

EVALUASI PERKIRAAN DAYA DUKUNG TEORITIS TERHADAP DAYA DUKUNG AKTUAL TIANG BERDASARKAN DATA SONDIR DAN LOADING TEST

Adderian Noor ⁽¹⁾ dan Shella Octaviani ⁽²⁾

⁽¹⁾ Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Banjarmasin

⁽²⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Banjarmasin

Ringkasan

Daya dukung pondasi tiang diperoleh dari gesekan antara selimut tiang dan ujung tiang. Beberapa metode yang digunakan selama ini sebagai pendekatan teoritis adalah menggunakan metode langsung (*Direct Cone Method*) dan metode Schmertmann – Nottingham berdasarkan data hasil sondir sebagai penentuan daya dukung ultimit tiang. Dalam rangka mengetahui pendekatan daya dukung tiang teoritis terhadap aktual dilapangan diperlukan pengujian daya dukung aktual tersebut dengan cara loading test. Oleh sebab itu perlu dilakukan evaluasi daya dukung teoritis tiang berdasarkan data sondir terhadap daya dukung aktual tiang berdasarkan loading test.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui besar Q ultimit untuk metode langsung (*Direct Cone Method*), mengetahui besar Q ultimit untuk metode Schmertmann Nottingham, mengetahui besar Q ultimit dari hasil Loading Test, mengetahui berapa besar perbedaan nilai Q ultimit antara metode langsung dan metode Schmertmann dengan hasil loading test.

Berdasarkan klasifikasi tanah menurut Schmertman, jenis tanah di lapangan pada kedalaman 0,00 m sampai pada kedalaman 22,4 m menunjukkan jenis tanah lempung organik, jenis tanah pada kedalaman 22,6 sampai kedalaman 36 m didominasi tanah jenis lempung berlanau lunak. Lapisan tanah pasiran terdapat pada kedalaman 36,8 m sampai kedalaman 40,8 m. Berdasarkan metode DCM daya dukung ultimit tiang pada kedalaman 40 m adalah 373,74 ton berdasarkan metode DCM. Berdasarkan metode Schmertmann Nottingham pada kedalaman 40,8 m Q ultimit nya 142,40 ton. Daya dukung ultimate tiang dengan metode Davisson berdasarkan hasil loading test pada tiang 232 dengan kedalaman 38 m ialah 171 ton dan tiang 103 dengan kedalaman 36 m ialah 167 ton. Daya dukung tiang teoritis dengan metode schmertmann yang paling mendekati angka daya dukung tiang aktual berdasarkan loading test. Perhitungan daya dukung ultimit tiang dengan metode Schmertmann Nottingham baik digunakan pada tanah yang jenis pasiran dan pada tanah jenis lempung lunak baik menggunakan perhitungan metode langsung (*Direct Cone Method*).

Kata Kunci : Daya Dukung Ultimite, Metode Langsung (*Direct Cone Method*), Metode Schmertmann Nottingham, Loading Test

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dalam setiap bangunan diperlukan pondasi sebagai dasar bangunan yang kuat dan kokoh. Hal ini disebabkan pondasi sebagai dasar bangunan harus mampu memikul seluruh beban bangunan dan beban lainnya yang turut diperhitungkan serta meneruskannya ke dalam tanah sampai kelapisan atau kedalaman tertentu.

Struktur bawah sebagai pondasi juga secara umum dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pemilihan jenis pondasi ini tergantung kepada jenis struktur atas, apakah termasuk

konstruksi beban ringan atau beban berat dan juga jenis tanahnya.

Konstruksi beban ringan dan kondisi lapisan permukaan yang cukup baik, biasanya jenis pondasi dangkal sudah cukup memadai. Tetapi untuk konstruksi beban berat (*high-rise building*) biasanya jenis pondasi dalam adalah menjadi pilihan, dan secara umum permasalahan perencanaan pondasi dalam lebih rumit dari pondasi dangkal.

Daya dukung pondasi tiang diperoleh dari gesekan antara selimut tiang dan ujung tiang. Beberapa metode yang digunakan selama ini sebagai pendekatan teoritis adalah menggunakan metode langsung (*Direct Cone Method*) dan metode Schmertmann–Nottingham ber-

dasarkan data hasil sondir sebagai penentuan daya dukung ultimit tiang. Dalam rangka mengetahui pendekatan daya dukung tiang terhadap aktual di lapangan diperlukan pengujian daya dukung aktual tersebut dengan cara salah satunya adalah cara loading test. Berdasarkan teoritis dan aktual perlu diketahui sejauh mana pendekatan daya dukung teoritis terhadap daya dukung aktual. Oleh sebab itu maka perlu dilakukan evaluasi perkiraan daya dukung teoritis tiang berdasarkan data sondir terhadap daya dukung aktual tiang berdasarkan loading test.

Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

- 1) Berapakah besar Q ultimit untuk metode langsung (Direct Cone Method)
- 2) Berapakah besar Q ultimit untuk metode Schmertmann Nottingham
- 3) Berapakah besar Q ultimit dari hasil Loading Test
- 4) Berapa besar perbedaan nilai Q ultimate antara metode langsung dan dengan metode Schmertmann dengan hasil loading test

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Mengetahui besar Q ultimit untuk metode langsung (*Direct Cone Method*)
- 2) Mengetahui besar Q ultimit untuk metode Schmertmann Nottingham
- 3) Mengetahui besar Q ultimit dari hasil Loading Test
- 4) Mengetahui berapa besar perbedaan nilai Q ultimit antara metode langsung (*Direct Cone Method*) dan metode Schmertmann Nottingham dengan hasil loading test.

Manfaat yang bisa didapat dari tercapainya tujuan diatas adalah agar dapat mengetahui daya dukung teoritis dengan metode mana yang paling mendekati daya dukung aktual di lapangan.

2. STUDI PUSTAKA

Definisi Umum Tentang Sondir

Tes sondir tanah dilaksanakan untuk mengetahui perlawanan penetrasi konus dan hambatan lekat tanah. Perlawanan penetrasi konus adalah perlawanan tanah terhadap ujung konus yang dinyatakan dalam gaya persatuan luas. Hambatan lekat adalah perlawanan geser tanah terhadap selubung bikonus dalam gaya persatuan luas.

Uji sondir biasanya dilakukan sebelum perencanaan pembangunan bertingkat misalnya

bangunan 3 lantai ke atas. Pengetesan sondir perencana struktur biasanya bersamaan dengan pengetesan SPT (sebagai pembanding).

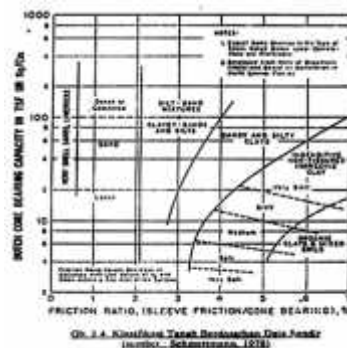
Dari hasil kedua tes tersebut maka akan di-peroleh daya dukung pondasi. Hasil tes sondir adalah pengelompokan sifat tanah dan jenis la-pisan tanah pada kedalaman tertentu sehingga dapat dijadikan pedoman dalam merencanakan bangunan seperti penentuan kedalaman pondasi tiang pancang diusahakan berada pada tanah keras.



Gambar 1. Alat Sondir

Klasifikasi Tanah Menurut Schmertmann

Dalam buku Manual Pondasi Tiang, Universitas Katolik Parahyangan menyatakan bahwa Schmertmann (1978) telah mengumpulkan data dalam jumlah yang cukup besar dan melakukan klasifikasi tanah berdasarkan dari tahanan ujung (q_c) dan rasio gesekan (F_r) seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Data Sondir Menurut Schmertmann

Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang dengan Uji Sondir

Menurut (Penyelidikan Geoteknik dengan Insitu, Rahardjo, P. Paulus) Perhitungan daya dukung aksial pondasi berdasarkan data uji sondir sering disebut ekstrapolasi dengan atau tanpa koreksi. Hal ini adalah karena komponen komponen yang terukur dari uji sondir (tahanan ujung dan gesekan selimut merupakan) representasi dari komponen komponen daya dukung tiang. Perbedaan utama antara alat sondir dan pondasi tiang terletak pada ukurannya; bentuk ujung, sifat permukaan dan mekanisme keruntuhannya. Analisis yang

dikemukakan disini berlaku untuk tiang pancang.

Metode Langsung (Direct Cone Method)

Metode ini diantaranya dikemukakan oleh Meyerhof (1956) yang menyatakan bahwa tahanan ujung tiang mendekati tahanan ujung konus sondir dengan rentang $2/3 q_c$ hingga $1.5 q_c$ dan Meyerhof menganjurkan untuk keperluan praktis agar digunakan : $q_p = q_c$

Selanjutnya tahanan selimut pada tiang dapat diambil langsung dari gesekan total (jumlah hambatan pelekat = JHP) dikalikan dengan ke-liling tiang, sehingga formula untuk metoda langsung ini dapat dituliskan : $Q_u = q_c \cdot A_p + JHP \times \text{keliling}$, Dimana : $A_p = \text{Luas tampang tiang}$, JHP = Jumlah hambatan lekat, Keliling = Keliling tiang.

Bila digunakan formula ini maka daya dukung ultimit yang diperoleh menjadi terlalu besar dibandingkan dengan nilai actual. Formula ini diadaptasi di Indonesia dengan mengambil angka keamanan 3 untuk tahanan ujung dan angka keamanan 5 untuk gesekannya, sehingga daya dukung ijin pondasi dinyatakan dalam : $P_{ijin} = (q_c \cdot A_p / 3) + (JHP \cdot \text{keliling} / 5)$ Sehingga daya dukung ijin diperoleh menjadi cukup aman, tetapi faktor keamanan yang sebenarnya bukan 3 dan 5.

Disini hanya dibahas daya dukung ultimit tiang sehingga angka keamanan tidak disertakan. Untuk analisis dengan metoda ini oleh karenanya penggambaran data uji sondir ditampilkan dengan kedalaman versus tahanan-tahanan ujung dan jumlah hambatan pelekat.

Metode Schmertmann - Nottingham

Schmertmann – Nottingham (1975) telah menganjurkan daya dukung perhitungan daya dukung ujung pondasi tiang menurut cara Begemann, yaitu diambil dari nilai rata rata perlawanan ujung sondir $8D$ diatas ujung tiang dan $0.7D - 4D$ dibawah ujung tiang. D adalah diameter tiang. Rumus digunakan : $Q_p = (q_{c1} + q_{c2} / 2) A_p$, Dimana : $Q_p = \text{Daya dukung ujung tiang}$, $q_{c1} = \text{Nilai } q_c \text{ rata rata } 0.7D - 4D \text{ di bawah ujung tiang}$, $q_{c2} = \text{Nilai } q_c \text{ rata rata } 8D \text{ diatas ujung tiang}$, $A_p = \text{Luas proyeksi penampang tiang}$.

Bila zona tanah lembek di bawah tiang masih terjadi pada kedalaman $4D - 10D$, maka perlu dilakukan reduksi terhadap nilai rata rata tersebut. Pada umumnya nilai perlawanan u-jung diambil tidak lebih dari 150 kg/cm^2 untuk pasir dan tidak melebihi 100 kg/cm^2 untuk tanah pasir kelanauan. Untuk mendapatkan daya dukung selimut tiang, di-

gunakan formula berikut : $Q_s = Ks/c [8D \quad z=0 \quad Z/8D \text{ fs } A_s + L \quad z=8D \text{ fs } A_s]$

Apabila tanah terdiri berbagai lapisan pasir dan lempung, Schmertmann menganjurkan untuk menghitung daya dukung setiap lapisan secara terpisah. Namun perlu diingat bahwa nilai Ks,c pada persamaan di atas dihitung berdasarkan total kedalaman tiang.

Pembuatan tiang bor menyebabkan berkurangnya tegangan efektif pada sisi tiang sehingga mengurangi gesekan selimut. Tetapi hubungan antara beton dan tanah yang cukup besar cenderung untuk meningkatkan nilai friksi tersebut. Sebagai pendekatan, Schmertmann menganjurkan daya dukung selimut untuk tiang bor diambil sebesar 75% dari nilai friksi untuk tiang pancang. Nilai f_s dibatasi hingga 1.2 kg/cm^2 untuk tanah pasir dan 1.0 kg/cm^2 untuk pasir kelanauan.

3. METODE PENELITIAN

Pengujian Tiang

Umumnya, kapasitas dukung tiang dihitung berdasarkan sifat-sifat tanah. Pada awal pembangunan, uji beban tiang dilakukan untuk membuktikan apakah hasil perhitungan yang diperoleh tersebut dapat dipertanggungjawabkan. Kadang-kadang jika biaya dan waktu memungkinkan, pengujian pendahuluan dilakukan untuk menentukan kapasitas dukung tiang yang lebih ekonomis. Dengan demikian biaya pelaksanaan total lebih hemat.

Maksud Pengujian

Uji beban tiang dilakukan dengan maksud sebagai berikut :

- Untuk menentukan grafik hubungan beban dan penurunan, terutama pada pembebanan di sekitar beban rencana diharapkan.
- Sebagai pengujian guna meyakinkan bahwa keruntuhan fondasi tidak akan terjadi sebelum beban yang ditentukan tercapai. Beban ini nilainya beberapa kali dari beban kerja yang dipilih dalam perancangan. Nilai pengali tersebut, kemudian dipakai sebagai faktor aman.
- Untuk menentukan kapasitas dukung ultimit tiang yang sebenarnya, yaitu untuk mengecek data hasil hitungan kapasitas dukung tiang yang diperoleh dari rumus – rumus statis dan dinamis

Uji beban tiang umumnya dilakukan untuk maksud yang diterangkan dalam butir (a) di atas. Setelah itu, pembebanan lanjutan dapat dilakukan dengan menambah beban yang ber-

tujuan untuk maksud pada butir (b) dan butir (c)

Uji beban tiang memberikan hasil yang dapat dipercaya bila tiang terletak dalam tanah granuler. Bila tanah berbutir halus (lanau, lempung atau tanah yang banyak mengandung lempung dan lanau) uji beban tiang hanya bertujuan untuk menentukan kapasitas dukung ultimit. Akan tetapi, hasilnya tidak menunjukkan data hubungan beban dan penurunan yang benar, karena hasil uji beban yang umumnya belum menunjukkan pengaruh konsolidasi jangka panjang. Tenggang waktu pembebanan yang diberikan pada saat uji tiang umumnya masih terlalu singkat untuk menunjukkan pengaruh penurunan akibat konsolidasi.

Uji beban tiang untuk tipe tiang dukung ujung yang dipancang dalam tanah lanau atau lempung harus dilakukan dengan perhatian khusus. Karena beban yang diujikan hanya sebagian saja didukung oleh tahanan ujungnya, sedangkan sebagian yang lain didukung oleh tahanan gesek dinding tiang.

Umumnya bangunan didukung oleh kelompok tiang. Perlu diperhatikan bahwa hasil uji tiang tunggal tidak dapat diekstrapolasi secara langsung untuk memprediksi kelakuan kelompok tiang. Hal ini, karena pada tiang tunggal, volume tanah yang tertekan sangat lebih kecil dibandingkan dengan volume tanah yang tertekan oleh kelompok tiang. Pengaruh lapisan tanah lunak dibawah tiang mungkin tidak tampak pengaruhnya pada hasil uji tiang tunggal, namun dapat sangat berpengaruh pada penurunan kelompok tiang. Karena itu, uji beban tiang sebaiknya diikuti oleh penyelidikan tanah yang detail supaya profil tanah secara keseluruhan dapat dipelajari dengan teliti.

Letak Titik – Titik Pengujian

Tiang uji sebaiknya dipilih pada lokasi di dekat titik bor penyelidikan tanah, dimana sifat tanah pada lokasi ini dapat mewakili kondisi tanah paling jelek dilokasi rencana bangunan. Ukuran tiang yang dicoba sebaiknya sama dengan tiang yang akan digunakan untuk mendukung bangunan. Selain itu, tiang harus dipasang dengan cara dan alat yang sama dengan alat yang akan digunakan dalam pelaksanaan. Pencatatan penetrasi tiang sebaiknya dilakukan dalam tiap – tiap 30cm,

disepanjang tiang. Catatan ini berguna sebagai petunjuk pemancangan selanjutnya pada proyek tersebut,

Pengukuran Penurunan

Penurunan kepala tiang dapat diukur dari penurunannya terhadap sebuah titik referensi yang tetap atau dari arloji pengukur yang dihubungkan dengan tiang. Arloji pengukur ini dapat dipasang pada sebuah gelagar yang didukung oleh dua angker (fondasi) yang kokoh, yang tidak dipengaruhi oleh penurunan tiang.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Sondir rata-rata dan Klasifikasi Tanah

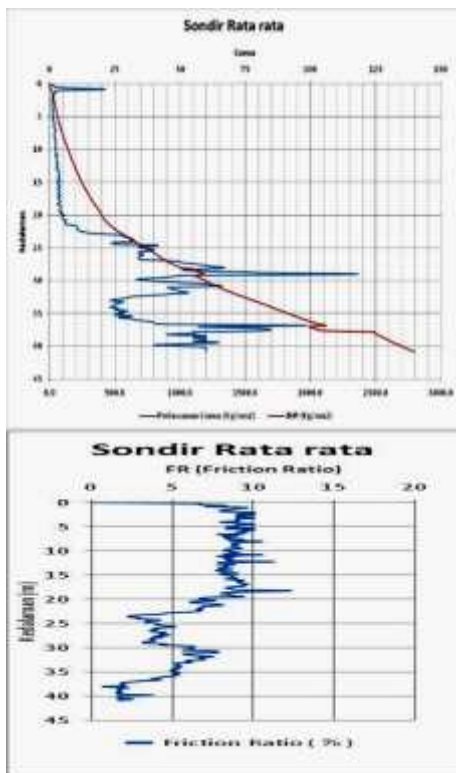
Dari pemeriksaan uji sondir di lapangan sebanyak 5 (lima) titik dan di rata-ratakan maka hasilnya adalah seperti Gambar 3. yaitu pada kedalaman 0,00 sampai pada kedalaman 22,4 m menunjukkan jenis tanah lempung masih mengandung organik, lalu pada kedalaman 22,6 sampai 36,6 m jenis tanah yang mendominasi masih tanah lempung berlanau yang lunak, hanya berbeda klasifikasinya. Hal ini menunjukkan bahwa sampai dengan elevasi itu tanah tersebut memiliki daya dukung yang sangat rendah. Dari kedalaman 36,8 m sampai kedalaman 40,8 m tanah sudah memiliki daya dukung yang tinggi yaitu jenis tanah pasir padat.

Dilihat dari tabel dan grafik maka diketahui bahwa semakin kecil nilai FR dan semakin besar nilai conus maka semakin besar daya dukung tanah tanah tersebut berarti tanah sudah didominasi oleh tanah jenis pasir padat, dan sebaliknya bila semakin besar nilai FR dan semakin besar nilai conus berarti tanah memiliki daya dukung yang tinggi yang jenis tanahnya didominasi oleh tanah lempung berlanau yang lunak.

Maka dapat disimpulkan bahwa tanah yang diteliti di lapangan dari kedalaman 0,0 m hingga kedalaman 36 m masih didominasi tanah jenis lempung berlanau yang lunak. Lapisan tanah pasir padat ditemukan mulai kedalaman 36,8 m.

Tabel 1. Klasifikasi tanah menurut schmertmann

DEPTH (m)	MANOMETER 1 (Kg/Cm2)	MANOMETER 2 (Kg/Cm2)	HP (Kg/Cm)	JHP (Kg/Cm)	CLEEF (Kg/Cm2)	FR (%)	S/C	Klasifikasi
0,0 - 22,4	3,39	5,69	4,62	194,21	0,23	8,49	C	organic
22,6 - 22,8	15,70	23,70	16,00	545,60	0,75	5,26	C	stiff
23,0 - 23,2	27,50	36,60	18,20	582,00	0,91	3,80	C	sandy and silty
23,4 - 24,0	31,45	39,40	15,90	627,90	0,80	2,61	S	clayey sands and silts
24,2 - 28,6	43,70	52,69	17,97	866,42	0,90	4,05	C	sandy and silty
28,8	85,00	96,25	22,50	1158,00	1,13	3,22	S	clayey sands and silts
29,0	117,50	128,75	22,50	1180,50	1,13	3,25	S	silt sand mixtures
29,2 - 29,4	49,17	58,33	18,33	1125,00	0,92	4,45	C	sandy and silty
29,6 - 30,4	43,13	53,00	19,73	1193,07	0,99	6,08	C	very stiff
30,6 - 31,0	57,89	69,89	24,00	1280,67	1,20	7,58	C	organic
31,2 - 35,8	32,36	45,56	26,39	1629,00	1,32	5,70	C	very stiff
36,0 - 36,6	38,33	54,25	31,83	2014,67	1,59	4,13	C	sandy and silty
36,8 - 37,0	77,92	98,75	41,67	2054,50	2,08	2,88	S	clayey sands and silts
37,2 - 40,8	60,32	71,37	22,11	2536,68	1,11	1,88	S	sand



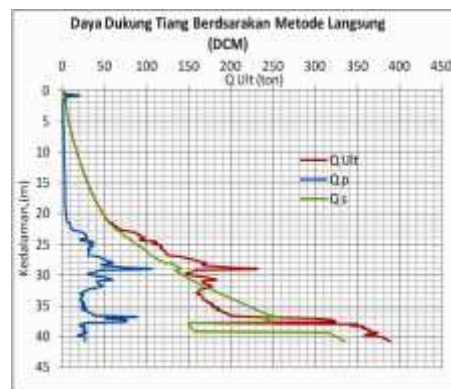
Gambar 3. Grafik Sondir Rata Rata

Daya Dukung Tiang Berdasarkan Metode Langsung (Direct Cone Method)

Dari grafik dalam gambar 4, menyatakan bahwa kedalaman 27m terjadi peningkatan Q ultimit yakni di kedalaman 27 m Q ult nya 141,72 ton, di kedalaman 28 m 170,11 ton, dan kedalaman 29 m 231,22 ton. Kemudian Q ultimit kembali turun pada kedalaman 30m yaitu 151,96 ton, dan pada kedalaman 37m Q ultimit mencapai lebih dari 200 ton sampai di kedalam-

an 40 m yang merupakan titik akhir pemeriksaan sondir.

Kedalaman 27 m, 28 m, 29 m, terjadi peningkatan Q ult karena kedalaman tersebut terdapat lensa lapisan tanah keras sesuai dengan grafik sondir yang diperlihatkan pada Gambar 3. Di kedalaman 30 m Q ultimit mengalami penurunan karena pada kedalaman tersebut grafik sondir memperlihatkan penurunan nilai conus yang berakibat pada penurunan nilai Q ultimit, dan kedalaman 37 m sampai 40 m memiliki Q ultimit lebih dari 200 ton karena pada kedalaman tersebut menurut klasifikasi tanah pada tabel 1, adalah tanah lempung sampai dengan pasir padat.



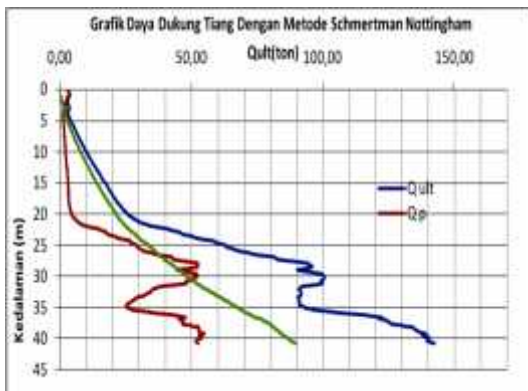
Gambar 4. Grafik daya dukung tiang dengan metode langsung (DCM)

Nilai Q ultimit yang mengalami peningkatan dan penurunan disebabkan oleh penurunan nilai conus pada lapisan tanah yang di tembus oleh batang sondir pada pemeriksaan tanah. Peningkatan nilai yang drastis disebabkan oleh lapisan tanah keras yang sulit atau tidak bisa ditembus oleh batang sondir yang berdiameter kecil.

Daya Dukung Tiang Teoritis Berdasarkan Metode Schmertmann Nottingham

Dilihat dari Gambar 5, Daya dukung ultimit tiang (Q_{ult}) didapat dari penjumlahan antara Q_p dan Q_s , dimana Q_p adalah daya dukung ujung tiang ultimit dan Q_s adalah daya dukung selimut tiang ultimit. Menunjukkan bahwa daya dukung tiang tipe square dengan diameter 30 cm pada kedalaman 0,0 m sampai kedalaman 30 m terus naik hingga $Q_{ultimit}$ mencapai 100,64 ton, dan kemudian turun pada kedalaman 31 m yaitu 99,96 ton sampai dengan kedalaman 35 m yaitu 93,47 ton. Daya dukung kembali naik dari kedalaman 36 m dengan $Q_{ultimit}$ 110,40 ton sampai kedalaman 40,8 m $Q_{ultimit}$ nya 142,40 ton.

Naik turunnya angka daya dukung tiang karena perbedaan jenis tanah pada saat pemancangan. Di kedalaman 0 m sampai 30 m jenis tanah yang mendominasi adalah lempung, dari lempung organik, lempung kaku, lempung sangat kaku lempung berlanau dan lempung berpasir, sesuai dengan tabel klasifikasi tanah. Penurunan daya dukung tiang pada kedalaman 31 m sampai kedalaman 35 m karena jenis tanah tanah dikedalaman tersebut kembali ke jenis tanah organik yang lunak. Daya dukung tiang tertinggi terdapat kedalaman 40,8 m yang klasifikasi tanah di kedalaman itu adalah pasir padat.



Gambar 5. Grafik Daya Dukung Tiang Dengan Metode Schmertmann Nottingham

Daya dukung ultimit tiang yang mengalami peningkatan dan penurunan disebabkan oleh klasifikasi tanah yang berbeda sifatnya. Pada kedalaman tertentu terdapat lensa lapisan tanah keras yang dibawahnya masih ada lapisan tanah lunak.

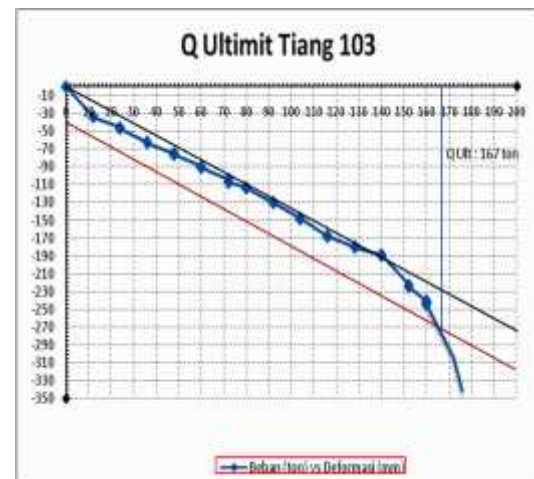
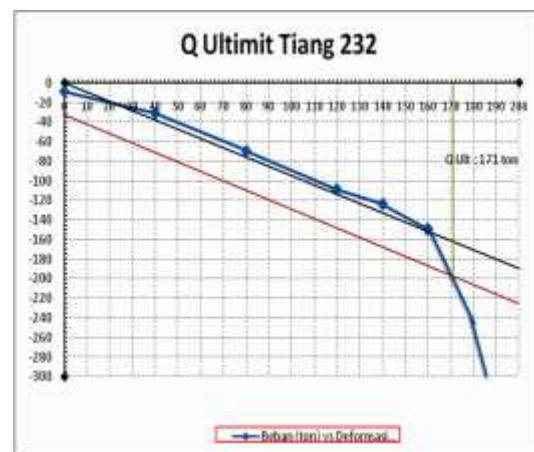
Daya Dukung Tiang Berdasarkan Loading Test

Pada proses pengujian tiang pancang (loading test) pada tiang nomor 232 beban tiangnya

adalah dari 40 ton sampai dengan 160 ton dengan penurunan akhir -149,35 mm dan tiang 103 beban mulai dari 12 ton sampai dengan 160 ton dengan penurunan akhir yaitu 255,44 mm. Jenis pengujian yang dilakukan pada kedua tiang ialah uji beban vertikal dengan metode standart loading pada tiang 232 dan metode quick loading pada tiang 103.

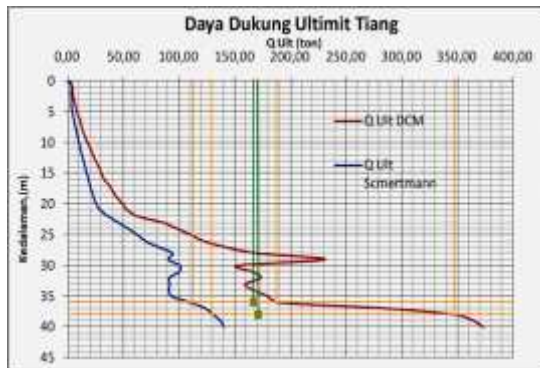
Berdasarkan Gambar 6. yang sebelumnya dibuat grafik uji beban tertahan dengan metode ML (*Maintained Load*) yang ada pada lampiran D daya dukung tiang yang didapat pada hasil dari pengujian tiang (loading test) adalah 171 ton pada tiang 232 dan 167 ton pada tiang 103. Perbedaan daya dukung pada kedua tiang disebabkan oleh jenis tanah yang tidak persis sama, metode yang digunakan berbeda, dan kedalaman tiangnya juga berbeda.

Dengan menggunakan metode Davisson maka didapat daya dukung ultimit tiang 232 adalah 171 dan tiang 103 adalah 167 ton. Penurunan, beban dan kedalaman tiang mempengaruhi daya dukung ultimit tiang yang didapat.



Gambar 6. Grafik Daya Dukung Tiang 232 dan Tiang 103

Evaluasi Daya Dukung Teoritis dan Daya Dukung Aktual Tiang



Gambar 7. Grafik Gaya Dukung Teoritis dan Aktual Tiang

Dilihat dari Gambar 7. grafik menunjukkan bahwa daya dukung tiang teoritis dari metode DCM dan metode Schmertmann pada kedalaman 36 m adalah 189,30 ton dan 110,40 ton terhadap daya dukung aktual berdasarkan loading test yaitu 167 ton. Tingkat akurasi dapat dilihat dari persentase daya dukung yang pada kedalaman 36 m, pada metode DCM 88,2 % dan metode Schmertmann 151,3 %. Pada kedalaman 38 m daya dukung tiang teoritis ialah 349,44 ton untuk metode DCM dan 130,87 ton pada metode schmertmann dengan persentase tingkat akurasi 48,9 % untuk metode DCM, 130,7 % untuk metode schmertmann

Tabel 4.5 Persentase Daya Dukung Teoritis Dan Aktual Tiang

Dm	Teoritis				Aktual			
	DCM		Schmertmann		Loading Test			
(m)	Qult	Persentase	Qult	Persentase	Metode	No Titik	Qult	Persentase
36	189,30	88,2	110,40	151,3	DCM	103	167	100
38	349,44	48,9	130,87	130,7	Schmertmann	103	167	100

Pada kedalaman 36 m persentase daya dukung teoritis terhadap daya dukung aktual adalah 88,2 % untuk metode DCM dan 151,3 % untuk metode schmertmann, dan pada kedalaman 38 m 48,9 % untuk metode DCM dan 130,7 % untuk metode schmertmann. Dilihat dari persentasenya perhitungan daya dukung tiang teoritis dengan metode schmertmann yang paling mendekati angka daya dukung tiang aktual berdasarkan loading test yang dilakukan dilapangan.

Perhitungan metode DCM dengan menggunakan alat test sondir sebagai referensi. Data perhitungannya menunjukkan nilai peningkatan qc yang besar bila dilapisan tanah multilayer terdapat lapisan pasir sehingga metode DCM pada tanah lunak atau desain pondasi *friction pile*.

5. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan tersebut, menghasilkan beberapa kesimpulan :

1. Berdasarkan klasifikasi tanah yang dilakukan di lapangan pada kedalaman 0,00 m sampai pada kedalaman 22,4 m menunjukkan jenis tanah lempung yang masih mengandung organic, kedalaman 36 m tanah yang mendominasi ialah tanah jenis lempung berlanau lunak. Lapisan tanah pasir terdapat pada kedalaman 36,8 m sampai kedalaman 40,8 m.
2. Berdasarkan metode DCM daya dukung ultimate tiang pada kedalaman 36 m adalah 189,30 ton dan kedalaman 38 m daya dukung ultimit nya 349,44 ton.
3. Berdasarkan metode Schmertmann Nottingham pada kedalaman 36 m Q ultimit nya 110,40 ton dan kedalaman 38 m Q ultimit nya 130,87 ton.
4. Daya dukung ultimate tiang dengan metode Davisson berdasarkan hasil loading test pada tiang 232 dengan kedalaman 38 m ialah 171 ton dan tiang 103 dengan kedalaman 36 m ialah 167 ton.
5. Perbedaan Q ultimit untuk metode DCM terhadap loading test ialah 22,3 ton untuk kedalaman 36 m dan 178,44 ton untuk kedalaman 38 m. Perbedaan yang ada untuk metode Schmertmann terhadap loading test ialah 56,6 ton untuk kedalaman 36 m dan untuk kedalaman 38 m ialah 40,13 ton.
6. Daya dukung tiang teoritis dengan metode schmertmann yang paling mendekati angka daya dukung tiang aktual berdasarkan loading test.
7. Perhitungan daya dukung ultimit tiang dengan metode Schmertmann Nottingham baik digunakan pada tanah yang jenis pasir dan pada tanah jenis lempung lunak baik menggunakan perhitungan dari metode langsung (Direct Cone Method).

Saran

Dari hasil penelitian dilapangan disarankan untuk :

1. Memperbanyak Titik Penyelidikan Tanah agar perhitungan teoritis mempunyai data perhitungan yang bervariasi.
2. Memperbanyak titik Loading test agar mendapatkan data pembandingan yang memadai sebagai validasi perhitungan teoritis.
3. Melakukan Test PDA dan Tes PIT sebagai pembandingan data loading tes dan perhitungan teoritis.

6. DAFTAR PUSTAKA

1., (t.t.), *Manual Pondasi Tiang*. Program Pascasarjana Universitas Katolik Parahyangan. Bandung.
2. Djuwadi, (t.t.), *Petunjuk praktikum Mekanika Tanah*, Jakarta
3. Hary, Cristady Hardiatmo, (1992), *Mekanika Tanah 1*, PT. Gramedia Pustaka Utama.
4. Hary, Cristady Hardiatmo, (2002), *Teknik Pondasi 1*, Beta Offset
5. Hardiyatmo, H. Christady. (2010). *Analisis dan Perancangan Fondasi bagian II*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
6. Rahardjo, P. Paulus. (2008). *Penyelidikan Geoteknik dengan Uji In-Situ*. Geotechnical Engineering Center Universitas Katolik Parahyangan. Bandung.
7. Mochtar, B. Indrasurya. (t.t.), *Penggunaan Data Mekanika Tanah Untuk Perhitungan Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang*.