

## BAB V

### HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

Pengujian yang telah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, diperoleh hasil yang meliputi sifat-sifat fisik dan sifat-sifat mekanik tanah pasir yang berasal dari Kali Progo.

Sifat-sifat fisik tanah pasir meliputi : kadar air tanah ( $w$ ), berat volume tanah ( $\gamma_b$ ), dan berat jenis tanah ( $G_s$ ).

Sifat-sifat mekanik tanah pasir meliputi : distribusi ukuran butiran (gradasi), angka pori ( $e$ ), angka pori maksimum ( $e_{maks}$ ), angka pori minimum ( $e_{min}$ ), relatif densiti ( $D_r$ ), perubahan tekanan air pori ( $u$ ) dan perubahan volume ( $V$ ).

Hasil dari pengujian akan ditampilkan dalam bentuk tabel begitu pula dengan sifat-sifat fisik dan sifat-sifat mekanik.

#### 5.1 Hasil Pengujian Propestis Tanah Pasir

Hasil pengujian sifat fisik tanah pasir pada kondisi *Undisturbed Soil* diperoleh kadar air ( $w$ ) dan berat volume tanah ( $\gamma_b$ ), seperti pada Tabel 5.1 dan Tabel 5.2.

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Kadar Air

No		I	II
1	Berat cawan ( $W_1$ ) gr	22,28	22,51
2	Cawan + tanah basah ( $W_2$ ) gr	99,15	73,79
3	Cawan + tanah kering ( $W_3$ ) gr	82,14	62,31
4	Berat air ( $W_2 - W_3$ ) gr	17,01	11,48
5	Tanah kering ( $W_3 - W_1$ ) gr	59,86	39,80
6	Kadar air ( $w = \frac{W_2 - W_3}{W_3 - W_1} \%$ )	28,42	28,84
	Kadar air rata-rata ( $w \%$ )	28,63	

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Berat Volume Tanah

No		I	II	III
1	Diameter ring $d$ cm	6,27	6,37	6,38
2	Tinggi ring $t$ cm	2,34	2,35	2,36
3	Volume ring $V$ cm <sup>3</sup>	72,250	74,892	75,447
4	Berat ring $W_1$ gr	69,23	66,01	70,36
5	Berat ring + tanah $W_2$ gr	210,87	200,96	210,09
6	Berat tanah ( $W_2 - W_1$ ) gr	141,64	134,95	139,73
7	Berat volume tanah $\gamma_b$	1,960	1,812	1,852
8	Berat volume tanah rata-rata $\gamma_b$	1,871 gr/cm <sup>3</sup>		

Hasil pengujian sifat fisik untuk kondisi tanah terganggu dapat dilihat pada

Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Berat jenis

No			I	II
1	Berat picknometer kosong	$W_1$ gr	34,59	20,41
2	Berat picknometer + tanah kering	$W_2$ gr	53,45	39,69
3	Berat picknometer + air + tanah	$W_3$ gr	96,98	83,94
4	Berat picknometer + air	$W_4$ gr	85,26	71,87
5	Temperatur	$t^{\circ}\text{C}$	25,5 °	25,5 °
6	Berat tanah	$(W_2 - W_1)$ gr	18,86	19,28
7	$A = W_2 + W_4$		104,07	91,15
8	Isi tanah	$A - W_3$	7,09	7,21
9	Berat volume butir tanah	$\gamma_s = \frac{W_t}{A - W_3}$	2,660	2,674
10	Isi tanah pada 27,5 °C. $G_s = \gamma_s \times \frac{B_j \text{ air } t^{\circ}}{B_j \text{ air } 27,5^{\circ}}$		2,661	2,675
	Berat jenis rata-rata		2,668	

Catatan :

$$B_j \text{ air } t^{\circ} = 0,99695$$

$$B_j \text{ air } 27,5 = 0,99641$$

Hasil pengujian sifat-sifat mekanik tanah pasir dilaksanakan dengan menggunakan tanah pasir ada kondisi *disturbed soil*. Dari hasil pengujian sifat mekanik tanah pasir diperoleh distribusi ukuran butir, seperti pada Tabel 5.4.

data:

berat tanah kering ( $W$ ) = 100 gr

$$e^1 = W - d_1$$

$$= 100 - 0,30$$

$$e^1 = 99,7 \text{ gr}$$

$$P = \frac{e}{W} \times 100 \%$$

$$= \frac{99,7}{100} \times 100\%$$

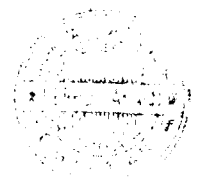
$$P = 99,7 \%$$

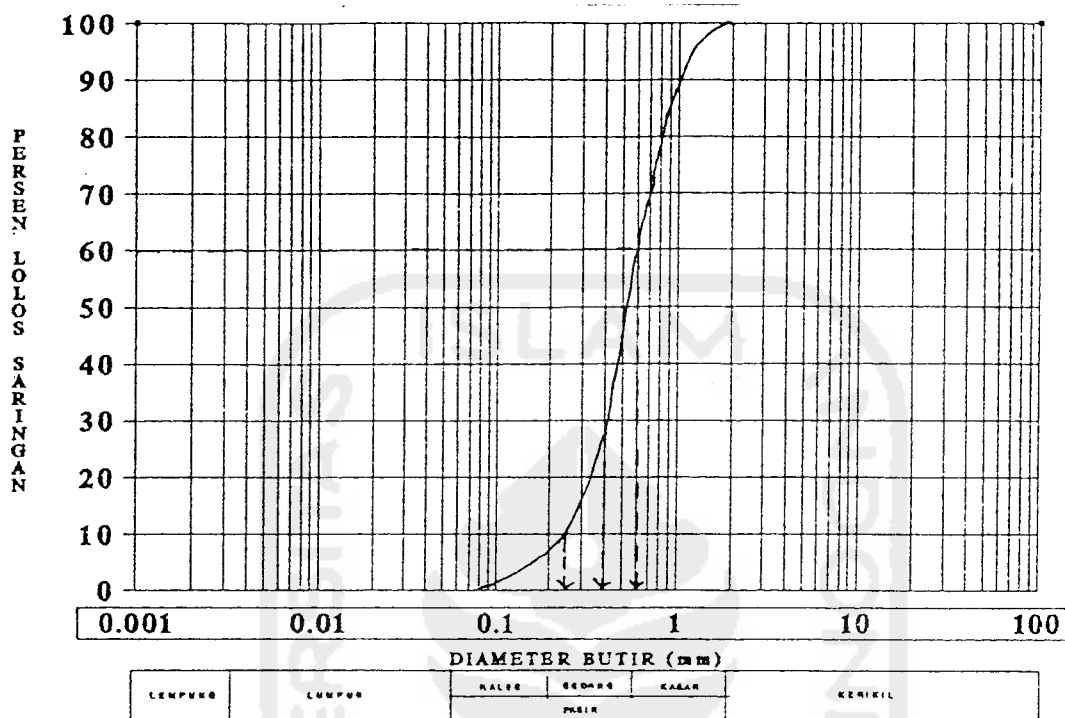
Kemudian untuk data berikutnya dihitung dengan cara yang sama, dan hasilnya ditabelkan.

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Analisis Saringan

No saringan	Diameter	Berat Tertahan	Berat lolos	Persen Berat lebih kecil	d2 s/d d0 hasil saringan
	mm	gr	gr	$P = (e^1 / W) \times 100\%$	
10	2,00	$d^1 = 0$	$e^1 = 100,0$	100,00	$e^1 = W - d^1$
20	0,85	$d^2 = 15,12$	$e^2 = 84,88$	84,88	$e^2 = e^1 - d^2$
40	0,425	$d^3 = 46,87$	$e^3 = 38,01$	38,01	$e^3 = e^2 - d^3$
60	0,250	$d^4 = 27,18$	$e^4 = 10,83$	10,83	$e^4 = e^3 - d^4$
140	0,106	$d^5 = 10,11$	$e^5 = 0,72$	0,72	$e^5 = e^4 - d^5$
200	0,075	$d^6 = 0,38$	$e^6 = 0,34$	0,34	$e^6 = e^5 - d^6$
	Jumlah				

Selanjutnya dari tabel perhitungan analisis saringan diatas dapat digambarkan kurva distribusi ukuran seperti diperlihatkan pada Gambar 5.1.





**Gambar 5.1** Hasil Pengujian Kurva Distribusi Ukuran Tanah

Dari Gambar 5.1 dapat ditentukan koefisien keseragaman ( $C_u$ ) dan koefisien gradasi ( $C_c$ ) sebagai berikut:

$$D_{60} = 0,62$$

$$D_{30} = 0,42$$

$$D_{10} = 0,25$$

Rumus:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$= \frac{0,62}{0,25} = 2,48 < 6$$

$$C_u = 2,48 \quad (\text{termasuk jenis tanah } \textit{uniform graded})$$

Jadi koefisien keseragaman tanah pasir Kali Progo adalah sebesar 2,48

Rumus:

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \cdot D_{10}}$$

$$= \frac{0,40^2}{0,62 \cdot 0,25} = 1,03 \rightarrow 1 < C_c < 3$$

$$C_c = 1,03 \quad (\text{termasuk tanah bergradasi baik})$$

Jadi koefisien gradasi tanah pasir Kali Progo adalah sebesar 1,03

Jenis tanah termasuk *poorly graded*.

Setelah harga kadar air tanah ( $w$ ), berat volume tanah ( $\gamma_b$ ), dan berat jenis tanah ( $G_s$ ) diketahui, maka angka pori asli dilapangan ( $e$ ) dapat dihitung sebagai berikut dibawah ini :

data :

$$\text{- kadar air } (w) = 28,63 \%$$

$$\text{- berat volume tanah } (\gamma_b) = 1,871 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{- berat jenis tanah } (G_s) = 2,668.$$

Terlebih dahulu dihitung berat volume tanah kering ( $\gamma_k$ ) dengan persamaan sebagai berikut :

$$\gamma_k = \frac{\gamma_b}{1 + w} \quad \text{atau,}$$

$$= \frac{1,871}{1 + 0,2863}$$

$$\gamma_k = 1,455 \text{ gr/cm}^3.$$

Kemudian angka pori ( $e$ ) dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\gamma_k = \frac{Gs}{1 + e}$$

$$e = \frac{Gs}{\gamma_k} - 1$$

$$= \frac{2,668}{1,455} - 1$$

$$e = 0,834$$

Jadi angka pori asli dilapangan adalah,  $e = 0,834$ .

Untuk menentukan harga Relatif Densiti ( $D_r$ ), dicari dulu harga  $e_{maks}$  dan  $e_{min}$  sebagai berikut :

Dari percobaan Relatif Densiti ( $D_r$ ) didapatkan :

data :

Mold

- Diameter ( $D$ ) = 10,16 cm

- Tinggi ( $t$ ) = 16,47 cm

- Volume ( $V$ ) =  $\frac{1}{4} \pi D^2 t$   
 $= \frac{1}{4} \pi (10,16)^2 16,47$   
 $= 1334,598 \text{ cm}^3$

- Berat mold ( $W_1$ ) = 4413,3 gr

- Berat mold + berat tanah ( $W_2$ ) = 6216,2 gr

- Berat mold + berat tanah dengan getaran ( $W_3$ ) = 6554,7 gr.

Maka berat volume tanah kering maksimum ( $\gamma_{k \text{ maks}}$ ) dan berat volume tanah kering minimum ( $\gamma_{k \text{ min}}$ ) dapat dihitung :

$$\gamma_{k \text{ min}} = \frac{W_2 - W_1}{V} = \frac{6216,2 - 4413,13}{1334,598} = 1,351 \text{ gr/cm}^3$$

$$\gamma_{k \text{ maks}} = \frac{W_3 - W_1}{V} = \frac{6554,7 - 4413,13}{1334,598} = 1,605 \text{ gr/cm}^3.$$

Selanjutnya dapat ditentukan angka pori maksimum ( $e_{\text{maks}}$ ) dan angka pori minimum ( $e_{\text{min}}$ ) :

$$\gamma_{k \text{ min}} = \frac{Gs}{1 + e_{\text{maks}}}, \text{ atau}$$

$$e_{\text{maks}} = \frac{Gs}{\gamma_{k \text{ min}}} - 1$$

$$= \frac{2,668}{1,351} - 1$$

$$e_{\text{maks}} = 0,972$$

jadi angka pori maksimum ( $e_{\text{maks}}$ ) = 0,972.

$$\gamma_{k \text{ maks}} = \frac{Gs}{1 + e_{\text{min}}}, \text{ atau}$$

$$e_{\text{min}} = \frac{Gs}{\gamma_{k \text{ maks}}} - 1$$

$$e_{\text{min}} = \frac{2,668}{1,605} - 1 = 0,659$$

jadi angka pori minimum ( $e_{\text{min}}$ ) = 0,659.

Kemudian harga Relatif Densiti ( $D_r$ ) dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :



$$\begin{aligned}
 Dr &= \frac{e_{maks} - e}{e_{maks} - e_{min}} \\
 &= \frac{0,972 - 0,834}{0,972 - 0,659} \\
 &= 0,5304
 \end{aligned}$$

jadi harga Relatif Densiti ( $Dr$ ) tanah pasir Kali Progo adalah 0,5304.

## 5.2 Pengujian Tekanan Air Pori

Hasil pengujian Tekanan Air Pori, disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut :

data :

Tanah pasir Kali Progo

- $G_s = 2,668$
- $e = 0,834$
- $e_{min} = 0,659$
- $e_{maks} = 0,972$

### Shaking Table

- panjang = 80 cm
- lebar = 20 cm.

Jadi untuk rasio  $L/H = 5, 7$  dan  $9$ , harga  $H$  berturut-turut adalah  $16$  cm,  $11,43$  cm dan  $8,88$  cm.

### 5.2.1 Pengujian *Shaking Table* dengan Rasio $L/H = 5$

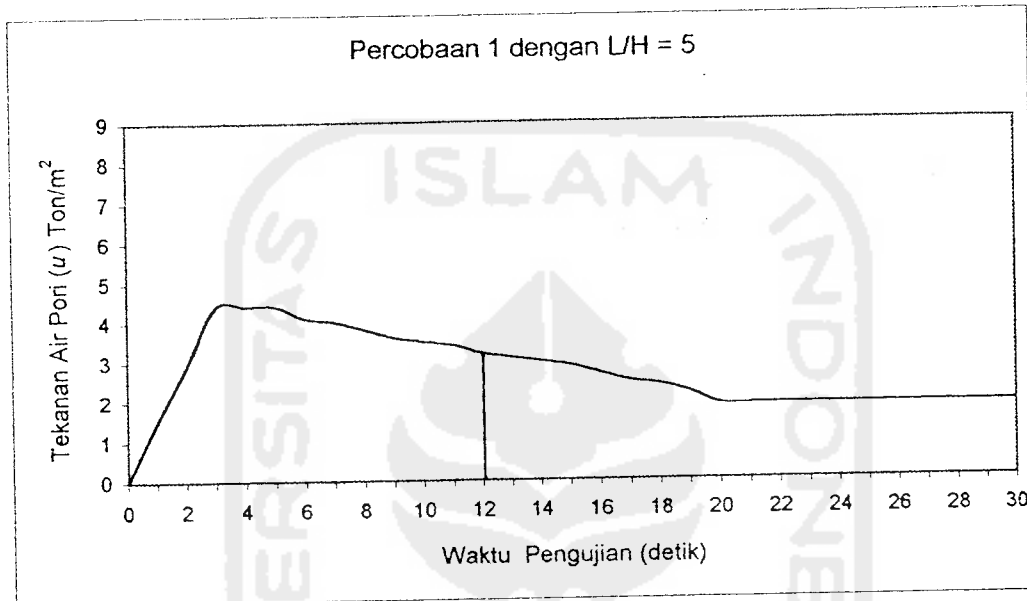
Tabel 5.5 Pembacaan Tekanan Air Pori

Waktu (detik)	Pembacaan Tekanan Air Pori (Ton/m <sup>2</sup> )			Waktu (detik)	Pembacaan Tekanan Air Pori (Ton/m <sup>2</sup> )		
	1	2	3		1	2	3
1	1.5	6.2	5.4	16	2.5	3.2	3.0
2	2.9	7.0	6.9	17	2.4	3.2	3.0
3	4.4	7.0	6.9	18	2.2	3.2	3.0
4	4.4	7.0	6.9	19	1.9	2.9	2.9
5	4.4	6.7	6.6	20	1.9	2.9	2.8
6	3.9	6.3	6.0	21	1.9	2.8	2.7
7	3.7	5.8	5.6	22	1.9	2.7	2.6
8	3.6	5.4	5.2	23	1.9	2.5	2.5
9	3.5	5.0	5.0	24	1.9	2.7	2.5
10	3.5	4.9	4.9	25	1.9	2.7	2.5
11	3.4	4.7	4.7	26	1.9	2.7	2.4
12	3.2	4.3	4.3	27	1.9	2.7	2.4
13	3.1	4.0	4.0	28	1.9	2.7	2.4
14	3.0	3.4	3.4	29	1.9	2.7	2.4
15	2.7	3.0	3.0	30	1.9	2.7	2.4

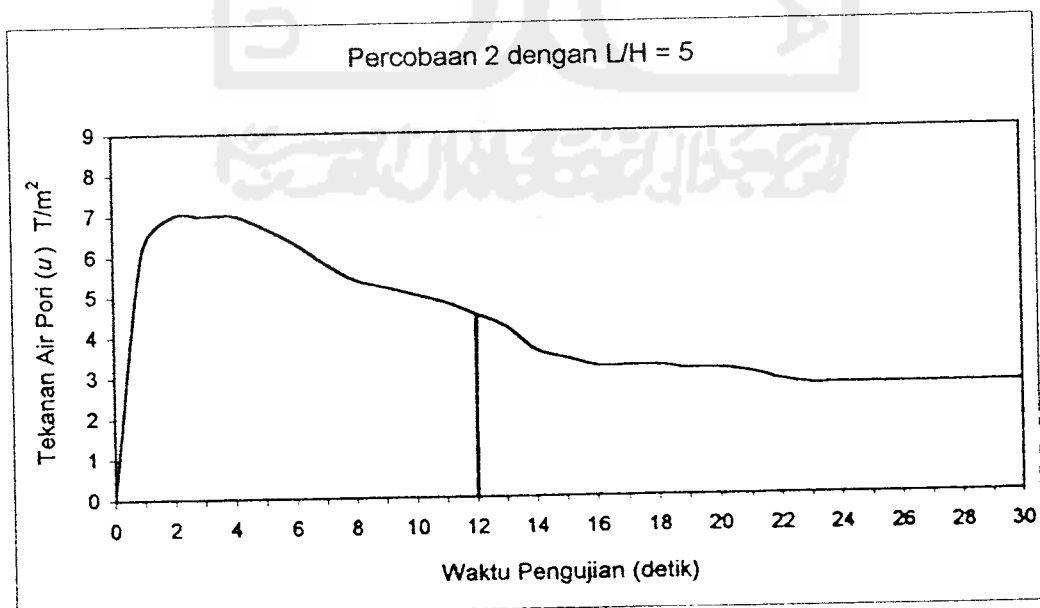
data :

- rasio  $L/H = 5$
- $N = 30$  siklik

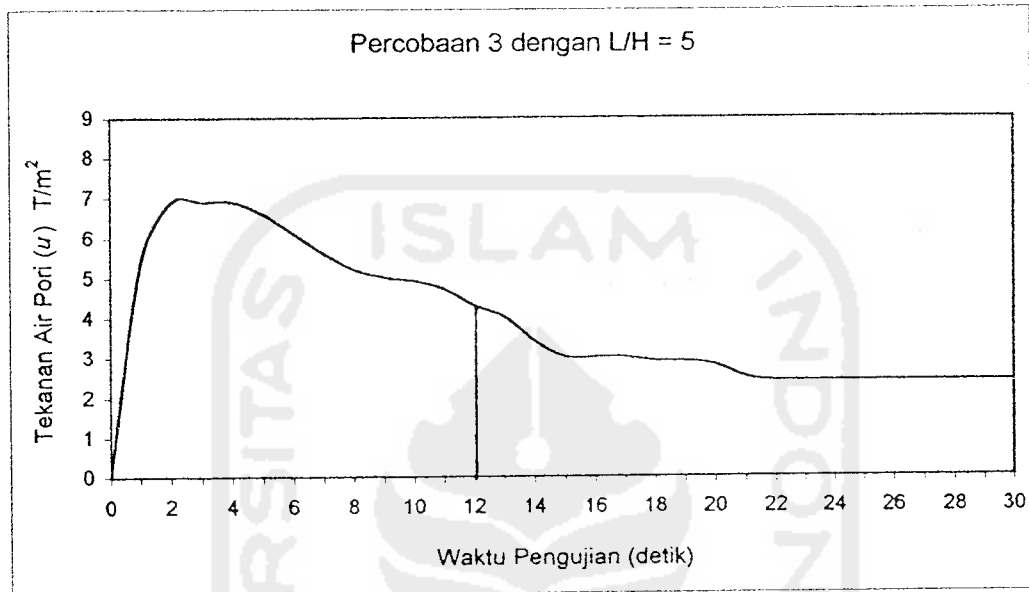
- tinggi mula-mula ( $H_0$ ) = 16 cm
- tinggi akhir ( $H_1$ ) = 15,7 cm
- *Shaking Table* digetarkan sampai detik ke-12



Gambar 5.2 Peningkatan dan Dissipasi Tekanan Air Pori



Gambar 5.3 Peningkatan dan Dissipasi Tekanan Air Pori



**Gambar 5.4** Peningkatan dan Dissipasi Tekanan Air Pori

Perhitungan perubahan volume tanah pasir,

$$\begin{aligned}
 \text{Volume awal} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \\
 &= 80 \times 20 \times 16 \\
 &= 25600 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume penurunan} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \Delta H \\
 &= 80 \times 20 \times (16 - 15,7) \\
 &= 480 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume akhir} &= \text{Volume awal} - \text{Volume penurunan} \\
 &= 25600 - 480 \\
 &= 25120 \text{ cm}^3.
 \end{aligned}$$

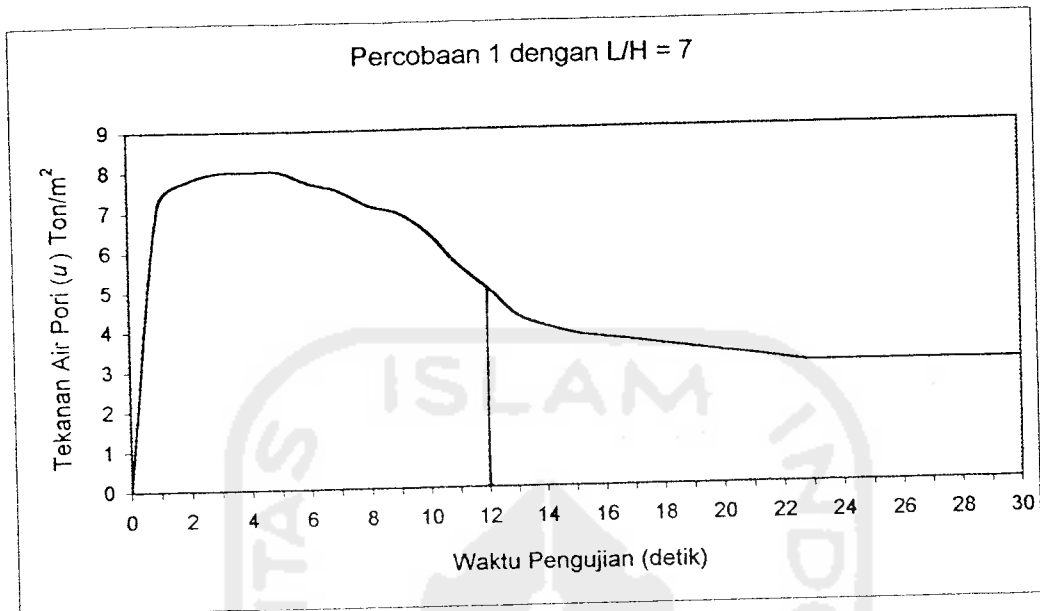
### 5.2.2 Pengujian *Shaking Table* dengan Rasio $L/H = 7$

Tabel 5.6 Pembacaan Tekanan Air Pori

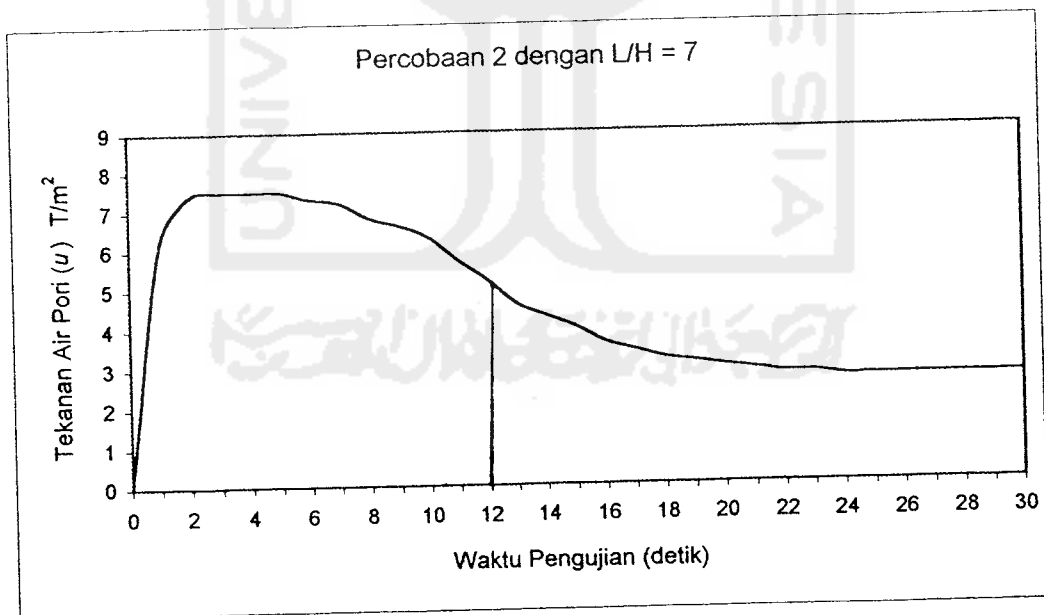
Waktu (detik)	Pembacaan Tekanan Air Pori (Ton/m <sup>2</sup> )			Waktu (detik)	Pembacaan Tekanan Air Pori (Ton/m <sup>2</sup> )		
	1	2	3		1	2	3
1	7.2	6.2	4.6	16	3.7	3.6	3.3
2	7.8	7.4	6.7	17	3.6	3.4	3.0
3	8.0	7.5	7.1	18	3.5	3.2	2.8
4	8.0	7.5	7.1	19	3.4	3.1	2.6
5	8.0	6.5	7.1	20	3.4	3.0	2.5
6	7.7	7.3	7.1	21	3.4	2.9	2.5
7	7.5	7.2	6.8	22	3.3	2.8	2.4
8	7.1	6.8	6.7	23	3.1	2.8	2.3
9	6.9	6.6	6.5	24	3.0	2.8	2.3
10	6.4	6.3	6.1	25	3.0	2.7	2.3
11	5.6	5.7	5.6	26	3.0	2.7	2.3
12	5.0	5.2	5.0	27	3.0	2.7	2.3
13	4.3	4.6	4.2	28	3.0	2.7	2.3
14	4.0	4.3	3.8	29	3.0	2.7	2.3
15	3.8	4.0	3.6	30	3.0	2.7	2.3

data :

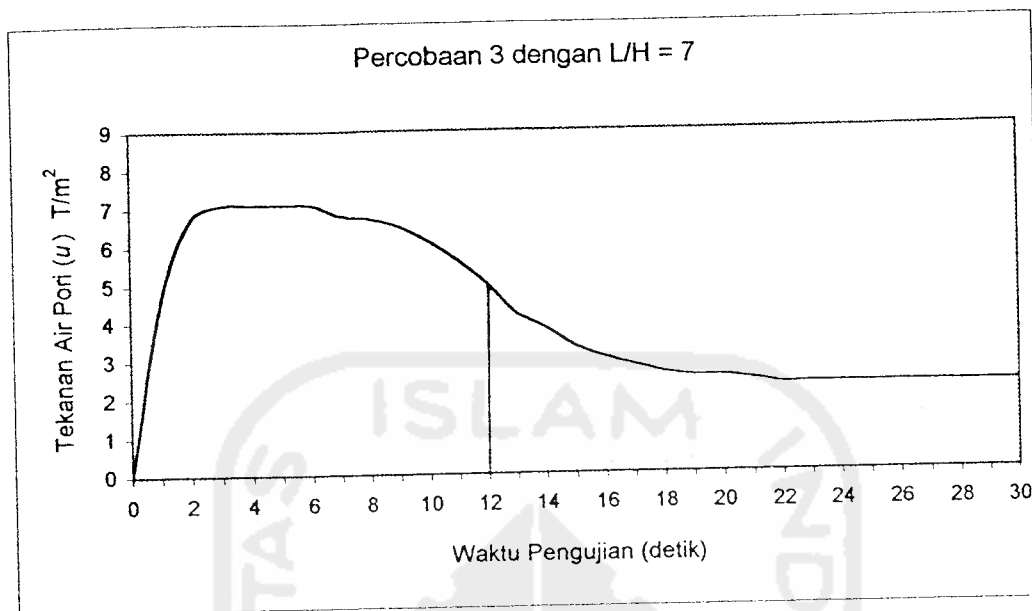
- rasio  $L/H = 7$
- $N = 30$  siklik
- tinggi mula-mula ( $H_0$ ) = 11,43 cm
- tinggi akhir ( $H_1$ ) = 11,20 cm
- *Shaking Table* digetarkan sampai detik ke-12



Gambar 5.5 Peningkatan dan Dissipasi Tekanan Air Pori



Gambar 5.6 Peningkatan dan Dissipasi Tekanan Air Pori



**Gambar 5.7** Peningkatan dan Dissipasi Tekanan Air Pori

Perhitungan perubahan volume tanah pasir,

$$\begin{aligned}
 \text{Volume awal} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \\
 &= 80 \times 20 \times 11,43 \\
 &= 18288 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume penurunan} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \Delta H \\
 &= 80 \times 20 \times (11,43 - 11,20) \\
 &= 368 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume akhir} &= \text{Volume awal} - \text{Volume penurunan} \\
 &= 18288 - 368 \\
 &= 17920 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

### 5.2.3 Pengujian *Shaking Table* dengan Rasio $L/H = 9$

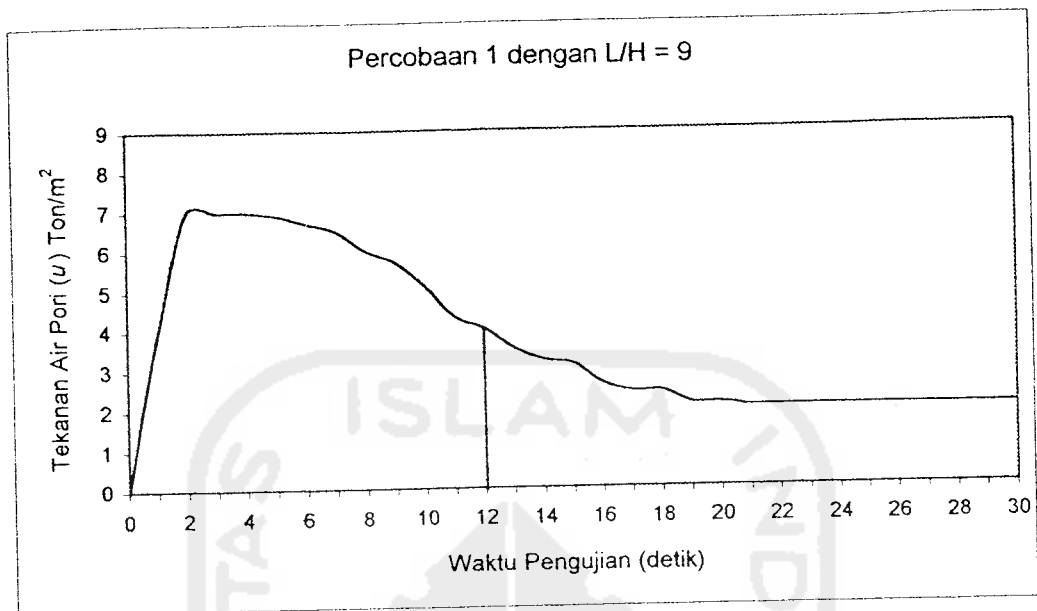
Tabel 5.7 Pembacaan Tekanan Air Pori

Waktu (detik)	Pembacaan Tekanan Air Pori (Ton/m <sup>2</sup> )			Waktu (detik)	Pembacaan Tekanan Air Pori (Ton/m <sup>2</sup> )		
	1	2	3		1	2	3
1	3.9	4.9	5.1	16	2.6	3.6	5.0
2	7.0	7.6	7.8	17	2.4	3.2	4.7
3	7.0	7.9	8.4	18	2.3	3.1	4.2
4	7.0	7.9	8.4	19	2.1	3.1	4.0
5	6.9	7.9	7.9	20	2.1	3.1	3.9
6	6.7	7.6	7.8	21	2.0	3.0	3.6
7	6.5	7.0	7.7	22	2.0	2.9	3.5
8	6.0	6.3	7.6	23	2.0	2.8	3.5
9	5.7	6.0	7.4	24	2.0	2.8	3.5
10	5.1	5.4	7.2	25	2.0	2.8	3.5
11	4.3	4.9	7.0	26	2.0	2.7	3.5
12	4.0	4.5	6.8	27	2.0	2.7	3.5
13	3.5	4.2	6.3	28	2.0	2.7	3.5
14	3.2	4.0	5.6	29	2.0	2.7	3.5
15	3.1	3.8	5.3	30	2.0	2.7	3.5

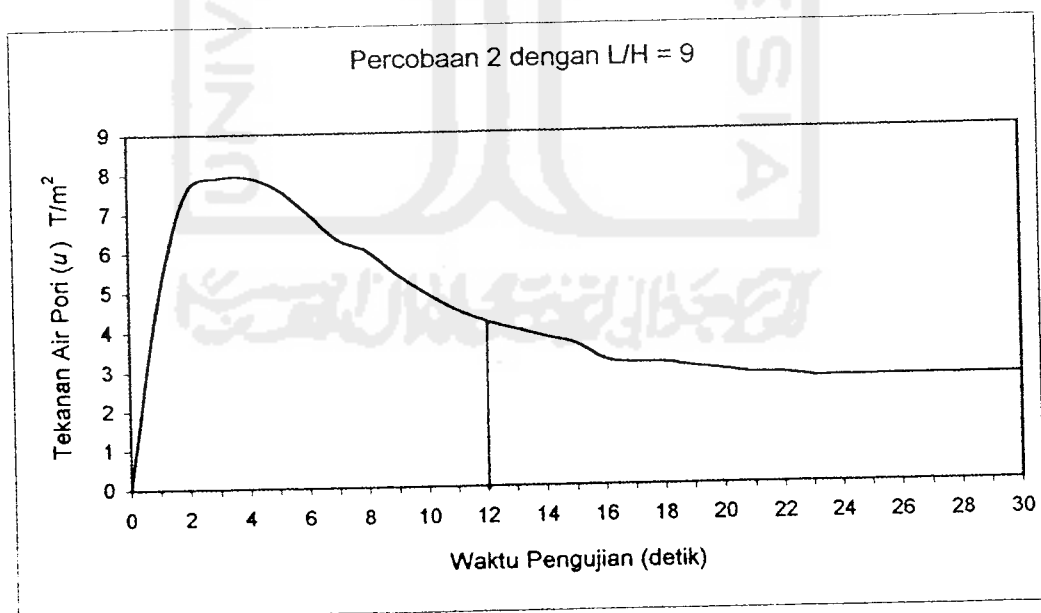
data :

- rasio  $L/H = 9$
- $N = 30$  siklik
- tinggi mula-mula ( $H_0$ ) = 8,88 cm
- tinggi akhir ( $H_1$ ) = 8,70 cm
- *Shaking Table* digetarkan sampai detik ke-12

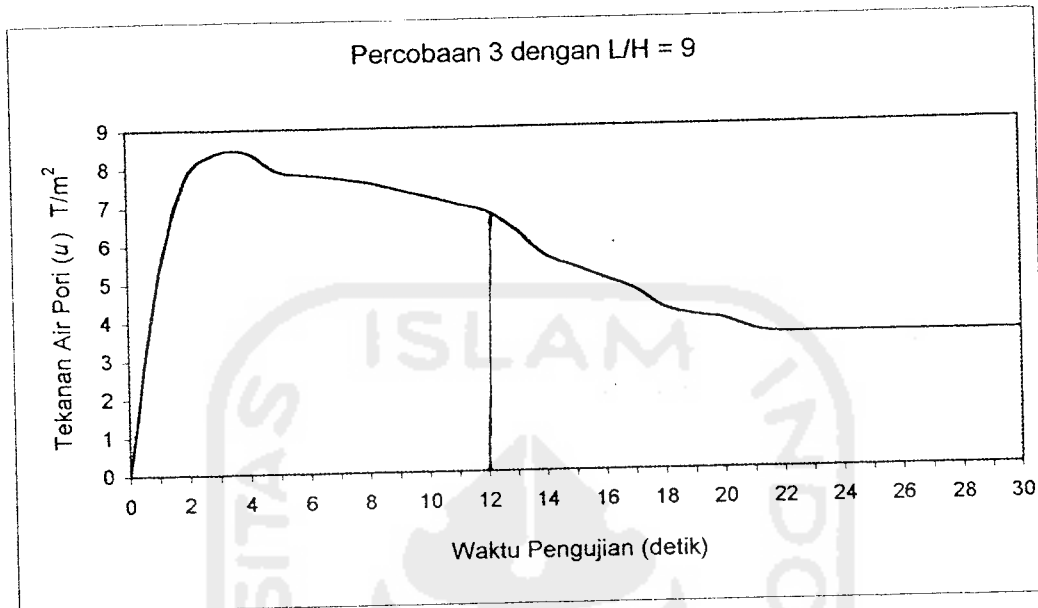




Gambar 5.8 Peningkatan dan Dissipasi Tekanan Air Pori



Gambar 5.9 Peningkatan dan Dissipasi Tekanan Air Pori



**Gambar 5.10** Peningkatan dan Dissipasi Tekanan Air Pori

Perhitungan perubahan volume tanah pasir,

$$\begin{aligned}
 \text{Volume awal} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \\
 &= 80 \times 20 \times 8,88 \\
 &= 14208 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume penurunan} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \Delta H \\
 &= 80 \times 20 \times (8,88 - 8,70) \\
 &= 288 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume akhir} &= \text{Volume awal} - \text{Volume penurunan} \\
 &= 14208 - 288 \\
 &= 13920 \text{ cm}^3.
 \end{aligned}$$