

## Analisa kebutuhan Tipikal Fondasi untuk Rumah 1-2 Lantai di Wilayah Tegal Bagian Utara Tanah Di Wilayah Tegal Bagian Utara

Azzah Balqis Sabbah<sup>1,\*</sup>, Retno Mayasari<sup>1</sup>, Alfita Irfyaningrum<sup>1</sup>, Rizki Kurniadhi<sup>2</sup>

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Negeri Semarang, Semarang<sup>1</sup>, Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta<sup>2</sup>

Koresponden\*, Email: [azzahbalqis@mail.unnes.ac.id](mailto:azzahbalqis@mail.unnes.ac.id)

Info Artikel		Abstract
Diajukan	16 September 2021	<i>The potential danger of soft soil consolidation that occurs in the northern area of Tegal due to residential loads by reviewing field test data and soil laboratories. The research was analyzed with a combination of the Plaxis program which uses the finite element principle and the manual method of consolidation on residential loads. The analysis results with a loading of 65 kPa (1 floor residence) still in the range of settlement limits, 43 mm with manual calculations and 30 mm with PLAXIS, but for loading 170 kPa (minimum 2 floors) has been out of the limit range, 211 mm from manual calculations and 179 mm from PLAXIS so it is not recommended for residences with more than 1 floor to the north of Tega area to use shallow foundations, it is recommended to use a 0,2x0,2 m minipile with 15 m dept. The design has been included in the limit range of 170 kPa and 20 mm so that it is still within the required limits.</i>
Diperbaiki	14 Februari 2022	
Disetujui	14 Februari 2022	

*Keywords: soft soil, residence, Tegal, soil consolidation*

**Abstrak**  
Potensi bahaya penurunan tanah lunak yang terjadi pada daerah utara Tegal akibat beban pemukiman dengan mengkaji data uji lapangan dan laboratorium tanah di utara Tegal. Kajian penurunan tanah dan kecepatan penurunan tanah dilakukan dengan kombinasi program Plaxis yang menggunakan prinsip elemen hingga dan metode manual konsolidasi pada beban pemukiman. Analisis menghasilkan bahwa rumah tinggal 1 lantai di daerah utara Tegal dengan fondasi telapak mengalami penurunan sebesar 43 mm dan daya dukung 70 kPa sehingga masih dalam batas range persyaratan yaitu maksimum 75 mm dan minimum 65 kPa. Rumah tinggal 2 lantai di daerah utara Tegal tidak disarankan untuk menggunakan fondasi telapak dan geotekstile karena masih belum dapat memenuhi syarat batas. Rumah 2 lantai disarankan menggunakan fondasi dalam minipile 0,2x0,2 m dengan kedalaman 15 m. Desain tersebut sudah masuk dalam range batas yaitu 170 kPa dan 20 mm sehingga masih dalam batas persyaratan yaitu maksimum 75 mm dan minimum 65 kPa.

Kata kunci: tanah lunak, pemukiman, Tegal, penurunan tanah

### 1. Pendahuluan

Wilayah Tegal merupakan daerah utara Propinsi Jawa Tengah mengalami pertumbuhan yang cukup pesat dalam pembangunan berbagai sarana dan prasarana dibandingkan daerah lainnya, sehingga penggunaan lahannya dari tahun ke tahun mengalami perubahan. Oleh karena pembangunan yang begitu pesatnya daerah sekitar pantai yang tadinya merupakan daerah pertambakan dan persawahan, sebagian telah berubah menjadi kawasan industri dan perumahan atau permukiman [1]. Perubahan guna lahan ini memiliki dampak tersendiri bagi pembangunan tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa laju konversi lahan sawah ke non sawah sebesar 96,512 ha per tahun [2]. Peningkatan pembangunan permukiman di daerah utara Tegal menjadi meningkat.

Pesatnya pertumbuhan pemukiman memiliki potensi bahaya yang sering terjadi di utara Tegal adalah adanya penurunan tanah lunak [3]. Tanah lunak memiliki spesifikasi seperti void rasio besar, kadar air tinggi, kompresibilitas tinggi, kekuatan geser rendah, permeabilitas rendah, dan

memerlukan struktural khusus memerlukan perhatian yang signifikan untuk analisis, desain, dan pemeliharaan struktur geoteknik yang dibangun di atasnya seperti perkotaan [4]. Penurunan tanah lunak memang membutuhkan waktu yang lama, berarti tanah tersebut tetap akan terus mengalami penurunan hingga beberapa tahun setelahnya [5].

Penelitian ini mengidentifikasi dan menganalisis potensi bahaya penurunan tanah yang akan terjadi pada daerah utara Tegal akibat beban pemukiman dengan mengkaji data uji lapangan dan laboratorium tanah di utara Tegal. Kemudian hasil dianalisis dengan kombinasi program Plaxis yang menggunakan prinsip elemen hingga dan metode manual konsolidasi.

### 2. Metode

#### a. Penyelidikan lapangan dan laboratorium

Penyelidikan lapangan meliputi uji bor 2 titik. Hasil interpretasi BH1 (Tabel 1) menunjukkan pada permukaan hingga kedalaman 3,7 meter di bawah permukaan tanah

merupakan tanah urugan. Kedalaman 3,7 hingga 14 meter di bawah permukaan tanah merupakan tanah lempung dengan konsistensi lunak. Konsistensi tanah dasar menjadi medium dari kedalaman 14 meter hingga 35 meter. Tanah dasar dengan konsistensi keras dapat ditemui mulai kedalaman 35 meter. Hasil interpretasi BH2 (**Tabel 2**) menunjukkan pada hingga kedalaman 2 meter di bawah permukaan tanah merupakan tanah urugan. Tanah konsistensi lunak 2-13,8 m meter di bawah permukaan tanah merupakan tanah lempung dengan konsistensi lunak. Konsistensi tanah dasar menjadi medium dari kedalaman 18 meter hingga 40 meter.

**Tabel 1.** Hasil Bor Log 1

No	Kedalaman (m)	Deskripsi	NSPT
1	00,00 – 01,60	Lempung tanah urugan.	-
2	01,60 – 02,00	Lempung tanah urugan.	-
3	02,00 – 03,70	Lempung tanah urugan.	15
4	03,70 – 05,50	Lempung, Lunak	4
5	05,50 – 06,50	Lempung, Lunak	4
6	06,50 – 07,40	Lantau, lunak	-
7	07,40 – 08,00	Lantau, Lunak	-
8	08,00 – 09,50	Lempung, Lunak	4
9	09,50 – 14,00	Lempung, Lunak	5 - 7
10	14,00 – 17,30	Lempung, sangat kaku	16
11	17,30 – 18,00	Lempung, sangat kaku	-
12	18,00 – 27,00	Lempung, sangat kaku	16-20
13	27,00 – 35,00	Batu Lempung	37-45
14	35,00 – 35,50	Batu Lempung	
15	35,50 – 37,00	Batu Lempung	> 60
16	37,00 – 38,00	Batu Lempung	-
17	38,00 – 39,00	Batu Lempung	> 60
18	39,00 – 40,00	Batu Lempung	38

Peyelidikan laboratorium yang dilakukan meliputi penyelidikan konsolidasi dan indeks propertis (**Tabel 3**). Dari data yang telah diperoleh kemudian dilakukan analisis penurunan tanah dengan beban pemukiman.

Korelasi hasil penyelidikan tanah lapangan dan laboratorium dilakukan untuk mendapat parameter yang diperlukan dalam perhitungan konsolidasi tanah dan waktu konsolidasi tanah [6] seperti parameter kohesi, sudut geser, berat jenis, modulus elastisitas [7]. Hasil korelasi parameter disajikan pada **Tabel 6** [8].

**Tabel 2.** Hasil Bor Log 2

No	Kedalaman (m)	Deskripsi	NSPT
1	00,00 – 01,70	Lempung tanah urugan.	-
2	01,70 – 02,00	Lempung tanah urugan.	12
	02,00 – 03,00	Lempung, lunak	-
4	03,00 – 03,50	Lempung, lunak	-
5	03,50 – 04,00	Pasir kelempungan,	4
6	04,00 – 05,50	Lantau, lunak	4
7	05,50 – 07,60	Lempung, lunak	4
8	07,60 – 08,00	Lantau, lunak,	-
9	08,00 – 13,80	Lempung, abu-abu,	4 - 5
10	13,80 – 15,50	Lempung, kaku	18
11	15,50 – 16,40	Lempung, teguh	8
12	16,40 – 17,00	Lempung kaku	-
13	17,00 – 17,60	Lempung, kaku	-
14	17,60 – 18,00	Lempung kaku	-
15	18,00 – 18,80	Lempung,sangat kaku,	19
16	18,80 – 19,10	Kelempungan, padat	-
17	19,10 – 30,00	Lempung, sangat kaku	22 27
18	30,00 – 40,00	Batu Lempung, keras	33 - 38

**Tabel 3.** Hasil Uji Konsolidasi

BH	Nspt	Compression ratio, Cc	Compression Swelling, Cs (kg/cm <sup>2</sup> )	Cv (cm <sup>2</sup> /sec)
BH1	4	1,94E-01	2,51E-02	3,94E-04
BH2	4	1,50E-01	9,12E-03	7,57E-03

### b. Daya Dukung Fondasi dan Penurunan

Rumus daya dukung fondasi dangkal kasus lapisan atas lebih keras dari lapisan memakai persamaan 1-3 [9].

$$q_u = q_b + \left(1 + \frac{B}{L}\right) \left(\frac{2c_u H}{B}\right) + \gamma_1 H^2 \left(1 + \frac{B}{L}\right) \left(1 + \frac{2D_f}{H}\right) \left(\frac{K_s \tan \phi'_1}{B}\right) - \gamma_1 H \leq q_t \quad (1)$$

$$q_b = c'_2 N_{c(2)} F_{cs(2)} + \gamma_1 (D_f + H) N_{q(2)} F_{qs(2)} + \frac{1}{2} \gamma_2 B N_{\gamma(2)} F_{\gamma s(2)} \quad (2)$$

$$q_t = c'_1 N_{c(1)} F_{cs(1)} + \gamma_1 (D_f + H) N_{q(1)} F_{qs(1)} + \frac{1}{2} \gamma_1 B N_{\gamma(1)} F_{\gamma s(1)} \quad (3)$$

Besar Konsolidasi memakai persamaan 4-6 [9].

Normally consolidated :

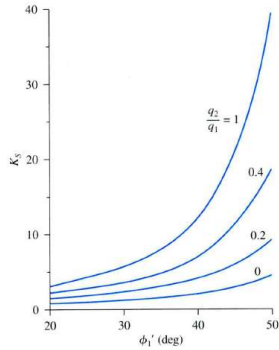
$$S_c = C_c \cdot \frac{H_o}{1+e_o} \log \frac{\sigma_{vo}^1 + \Delta \sigma_c}{\sigma_{vo}^1} \quad (4)$$

Over consolidated pada kondisi  $\sigma_{vo}^1 + \Delta\sigma_c \leq \sigma_p^1$

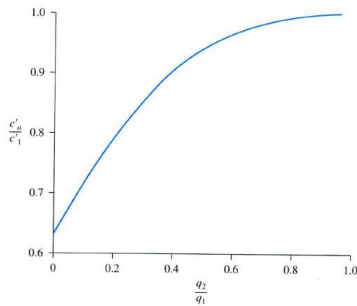
$$S_c = C_c \cdot \frac{H_o}{1+e_o} \log \frac{\sigma_{vo}^1 + \Delta\sigma_c}{\sigma_{vo}^1} \quad (5)$$

Over consolidated pada kondisi  $\sigma_{vo}^1 + \Delta\sigma_c > \sigma_p^1$

$$S_c = Cr \frac{H_o}{1+e_o} \log \frac{\sigma_p^1}{\sigma_v^1} + C_c \cdot \frac{H_o}{1+e_o} \log \frac{\sigma_{vo}^1 + \Delta\sigma_c}{\sigma_p^1} \quad (6)$$



Gambar 1. Grafik sudut geser dengan nilai Ks



Gambar 2. Grafik  $q_1/q_2$  dengan  $ca/c_1$

Daya Dukung Tiang Pancang Kohesif [9].  
Daya Dukung Ultimit Ujung Tiang ( $Q_p$ ) memakai persamaan 7-10.

$$Q_p = q_p \cdot A_p \quad (7)$$

$$q_p = 9 \cdot C_u \quad (8)$$

$$c_u = \frac{N}{16} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (9)$$

$$q_p = 5,6 N \quad (10)$$

Daya Dukung Ultimit Friksi Tiang ( $Q_s$ ) memakai persamaan 11-17.

$$Q_s = F \cdot L \cdot p \quad (11)$$

$$F = \alpha \cdot C_u \quad (12)$$

$$\alpha = 0,55 \quad (13)$$

$$C_u = \frac{N}{16} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (14)$$

$$C_u = \frac{N}{16} * 10 \text{ (t/m}^2\text{)} \quad (15)$$

$$F = 0,344 N \text{ (t/m}^2\text{)} \quad (16)$$

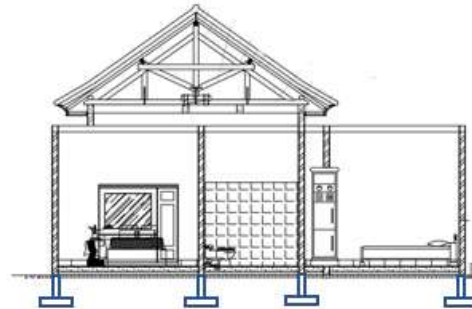
$$Q_s = F \cdot L \cdot p \quad (17)$$

Daya Dukung Ultimit Grup memakai persamaan 18.

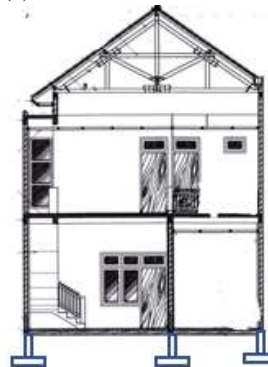
$$\begin{aligned} \Sigma Q_u &= m \cdot n (Q_p + Q_s) \\ &= m \cdot n [A_p \cdot 9 \cdot c_{u(p)} + \sum \alpha \cdot c_u \cdot p \cdot \Delta L] \end{aligned} \quad (18)$$

**c. Variasi Beban dan Dimensi Fondasi**

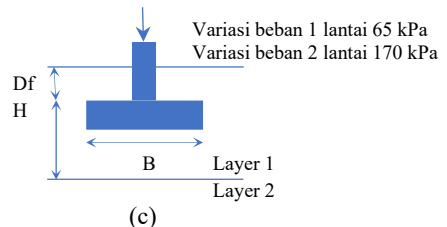
Beban rumah tinggal 2 lantai sekitar 170 kN/m<sup>2</sup> [9] dan beban rumah tinggal 1 lantai adalah 65 kN/m<sup>2</sup> [10]. Maka variasi pembebanan adalah 65 kPa (rumah 1 lantai) dan 170 kPa (rumah 2 lantai). Dimensi fondasi dangkal yaitu fondasi telapak dengan lebar dan panjang (BxL) 1:1 yaitu B=1,6 m dengan kedalaman fondasi dari permukaan tanah sebesar Df=1,5 m H=0,5m (Gambar 3).



(a)



(b)



(c)

Gambar 3. (a) Potongan rumah lantai 1 (b) Potongan rumah lantai 2 (c) Potongan Fondasi Telapak

**3. Hasil dan Pembahasan**

Berdasarkan data penyelidikan tanah lapangan dan laboratorium maka dilakukan perhitungan dan analisis penurunan tanah dan daya dukung fondasi sesuai pada Persamaan 1-3.

$$\begin{aligned}
 qb &= c'_2 N_{c(2)} F_{cs(2)} + \gamma_1 (D_f + H) N_{q(2)} F_{qs(2)} + \frac{1}{2} \gamma_2 B N_{\gamma(2)} F_{\gamma s(2)} \\
 &= 16 \cdot 8,6 \left(1 + \frac{1,6 \cdot 2,21}{1,6 \cdot 8,6}\right) + 9(1,5+0,5) \cdot 2,21 \left(1 + \frac{1,6}{1,6} \tan 8\right) + 0,5 \cdot 8 \cdot 1,6 \cdot 0,35 \left(1 - 0,4 \cdot \frac{1,6}{1,6}\right) \\
 &= 219,67 \text{ kPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 qt &= c'_1 N_{c(1)} F_{cs(1)} + \gamma_1 (D_f + H) N_{q(1)} F_{qs(1)} + \frac{1}{2} \gamma_1 B N_{\gamma(1)} F_{\gamma s(1)} \\
 &= 50 \cdot 9,61 \left(1 + \frac{1,6 \cdot 2,69}{1,6 \cdot 9,61}\right) + 9(1,5+0,5) \cdot 2,69 \left(1 + \frac{1,6}{1,6} \tan 10\right) + 0,5 \cdot 9 \cdot 1,6 \cdot 0,56 \left(1 - 0,4 \cdot \frac{1,6}{1,6}\right) \\
 &= 674,38
 \end{aligned}$$

$$q1 = 50 \cdot 9,61 + 0,5 \cdot 9 \cdot 1,6 \cdot 0,56 = 484,53 \text{ kPa}$$

$$q2 = 16 \cdot 8,6 + 0,5 \cdot 8 \cdot 1,6 \cdot 0,35 = 139,84 \text{ kPa}$$

$$q2/q1 = 0,29 \quad ; \quad ca/c1 = 0,84$$

Berdasarkan grafik maka  $ca = 42 \text{ kPa}$

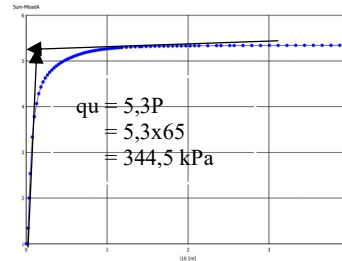
$$\begin{aligned}
 qu &= qb + \left(1 + \frac{B}{L}\right) \left(\frac{2c'_a H}{B}\right) + \gamma_1 H^2 \left(1 + \frac{B}{L}\right) \left(1 + \frac{2D_f}{H}\right) \left(\frac{K_s \tan \phi'_1}{B}\right) - \gamma_1 H \leq q_t \\
 &= 219,84 + \left(1 + \frac{1,6}{1,6}\right) \left(\frac{2 \cdot 42 \cdot 0,5}{1,6}\right) + 9 \cdot 0,5^2 \left(1 + \frac{1,6}{1,6}\right) \left(1 + \frac{2 \cdot 1,5}{0,5}\right) \left(\frac{1 \cdot \tan 10}{1,6}\right) - 9 \cdot 0,5 \\
 &= 271,14 \text{ kPa}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan daya dukung fondasi dangkal ultimate dengan rumus manual adalah 271,14 kPa dan daya dukung ultimate (berdasarkan beban maksimum yang dapat ditahan) dari PLAXIS adalah 344,5 kPa sesuai dengan **Gambar 4**. Maka daya dukung izin didapat dari membagi dengan faktor keamanan 3 menjadi 90,38 kPa untuk perhitungan manual dan 114,83 kPa untuk PLAXIS sehingga dipilih terkecil yaitu 90,38 kPa.

Selanjutnya daya dukung izin fondasi dibandingkan dengan beban variasi sesuai pada **Tabel 4** sehingga didapatkan hasil bahwa beban rumah 1 lantai masih berada di bawah batas daya dukung izin sehingga memenuhi syarat sedangkan rumah 2 lantai berada di atas batas daya dukung izin fondasi sehingga desain tidak mencukupi.

Kemudian hasil perhitungan penurunan fondasi dangkal pada tanah disajikan pada **Tabel 5**. Berdasarkan perhitungan manual Persamaan 4-6 adalah 43 mm untuk variasi beban 1 lantai (**Tabel 7**) dan 211 mm (**Tabel 8**) untuk beban 2 lantai sedangkan berdasarkan perhitungan konsolidasi PLAXIS didapatkan bahwa penurunan pada beban 1 lantai sebesar 30,36 mm dan 201,86 mm untuk 2 lantai. Batas maksimum penurunan yang diizinkan pada fondasi dangkal yaitu 75 mm [11] sehingga penurunan beban 1 lantai masih berada di bawah batas maksimum syarat sedangkan beban 2 lantai

sudah melebihi batas maksimum syarat sehingga desain fondasi dangkal untuk 2 lantai tidak memenuhi.



**Gambar 4.** Grafik penurunan tanah dengan Mload beban fondasi

**Tabel 4.** Perbandingan Daya Dukung dengan Beban

Variasi beban (kPa)	Daya dukung Izin (kPa)	Keterangan
65	70	Memenuhi
170		Tidak Memenuhi

**Tabel 5.** Perbandingan Penurunan dengan Batas Maksimum penurunan

Variasi beban (kPa)	Penurunan Manual (mm)	Penurunan PLAXIS (mm)	Keterangan (Penurunan Izin 75 mm)
65	43	30,36	Memenuhi
170	211	201,86	Tidak Memenuhi

**Desain Perkuatan**

Desain fondasi dangkal dilakukan perkuatan geotekstile dengan tensile strength 55 kPa dan elongasi 20% sehingga didapatkan penurunan nilai penurunan sebesar 193,83 mm dan kenaikan daya dukung sebesar 382,5 kPa sehingga tetap tidak memenuhi syarat batas daya dukung dan penurunan yang sebaran penurunannya dapat dilihat pada **Tabel 7** maka desain sudah sesuai dengan batas syarat.

Desain fondasi tiang diterapkan dengan dimensi minipile 0,2x0,2 m dengan kedalaman 15 m untuk menaikkan daya dukung fondasi dan menurunkan nilai konsolidasi tanah secara signifikan sesuai dengan Persamaan 7-18.

$$\begin{aligned}
 qp &= 5,6 \cdot N = 5,6 \cdot 16 = 89,6 \text{ t/m}^2 \\
 Qp &= qp \cdot Ab \\
 &= 89,6 \cdot 0,25 \cdot 0,25 = 5,6 \text{ t} \\
 F &= 0,344 \cdot N \\
 &= 0,344 \cdot 4 = 1,376 \text{ t/m}^2 \\
 Qs &= F \cdot L \cdot p
 \end{aligned}$$

$$= 1,376 * 15 * 0,25 * 4 = 20,64 \text{ t}$$

$$Q_{ult} = mxn (Q_b + Q_s) \\ = 2 \times 1(5,6 + 20,64) = 52,48 \text{ t} = 524,8 \text{ kN}$$

$$Q_{izin} = 524,8/3 = 174,9 \text{ kN} \text{ maka OK}$$

Berdasarkan desain fondasi dalam minipile 0,2x0,2 m didapatkan bahwa daya dukung fondasi grup 2 tiang menghasilkan daya dukung sebesar 174,9 kN sesuai pada perhitungan dan penurunan sebesar 5 mm (**Tabel 9**) yang sebaran penurunannya dapat dilihat pada **Gambar 6** maka desain sudah sesuai dengan batas syarat.

#### 4. Simpulan

Konstruksi Rumah tinggal 1 lantai di daerah utara Tegal dengan fondasi telapak mengalami penurunan sebesar 43 mm dan daya dukung 70 kPa sehingga masih dalam batas range persyaratan yaitu maksimum 75 mm dan minimum 65 kPa. Konstruksi Rumah tinggal 2 lantai di daerah utara Tegal tidak disarankan untuk menggunakan fondasi telapak dan geotekstile karena masih belum dapat memenuhi syarat batas. Desain rumah 2 lantai disarankan menggunakan fondasi dalam minipile 0,2x0,2 m dengan kedalaman 15 m. Desain tersebut sudah masuk dalam range batas yaitu 170 kPa dan 20 mm sehingga masih dalam batas range persyaratan yaitu maksimum 75 mm dan minimum 65 kPa.

**Tabel 6.** Koordinat Titik-titik *Cross Section*

No	Jenis Tanah	Kedalaman (m)	Nspt	$\gamma_{unsat}$ kN/m <sup>3</sup>	$\gamma_{sat}$ kN/m <sup>3</sup>	kx m/s	ky m/s	v -	Er kN/m <sup>2</sup>	c kN/m <sup>2</sup>	$\phi$ °
1	lempung	0-2	12	9,0	19,0	1E-6	1E-6	0,30	18E3	60	10,0
2	lempung	2-13	4	8,0	18,0	1E-6	1E-6	0,30	7E3	16,0	8,0
3	lempung	13-35	16-20	10,0	20,0	1E-6	1E-6	0,30	30E3	100,0	12,0
4	Timbunan	undrained		9,0	19,0	1E-6	1E-6	0,30	18E3	30,0	10,0

**Tabel 7.** Perhitungan Konsolidasi Rumah 1 Lantai

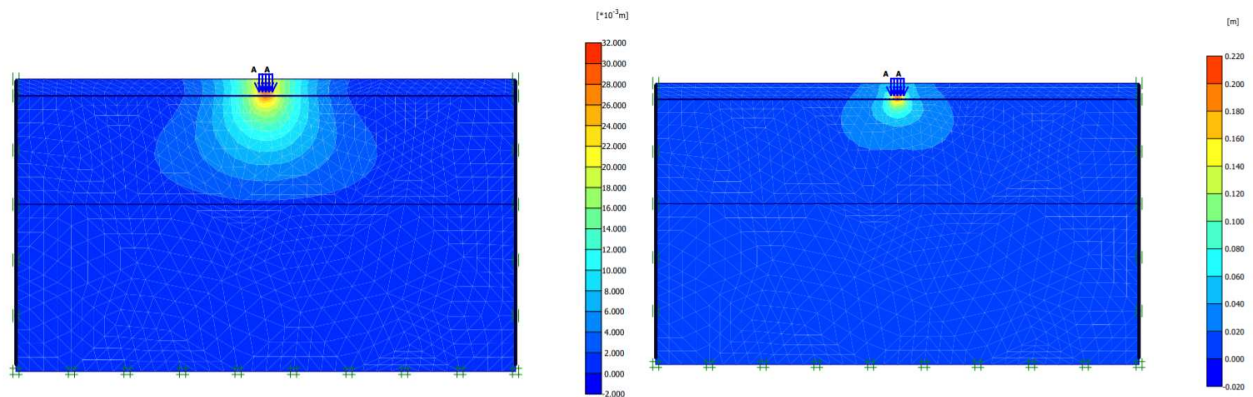
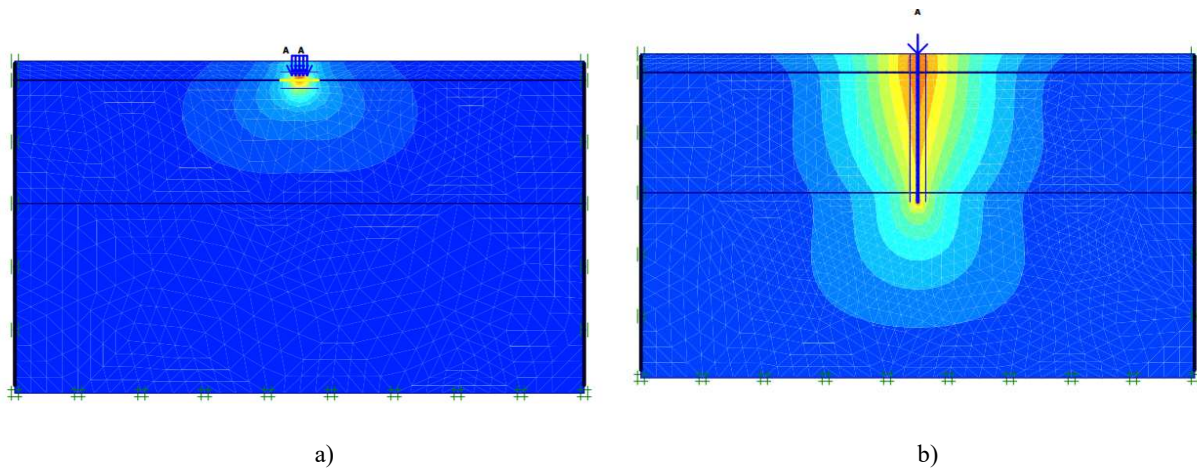
No	Layer		ELEVASI m	beban t/m <sup>2</sup>	Tebal Lapisan (z) m	Po t/m <sup>2</sup>	$\Delta P$ t/m <sup>2</sup>	Po+ $\Delta P$ t/m <sup>2</sup>	SOIL PROPERTIES					Sc (m)			
	Start Elev	End, Elev							$\gamma_{sat}$	$e_o$	C <sub>c</sub>	C <sub>s</sub>	C <sub>v</sub> (cm/sec)	Pc	NC	OC Po+ $\Delta P$ <Pc	OC Po+ $\Delta P$ >Pc
Konsolidasi 65 kPa				6,50													
1	0	2	lempung	2	1	6,50	7,40	2	1	0	0	0,0004	20	-	0,000	-	
2	2	14	lempung	12	7	6,50	13,10	2	1	0,2	0	0,0076	14	-	0,043	-	
3	14	30	lempung	16	19	6,50	25,10	2	2	0	0	0,0004	25	-	-	0,00	
Sum											<b>0,043</b>						

**Tabel 8.** Perhitungan Konsolidasi Rumah 2 Lantai

No	Layer		ELEVASI m	beban t/m <sup>2</sup>	Tebal Lapisan (z) m	Po t/m <sup>2</sup>	$\Delta P$ t/m <sup>2</sup>	Po+ $\Delta P$ t/m <sup>2</sup>	SOIL PROPERTIES					Sc (m)			
	Start Elev	End, Elev							$\gamma_{sat}$	$e_o$	C <sub>c</sub>	C <sub>s</sub>	C <sub>v</sub> (cm/sec)	Pc	NC	OC Po+ $\Delta P$ <Pc	OC Po+ $\Delta P$ >Pc
Konsolidasi 170 kPa				17,00													
1	0	2	lempung	2	1	17,00	17,90	2	1	0	0	0,0004	20		-	0,00	
2	2	14	lempung	12	7	17,00	23,60	2	1	0,2	0	0,0076	14			0,20	
3	14	30	lempung	16	19	17,00	35,60	2	2	0	0	0,0004	25			0,01	
Sum											<b>0,211</b>						

**Tabel 9.** Perhitungan Konsolidasi Fondasi Grup

No	Layer		ELEVA SI	Tebal Lapisan	Po	$\Delta P$	Po+ $\Delta P$	SOIL PROPERTIES						Sc (m)		
	Start Elev	End, Elev	m	(z) m	t/m <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>	$\gamma_{sat}$	e <sub>o</sub>	C <sub>c</sub>	C <sub>s</sub>	C <sub>v</sub> (cm/sec)	P <sub>c</sub>	NC	OC Po+ $\Delta P$ <P <sub>c</sub>	OC Po+ $\Delta P$ >P <sub>c</sub>
Konsolidasi Pondasi Grup																
3	13	14	lempung	1	9,2	2,83	12,03	1,8	1,2	0,15	0,009	0,0076	14		0,004	
4	14	30	lempung	16	8	0,65	8,65	1,9	1,6	0,01	0,0001	0,0004	25		0,001	
															Sum	<b>0,005</b>

**Gambar 5.** Sebaran Tanah dari a) rumah 1 lantai b) rumah 2 lantai**Gambar 6.** Sebaran Penurunan Tanah dari rumah 2 lantai a) dengan geotekstile b) dengan fondasi Mini pile**Daftar Pustaka**

- [1] R.I Sophian, "Penurunan muka tanah di kota-kota besar pesisir pantai utara Jawa (Studi kasus kota Semarang)", Bulletin of Scientific Contribution, vol. 8, no. 1, p. 41-60, April 2010.
- [2] A. Mulyani, D. Kuncoro, D. Nursyamsi, and F. Agus, "Analisis Konversi Lahan Sawah: Penggunaan Data Spasial Resolusi Tinggi Memperlihatkan Laju Konversi yang Mengkhawatirkan", J. Tanah dan Iklim, vol. 40, no. 2, p. 43, Des. 2016.

- [3] Wardoyo dkk, 'Atlas Sebaran Tanah Lunak Indonesia', Badan Geologi, Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral, 2019
- [4] J.H Wang, C.S. Desai, and L. Zhang, *Soft Soil and Related Geotechnical Engineering Practice, International Journal of Geomechanics*, vol. 19, issue. 11, Nov. 2019
- [5] M. Endrayana, Pengaruh Geotekstil terhadap Lempung Lunak, FT UI, Jakarta. 2008
- [6] Das, Braja M., 2011, Principles of Foundation Engineering 7th Edition, Cengage Learning, Stamford.
- [7] R. S. Warman, Kumpulan Korelasi Parameter Geoteknik dan Fondasi, Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga, 2019
- [8] J. Ameratunga, N. Sivakugan, and B. M. Das, *Correlation of Soil and Rock Properties in Geotechnical Engineering*, Springer India: New Delhi, 2016
- [9] S. N. Wulandari, Zoning. *Design Of Soil Improvement And Shallow Foundation In Pakuwon City Residence Surabaya*, Institute Teknologi Sepuluh Nopember, Juli 2017
- [10] A. S. Vesic, "Analysis of Ultimate Loads of Shallow Foundations". *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division*, vol. 99, issue.1, Jan. 1973
- [11] R.F. Craig, Craig's, *Soil Mechanics Seventh Edition*, New York: Spoon Press, p. 280. 2004

Halaman ini sengaja dikosongkan