

4.2 Perhitungan Penurunan Akibat Pembebanan Awal (*Preloading*)

Untuk memperkirakan besar penurunan dan waktu penurunan yang akan terjadi pada lokasi yang ditinjau, perlu diketahui besarnya nilai beban rencana yang dipikul tanah dasar. Besarnya beban yang diperhitungkan terbatas pada beban timbunan atau pembebanannya sendiri. Hal ini dikarenakan beban timbunan tersebut sudah dianggap cukup untuk mewakili beban bangunan dan beban pondasi yang nantinya akan di tahan oleh tanah dasar, sedangkan penurunan tanah yang terjadi setelah selesai masa konstruksi akan diperhitungkan tersendiri diluar bahasan dalam tugas akhir ini.

4.2.2. Perhitungan Penurunan Konsolidasi Akibat Pembebanan

Perhitungan penurunan konsolidasi tanah lempung bergantung pada nilai OCR dari tanah itu sendiri, apakah tanah tersebut merupakan tanah terkonsolidasi normal (*Normally Consolidation*) atau terkonsolidasi lebih (*Over Consolidation*), untuk itu diperlukan pemeriksaan awal jenis OCR tanah tersebut. Setelah ditentukan nilai OCR maka perhitungan penurunan primer dapat ditentukan formulanya sesuai kondisi masing-masing lapisan tanah.

4.2.2.1. Perhitungan Tegangan Overburden (σ'_o)

Tebal lapisan tanah yang akan dihitung penurunan konsolidasinya adalah lapisan tanah lempung hingga kedalaman 50 – 60 m, karena asumsi penulis tanah keras kedalamnya dibawah lapisan tersebut. Berikut adalah contoh perhitungan tegangan overburden (σ'_o), rumus yang digunakan adalah :

$$\sigma'_o = \gamma' \cdot h$$

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

dengan :

γ' = berat isi tanah dalam keadaan *submerged*/terendam (t/m^3)

γ_{sat} = berat isi tanah dalam kondisi jenuh (t/m^3)

γ_w = berat isi air ($1 t/m^3$)

σ'_o = tegangan overburden atau tegangan efektif akibat berat sendiri (t/m^2)

h = kedalaman lapisan tanah yang ditinjau (m)

Perhitungan pada lokasi *bore hole* 2 adalah sebagai berikut :

- Lapisan 1 ($h = 15$ m), titik tinjau diambil $\frac{1}{2} \cdot h = 7,5$ m

$$\begin{aligned}\sigma'_o &= \frac{1}{2} \cdot (1,043 - 1) \cdot 15 \\ &= 0,322 t/m^2\end{aligned}$$

- Lapisan 2 (h = 10 m)

$$\begin{aligned}\sigma'_o &= (1,043 - 1) \cdot 15 + \frac{1}{2} \cdot (1,058 - 1) \cdot 10 \\ &= 0,935 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

- Lapisan 3 (h = 5 m)

$$\begin{aligned}\sigma'_o &= (1,043 - 1) \cdot 15 + (1,058 - 1) \cdot 10 + \frac{1}{2} \cdot (1,612 - 1) \cdot 5 \\ &= 2,755 \text{ t/m}^2\end{aligned}$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut ini :

Tabel 4.3 Tegangan Overburden (σ'_o) Pada Masing-masing *Bore Hole*

No.	<i>Bore Hole</i>	Lapis	h m	γ t/m ³	γ' t/m ³	σ'_o t/m ²
1	BH - 2	1	15	1,043	0,043	0,322
		2	10	1,058	0,058	0,935
		3	5	1,612	0,612	2,755
		4	10	1,200	0,200	5,285
		5	2	1,348	0,348	6,633
		7	8	1,433	0,433	7,409
2	BH - 3	1	15	1,040	0,039	0,296
		2	9	1,046	0,046	0,797
		3	11	1,113	0,113	1,624
		4	5	1,280	0,280	2,945
		5	5	1,468	0,468	4,815
		6	5	1,314	0,314	6,306
		7	4	1,135	0,135	7,825
		8	6	1,297	0,297	8,986
3	BH - 4	1	24	1,013	0,013	0,158
		2	6	1,095	0,095	0,600
		3	24	1,233	0,233	3,679
		4	6	1,308	0,308	7,396
4	BH - 5	1	24	1,044	0,044	0,530
		2	26	1,202	0,202	3,684
		3	10	1,338	0,338	7,995

Sumber : Hasil Perhitungan, 2014

4.2.2.2. Perhitungan Penambahan Tegangan Vertikal ($\Delta\sigma$)

Seperti pada penjelasan sebelumnya, beban rencana dianggap diwakili oleh beban timbunan dari pembebanan. Besarnya nilai pengaruh I ditentukan oleh grafik OSTERBERG dengan menentukan besarnya panjang b timbunan, dalam

perhitungan ini $b = 400$ m (gambar terlampir). Nilai tersebut jika dibandingkan dengan total kedalaman yang ditinjau hasilnya adalah $400/60 = 6,67$. Hal ini cukup besar jika di masukkan dalam grafik OSTERBERG. Maka dari itu, besarnya nilai pengaruh $I = 0,5$ (keadaan ∞).

Perhitungan penambahan tegangan vertikal $\Delta\sigma$ akibat variasi beban timbunan rencana H_r adalah sebagai berikut :

Rumus yang digunakan :

$$\Delta\sigma = q \cdot H_r \text{ atau lebih spesifiknya}$$

$$\Delta\sigma = \gamma_{\text{tim}} \cdot 2 I \cdot H_r$$

dengan :

$\Delta\sigma$ = penambahan tegangan vertikal (t/m^2)

γ_{tim} = berat isi tanah timbunan ($1,8 t/m^3$)

I = nilai pengaruh OSTERBERG (0,5)

H_r = tinggi timbunan rencana (m)

Perhitungan pada lokasi *bore hole* 2 sebagai berikut :

- Untuk $H_r = 5$ m

$$\begin{aligned} \Delta\sigma &= 1,8 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot 5 \\ &= 9,0 t/m^2 \end{aligned}$$

- Untuk $H_r = 6$ m

$$\begin{aligned} \Delta\sigma &= 1,8 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot 6 \\ &= 10,8 t/m^2 \end{aligned}$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut ini :

Tabel 4.4 Penambahan Tegangan Vertikal ($\Delta\sigma$)

H_r (m)	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Koreksi OSTERBERG (I)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
$\Delta\sigma = \gamma \cdot H_r \cdot 2 I$ (t/m^2)	9	10,8	12,6	14,4	16,2	18	19,8	21,6	23,4	25,2	27

Sumber : Hasil Perhitungan, 2014

Karena perhitungan penambahan tegangan vertikal tidak menggunakan parameter kedalaman lapisan tanah di bawah timbunan, maka perhitungan tersebut berlaku atau dipakai pada masing-masing *bore hole*.

4.2.2.3. Perhitungan Penurunan Segera (S_i)

Perhitungan penurunan segera (S_i) akibat beban timbunan sebesar $1,8 \text{ t/m}^3$ dibawah pondasi. Perhitungan penurunan segera untuk *bore hole* 2 adalah sebagai berikut.

Dengan menggunakan persamaan (2-11) :

$$S_i = q \cdot \sum_i \left(\frac{h_i}{E'_i} \right)$$

dengan :

h_i = kedalaman tanah pada lapisan i (m)

q = beban rencana akibat timbunan (t/m^2)

E'_i = modulus elastis dari Oedometrik di lapisan i (t/m^2)

- Lapisan 1 ($h = 15 \text{ m}$)

H_R = 5 m

γ_{timb} = $1,8 \text{ t/m}^3$

E = $305,81 \text{ t/m}^2$ (lempung sangat lunak)

μ = 0,45 (jenuh air)

$$S_{i1} = q \cdot \sum_1 \left(\frac{h_1}{E'_1} \right)$$

$$= 1,8 \cdot 5 \left(\frac{15}{\frac{305,81}{(1 - \frac{2 \cdot 0,45^2}{1 - 0,45})}} \right)$$

$$= 0,116 \text{ m}$$

- Lapisan 2 ($h = 10 \text{ m}$)

H_R = 5 m

γ_{timb} = $1,8 \text{ t/m}^3$

E = $305,81 \text{ t/m}^2$ (lempung sangat lunak)

μ = 0,45 (jenuh air)

$$S_{i2} = q \cdot \sum_1 \left(\frac{h_1}{E'_1} \right)$$

$$= 1,8 \cdot 5 \left(\frac{10}{\frac{305,81}{(1 - \frac{2 \cdot 0,45^2}{1 - 0,45})}} \right)$$

$$= 0,078 \text{ m}$$

- Lapisan 3 ($h = 5$ m)
- $H_R = 5$ m
- $\gamma_{\text{timb}} = 1,8$ t/m³
- $E = 305,81$ t/m² (lempung sangat lunak)
- $\mu = 0,45$ (jenuh air)

$$S_{i3} = q \cdot \Sigma_1 \left(\frac{h_1}{E_1'} \right)$$

$$= 1,8 \cdot 5 \left(\frac{5}{\frac{305,81}{(1 - \frac{2 \cdot 0,45^2}{1 - 0,45})}} \right)$$

$$= 0,039 \text{ m}$$

Maka untuk penurunan segera (S_i) total akibat adanya pembebanan pada *bore hole* 2 adalah sebagai berikut :

$$S_{i \text{ tot}} = S_{i1} + S_{i2} + S_{i3}$$

$$= 0,116 + 0,078 + 0,039$$

$$= 0,233 \text{ m}$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut.

