

ANALISA DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN TANAH TERHADAP PONDASI TELAPAK DI PEMBANGUNAN RUKO JL PELABUHAN II KOTA SUKABUMI

Haadi Kusumah¹⁾, Hartono²⁾

^{1,2} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, UMMI

ABSTRAK

Pondasi merupakan bagian bangunan yang menyalurkan beban ke dalam lapisan tanah. Salah satu jenis pondasi adalah pondasi dangkal. Pengetahuan tentang daya dukung pondasi dangkal bagi arsitek berguna dalam preliminary design pondasi atau disain pondasi bangunan sederhana. Data tentang daya dukung pondasi bisa didapatkan dari hasil penyelidikan tanah CPT atau sondir tetapi jika belum ada dapat digunakan dari hasil-hasil sondir terdahulu dengan asumsi kondisi tanah sama. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui daya dukung pondasi telapak pada pembangunan Ruko Jl Pelabuhan II (Vanali Motor) Kota Sukabumi Jawa Barat dengan menggunakan perhitungan dari data hasil sondir menggunakan metode Terzaghi dan metode Meyerhof.

Secara garis besar kajian objek penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah untuk menganalisis data laporan pelaksanaan proyek yang sudah didapatkan. sehingga akan dapat lebih mudah dalam proses perhitungan dan pelaporan penelitian. Tahapan kajian objek penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah tahap persiapan, metode pengumpulan data, jenis dan variabel data, kompilasi data, pengolahan data dan garis besar langkah kerja

Dari hasil perhitungan daya dukung pondasi telapak yang berjumlah 3 titik, didapatkan nilai rata-rata dari data sondir dengan menggunakan metode Terzaghi adalah 73 - 300 Ton dengan menggunakan metode Meyerhof adalah 61 - 348 ton. Sehingga selisih dari perhitungan kedua metode tersebut relative kecil. Dari hasil perhitungan kedua metode tersebut ternyata nilai daya dukungnya lebih besar dari nilai $Q_{rencana}$ yaitu 93,96 ton ($Q_{ijin} > Q_{rencana}$), maka dari itu dapat disimpulkan bahwa daya dukung pondasi telapak pada proyek pembangunan Ruko Jl Pelabuhan II (Vanali Motor) Kota Sukabumi Jawa Barat adalah sangat aman untuk menahan beban yang ada di atasnya jika ditinjau pada satu titik kolom yang dianggap kolom terberat.

Kata kunci: Pondasi telapak, Daya dukung pondasi, Terzaghi dan Meyerhof

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pembangunan suatu konstruksi, pertama-tama sekali yang dilaksanakan dan dikerjakan di lapangan adalah pekerjaan pondasi struktur bawah kemudian melaksanakan pekerjaan struktur atas. Pengaruh pondasi pada bangunan sangatlah penting, karena pondasi berfungsi meneruskan beban yang berasal dari berat bangunan itu sendiri dan beban luar yang bekerja pada bangunan ke tanah yang ada disekitarnya.

Secara umum pondasi dapat dibagi

dalam dua jenis yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Struktur pondasi merupakan salah satu elemen struktur yang sangat berperan dalam menahan berat bangunan, sehingga harus di desain dengan baik dan kokoh. Adapun beberapa faktor yang menentukan kekuatan pondasi adalah daya dukung tanah yang berada di bawah pondasi serta kedalaman tanah keras untuk perletakan pondasi. Kemampuan daya dukung juga dipengaruhi oleh jenis dan kondisi tanah.

Untuk hal ini penulis mencoba mengkonsentrasikan kepada permasalahan

pondasi dangkal, yaitu pondasi telapak. Pondasi telapak adalah salah satu dari pondasi dangkal yang berfungsi untuk menahan beban struktur yang ada di atas muka tanah dan gaya-gaya lain yang bekerja ke tanah pendukung bangunan tersebut. Untuk menganalisa daya dukung dan penurunan tanah terhadap pondasi telapak yang akan dihitung dengan data-data sondir yang sudah ada dengan keadaan di lapangan yang sebenarnya. Dari hasil perhitungan tersebut, maka akan diketahui pondasi telapak yang digunakan dalam proyek Pembangunan Ruko Jl Pelabuhan II (Vanali Motor) Kota Sukabumi dari hasil akhir yang memenuhi standar ketentuan atau tidaknya daya dukung tanah terhadap pondasi telapak tersebut.

Tujuan Penelitian

Secara khusus penelitian ini bertujuan untuk menghitung tegangan gaya yang terjadi pada pondasi telapak dan penurunan pondasi telapak tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Umum

Pondasi Telapak salah satu dari pondasi dangkal adalah bagian dari struktur yang digunakan untuk menerima dan mentransfer/menyalurkan beban dari struktur atas ke tanah penunjang yang terletak pada kedalaman tertentu.

Semua konstruksi yang direncanakan akan didukung oleh tanah, termasuk gedung-gedung, jembatan, ukuran tanah *earth fills*, serta bendungan tanah, tanah dan batuan, dan bendungan beton, akan terdiri dari dua bagian.

Bagian-bagian ini adalah bangunan atas *super structure* dan elemen bangunan bawah *sub structure* yang mengantara bangunan atas dan tanah pendukung.

Pondasi dapat didefinisikan sebagai bangunan bawah dan tanah/atau batuan disekitarnya yang akan dipengaruhi oleh elemen bangunan bawah dan bebannya.

Sedangkan teknik pondasi dapat didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan dan seni yang memakai prinsip-prinsip mekanika tanah dan mekanika teknik bersama-sama dengan penilaian teknik untuk memecahkan persoalan elemen perantara *interfacing problem*.

Penyaluran beban dari bangunan atas ke tanah bisa dilakukan dengan memakai :

- Pondasi Dangkal
Yang sering disebut sebagai pondasi dangkal telapak, jalur, atau pondasi rakit. Kedalaman pondasi umumnya adalah $D \leq B$
- Pondasi Dalam
Sering dibuat dalam bentuk tiang pancang maupun *kaison* dengan $D > 4$ sampai $5B$

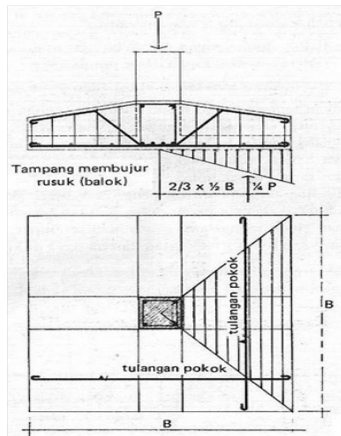
Pondasi Dangkal

Pondasi dangkal adalah pondasi yang mendukung beban secara langsung seperti:

- Pondasi Setempat

Pondasi setempat biasanya digunakan pada tanah yang mempunyai nilai daya dukung berbeda-beda di satu tempat pada suatu lokasi bangunan yang akan dibangun. Untuk mentransfer beban yang dipikul oleh pondasi ini, agar dapat merata didistribusikan pada semua tempat biasanya dibuat beberapa pondasi setempat kemudian dihubungkan dengan plat balok (**Gambar 1**). Untuk

pemakaian pondasi seperti ini biasanya dijumpai pada pondasi rumah tinggal gedung bertingkat, ataupun gudang-gudang tempat penimbunan barang dimana untuk setiap titik pondasi setempat diteruskan oleh kolom balok ke atasnya ataupun rangka baja.

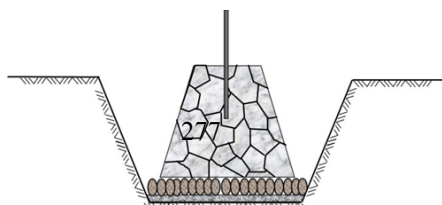


Gambar 1. Penampang dan potongan pondasi setempat

Sumber : Buku Rekayasa Pondasi Jilid II, Penerbit : Gunadarma

- Pondasi Menerus

Digunakan pada tanah yang mempunyai nilai daya dukung yang seragam pada satu lokasi pekerjaan yang akan dibangun. Penggunaan pondasi ini sangat ekonomis dari segi pelaksanaannya, dan dapat dipakai pasangan batu kali untuk pasangan pondasi bentuk trapesiumnya dan pasangan anstamping untuk dasar pondasi tersebut. Kemampuan pondasi ini dalam mentransfer beban ke bawah pondasi (tanah) dianggap bisa merata akibat kemampuan daya dukung tanah yang homogen dalam meredam beban yang dipikul oleh pondasi (**Gambar 2**).



Gambar 2. Penampang pondasi batu kali

Sumber : Buku Rekayasa Pondasi Jilid II, Penerbit : Gunadarma

ANALISA DAYA DUKUNG TANAH

Perhitungan daya dukung tanah sangat diperlukan guna mengetahui kemampuan tanah sebagai perletakan/pemakaian struktur pondasi. Daya dukung tanah merupakan kemampuan tanah dalam mendukung beban baik berat sendiri struktur pondasi maupun beban struktur atas secara keseluruhan tanpa terjadinya keruntuhan. Nilai daya dukung tersebut dibatasi oleh suatu daya dukung batas *ultimate bearing capacity*, yang merupakan keadaan saat mulai terjadi keruntuhan. Sebelum kita menentukan jenis pondasi yang akan digunakan, kita harus menentukan daya dukung ijin (q_a) yang merupakan hasil bagi dari daya dukung batas (q_{ult}) dengan *safety factor* ($SF=3$).

$$q_a = \frac{q_{ult}}{FK} \dots\dots\dots (1)$$

(2.1)

dimana : q_a = Daya dukung ijin
 q_{ult} = Daya dukung ultimate
 FK = Faktor Keamanan

Analisis Terzaghi

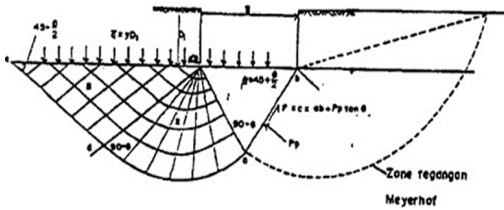
Analisis kapasitas daya dukung Terzaghi merupakan perkembangan dari analisis kapasitas daya dukung, Prandti (1920), yang menganggap bahwa tanah adalah plastik ideal (berdasarkan teori plastisitas).

Menurut Terzaghi suatu pondasi dangkal ditentukan dari : $D_f \leq B$

Dimana :

D_f : kedalaman pondasi dangkal dari permukaan tanah

B : Lebar Pondasi



Gambar 3. Zone tegangan Terzaghi

Sumber : Buku Rekayasa Pondasi Jilid II, Penerbit : Gunadarma

Tabel 1. Kapasitas Daya Dukung Terzaghi

Tipe Pondasi	Kapasitas daya dukung
- Menerus	$q_{ult} = cN_c + qN_q + 0.5 B\gamma N_\gamma$
- Empat persegi panjang	$q_{ult} = 1.3 cN_c + qN_q + 0.4 B\gamma N_\gamma$
- lingkaran	$q_{ult} = 1.3 cN_c + qN_q + 0.3 B\gamma N_\gamma$

Tabel 2. Faktor Kapasitas Daya Dukung Terzaghi

Ø. Deg	N_c	N_q	N_γ	K_{py}
0	5.7+	1.0	10.8	
5	7.3	1.6	0.5	12.2
10	9.6	2.7	1.2	14.7
15	12.9	4.4	2.5	18.6
20	17.7	7.4	5.0	25.0
25	25.1	12.7	9.7	35.0
30	37.2	22.5	19.7	52.0
34	52.6	36.5	35.0	
35	57.8	41.4	42.4	82.0
40	95.7	81.3	100.4	141.0
45	172.3	173.3	297.5	298.0
48	258.3	287.9	780.1	
50	347.5	415.1	1153.2	800.0

Sumber : Buku Rekayasa Pondasi Jilid II, Penerbit : Gunadarma

Tegangan Kontak

Tegangan kontak yang bekerja dibawah

pondasi akibat beban struktur diatasnya (upper structure load) diberi nama tegangan kontak (contact pressure).

$$\sigma = \frac{Q}{A} \pm \frac{M_x \cdot X}{I_x} \pm \frac{M_y \cdot Y}{I_y} \quad (2)$$

dimana, σ = tegangan kontak

Q = beban aksial total

$M_x \cdot M_y$ = momen total sejajar respektif terhadap sumbu x dan sumbu y

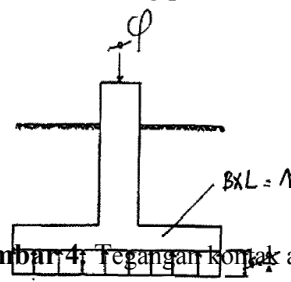
$X \cdot Y$ = jarak dari titik berat pondasi ke titik

dimana tegangan kontak dihitung sepanjang respektif sumbu x dan sumbu y

$I_x \cdot I_y$ = momen inersia respektif terhadap

sumbu x dan sumbu y

A = Luas bidang pondasi



Gambar 4. Tegangan kontak akibat beban aksial

Sumber : Buku Rekayasa Pondasi Jilid II, Penerbit : Gunadarma

Pengertian tegangan kontak ini akan sangat berguna terutama didalam penentuan faktor keamanan S.F (safety factor). Secara umum faktor keamanan didefinisikan sebagai berikut :

$$S.F = \frac{\text{KAPASITAS}}{\text{BEBAN}} = \frac{\text{KAPASITAS DAYA DUKUNG}}{\text{TEGANG KONTAK}}$$

Kapasitas daya dukung dihitung didasarkan atas sifat-sifat tanah dan dimensi pondasi, sedangkan tegangan kontak dihitung didasarkan beban struktur di atas pondasi. upper structure load dan dimensi pondasi.

$$\sigma = \frac{Q}{A} \pm \frac{M_x \cdot X}{I_x} \pm \frac{M_y \cdot Y}{I_y}$$

Hubungan antara keduanya dinyatakan dalam bentuk faktor keamanan dimana :

S.F = 1, artinya tegangan kontak sama dengan kapasitas daya dukung (bearing capacity). Lapis tanah tepat dalam seimbang menerima beban.

S.F > 1, artinya tegangan kontak lebih kecil dari mobilisasi kapasitas daya dukung, Lapistanah dapat menerima beban.

S.F < 1, artinya tegangan kontak lebih besar dari mobilisasi kapasitas daya dukung, lapis tanah tidak dapat menerima beban.

Kapasitas daya dukung yang digunakan biasanya kapasitas daya dukung ultimate, tetapi apabila dikehendaki S.F lebih konservatif, kapasitas daya dukung yang digunakan adalah kapasitas daya dukung ijin. (allowable bearing capacity).

Kapasitas Daya Dukung Berdasarkan Data CPT

Schmertmann (1978) mengusulkan harga-harga sebagai berikut :

$$0.8 N_q = q_c$$

Dimana,

q_c = pembacaan tekanan conus rata-rata yaitu pada 0.56 B sampai 1.1 B dibawah pondasi.

$$\text{Atau } \frac{D}{B} \leq 1.50$$

Dimana ; D = Kedalaman Pondasi

B = Lebar Pondasi

Untuk tanah berbutir kasar

Pondasi menerus

$$q_{ult} = 28 - 0.0052 (300 - q_c)^{1.5} \text{ kg/cm}^2$$

Pondasi telapak

$$q_{ult} = 48 - 0.009 (300 - q_c)^{1.5} \text{ kg/cm}^2$$

Untuk tanah berbutir halus c-soils

Pondasi menerus

$$q_{ult} = 2 - 0.028 q_c \text{ kg/cm}^2$$

Pondasi telapak

$$q_{ult} = 5 - 0.34 q_c \text{ kg/cm}^2$$

Tabel 3. Faktor F adalah sebagai berikut :

	S1, m	Fps, kaki
F_1	0,05	2,5
F_2	0,08	4
F_3	0,3	1
F_4	1,2	4

Sumber : Buku Rekayasa Pondasi Jilid II, Penerbit : Gunadarma

Penurunan (settlement) pada Pondasi Dangkal

Penurunan pondasi akibat beban yang bekerja pada pondasi dapat diklasifikasikan kedalam 2 (dua) jenis yaitu penurunan seketika (immediately settlement) dan penurunan konsolidasi (Consolidation Settlement).

Penurunan seketika adalah penurunan yang langsung terjadi begitu pembebanan bekerja atau dilaksanakan, biasanya terjadi berkisar dari 0 (nol) sampai kurang dari 7 (tujuh) hari dan terjadi pada tanah lanau, pasir dan tanah liat yang mempunyai derajat kejenuhan ($S_r\%$) < 90%.

Penurunan Konsolidasi adalah penurunan yang diakibatkan keluarnya air dalam pori tanah akibat beban yang bekerja pada pondasi yang besarnya ditentukan oleh waktu pembebanan dan terjadi pada tanah

jenuh ($S_r = 100\%$) atau yang mendekati jenuh ($s_r\% = 90$ s/d 100%) atau pada tanah berbutir halus, yang mempunyai harga $K \leq 10^{-6}$ m/s. Penurunan konsolidasi yang terjadi dibagi menjadi dua periode yaitu penurunan konsolidasi Primer dan Skunder.

Didalam perhitungan penurunan yang penting adalah mengetahui besarnya tegangan tanah (soil pressure) yang bekerja pada lapis/massa tanah yang bersangkutan.

Persamaan besarnya penurunan total (S_t) yang terjadi adalah :

$$S_t = S_i + S_{cp} + S_{cs} \quad (2.9)$$

Dimana :

S_t = Penurunan Total

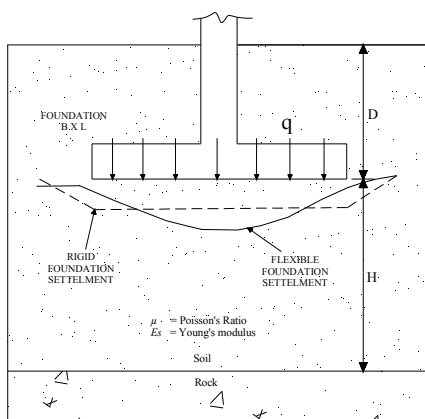
S_i = Penurunan Seketika

S_{cp} = Penurunan Konsolidasi Primer

S_{cs} = Penurunan Konsolidasi Sekunder

• **Penurunan Seketika (Immediately Settlement)**

Ilustrasi penurunan seketika pada pondasi akibat beban yang bekerja dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Elastic settlement of flexible and rigid foundations

Sumber : Buku Rekayasa Pondasi Jilid II, Penerbit : Gunadarma

Rumus penurunan Seketika (Immediately

Settlement) dikembangkan berdasarkan teori elastis dari Timoshenko dan Goodier (1951), sebagai berikut :

$$S_i = q \cdot B \frac{1 - \mu^2}{E_s}$$

Dimana :

q = Besarnya tegangan kontak

B = Lebar pondasi

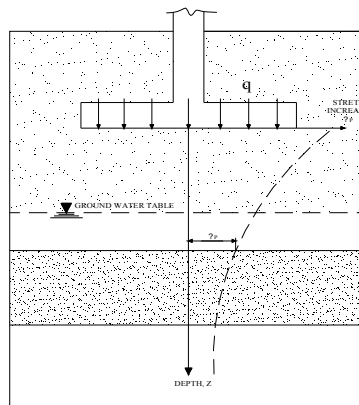
I_w = Faktor pengaruh yang tergantung dari bentuk pondasi dan kekakuan pondasi (lihat tabel 2.4)

μ = Angka Poisson (lihat tabel 2.5)

E_s = Sifat elastis tanah (lihat tabel 2.6)

• **Penurunan Konsolidasi (Consolidation Settlement)**

Penurunan konsolidasi pada umumnya diakibatkan keluarnya pori dalam tanah akibat tambahan tegangan pada tanah tersebut seperti terlihat pada gambar 6.



Gambar 6. Consolidation Settlement Calculation

Sumber : Buku Rekayasa Pondasi Jilid II, Penerbit : Gunadarma

Penurunan Konsolidasi Primer

$$S_{cp} = \frac{C_c \cdot H}{1 + e_0} \left(\log \frac{P_0 + \Delta P}{P_0} \right)$$

Dimana :

ΔP = Tambahan Tegangan

e_0 = *Intial void ratio*

C_c = *Compression Index*

P_0 = *Efective overburden layer*

H = Tinggi lapisan yang mengalami konsolidasi

Besarnya tambahan tegangan (ΔP)

pada lapisan tanah lempung tidak konstan tergantung pada kedalaman yang ditinjau. Besarnya P akan mengecil dengan bertambahnya kedalaman yang ditinjau terhadap dasar pondasi. Rata-rata pertambahan tegangan dapat ditentukan dengan menggunakan rumus, Sederhana, yaitu :

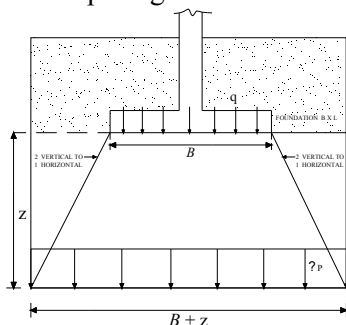
$$\overline{\Delta P} = \frac{1}{6} \cdot (\Delta P_t + 4 \Delta P_m + \Delta P_b)$$

Dimana :

P_t = Tambahan tegangan pada lapisan lempung bagian atas

P_m = Tambahan tegangan pada lapisan lempung bagian tengah

P_b = Tambahan tegangan pada lapisan lempung bagian bawah metode penentuan besarnya tambahan tegangan, biasanya insinyur teknik pondasi menggunakan metode pendekatan yaitu metode 2 : 1 , seperti terlihat pada gambar 7.



Gambar 7. *Method of finding stress increase under a foundation*

Sumber : Buku Rekayasa Pondasi Jilid II, Penerbit : Gunadarma

Berdasarkan metode tersebut tambahan tegangan pada kedalaman z dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{q_0 \cdot B \cdot L}{(B+z) \times (L \times z)}$$

Dimana ;

P = Tambahan Tegangan

q_0 = Tegangan yang bekerja pada pondasi

B = Lebar Pondasi

L = Panjang Pondasi

z = Kedalaman yang mengalami konsolidasi

Tetapi besarnya tegangan tanah yang bekerja pada setiap lapis tanah dapat didasarkan atas cara elastis. Dua cara yang dikenal adalah cara *Bousinesq* dan *Wetergard* serta cara *Newmark* yang disajikan dalam bentuk grafik.

METODE PENELITIAN

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis daya dukung pondasi dangkal dengan metode Terzaghi, berdasarkan data uji tanah yaitu sondir.

Dan analisis penurunan berdasarkan penurunan seketika dan penurunan konsolidasi primer.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah ruko jalan Pelabuhan II Kecamatan Dayeuhluhur Kota Sukabumi yang berada di propinsi Jawa Barat.

HASIL ANALISIS

Daya Dukung Tanah menggunakan data sondir yang diambil dari pengujian lapangan dan untuk perhitungan tegangan kontak yang terjadi pada pondasi telapak menggunakan teori Terzaghi (1943).

Untuk Mencari Kapasitas daya dukung

q_{ult} dengan menggunakan data sondir atau CPT dengan Teori Terzaghi untuk tanah berbutir halus c-soils dengan rumus :

Schmertmann (1978) mengusulkan harga-harga sebagai berikut :

$$0.8 N_q = q_c$$

Dimana,

q_c = Pembacaan tekanan conus rata-rata yaitu

pada 0.56 B sampai 1.1 B di bawah pondasi P.Tapak

$$q_{ult} = 48 - 0.009 (300 - q_c)^{1.5} \text{ kg/cm}^2$$

Tabel 4. Nilai q_c Pada data Sondir :

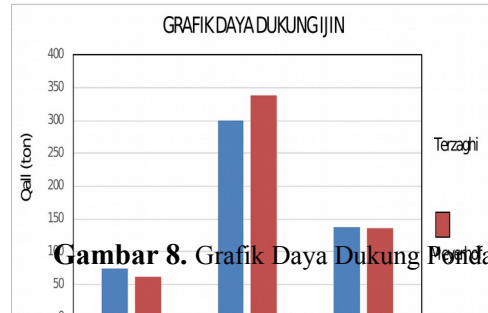
Depth (m)	qc S-1 (kg/cm ²)	qc S-2 (kg/cm ²)	qc S-3 (kg/cm ²)
2.2	11	15	5
2.4	10	100	4
2.6	10	80	5
2.8	10	50	5
3.0	10	60	6
3.2	9	80	5
3.4	20	90	70
3.6	22	120	90

Tabel 5. Daya dukung dengan metode

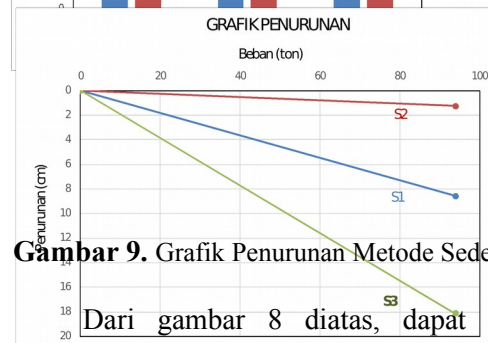
Terzaghi	14.67	80.56	32.22
qc rata-rata	14.67	80.56	32.22
qult (kg/cm ²)	4.62	18.74	8.56
qall (kg/cm ²)	1.85	7.50	3.43
Qall (Kg)	73949.20	299888.43	137007.36
Meyerhof	73.95	299.89	137.01
qall (kg/cm ²)	1.54	8.46	3.38
Qall (Kg)	61600.00	338333.33	135333.33
Qall (ton)	61.60	338.33	135.33

Penurunan (Settlement)

Dalam pembahasan ini penulis mencoba untuk menghitung penurunan pondasi menggunakan metode Sederhana.



Gambar 8. Grafik Daya Dukung Pondasi.



Gambar 9. Grafik Penurunan Metode Sederhana.

Dari gambar 8 diatas, dapat dilihat bahwa daya dukung (Q) hasil perhitungan kedua metode (warna biru dan merah) adalah lebih besar dari Q rencana (warna hijau), kecuali pada titik sondir 1 daya dukungnya di bawah beban rencana tetapi pada daerah titik sondir 1 beban rencananya dibawah 50 ton, sehingga dapat disimpulkan bahwa pondasi Telapak tersebut adalah aman untuk digunakan. Pada gambar 9 di atas, dapat disimpulkan penurunan dengan beban maksimal 93,96 ton masih berada pada batas toleransi sehingga aman terhadap bahaya penurunan

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dengan melihat hasil yang diperoleh pada penelitian, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari perhitungan daya dukung tanah pada kedalaman 2.20 M dari muka tanah setempat dengan lebar pondasi 2,00 x 2,00 M, maka memiliki daya dukung tanah ijin antara 73 - 300 ton, dengan menggunakan metode Terzaghi. Sedangkan perhitungan daya dukung tanah dengan kedalaman yang sama dan dimensi yang sama memiliki daya dukung tanah ijin antara 61 - 348 ton dengan menggunakan metode Meyerhoff selisih dari kedua metode tersebut cukup kecil relatif sama besarnya.
2. Perbedaan hasil perhitungan daya dukung dari masing-masing metode adalah pengaruh dari faktor-faktor empirik yang digunakan. Untuk hasil perhitungan daya dukung, lebih baik menggunakan daya dukung dari data sondir karena lebih sederhana, mudah dan cepat.
3. Penurunan Pondasi diambil dari pengujian titik sondir 1, 2 dan 3 dengan beban maksimum yaitu 93,96 ton, yang dianalisa dengan penurunan sebesar 1,2 cm – 18 cm.

Saran

Kendala dalam pelaksanaan penelitian ini adalah sulitnya pencarian data sekunder. Diharapkan kedepannya, semua pihak yang terkait lebih berupaya untuk melengkapi data yang harus dimiliki, sehingga dalam perencanaan pembangunan maupun dalam penelitian akan mendapatkan data yang lebih valid untuk menghasilkan karya yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bowles, J.E., 1982. *Analisis dan Desain Pondasi, Edisi ketiga Jilid 1*, Jakarta : Erlangga.
- [2] Bowles, J.E., 1997. *Analisis dan Desain Pondasi, Edisi keempat Jilid 1*, Jakarta : Erlangga.
- [3] Departemen Pekerjaan Umum, 1987. *Petunjuk Perencanaan Beton Bertulang dan Struktur Dinding Bertulang Untuk Rumah dan Gedung*, Jakarta : Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- [4] Dit Jen DPMB, 1983. *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung*, Bandung : Yayasan Lembaga Penyelidikan masalah bangunan.
- [5] Matrik Ishaq Soritua, 2007. *Analisa Perencanaan Pondasi berdasarkan Data Sondir*, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Sukabumi.
- [6] Sidharta SK, prof.,ir, 2009. *Rekayasa Pondasi II Pondasi dangkal dan Pondasi dalam*, Jakarta : Universitas Gunadarma Jakarta.
- [7] Suyono, Ir., 1987. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*, Jakarta : Pustaka Teknologi dan Informasi.