

## Metode Peningkatan Daya Dukung Tanah Lunak

I Gusti Ngurah Nyoman Wisnantara, Putu Budiarnaya

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Pendidikan Nasional  
E-mail : [budiarnaya@gmail.com](mailto:budiarnaya@gmail.com)

**ABSTRACT** : Many sites in Indonesia contain of soft soils which mainly located in farming areas, slopes, alluvials, low level areas. The main problem of soft soils for performing construction work is big settlement which is caused due to low ultimate bearing capacity of soils. These low bearing capacities occurred because of consolidation process proceeded in long time and slowly. To solve this problem the geotechnicians has tried to modify some methods to increase the ultimate bearing capacity of soft soils. There are many methods have been introduced and widely used for increasing bearing capacity. This paper discuss about four methods such as Bamboo Piles Method, Pre Loading Method, Vertical Sand Drainage Method, Geotextile Method.

Bamboo Piles Method use bamboo as reinforced soft soils. Pre Loading Method used Pre Loading as the beginning loading. This loading aimed to conduct process of settlement in shorter time. Vertikal Sand Drainage Method required installation of vertical Drainage to clear sands on the soils layer. After draining and pre loading consolidation process was expected would be proceeding in shorter time. Geotextile Method used material of geotextile as tension force to reinforce soft soils so that the ultimate bearing capacity increased. The maximum bearing capacity would be obtained if users installed it as well as soil's layer condition.

**Keyword** : Bearing capacity of Soil, Settlement, Pre Loading

### PENDAHULUAN

Pada umumnya tanah lunak di Indonesia dijumpai di sekitar dataran rendah, tepi sungai, muara, rawa dan pantai. Tanah lunak ini sangat bervariasi, komplek, dipengaruhi oleh selang kurun waktu dan dipengaruhi oleh deposit mineral tanah. Dalam pekerjaan sipil, investigasi tanah sebelum pekerjaan struktur dimulai sangat diperlukan guna menentukan klasifikasi tanah terukur sehingga dapat ditentukan tipe *lower structure* yang paling sesuai yang akan digunakan. Investigasi yang dilakukanpun mempunyai uji yang berbeda-beda sesuai dengan jenis dan kapasitas bangunan yang akan didirikan.

Pada umumnya permasalahan umum yang timbul dalam pekerjaan geoteknik adalah pada kondisi tanah lunak yang memiliki daya dukung rendah, angka penetrasi, indeks plastisitas, sudut geser, angka pori yang tinggi dan parameter lainnya yang berpengaruh sebagai alat pengukur jenis tanah.

Tanah lunak yang ada di Indonesia banyak dijumpai pada jenis tanah lempung yang banyak terdapat pada dataran rendah dan mempunyai butiran yang halus. Untuk mengetahui klasifikasi suatu tanah lunak; maka dapat ditentukan dengan klasifikasi sifat-sifat tanah yang terdiri atas sifat konsistensi tanah dan klasifikasi sifat pengembangan tanah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Sifat Konsistensi Tanah

Nilai Indek Likuiditas	Sifat Konsistensi Tanah
Negatif	Padu
0	Teguh
1	Lunak
> 1	Cair

Tabel 2. Klasifikasi Sifat Pengembangan Tanah

Nilai AC	Sifat Pengembangan Tanah
< 0.75	Tidak aktif
0.75-1.40	Normal
> 1.40	Aktif

**2. Daya Dukung Tanah**

Daya dukung tanah sangat menentukan jenis fondasi yang akan digunakan. Untuk menentukan daya dukung tanah dapat ditentukan dengan uji mekanis tanah seperti uji Sondir, SPT (Standard Penetration Test), CBR dan lain lain. Pada tanah lempung lunak yang mempunyai daya dukung yang cukup pada kedalaman diatas 10 m maka diperlukan fondasi untuk kedalaman yang tinggi pula seperti tiang pancang, bored pile, Caisson ataupun yang lainnya. Kondisi seperti ini biasanya terdapat pada proyek pembangunan gedung berlantai banyak yang mempunyai beban berat dan eksentrisitas yang cukup besar. Sedangkan pada proyek pembangunan jalan, daya dukung tanah sangat menentukan jenis material yang akan digunakan sebagai fondasi jalan yang terletak di atas subgrade.

Berbagai metode perhitungan daya dukung untuk kondisi tanah lunak telah dikembangkan oleh beberapa ahli geoteknik seperti Metode Sondir, SPT Mayerhoff, Chin, Janbu dan Danish namun pada umumnya yang paling banyak digunakan adalah metode perhitungan Sondir dan SPT Mayerhoff. Pada metode sondir perhitungan daya dukung (Pu) berdasarkan hasil uji sondir yang akan menghasilkan angka conus dan friksi sebagai tahanan gesek dari tanah sebagaimana yang diuraikan pada pers (1) dibawah ini:

$$Pu = \frac{(qc \times A)}{(Fk1)} + \frac{(K \times JHL)}{(Fk2)} \dots\dots\dots(1)$$

dengan :

- qc : nilai konus rata-rata hasil pengujian
- A : luas penampang ujung tiang
- K : keliling tiang
- JHL : Jumlah hambatan lekat
- Fk1 : faktor keamanan untuk perlawanan ujung
- Fk2 : faktor keamanan untuk perlawanan geser.

Pada metode Mayerhoff perhitungannya menggunakan hasil uji SPT di lapangan, hasil dari pada uji ini berupa kurva SPT dan nilai N pada setiap kedalaman tertentu. Rumus untuk perhitungan SPT Mayerhoff adalah sebagai berikut:

$$Pu = (2 \times Np \times Ap) + (N/50 \times As) \dots\dots\dots(2)$$

dengan :

- Np : nilai rata-rata N SPT antara 4D diatas ujung tiang dan 1D di bawah Ujung tiang
- N : nilai rata-rata N SPT di sepanjang tiang
- Ap : luas ujung tiang
- As : luas selimut tiang

Pada pemakaian fondasi telapak tanah lunak di lapisan dangkal rumus yang banyak dipakai adalah yang telah dikembangkan oleh Terzaghi dengan rumus sebagaimana di bawah ini:

$$Qult = cNcsc + q.Nq + 0,5\gamma.B.N\gamma s \dots\dots\dots(3)$$

Pada jenis tanah lunak, selain terutama di daerah lapisan dangkal yang memiliki daya dukung rendah

maka proses konsolidasi yang terjadipun dalam waktu yang relatif lama, sehingga akan memperbesar angka penurunan yang terjadi. Kondisi ini seringkali terjadi terutama pada bangunan tinggi yang mempunyai kedalaman fondasi diatas 15 m. Pada tahap awal akan terjadi penurunan segera yang terjadi serentak akibat sifat plastisitas tanah, setelah itu disusul dengan penurunan akibat konsolidasi tanah yang memakan jangka waktu lama. Khusus untuk tanah lunak penurunan tahap kedua masih terjadi meskipun penurunan akibat proses konsolidasi telah berakhir. Penurunan yang terjadi pada suatu lapisan tanah yang dibebani dapat dihitung dengan rumus:

$$St = Sp + Sc + Ss \dots\dots\dots(4)$$

dengan :

- St : Penurunan total
- Sp : Penurunan serentak akibat sifat plastisitas tanah
- Sc : Penurunan akibat proses konsolidasi
- Ss : Penurunan akibat proses pemampatan tahap kedua

**LANDASAN TEORI**

**Metode Peningkatan Daya Dukung Tanah Lunak**

Ada beberapa metode yang telah dikembangkan oleh para ahli geoteknik untuk meningkatkan daya dukung tanah lunak. Dalam tulisan ini akan dibahas empat macam metode yang paling banyak digunakan, seperti: Metode Cerucuk Bambu, Pra pembebanan, Geotekstil dan Metode Saluran Sumbu.

**3.1. Metode Cerucuk Bambu**

Salah satu cara peningkatan daya dukung tanah yang masih relatif murah sehubungan dengan ketersediaan bambu adalah dengan menggunakan tiang-tiang pancang dari bambu berdiameter antara 4,0 cm s.d 7,0 cm. Jarak pemancangan antar bambu adalah antara 30 cm s.d 50 cm tergantung dari sifat tanah lunak tersebut dan rata-rata panjang bambu yang digunakan berkisar 3.0 m s.d 5.0 m.

Dengan menggunakan cerucuk bambu ini sebagai penyangga fondasi maka besarnya daya dukung fondasi ini akan meningkat. Peningkatan ini terjadi karena adanya jumlah hambatan lekat antara tanah dengan tiang bambu terpasang. Semakin banyak tiang bambu yang digunakan maka akan semakin meningkat daya dukung pada tanah lunak tersebut. Berikut ini adalah contoh perhitungan fondasi telapak yang tidak menggunakan cerucuk dan menggunakan cerucuk.

- a. Fondasi Telapak Tanpa Cerucuk

Data tanah teruji sebagai berikut:

- Karakteristik Tanah
- Kedalaman lapisan : 2.0 m (dari muka

- Jenis tanah : tanah asli
- Warna : lempung liat
- berat isi tanah ( $\gamma_t$ ) : abu-abu kehitaman
- sudut geser dalam ( $\phi$ ) : 1,65 gr/cm<sup>3</sup>
- kohesi (C) : 10° 48'
- Data fondasi : 0,225 kg/cm<sup>2</sup>
- kedalaman fondasi (Df) : 2,00 m
- Beban fondasi (Q) : 28,50 ton
- ukuran telapak : 1,5 x 1,5 m<sup>2</sup>
- Koefisien daya dukung Ohsaki
- $\phi = 10^\circ$  maka di dapat  $N_c = 5,3$  ;  
 $N_\gamma = 0$  ;  $N_g = 1,9$
- factor bentuk telapak bujur sangkar  
 $\alpha = 1,3$   $\beta = 0,4$

• Daya dukung batas (Qult):  
 $Q_{ult} = \alpha.C.N_c + \beta.\gamma.B.N_\gamma + \gamma.D_f.N_g$   
sehingga didapat daya dukung ijin (Qall):

$$Q_{all} = \frac{q_{ult}}{3} = \frac{21,66}{3} = 7,22 \text{ t/m}^2$$

Angka Keamanan (SF):

Beban fondasi:

$$(q) = \frac{Q}{A} = \frac{28,50}{2,25} = 12,67 \text{ t/m}^2$$

Faktor keamanan:

$$(SF) = \frac{Q_{all}}{Q} = \frac{7,22}{12,67} = 0,57 < 1,2$$

### b. Fondasi Telapak Dengan Menggunakan Cerucuk

Dibawah ini akan disajikan perhitungan fondasi telapak dengan menggunakan cerucuk yang panjangnya 3,0 m sehingga kedalaman cerucuk dari muka tanah asli adalah 5,0 m. Dari hasil perhitungan didapat pemakaian cerucuk dapat meningkatkan daya dukung tanah.

- Data Tanah dan Cerucuk
- Kedalaman tanah : 5,0 m
- Tekanan conus (C) : 12,17 kg/cm<sup>2</sup>
- Jumlah hambatan lekat (JHL) : 261 kg/cm<sup>2</sup>
- Panjang cerucuk (I) : 3,0 s/d 4,0 m
- diameter : 7,0 cm
- keliling (O) : 21,99 cm
- luas (A) : 38,48 cm<sup>2</sup>

- Perhitungan daya dukung (Qult dan Q all)

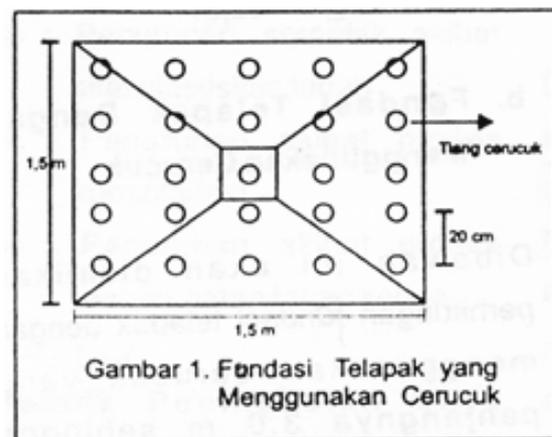
$$Q_{all} = \frac{C.A}{3} + \frac{JHL.O}{5}$$

$$= \frac{(468,3)}{3} + \frac{(5739,39)}{5} \text{ kg}$$

$$= 1,304 \text{ ton}$$

$$n = \frac{Q}{Q_{all}} = 21,85 \approx 25 \text{ buah}$$

Jadi banyaknya tiang cerucuk yang dipakai adalah 25 buah.

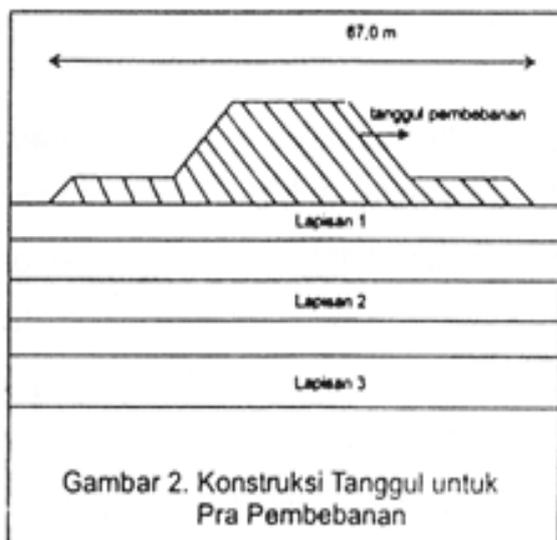


### 3.2. Metode Pra Pembebanan

Sebuah metode efektif yang relatif tidak mahal untuk meningkatkan daya dukung tanah lunak adalah dengan menggunakan Metode Pra Pembebanan. Pra beban tersebut dapat terdiri dari tanah atau kadang kadang batuan. Dalam kasus tangki minyak atau tangki air maka pengurugan yang berjalan secara lambat dari tangki tersebut bisa mendapatkan tujuan pra beban. Tujuan utama dari Metode Pra Pembebanan adalah:

1. Beban tambahan digunakan untuk menghilangkan penurunan yang akan terjadi setelah konstruksi diselesaikan.
2. Memperbaiki kekuatan geser dari tanah dengan mengubah kerapatan, mereduksi nilai banding rongga dan mengurangi kandungan air.

Metode Pra Pembebanan adalah metode yang paling efektif dilaksanakan untuk meningkatkan daya dukung tanah apabila tanah tersebut berlumpur, lempung dan memiliki kandungan deposit organik.



Jika deposit tersebut tebal dan tidak mempunyai sambungan lipat pasir yang berganti-ganti maka pelaksanaan pra pembebanan, adalah dengan membuat saluran buangan pasir guna mereduksi waktu terjadinya konsolidasi.

Pengujian kekuatan geser sebelum dan setelah pra pembebanan adalah perlu untuk menghitung perbaikan dengan pra konsolidasi. Cara ini adalah yang paling baik dikerjakan pada contoh bahan tabung yang tak terganggu baik di dalam pengujian yang tak dibatasi maupun pengujian triaksial.

Salah satu proyek yang menggunakan Metode Pra Pembebanan untuk perbaikan daya dukung tanah adalah pada pembuatan syphon di daerah Cilisung pada daerah aliran sungai Citanduy.

Dalam rangka pengembangan daerah wilayah sungai Citanduy Dirjen Pengairan telah mengupayakan penanggulangan masalah banjir serta peningkatan areal irigasi secara teknis. Sehubungan dengan program tersebut maka salah satu syphon harus dibangun di

#### KESIMPULAN DAN SARAN

- 1). Pada kondisi tanah lunak terutama jenis lempung memiliki kapasitas daya dukung yang cukup rendah sehingga perbaikan tanah lunak harus diprioritaskan pada peningkatan kapasitas daya dukung.
- 2). Metode yang sudah sering digunakan untuk perbaikan daya dukung tanah dengan cara tradisional adalah Metode Cerucuk Bambu yang umumnya digunakan untuk fondasi dangkal dan pembangunan jalan. Keistimewaan dari metode ini karena ketersediaan bambu di Indonesia yang banyak sehingga menghemat biaya dan cara pemasangannya dapat dilakukan dengan cara manual.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Atim .S (1995), Pengkajian Keamanan Konstruksi Yang Menggunakan Cerucuk Sebagai Perbaikan Daya Dukung Lapisan Dasar Yang Lunak, Jurnal Informasi Teknik, No. 16. Bagian Proyek Pusat Pelayanan Irigasi, Dirjen Pengairan, Dept PU Hal 76-81.
- J.E Bowles (1997), Analisis Dan Desain Fondasi, Edisi Keempat ,Jilid I, Terjemahan Pantur Silaban, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Punmia.B.C. (1983), Soil Mechanics And Foundations, Eight Editions, Standard Book House, New Delhi.
- Redana, Wayan (2011), Mekanika Tanah, Penerbit Udayana University Press.
- Utomo. P (2002), Daya Dukung Tanah Pasir Yang Diperkuat Woven Geotextile, Jurnal Media Komunikasi Teknik Sipil, Vol 10, Nomor 2, Edisi XXIII, hal 39-45
- Widjaja.B (2002), Desain Perkuatan Tanah dengan Geotekstil dengan Pendekatan Limit Equilibrium, Jurnal Teknik Sipil Vol 3, No. 1, Juni 2002, hal 40-52, Univ. Parahyangan, Bandung.