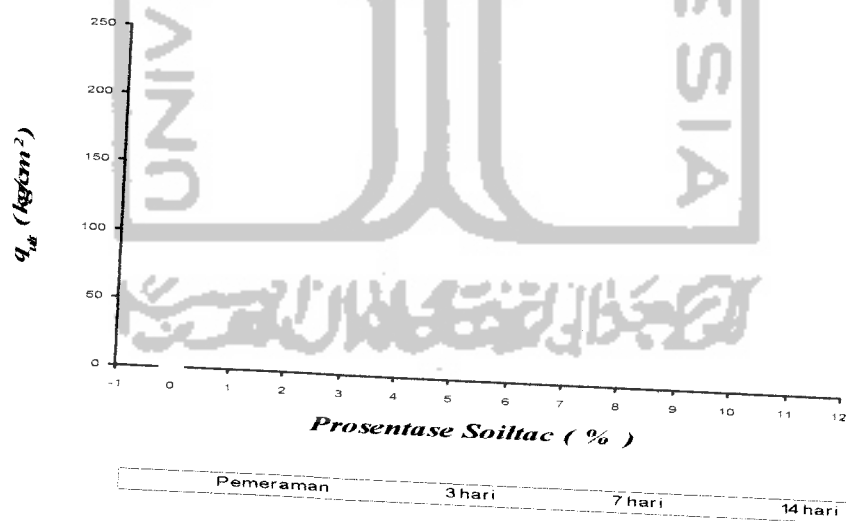
#### 1. Berdasarkan pengujian Triaksial

Hasil perhitungan daya dukung tanah dengan penambahan Soiltac berdasarkan pengujian Triaksial ditampilkan dalam Tabel 5.18

Tabel 5.18. Hasil Pehitungan daya dukung tanah berdasarkan pengujian Triaksial

Pencampuran Soiltac (%)	Hari	$\gamma_b$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\Phi$ (°)	C (kg/cm <sup>2</sup> )	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$Q_{ult}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
3	3	0.001567	13.273	1.074	11.760	3.813	2.051	17.14559
	7	0.001567	22.443	1.348	21.316	9.990	7.296	39.37623
	14	0.001567	23.749	1.720	23.249	11.374	8.524	54.30028
5	3	0.001567	18.122	1.241	15.897	6.273	4.061	26.88438
	7	0.001567	23.697	1.502	23.172	11.319	8.475	47.54967
	14	0.001567	25.885	2.240	27.242	14.435	11.470	82.30867
7	3	0.001567	20.754	1.534	18.816	8.199	5.709	39.16535
	7	0.001567	25.346	1.853	25.937	13.378	10.392	65.22814
	14	0.001567	27.368	2.669	30.831	17.341	14.436	110.59502
9	3	0.001567	21.801	1.800	20.365	9.309	6.693	49.53347
	7	0.001567	26.565	2.100	28.887	15.767	12.830	82.13726
	14	0.001567	29.686	2.937	36.440	21.885	19.072	143.75677
11	3	0.001567	25.641	1.900	26.651	13.956	10.982	68.70383
	7	0.001567	27.785	2.680	31.840	18.159	15.270	114.73209
	14	0.001567	31.994	3.347	44.877	29.479	27.327	201.59610

Hasil lengkap perhitungan daya dukung tanah ditampilkan dalam gambar 5.34



Gambar 5.34. Grafik hubungan antara  $Q_u$  dengan prosentase campuran Soiltac pada uji Triaksial.

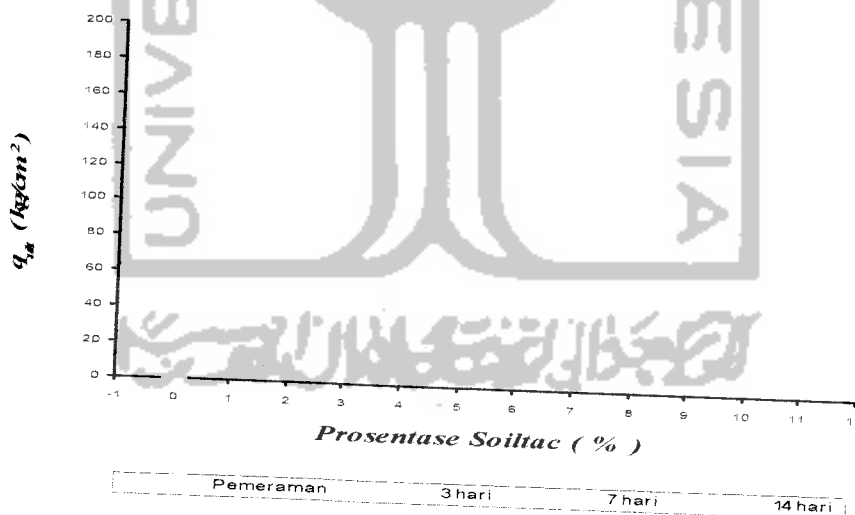
## 2. Berdasarkan pengujian Tekan Bebas

Hasil perhitungan daya dukung tanah dengan penambahan Soiltac berdasarkan pengujian Tekan Bebas ditampilkan dalam Tabel 5.19

**Tabel 5.19.** Hasil Pehitungan daya dukung tanah berdasarkan pengujian Tekan Bebas

Pencampuran Soiltac (%)	Hari	$\gamma_b$ ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	$\Phi$ ( $^\circ$ )	$c$ ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$q_{ult}$ ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )
3	3	0.001567	18.00	0.655	15.780	6.200	4.000	14.65893
	7	0.001567	26.00	0.738	27.520	14.660	11.700	29.43327
	14	0.001567	30.00	0.819	37.2	22.5	19.7	44.36739
5	3	0.001567	22.00	0.868	20.660	9.520	6.880	25.23577
	7	0.001567	28.00	0.841	32.360	18.580	15.700	39.27475
	14	0.001567	32.00	1.033	44.900	29.500	27.350	66.63316
7	3	0.001567	24.00	1.138	23.620	11.640	8.760	37.31649
	7	0.001567	30.00	1.054	37.2	22.5	19.7	55.73199
	14	0.001567	33.00	1.193	48.750	33.000	2.175	80.91380
9	3	0.001567	28.00	1.280	32.360	18.580	1.980	56.88263
	7	0.001567	32.00	1.211	44.900	29.500	1.850	75.42468
	14	0.001567	36.00	1.406	65.380	49.380	54.0	130.62413
11	3	0.001567	31.00	1.378	41.050	26.000	1.525	77.70676
	7	0.001567	33.00	1.428	48.750	33.000	2.175	95.80693
	14	0.001567	38.00	1.563	80.540	65.340	77.2	178.72690

Hasil lengkap perhitungan daya dukung tanah ditampilkan dalam Gambar 5.35



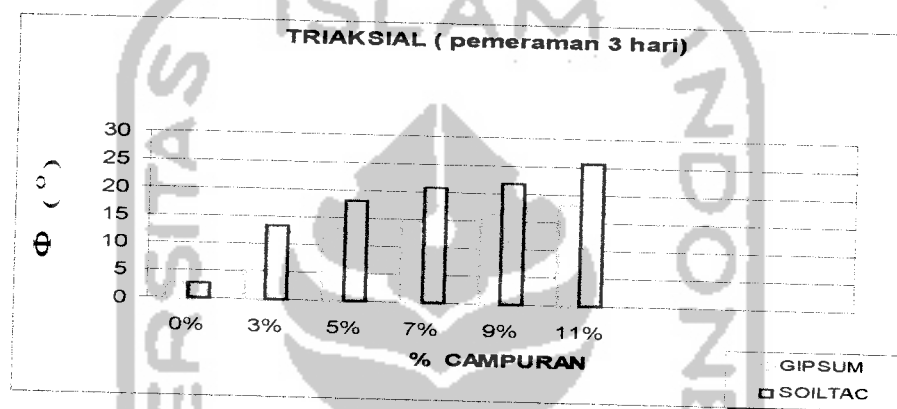
**Gambar 5.35.** Grafik hubungan antara  $q_u$  dengan prosentase campuran Soiltac pada uji Tekan Bebas

### 5.3 Perbandingan Bahan Stabilisasi Gypsum dan Soiltac

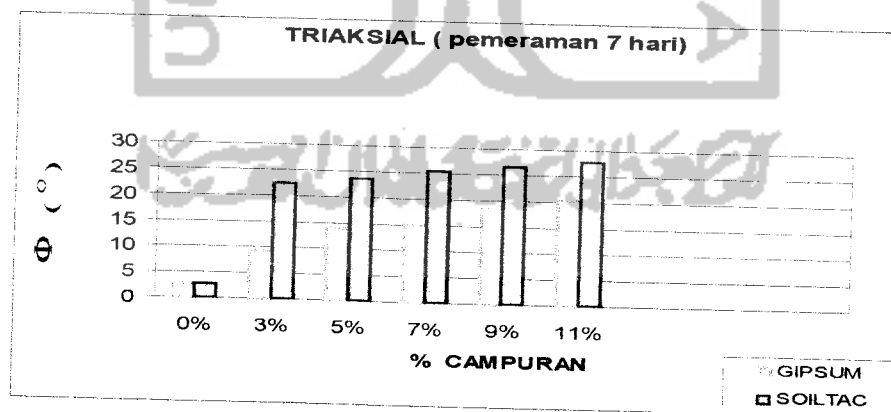
Dari hasil penelitian bahan stabilisasi Gypsum dan Soiltac, maka dapat dibuat perbandingan antara kedua bahan stabilisasi tersebut. Untuk hasil lengkap dari perbandingan kedua bahan stabilisasi tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik berikut ini :

#### 5.3.1. Berdasarkan pengujian Triaksial

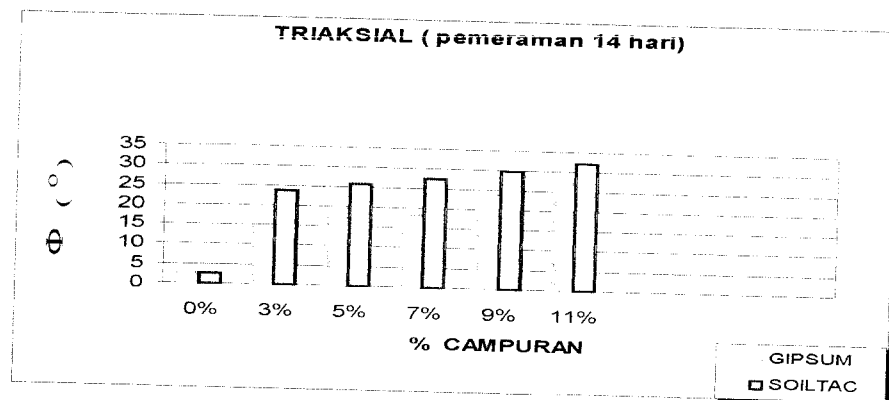
a. Perbandingan nilai sudut geser dalam ( $\Phi$ )



Gambar 5.36. Grafik perbandingan nilai ( $\Phi$ ) pemeraman 3 hari

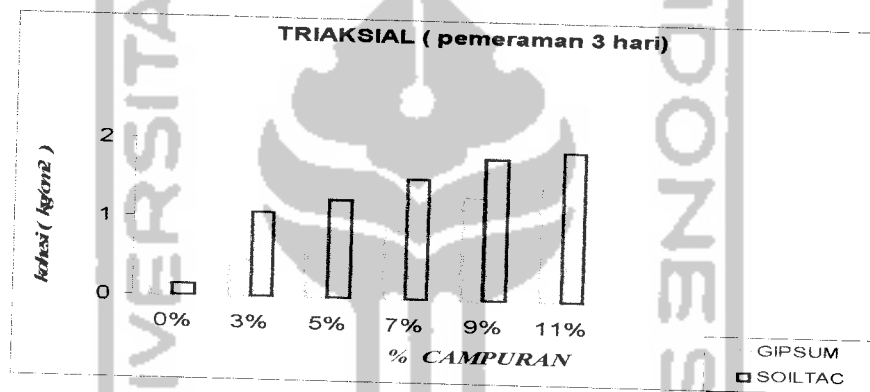


Gambar 5.37. Grafik perbandingan nilai ( $\Phi$ ) pemeraman 7 hari

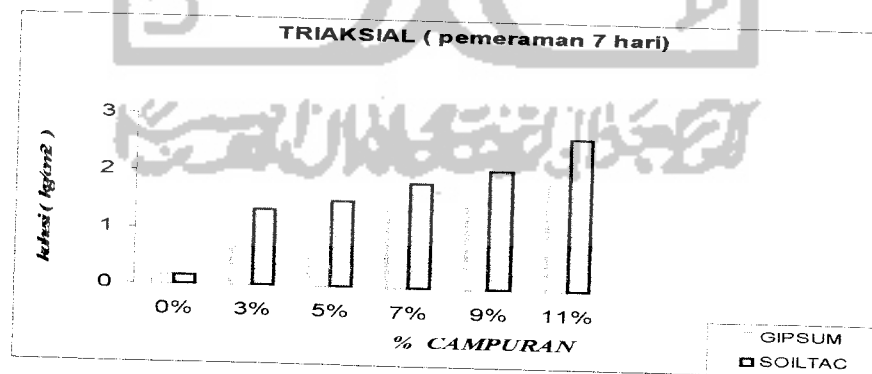


Gambar 5.38. Grafik perbandingan nilai (  $\Phi$  ) pemeraman 14 hari

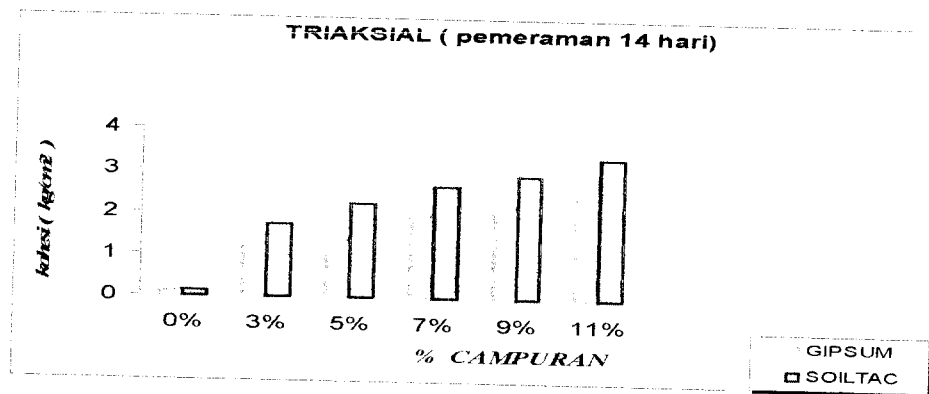
b. Perbandingan nilai kohesi ( c )



Gambar 5.39. Grafik perbandingan nilai kohesi ( c ) pemeraman 3 hari

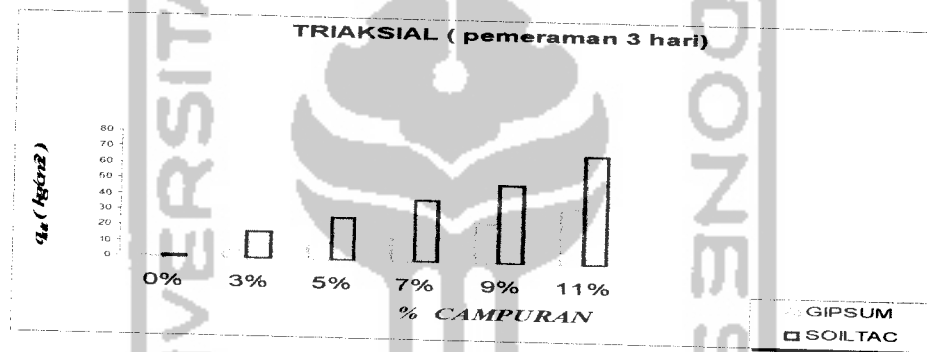


Gambar 5.40. Grafik perbandingan nilai kohesi ( c ) pemeraman 7 hari

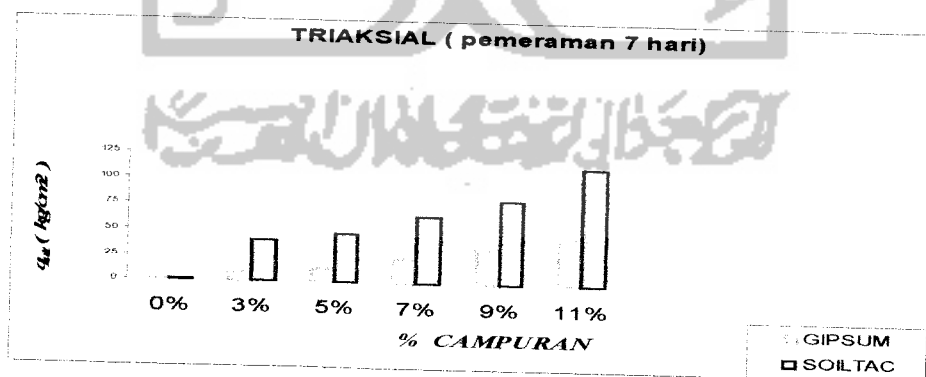


Gambar 5.41. Grafik perbandingan nilai kohesi ( c ) pemeraman 14 hari

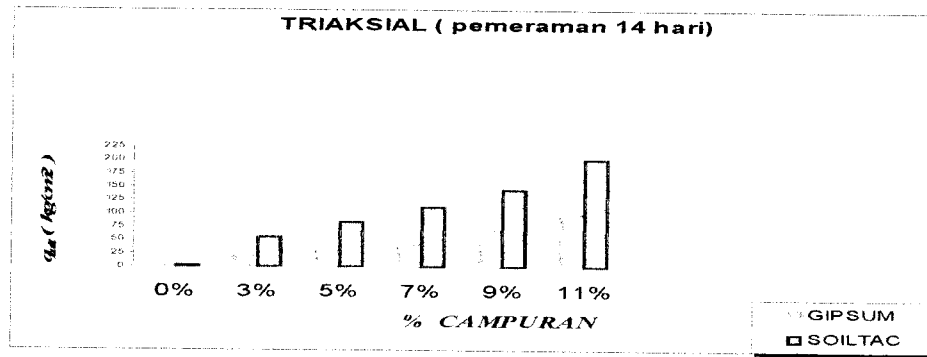
**c. Perbandingan nilai daya dukung ( $q_u$ )**



Gambar 5.42. Grafik perbandingan nilai daya dukung ( $q_u$ ) pemeraman 3 hari



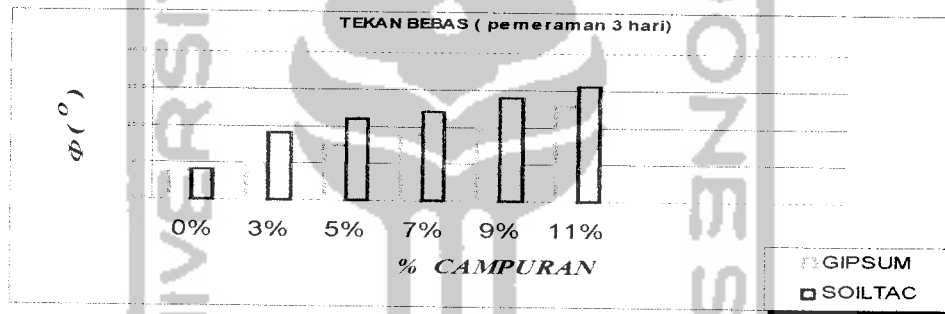
Gambar 5.43. Grafik perbandingan nilai daya dukung ( $q_u$ ) pemeraman 7 hari



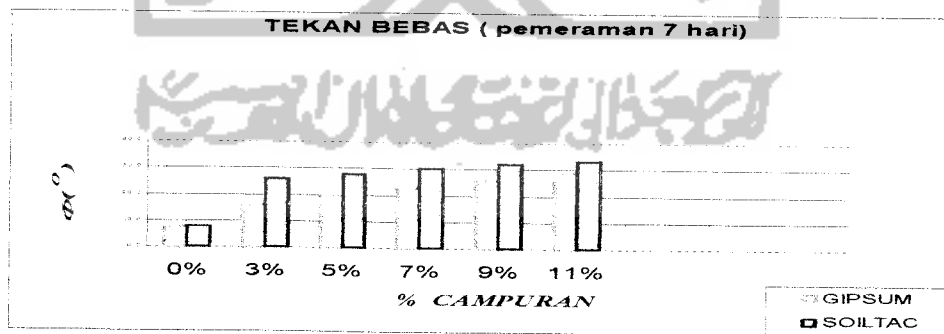
**Gambar 5.44.** Grafik perbandingan nilai daya dukung ( $Q_u$ ) pemeraman 14 hari

### 5.3.2. Berdasarkan pengujian Tekan Bebas

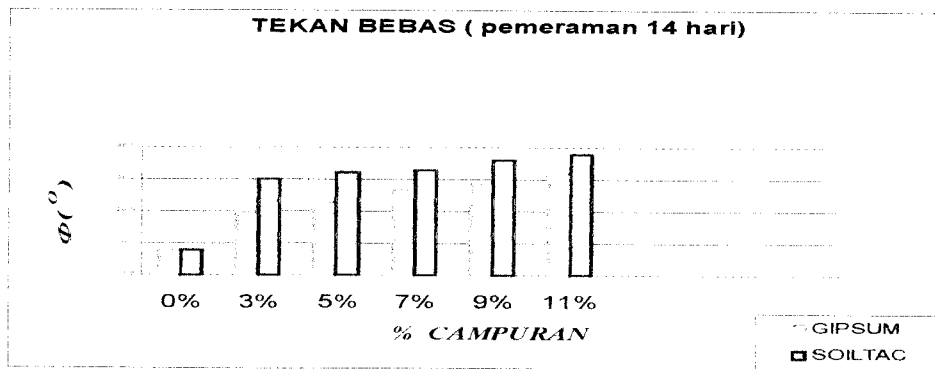
#### a. Perbandingan nilai sudut geser dalam ( $\Phi$ )



**Gambar 5.45.** Grafik perbandingan nilai ( $\Phi$ ) pemeraman 3 hari

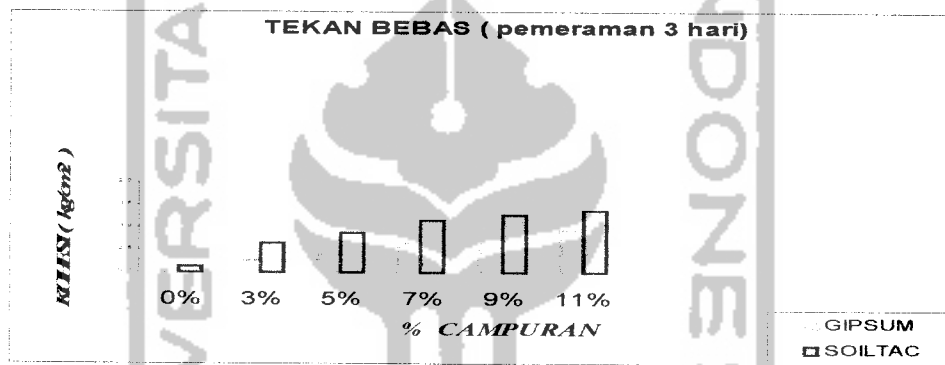


**Gambar 5.46.** Grafik perbandingan nilai ( $\Phi$ ) pemeraman 7 hari

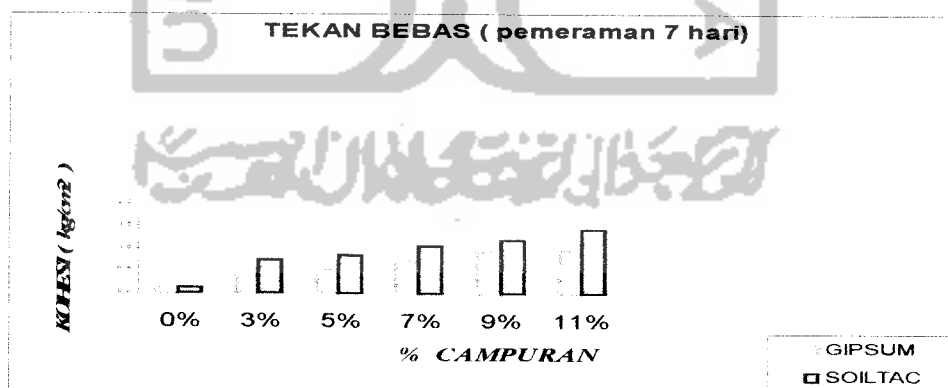


Gambar 5.47. Grafik perbandingan nilai (  $\Phi$  ) pemeraman 14 hari

**b. Perbandingan nilai kohesi ( c )**

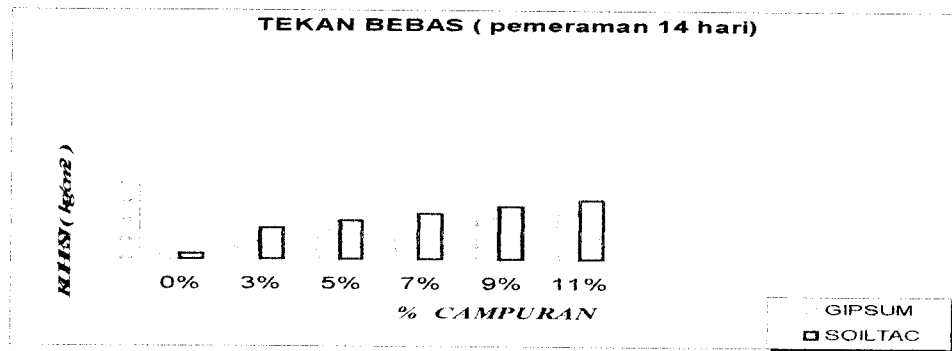


Gambar 5.48. Grafik perbandingan nilai kohesi ( c ) pemeraman 3 hari



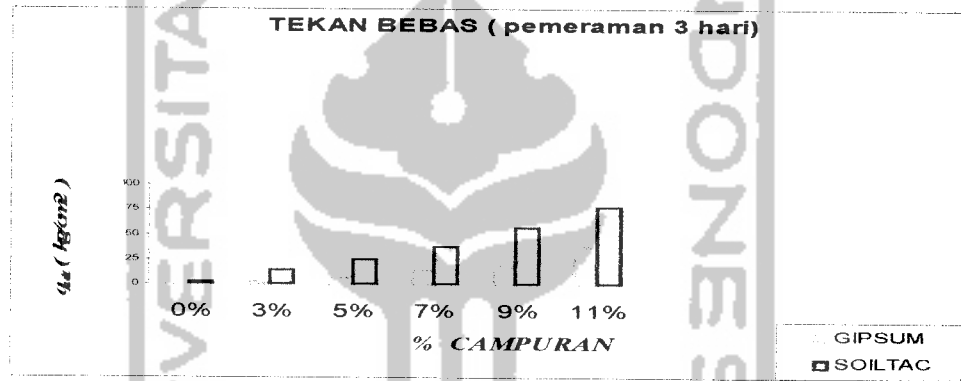
Gambar 5.49. Grafik perbandingan nilai kohesi ( c ) pemeraman 7 hari



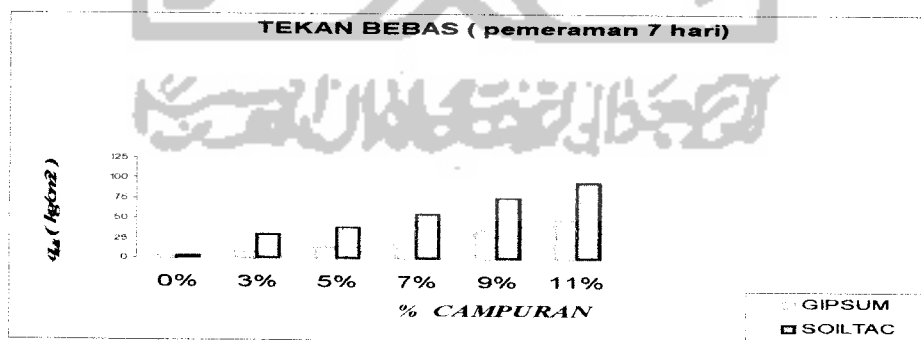


Gambar 5.50. Grafik perbandingan nilai kohesi ( c ) pemeraman 14 hari

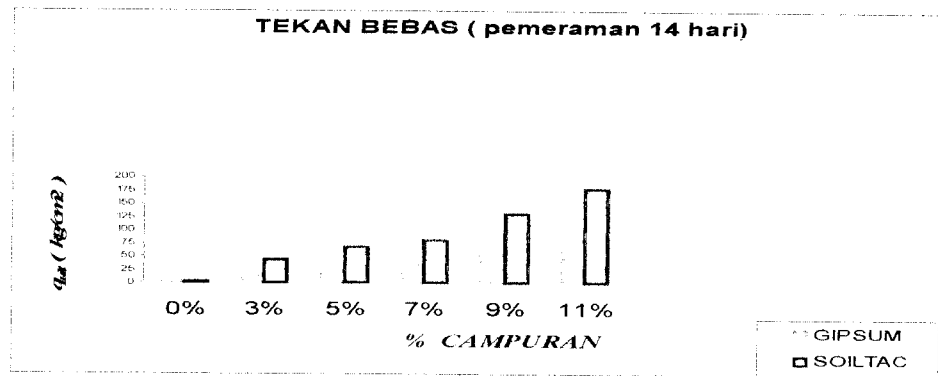
c. Perbandingan nilai daya dukung (  $q_u$  )



Gambar 5.51. Grafik perbandingan nilai daya dukung (  $q_u$  ) pemeraman 3 hari



Gambar 5.52. Grafik perbandingan nilai daya dukung (  $q_u$  ) pemeraman 7 hari



**Gambar 5.53.** Grafik perbandingan nilai daya dukung ( $q_u$ ) pemeraman 14 hari

#### 5.4 Faktor Ketelitian Hasil Pengujian

Dari pengujian dilaboratorium terhadap sifat fisik dan mekanik, terdapat penyimpangan hasil atau kesalahan dalam pelaksanaan pengujian. Untuk mengetahui factor kesalahan dan ketelitian perlu diadakan pengujian yang berulang pada jenis sampel yang sama. Dalam pengujian dilaboratorium kami menggunakan 2 sampel pada pengujian Hidrometer, 3 sampel pada pengujian berat jenis, 1 sampel pada pengujian pemadatan untuk setiap penambahan air, 1 sampel pada pengujian Tekan Bebas untuk masing-masing kondisi tanah dan 3 sampel pada pengujian Triaksial untuk masing-masing kondisi tanah dengan tekanan sel 0.5 ( $\text{kg/cm}^2$ ), tekanan sel 1.0 ( $\text{kg/cm}^2$ ) dan tekanan sel 2.0 ( $\text{kg/cm}^2$ ).

Pada pencetakan sampel menggunakan cetakan belah, supaya sampel mudah dikeluarkan dari cetakan. Agar sampel yang telah dipersiapkan dapat masuk secara keseluruhan kedalam cetakan, tanah dimasukkan sedikit demi sedikit kemudian dipadatkan dengan besi.