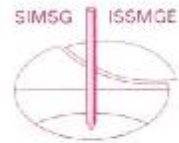


ISBN No. : 978-602-17221-3-8



HIMPUNAN AHLI TEKNIK TANAH INDONESIA
INDONESIAN SOCIETY FOR GEOTECHNICAL ENGINEERING (ISGE)
MEMBER SOCIETY OF INTERNATIONAL SOCIETY FOR SOIL MECHANICS
AND GEOTECHNICAL ENGINEERING (ISSMGE)



Proceedings

*10th Indonesian Geotechnical Conference
and 19th Annual Scientific Meeting*

*“Geotechnical Role
in Mega Structure Construction”*

Bidakara Hotel - Jakarta, 24-25 November 2015

Support by :



40.	Quality Checks of PDA Test Results – CLIENT’s Perspective. <i>Zacheus Indrawan</i>	317-322
41.	Pola Runtuh Dan Estimasi Daya Dukung <i>Screw-Pile</i> Dengan Uji Tarik In Situ. <i>Munirwansyah, Marwan, Banto Chairullah, Reza P. Munirwan, Mardiana ...</i>	323-328
42.	Uji Kuat Geser Lempung Non Bijih dan Lempung Bijih Mangan. <i>Galih Anitasari, Febrianti Tricahyani, Rubima Aisha Yulman</i>	329-334
43.	Perencanaan Dan Pelaksanaan Reklamasi Pantai Berwawasan Lingkungan. <i>Herman Wahyudi, Yudhi Lastiasih, Mustain Arif</i>	335-342
44.	Kajian Daya Dukung Ujung Dan Selimat Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Pemancangan Menggunakan HSPD (Studi Kasus: Kota Semarang) <i>Maria Wahyuni</i>	343-350
45.	Lessons Learned from an Anchored Steel Sheet Pile Wall Failure. <i>Ikhwanulluthfie bin Nukman Mursyid</i>	351-356
46.	Pemrograman Metode Interpretasi Daya Dukung Ultimate Tiang Metode Kuadratis Hyperbolic Berdasarkan Hasil Uji Beban Tiang <i>Yudhi Lastiasih, Davevry Shiananta</i>	357-362
47.	Analysis of Sheetpile Stability in Reinforcing Riverbank on Deep Soft Soil <i>Ardy Arsyad, Iskandar Maricar, Muhammad Cahyo Ashari</i>	363-368
48.	Peningkatan Kepadatan (γ_d) pada Tanah Lanau dengan Pencampuran Abu Sekam. <i>Umar Khatob</i>	369-376
49.	Perhitungan Prarencana Struktur Pondasi Tiang-Rakit. <i>Hadi Rusjanto Tanuwidjaja, Grace Kurniawati Santoso, Euricky Eduardo Tanuwidjaja</i>	377-384
50.	Pengaruh Kapur Tohor Terhadap Tanah Lempung Lunak <i>Hendri Warman, Ari Wahyudi</i>	385-390
51.	Pemodelan Kestabilan Lereng Abu Terbang dengan Skala Laboratorium. <i>Muhardi, Syawal Satibi, Andri Jaya Putra</i>	391-398
52.	Proposed Method for Liquefaction Potential Assessment Based on Sieve Analysis and Relative Density. <i>Abdul Ilakam, Hendri Warman</i>	399-406
53.	Degradasi Kuat Geser Dan Disintegrasi <i>Clay Shale</i> Akibat Proses Pelapukan Pada Stabilitas Lereng. <i>Idrus M Alatas, Samira A Kamaruddin, Ramli Nazir, Masyhur Irsyam</i>	407-416

Kajian Daya Dukung Ujung Dan Selimut Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Pemancangan Menggunakan HSPD (Studi Kasus: Kota Semarang)

Maria Wahyuni
Unika Soegijapranata Semarang

ABSTRAK: Pondasi tiang pancang untuk bangunan tingkat tinggi di tengah – tengah pemukiman padat penduduk masih banyak menjadi pilihan. Hal ini dikarenakan kepraktisan material pondasi itu sendiri dan dari segi pelaksanaannya. Pelaksanaan pemancangan yang dimaksud adalah digunakannya alat HSPD. Alat ini selain memiliki kekurangan, ternyata memiliki kelebihan yang perlu dipertimbangkan diantaranya adalah digunakannya manometer yang dapat dikonversi untuk memprediksi daya dukung ultimate pondasi tiang pancang. Kajian ini membahas daya dukung ujung dan selimut pondasi tiang pancang menggunakan alat ini. Adapun dasar yang digunakan sebagai pembandingan adalah analisis daya dukung pondasi tiang pancang menggunakan beberapa metode dan hasil dari uji beban aksial telan. Hasil menunjukkan bahwa daya dukung selimut tiang lebih dominan dibanding daya dukung ujung tiang. Kondisi ini agak tidak selaras dengan hasil analisis menggunakan metode Meyerhof yang menunjukkan lebih dominan daya dukung ujung tiang.

Kata kunci : pancang, HSPD, daya dukung, ujung, selimut, Meyerhof, load test

ABSTRACT: Piling foundation for high rise buildings in a populous settlement has still been chosen. This is caused by a simple material of the foundation itself and from the uses aspect. The equipment used to piling the foundation is HSPD or Pressed Pile. It has a manometer to read the pressure as a piling record. From the piling record, the total bearing capacity can be calculated. This research try to separate the skin friction bearing capacity and the point bearing capacity of the pile foundation from the piling record. As a comparison, the results has been analysed using Axial Compression Static Load Test and analytical methods also. The results indicate that the skin friction bearing capacity more dominant than the point bearing capacity.

Keywords: piling, pressed pile, bearing capacity, point bearing, skin friction, Meyerhof, load test

1 PENDAHULUAN

Struktur bawah pendukung semua konstruksi bangunan adalah pondasi. Jenis pondasi berdasarkan kedalaman penanamannya secara umum dibedakan menjadi pondasi dangkal dan pondasi dalam. Salah satu jenis pondasi dalam yang cukup banyak digunakan di tengah – tengah pemukiman yang padat penduduknya maupun padat bangunan di sekelilingnya adalah pondasi tiang pancang. Pemilihan jenis pondasi ini tentu saja tidak hanya didasarkan dari kondisi lingkungannya, namun yang lebih

menentukan adalah kondisi lapisan tanah yang ada di lokasi rencana suatu proyek.

Sementara itu berdasarkan pelaksanaan pemancangan salah satunya adalah menggunakan sistem *Hydraulic Static Pile Driver (HSPD)* atau pemancangan dengan cara ditekan (*Pressed Pile*). Pada pemancangan menggunakan alat ini, adanya manometer memberikan kemudahan dalam memprediksi besarnya daya dukung total yang direncanakan. Sayangnya, besarnya kapasitas daya dukung selimut tiang dan kapasitas daya dukung ujung tiang sulit untuk dibedakan. Hal ini dikarenakan yang terbaca pada manometer

adalah hacaan total daya dukung tiang yang tertanam.

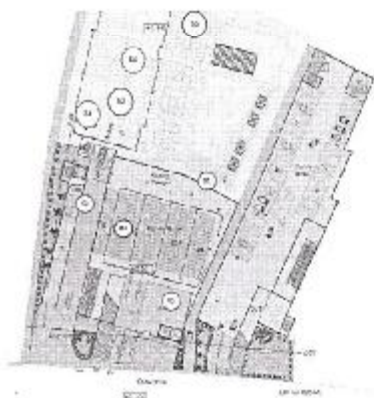
Kajian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya daya dukung selimut tiang dan daya dukung ujung tiang berdasarkan data yang didapat dari manometer dan hasil uji beban statis aksial tekan yang dilakukan menggunakan alat ini. Selain berdasarkan data dari manometer dan *SPT*, juga digunakan hasil analisis dari metode Meyerhof, Briaud dan Schmertmann.

Dalam studi ini kajian dilakukan pada 2 proyek dengan lokasi yang berdekatan. Proyek terletak di Jl. Petempen dan Jl. Inspeksi Semarang. Pada kedua proyek ini telah dibangun sebuah Apartemen dan Hotel dengan 19 lantai serta pusat arena bermain yang dilengkapi dengan berbagai fasilitas lainnya. Pondasi yang digunakan adalah tiang pancang *spun pile* diameter 50 cm, kedalaman pemancangan bervariasi antara 28.00 m - 30.00 m. Lokasi studi dapat dilihat pada gbr 1.



Gbr 1: Lokasi Studi

2 HASIL PENYELIDIKAN TANAH

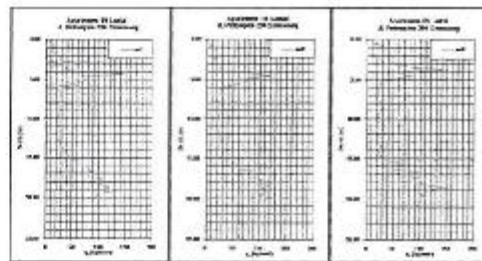


Gbr 2: Lokasi Uji Lapangan

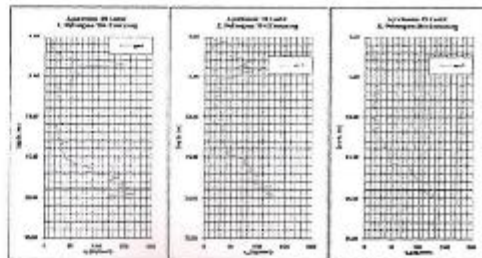
Penyelidikan lapangan yang dilakukan pada proyek 1 dan 2 meliputi 3 buah bor dalam dengan kedalaman antara 35.00 m – 40.00 m dan *SPT* setiap interval 2.00 m. Uji CPT sebanyak 9 titik dengan kedalaman 20.00 m. Gbr 2 menunjukkan lokasi titik uji. Berikut adalah hasil uji lapangan berupa grafik nilai tahanan ujung konus q_c terhadap kedalaman dan borlog untuk kedua proyek.

2.1 Grafik Tahanan Ujung Konus

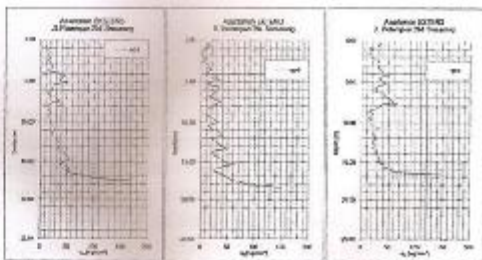
Cone Penetration Test dilakukan sebagai langkah awal untuk mengetahui kondisi lapisan tanah di lapangan. Berikut ini adalah hasil dari tahanan ujung konus terhadap kedalaman.



Gbr 2a : Grafik Nilai q_c CPT S1- S3 (Proyek 1)



Gbr 2b : Grafik Nilai q_c CPT S4- S6 (Proyek 1)



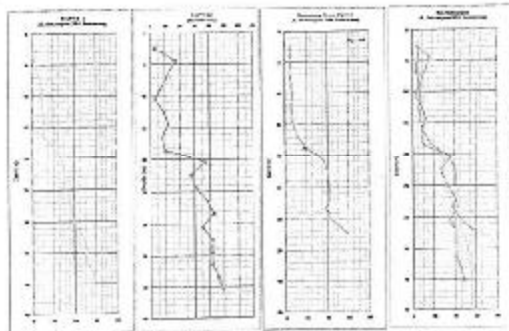
Gbr 2c : Grafik Nilai q_c CPT S1- S3 (Proyek 2)

Pada grafik tersebut terlihat adanya lapisan tanah yang terpadatkan pada kedalaman antara

3.00 m – 5.00 m. Pada kedalaman berikutnya terlihat lapisan tanah yang lebih lunak dan selanjutnya nilai q_c terus meningkat hingga kedalaman -20.00 m dari permukaan tanah.

2.2 Grafik Standard Penetration Test

Grafik hubungan SPT terhadap kedalaman untuk ketiga titik bor dalam dapat dilihat pada gbr 3.



Gbr 3: Grafik SPT

Secara umum terlihat bahwa ketiganya memiliki lapisan tanah yang hampir seragam. Pada grafik terlihat nilai SPT dari permukaan tanah hingga kedalaman sekitar 18.00 m relative kecil. Selanjutnya di bawah kedalaman tersebut nilai SPT terus meningkat dan terlihat hingga kedalaman 30.00 m – 40.00 m. Ada sedikit perbedaan yang ditunjukkan pada gambar SPT dari bor B2, yaitu terlihat adanya lapisan tanah yang agak padat di kedalaman 3.00 m – 5.00 m dari permukaan tanah. Kondisi ini mirip dengan hasil grafik tahanan ujung konus q_c . Sementara itu untuk lapisan tanah yang lainnya mungkin pemadatan tidak terlihat akibat dilakukannya wash-bor.

2.3 Hasil Uji Laboratorium:

Hasil uji laboratorium yang dilakukan pada ketiga titik bor meliputi:

- Uji Index Properties
- Sieve Analysis
- Shear Strength
- Consolidation

Uji laboratorium tidak dapat dilakukan pada setiap interval kedalaman. Sampel tak terganggu hanya diambil pada posisi dimana lapisan tanah memiliki nilai SPT kurang dari 30 pukulan/30 cm.

Secara umum, jenis tanah yang diuji hingga kedalaman -15.00 m lebih didominasi oleh lapisan tanah lanau dan lempung dengan sedikit pasir. Nilai berat volume tanah berkisar antara $1.60 \text{ gr/cm}^3 - 1.71 \text{ gr/cm}^3$. Sementara itu nilai angka pori berkisar antara 1.1 – 1.7. Kondisi ini menunjukkan rongga antar pori yang relative besar.

3 HASIL KAJIAN

3.1 Analitis

Analisis daya dukung pondasi tiang pancang dilakukan menggunakan beberapa metode (sumber: buku Coduto, 1994, hal. 386-387):

- Meyerhof (1976)
sand & gravel :

$$q_p = 0.4N'_{60} > D/B \cdot \sigma_R \leq 4 \cdot N'_{60} \cdot \sigma_R \quad (1)$$

non-plastic silts :

$$q_p = 0.4N'_{60} > D/B \cdot \sigma_R \leq 3 \cdot N'_{60} \cdot \sigma_R \quad (2)$$

$$f_s = (\sigma_R/50)N_{60} \quad (3)$$

- Briaud et all (1985)

$$q_p = 19.7\sigma_R(N_{60})^{0.36} \quad (4)$$

$$f_s = 0.224\sigma_R(N_{60})^{0.29} \quad (5)$$

dengan:

- q_p : tahanan ujung tiang (kN/m^2)
- f_s : tahanan selimut tiang (kN/m^2)
- σ_R : tegangan referensi = 100 kPa
- D : kedalaman penanaman tiang (m)
- B : diameter tiang (m)

- Schmertmann

Untuk metode Schmertmann dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Berdasarkan ketiga metode tersebut, hasil analisis dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1: Nilai q_p & f_s Pondasi Tiang Pancang (sumber: Manual Pondasi Tiang, GEC-2013)

Jenis Tanah	Deskripsi	Gesekan Selimut (kg/cm ²)	Tahanan Ujung (kg/cm ²)
Pasir berbatu*	GW, GP, GM, SW, SP, SM	0.019-N ₆₀	3.2-N ₆₀
Lempung lembu bercampur pasir, pasir kelanauan, lempu	GC, GC, ML, CL	0.04-N ₆₀ **	1.6-N ₆₀
Lempung plastis	CH, OH	0.05-N ₆₀ **	0.7-N ₆₀
Batu gamping rapuh, pasir berkeang	-	0.01-N ₆₀	3.6-N ₆₀

Keterangan :

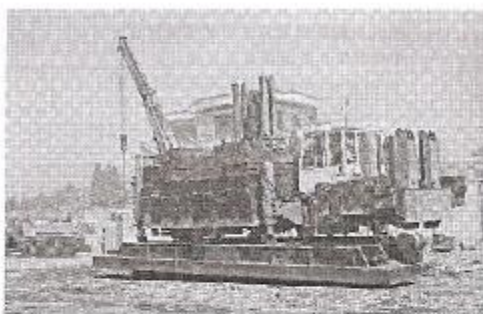
- a : Berlaku untuk di atas maupun di bawah muka air
- * : Untuk N > 60, diambil N = 60
- ** : Disarankan untuk memberikan reduksi pada lempung teguh dan lempung pasiran

Tabel 2: Hasil Analisis

metode	Q _p (ton)	Q _s (ton)	Q _u (ton)
	q _p x A _p	f _s x A _s	Q _p + Q _s
meyerhof	213.05	167.13	380.18
Briaud	139.68	231.40	371.08
Schnitzmann	111.21	233.99	345.20
		Q _{s rata-rata}	365.49

3.2 Monitoring HSPD

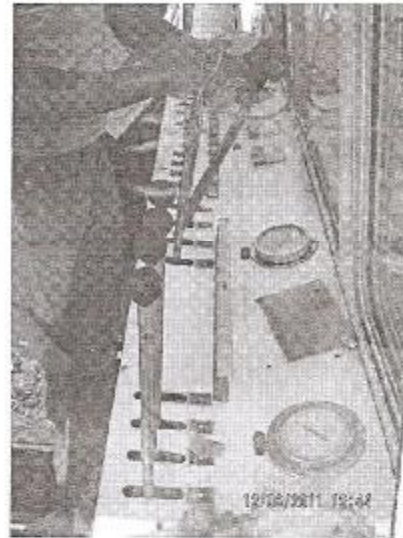
Alat Hydraulic Static Pile Driver (HSPD) yang digunakan untuk kedua proyek ini berkapasitas 320 ton. Gbr 5a menunjukkan salah satu alat yang digunakan dalam kajian ini.



Gbr 5a: Alat HSPD Kapasitas 320 ton (T.320)

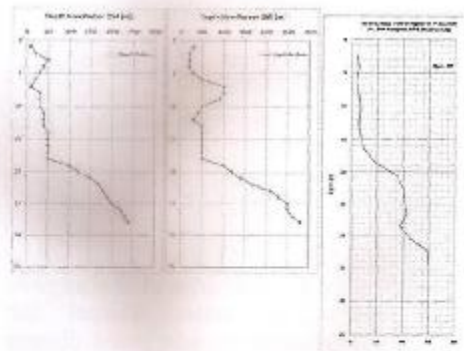
Pada prinsipnya dalam monitoring besarnya tekanan adalah dengan melakukan pencatatan besarnya tekanan pada saat pemancangan

dilakukan hingga mencapai kapasitas daya dukung total sebesar 300 ton. Pemancangan dihentikan pada saat tekanan yang setara dengan daya dukung tersebut tercapai. Besarnya tekanan dapat dilihat pada manometer yang ada di ruang operator (gbr. 5b).



Gbr 5b: Manometer (T.320)

Data monitoring di sepanjang kedalaman penanaman tiang antara 28.00 m – 31.00 m dapat dikonversi menjadi beban dan dibuat grafik hubungan antara beban vs kedalaman. Gbr berikut ini menunjukkan grafik beban (kapasitas daya dukung tiang pancang) vs kedalaman yang dibandingkan dengan data SPT.

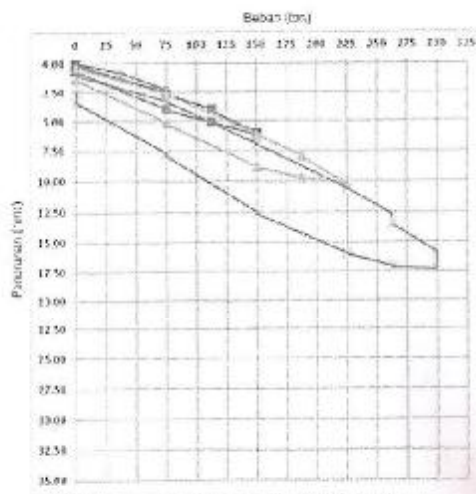


Gbr 6: Grafik Hasil Monitoring HSPD vs SPT

Tampak pada grafik tersebut bahwa pada kedalaman antara 3.00 m – 5.00 m lapisan tanah agak padat. Selanjutnya data menunjukkan beban yang mengecil hingga dikedalaman hampir 18.00 m. Seperti halnya data SPT, di bawah kedalaman 18.00 m nilai SPT meningkat, begitu pula dengan data hasil monitoring HSPD menunjukkan beban yang semakin meningkat dan mencapai kapasitas daya dukung ultimit sebesar 300 ton di beberapa variasi kedalaman antara 28.00 m – 31.00 m.

3.3 Hasil Uji Beban Statis Aksial Tekan

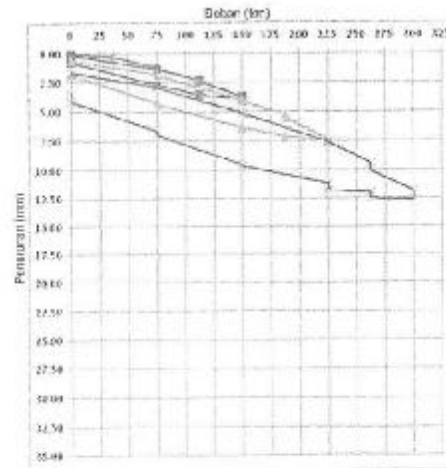
Uji beban statis aksial tekan baik di proyek 1 maupun di proyek 2 dilakukan untuk mengetahui daya dukung ultimit yang sesungguhnya bisa diterima oleh tanah sebagai pendukung pondasi dan besar penurunan yang terjadi. Pada masing – masing proyek dilakukan 2 uji beban statis dengan beban maksimal 300 ton. Pengujian dilakukan dengan memanfaatkan alat HSPD. Prosedur pengujian tetap menggunakan ASTM. Hasil dari keempat uji beban statis dapat dilihat pada gambar 7a – 7d.



Gbr 7a: Grafik Beban vs Penurunan SLT-1 (Proyek 1)

Pada grafik di atas Nampak bahwa untuk beban 300 ton penurunan total sebesar 17 cm. Penurunan permanen sebesar 3 cm. Grafik pergerakan pada kepala tiang masih terlihat elastic.

Hasil uji beban statis 2 terlihat pada gbr 7b. Penurunan total sebesar 12.50 cm pada beban 300 ton. Penurunan permanen sebesar 3 cm.



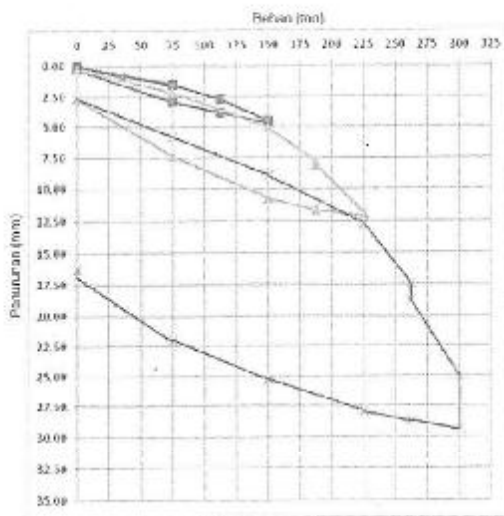
Gbr 7b: Grafik Beban vs Penurunan SLT-2 (Proyek 1)

Grafik uji beban statis di lokasi proyek 2 menunjukkan penurunan yang relative lebih besar dibanding dengan hasil uji beban di lokasi proyek 1.

Pada SLT-1 di proyek 2, penurunan total sebesar 18 cm pada beban 300 ton. Penurunan permanen sebesar 10 cm. Sementara itu untuk SLT-2 penurunan total sebesar 28 cm dan penurunan permanen sebesar 16 cm pada beban total 300 ton.

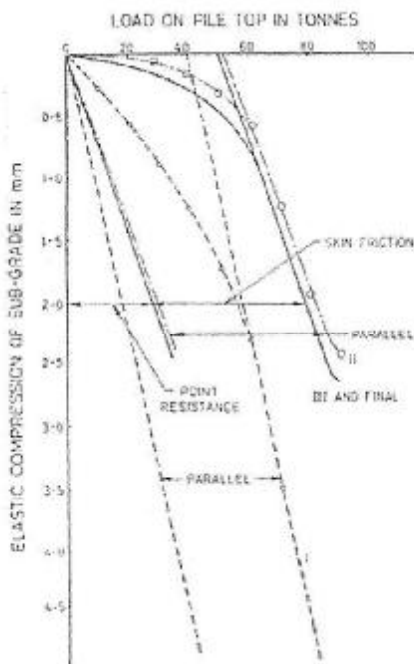


Gbr 7c: Grafik Beban vs Penurunan SLT-1 (Proyek 2)



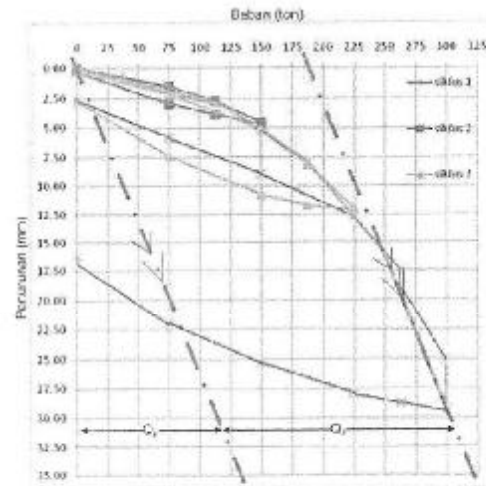
Gbr 7d: Grafik Beban vs Penurunan SLT-2 (Proyek 2)

Unnik dapat membedakan besarnya daya dukung selimut tiang dan daya dukung ujung tiang dilakukan kajian berdasarkan grafik SLT seperti gambar berikut ini (Bureau).



Gbr 8: Grafik Pemisahan Point - Skin (Bureau)

Jika diterapkan pada SLT-2, lokasi proyek 2 seperti terlihat pada gbr 9 di bawah ini, didapat bahwa daya dukung selimut tiang Q_s lebih dominan dibandingkan dengan daya dukung ujung tiang Q_p .



Gbr 9: Grafik Pemisahan Point - Skin (Proyek 2, SLT-2)

Dengan cara yang sama, yaitu menarik garis sejajar pada saat grafik uji beban statis membentuk parabola jika dilakukan pada SLT-1 dan SLT-2 pada proyek 1 maupun SLT-1 pada proyek 2 terlihat bahwa daya dukung selimut tiang masih lebih dominan dibanding dengan daya dukung ujung tiang.

Jika dibandingkan dengan hasil analisis dari metode Meyerhof, hal ini tidak bersesuaian. Sebaliknya jika dibandingkan berdasarkan metode Briaud dan Schmertmann maka terlihat bahwa daya dukung selimut tiang lebih dominan dibandingkan dengan daya dukung ujung tiang.

4 KESIMPULAN DAN SARAN

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari kajian ini adalah:

1. berdasarkan metode Meyerhof didapat Q_p lebih dominan dibanding Q_s , sementara itu berdasarkan metode Briaud dan Schmertmann didapat Q_s lebih dominan dibanding Q_p

2. berdasarkan grafik hasil uji beban statis aksial tekan dari ke-empat nya didapat bahwa Q_c lebih dominan dibanding Q_p .
3. Grafik beban terhadap kedalaman yang didapat dari data monitoring manometer pada HSPD menunjukkan karakter yang mirip dengan grafik labanan ujung konus CPT dan SPT.
4. saran untuk kajian berikutnya adalah melakukan prediksi dari data manometer alat HSPD.

PENGHARGAAN

Penulis mengucapkan terimakasih pada beberapa pihak yang telah mengijinkan menggunakan data-data dalam penelitian ini:

1. PT. M3S selaku pemilik Proyek dari MG Appartment dan Semarang Town Square (SETOS)

2. Ir. Kiki Saptono, MT selaku konstraktor kedua Proyek, yang telah menjadi rekan diskusi dalam melakukan korelasi antara sub structure dengan upper structure.
3. PT. Sunway dan PT. Metro Manggala Pile selaku sub kontraktor MG Appartment dan Semarang Town Square.

DAFTAR PUSTAKA

- Geotechnical Engineering Center, Unpat Bandung, 2013. *Manual Pondasi Tiang* 4th ed
- Coduto, DP., 1994, *Foundation Design, Principles and Practices*, Prentice Hall International, Inc
- Das, BM., (2013), *Fundamentals of Geotechnical Engineering*, 4th International Edition., Cengage Learning
- Bureau of Indian Standard., (2003), *Code for Practice and Construction of Pile Foundations., Part 4 Load Test on Piles (First Revision)*, UDC 624.154.1:624.402:006.76: 12-15