

ANALISIS PONDASI TANDON PEMBAGI AIR BERSIH DI DESA PUCANGANAK KABUPATEN TRENGGALEK

Herry Widhiarto¹, Fajar Astuti Hermawati², Valantino Ateng Pamolango³

¹Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
e-mail: herywidiarto@untag-sby.ac.id

²Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
e-mail: fajarasuti@untag-sby.ac.id

³Fakultas Sastra, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
e-mail: v.a.pamolango@untag-sby.ac.id

Abstract

The foundation is part of the structure of building which serves as a medium that receives the load of the building then pass those loads into the ground. The material foundation must be able to withstand the work load and the ground should be able to accept the burden passed on by the foundation. Ability of soil to receive the load depends on soil conditions, load received, the type and dimensions of the foundation. The foundation itself is divided into two major groups, namely the foundation of shallow and deep foundations. The use of shallow foundation is considered if the soil layer is relatively good and relatively light load on the structure. For poor soil conditions and load large structures, deep foundations in more considered. Based on the existing soil conditions, the foundation plate square shape can support a load of clean water reservoir and the consolidation settlement is relatively small.

Keywords: *shallow foundation, reservoir / reservoir, consolidation settlement*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air bersih merupakan kebutuhan pokok yang harus tersedia yang diperlukan oleh masyarakat untuk mendapatkan kehidupan yang sehat dan bersih. Air bersih ini digunakan untuk keperluan rumah tangga, seperti untuk minum, masak, mandi, cuci dan keperluan lain.

Permasalahan yang dihadapi masyarakat desa Pucanganak terutama adalah kesulitan mendapatkan air bersih dimusim kemarau, sumber air yang digunakan sehari-hari adalah sungai yang dimusim kemarau debitnya sangat kecil bahkan cenderung mengering. Potensi lain yang ada adalah sumber mata air yang jaraknya kurang lebih lima kilometer dari lokasi.

Melihat permasalahan di atas maka dibuat tandon/reservoir untuk menampung air dari sumber mata air melalui jaringan pipa sehingga bisa memenuhi kebutuhan air bersih di Desa Pucanganak.

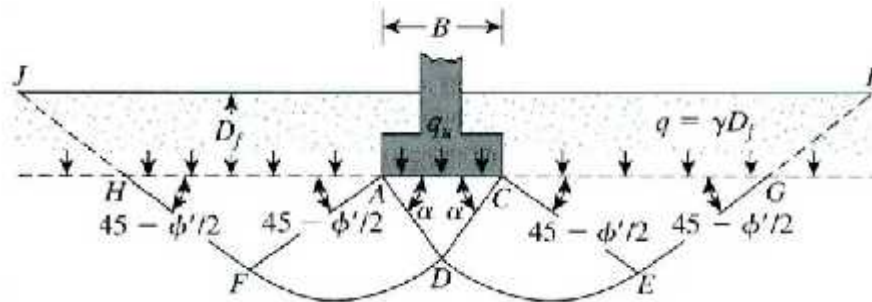
1.2 Permasalahan

Diperlukan pondasi yang cocok untuk pembangunan tandon / bangunan pembagi air bersih dengan kondisi tanah setempat sehingga mampu mendukung tandon tersebut tanpa terjadi penurunan yang signifikan.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kapasitas daya dukung ultimit

Perhitungan kapasitas dukung ultimit untuk pondasi dangkal didasarkan pada teori keruntuhan geser oleh Terzaghi (1943) seperti pada **Gambar 2.1** di bawah ini.



Gambar 2.1 Keruntuhan kapasitas dukung tanah untuk pondasi menerus.

Dengan menggunakan analisis keseimbangan, Terzaghi menyatakan kapasitas dukung ultimit, q_u , dengan perumusan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} q_u &= c'N_c + qN_q + 0.5 \gamma B N_\gamma && \text{(pondasi strip/menerus)} \\ q_u &= 1.3c'N_c + qN_q + 0.4 \gamma B N_\gamma && \text{(pondasi bujur sangkar)} \\ q_u &= 1.3c'N_c + qN_q + 0.3 \gamma B N_\gamma && \text{(pondasi bentuk lingkaran)} \end{aligned}$$

dimana,

c' = kohesi tanah

γ = berat volume tanah

$q = \gamma D_f$

N_c, N_q, N_γ = faktor-faktor kapasitas dukung.

Faktor kapasitas dukung N_c, N_q , dan N_γ didefinisikan sebagai berikut:

$$N_c = \cot \phi' \left[\frac{e^{2(3\pi/4 - \phi'/2)\tan \phi'}}{2 \cos^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi'}{2}\right)} - 1 \right] = \cot \phi' (N_q - 1)$$

$$N_q = \frac{e^{2(3\pi/4 - \phi'/2)\tan \phi'}}{2 \cos^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right)}$$

Dan

$$N_y = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{py}}{\cos^2 \phi'} - 1 \right) \tan \phi'$$

Dimana K_{px} = koefisien tekanan pasif tana

Tabel 2.1 Faktor daya dukung Terzaghi

| w' | N _c | N _q | N _x | w' | N _c | N _q | N _x |
|----|----------------|----------------|----------------|----|----------------|----------------|----------------|
| 0 | 5.70 | 1.00 | 0.00 | 26 | 27.00 | 14.21 | 9.84 |
| 1 | 6.00 | 1.10 | 0.01 | 27 | 29.24 | 15.90 | 11.60 |
| 2 | 6.30 | 1.22 | 0.04 | 28 | 31.61 | 17.81 | 13.70 |
| 3 | 6.62 | 1.35 | 0.06 | 29 | 34.24 | 19.98 | 16.18 |
| 4 | 6.97 | 1.49 | 0.10 | 30 | 37.16 | 22.46 | 19.13 |
| 5 | 7.34 | 1.64 | 0.14 | 31 | 40.41 | 25.28 | 22.65 |
| 6 | 7.73 | 1.81 | 0.20 | 32 | 44.04 | 28.52 | 26.87 |
| 7 | 8.15 | 2.00 | 0.27 | 33 | 48.09 | 32.23 | 31.94 |
| 8 | 8.60 | 2.21 | 0.35 | 34 | 52.64 | 36.50 | 38.04 |
| 9 | 9.09 | 2.44 | 0.44 | 35 | 57.75 | 41.44 | 45.41 |
| 10 | 9.61 | 2.69 | 0.56 | 36 | 63.53 | 47.16 | 54.36 |
| 11 | 10.16 | 2.98 | 0.69 | 37 | 70.01 | 53.80 | 65.27 |
| 12 | 10.76 | 3.29 | 0.85 | 38 | 77.50 | 61.55 | 78.61 |
| 13 | 11.41 | 3.64 | 1.04 | 39 | 85.97 | 70.61 | 95.03 |
| 14 | 12.11 | 4.02 | 1.26 | 40 | 95.66 | 81.27 | 115.31 |
| 15 | 12.86 | 4.45 | 1.52 | 41 | 106.81 | 93.86 | 140.51 |
| 16 | 13.68 | 4.92 | 1.82 | 42 | 119.67 | 108.75 | 171.99 |
| 17 | 14.60 | 5.45 | 2.18 | 43 | 134.58 | 126.50 | 211.56 |
| 18 | 15.12 | 6.04 | 2.59 | 44 | 151.95 | 147.74 | 261.60 |
| 19 | 16.56 | 6.70 | 3.07 | 45 | 172.28 | 173.28 | 325.34 |
| 20 | 17.69 | 7.44 | 3.64 | 46 | 196.22 | 204.19 | 407.11 |
| 21 | 18.92 | 8.26 | 4.31 | 47 | 224.55 | 241.80 | 512.84 |
| 22 | 20.27 | 9.19 | 5.09 | 48 | 258.28 | 287.85 | 650.67 |
| 23 | 21.75 | 10.23 | 6.00 | 49 | 298.71 | 344.63 | 831.99 |
| 24 | 23.36 | 11.40 | 7.08 | 50 | 347.50 | 415.14 | 1072.80 |
| 25 | 25.13 | 12.72 | 8.34 | | | | |

2.2 Kapasitas dukung ijin

Kapasitas dukung ijin didefinisikan sebagai berikut:

$$q_{ai} = \frac{q_u}{F}$$

dimana q_{ai} = kapasitas dukung ijin
 q_u = kapasitas dukung ultimit
 FS = faktor keamanan

atau dapat menggunakan perumusan sebagai berikut:

$$q_{all} (n) = \frac{q_u - q}{F}$$

dimana $q_{all(net)}$ = kapasitas dukung ijin netto

$$q_u = \gamma D_f$$

γ = berat volume tanah

D_f = tekanan *overburden* tanah yang dihitung dari dasar pondasi sampai ke permukaan tanah

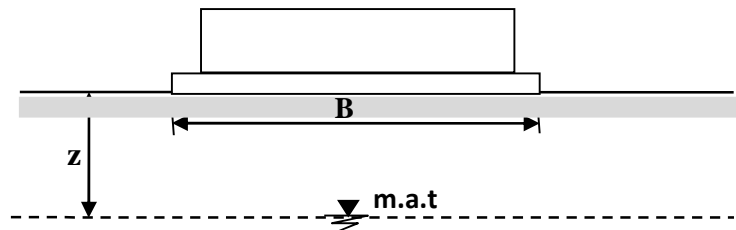
2.3 Pengaruh air tanah

Berat volume tanah sangat dipengaruhi oleh kadar air dan kedudukan air tanah dan hal tersebut berpengaruh terhadap kapasitas dukungnya.

Jika muka air tanah terletak pada kedalaman z di bawah dasar pondasi, dimana $z < B$ (lihat **Gambar 2.2**) maka nilai γ pada suku persamaan ke-2 diganti dengan γ_b jika tanahnya basah, dan γ_d jika tanahnya kering. Karena $z < B$ maka massa tanah dalam zona geser sebagian terendam air, sehingga berat volume tanah yang diterapkan dalam persamaan kapasitas dukung suku ke-3 dapat didekati sebagai berikut:

$$\gamma_{rt} = \gamma' + (z/B)(\gamma_b - \gamma')$$

dengan γ_{rt} = berat volume rata-rata tanah.



Gambar 2.2 Pengaruh muka air tanah pada kapasitas dukung

2.4 Penurunan akibat konsolidasi (*primer*)

Konsolidasi adalah proses keluarnya air pori dari rongga pori dari tanah jenuh yang berpermeabilitas rendah. Perhitungan penurunan konsolidasi diberikan oleh perumusan sebagai berikut:

$$S_c = \frac{C_c}{1 + e_0} H \log \frac{p'_0 + \Delta p}{p'_0}$$

dimana,

S_c = penurunan konsolidasi

C_c = indeks pemampatan

p'_0 = tekanan *overburden* efektif mula-mula sebelum pembebanan

H = tebal lapisan tanah

Δp = tambahan tegangan akibat beban pondasi
 e_o = angka pori awal

3. METODE PERHITUNGAN

Analisis perhitungan kapasitas dukung ijin pondasi dan penurunan menggunakan perumusan yang telah dijelaskan pada kajian pustaka dan didukung oleh data-data tanah setempat yang diberikan sebagai berikut.

Tabel 3.1 Data tanah

| Angka pori e_o | Berat volume γ_t (ton/m ³) | Sudut gesek ϕ (derajad) | Kohesi c (ton/m ²) | Indeks pemampatan C_c |
|---------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| 0.3 | 1.78 | 10 | 0.8 | 0.3 |

4. PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan kapasitas dukung tanah ultimit

- Tandon berukuran 2,5 m x 2,5 m x 1,8 m
- Direncanakan plat bentuk bujur sangkar berukuran 2,5 m x 2,5 m
- Beban tandon terisi penuh air termasuk pondasi = 14,5 ton
- Maka beban $q = 2,32$ ton/m²
- Untuk $\phi = 10^0$, $N_c = 9,61$ $N_q = 2.69$ $N_\gamma = 0.44$

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4 \times BN_\gamma$$

$$q_u = 1,3 \times 0.8 \times 9,61 + 0 + 0.4 \times 1,78 \times 2,5 \times 0,44 = 10,78 \text{ ton/m}^2.$$

Dengan angka keamanan FS = 3

Maka kapasitas dukung ijin, adalah

$$q_{all} = q_u/FS = 10.78/3 = \mathbf{3,59 \text{ ton/m}^2} > 2,32 \text{ ton/m}^2 \text{ (OK)}$$

4.2 Perhitungan penurunan konsolidasi

- Tebal lapisan lempung $H = 10$ m
- Tekanan overburden efektif tanah, $p_o' = 5 \times 1.78 \text{ ton/m}^3 = 8,9 \text{ ton/m}^2$
- Tambahan tegangan akibat beban tandon + air + pondasi
 $\Delta p = 4.q.I = 4 \times 2,32 \times 0.026 = 0,24 \text{ ton/m}^2$

$$S_c = \frac{C_c}{1 + e_o} H \log \frac{p_o' + \Delta p}{p_o'}$$

$$S_c = \frac{0,3}{1 + 0,3} 10 \log \frac{8,9 + 0,24}{0,24} = 0,027 \text{ m} = \mathbf{2,7 \text{ cm}}$$

5. KESIMPULAN

- Dengan menggunakan pondasi plat bujur sangkar berukuran 2,5 m x 2,5 m mampu mendukung tandon berisi penuh air.
- Penurunan yang terjadi relatif sangat (2,7 cm)

6. DAFTAR PUSTAKA

Bowles, J. E. (1996), *Foundation Analysis and Design*, McGraw-Hill Kogakusha, Ltd., Tokyo, Japan.

Das, B. M. (2011). *Principles of Foundation Engineering, SI*, Seventh Edition, Publisher, Global Engineering.

Das, B. M. (2008). *Advanced Soil Mechanics*, Third Edition, Tylor & Francis 270 Ave, New York, NY 10016, USA.