

PENGARUH PONDASI TIANG PRECAST DENGAN PREBORING TERHADAP DAYA DUKUNG

Hadhyanto Tunggal¹, Richard Nata Argodipuro², Gogot Setyo Budi³

ABSTRAK : Instalasi pondasi tiang dengan metode *driven* atau *hammer, jack in*, dan metode *bore* merupakan cara yang umum dilakukan. Akan tetapi metode-metode tersebut memiliki beberapa kekurangan, seperti menimbulkan getaran, tekanan ke samping akibat beban dari berat alat, mutu beton yang tidak dapat diperiksa, dan lain-lain. Oleh karena itu, mulai dikembangkan metode instalasi pondasi tiang *precast* dengan *preboring* untuk mengurangi dampak negatif tersebut. Metode instalasi pondasi tiang *precast* dengan *preboring* ini dilakukan dengan membuat lubang bor terlebih dahulu pada titik rencana pondasi. Lubang bor diisi beton cair dengan volume tertentu, setelah itu dimasukkan tiang *precast* dengan diameter yang lebih kecil daripada diameter lubang bor. Pada penelitian ini dipresentasikan pengaruh *preboring* terhadap daya dukung tiang *precast* dan hasilnya dibandingkan dengan daya dukung pondasi tiang *jack in* dan tiang bor. Penentuan daya dukung pondasi tiang tersebut digunakan metode *static load test*. Berdasarkan perbandingan daya dukung tersebut, didapatkan bahwa metode instalasi pondasi tiang *precast* dengan *preboring* menghasilkan daya dukung yang lebih besar daripada metode *jack in* dan metode *bore*. Dengan demikian, metode instalasi pondasi tiang *precast* dengan *preboring* ini dapat menjadi solusi untuk menjawab kekurangan pada metode instalasi pondasi tiang yang lain.

KATA KUNCI : daya dukung pondasi tiang , tiang *precast*, *preboring*, tiang *jack in*, tiang bor, *static load test*

1. PENDAHULUAN

Pada umumnya pondasi dibagi dalam 2 jenis, yaitu pondasi dalam dan pondasi dangkal. Pemilihan jenis pondasi ini tergantung dari jenis lapisan tanah dan posisi dari tanah keras. Secara umum pondasi dalam memiliki 2 jenis, yaitu *precast concrete pile* dan *cast in situ pile*. (Bowles, 1993)

Precast concrete pile adalah pondasi tiang dari beton bertulang yang telah dicetak terlebih dahulu kemudian dimasukkan ke dalam tanah. Instalasi pondasi tiang jenis ini dapat dengan metode *driven* dan metode *jack in*. Kelebihan dari metode ini adalah pondasi tiang dapat diperiksa terlebih dahulu kualitasnya. Sedangkan kekurangan dari metode ini adalah menyebabkan getaran, tekanan tanah kesamping akibat beban berat alat, dan lain-lain. Sedangkan *cast in place pile* adalah pondasi yang terlebih dahulu membuat lubang dengan cara dibor lalu kemudian lubang bor tersebut dicor. Metode *cast in place pile* atau yang biasa disebut metode *bore* ini memang tidak menyebabkan tekanan ke samping, tetapi metode ini membuat lahan menjadi kotor dan kualitas beton yang dicor tidak dapat diperiksa. (Hardiyatmo H.C.,2002) dahulu pada titik rencana pondasi. Lubang bor diisi beton cair dengan volume tertentu, setelah itu dimasukkan tiang *precast* dengan diameter yang lebih kecil daripada diameter lubang bor.

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, m21413059@petra.ac.id

²Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, m21413093@petra.ac.id

³Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, gogot@peter.petra.ac.id

Pada penelitian ini dilakukan analisa pada metode instalasi pondasi tiang *precast* dengan *preboring* ini menjadi solusi untuk menjawab kekurangan dari metode-metode lainnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan daya dukung pada metode instalasi tiang *precast* dengan *preboring*, metode *jack in*, dan metode *bore*.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Metode Meyerhof (1976)

Metode Meyerhof adalah metode untuk menentukan daya dukung pondasi tiang berdasarkan hasil *Standart Penetration Test*. Daya dukung ujung dan daya dukung selimut pondasi tiang dipengaruhi oleh nilai koefisien berdasarkan jenis lapisan tanah (Gunawan, 2014).

2.2 Metode Luciano Decourt (1987)

Metode Luciano Decourt adalah metode untuk menentukan daya dukung pondasi tiang berdasarkan hasil *Standart Penetration Test*. Daya dukung ujung pondasi tiang dipengaruhi oleh nilai koefisien berdasarkan jenis lapisan tanah. Sedangkan daya dukung selimut pondasi tiang pada metode ini dihitung berdasarkan nilai koefisien yang sama untuk setiap jenis lapisan tanah (Schnaid, 2009).

2.3 Metode Schmertmann (1967)

Metode Schmertmann adalah metode untuk menentukan daya dukung pondasi tiang berdasarkan hasil *Standart Penetration Test*. Daya dukung ujung dan daya dukung selimut pondasi tiang dipengaruhi oleh nilai koefisien berdasarkan jenis lapisan tanah (Gunawan, 2014).

2.4 Metode Schmertmann-Nottingham (1975)

Metode Schmertmann-Nottingham digunakan untuk mendapatkan daya dukung pondasi tiang berdasarkan hasil *Cone Penetration Test*. Dalam metode ini daya dukung ujung tiang dipengaruhi lapisan tanah bagian atas dan bawah pada ujung tiang. Sedangkan daya dukung selimut tiang dihitung secara terpisah berdasarkan jenis lapisan tanah (Titi & Abu-Fasakh, 1999).

2.5 Metode Aoki-De Alencar (1975)

Metode Aoki-De Alencar digunakan untuk mendapatkan daya dukung pondasi tiang berdasarkan hasil *Cone Penetration Test*. Metode ini menggunakan hambatan konus untuk mendapatkan daya dukung ujung tiang dan daya dukung selimut tiang. Hambatan konus dikorelasi dengan menggunakan nilai empirik untuk mendapatkan daya dukung selimut tiang (Aoki & Velloso, 1975).

2.6 Metode Chin F.K. (1970)

Metode Chin F.K. adalah metode untuk menentukan daya dukung pondasi tiang berdasarkan hasil *Static Load Test*. Daya dukung pondasi tiang dengan metode ini didapatkan dengan mencari persamaan garis dari grafik perbandingan data S/P dengan penurunan.

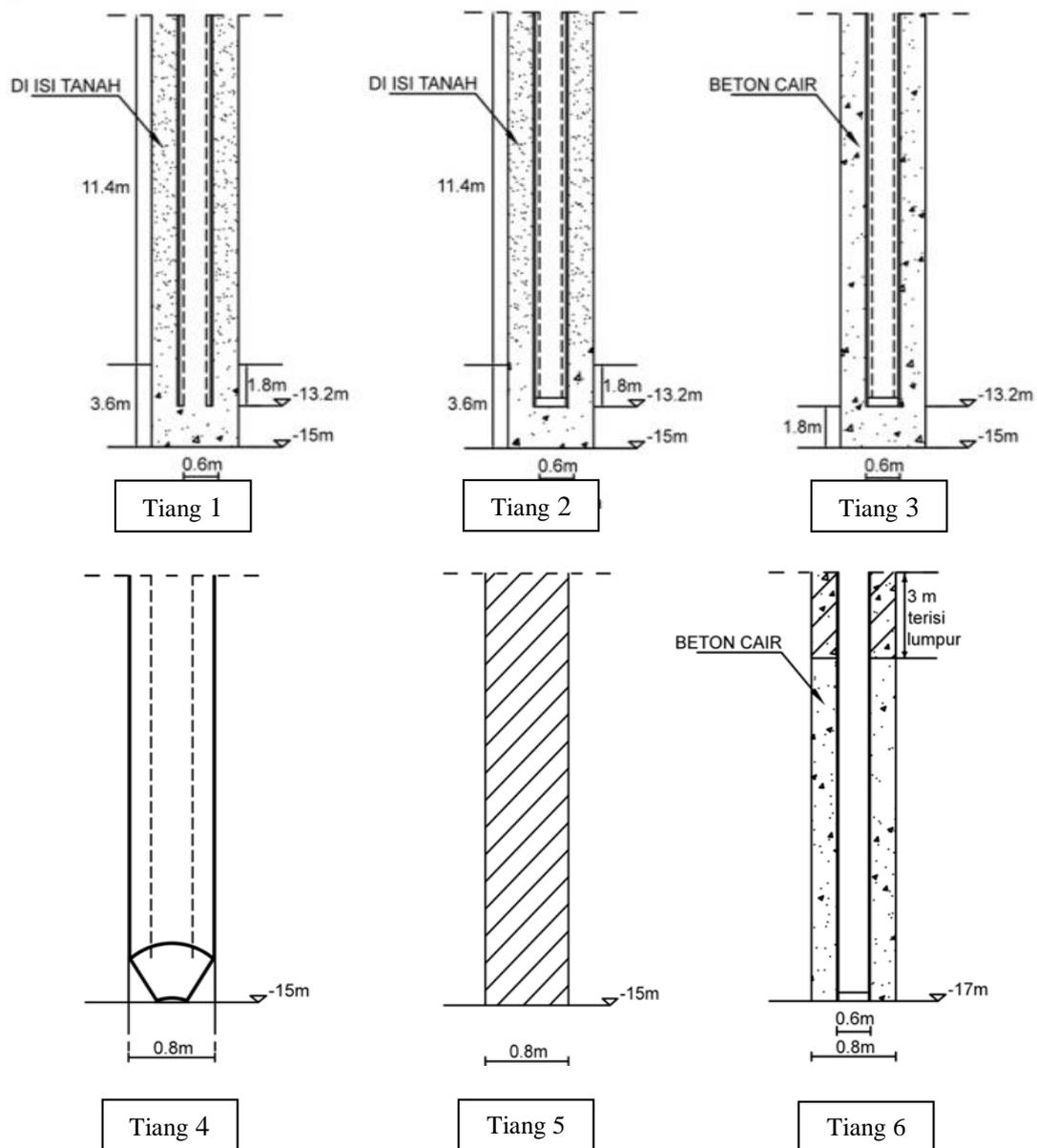
2.7 Metode Davisson (1972)

Metode Davisson adalah metode untuk menentukan daya dukung pondasi tiang berdasarkan hasil *Static Load Test*. Daya dukung pondasi tiang dengan metode ini didapatkan dengan mencari titik perpotongan antara hubungan *load-settlement* dan penurunan pada kondisi kegagalan (Fellenius, 2006).

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Proses Perencanaan

Proses perencanaan diawali dengan pengetesan tanah. Pengetesan tanah yang dilakukan adalah *Standart Penetration Test* dan *Cone Penetration Test*. *CPT* menghasilkan nilai hambatan konus, hambatan lekat, dan *friction ratio*, sedangkan *SPT* menghasilkan nilai N. Berdasarkan nilai-nilai tersebut, dilakukan perencanaan dimensi pada pondasi tiang yang dipresentasikan pada **Gambar 1**



Gambar 1. Rencana Pondasi Tiang

3.2 Proses Instalasi

Proses instalasi pada 6 tipe pondasi antara lain :

1. Instalasi pondasi Tiang 1 diawali dengan pengeboran, setelah itu dituangkan beton cair kemudian dimasukkan tiang *precast* yang mempunyai diameter lebih kecil daripada diameter lubang bor dengan posisi menggantung dan mempunyai ujung tiang *precast* yang terbuka. Setelah itu dimasukkan *filler* tanah sehingga lubang bor terisi penuh.
2. Instalasi pondasi Tiang 2 diawali dengan pengeboran, setelah itu dituangkan beton cair kemudian dimasukkan tiang *precast* yang mempunyai diameter lebih kecil daripada diameter lubang bor dengan posisi menggantung dan mempunyai ujung tiang *precast* yang tertutup. Setelah itu dimasukkan *filler* tanah sehingga lubang bor terisi penuh.
3. Instalasi pondasi Tiang 3 diawali dengan pengeboran, setelah itu dituangkan beton cair kemudian dimasukkan tiang *precast* yang mempunyai diameter lebih kecil daripada diameter lubang bor

dengan posisi menggantung dan mempunyai ujung tiang *precast* yang tertutup. Volume beton cair telah diperhitungkan sehingga lubang bor terisi penuh.

4. Instalasi pondasi Tiang 4 akan dilakukan dengan metode *jack in*.
5. Instalasi pondasi Tiang 5 akan dilakukan dengan metode *bore*.
6. Instalasi pondasi Tiang 6 diawali dengan pengeboran setelah itu dituangkan beton cair kemudian dimasukkan tiang *precast* yang mempunyai diameter lebih kecil daripada diameter lubang bor dan mempunyai ujung tiang *precast* yang tertutup. Volume beton cair telah diperhitungkan sehingga lubang bor terisi penuh. Tiang *precast* dimasukkan hingga ujung lubang bor.

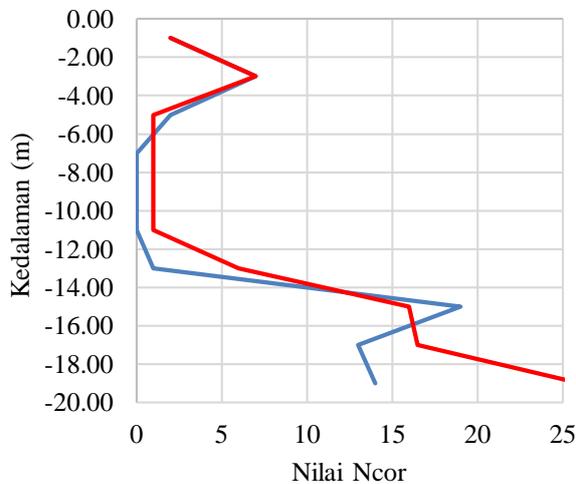
3.3 Proses Perhitungan

Daya dukung pondasi tiang rencana berdasarkan hasil *Standart Penetration Test* dan *Cone Penetration Test* dihitung menggunakan metode Meyerhof, Luciano Decourt, Schmertmann, Schmertmann-Nottingham, dan Aoki-De Alencar yang akan dibandingkan dengan daya dukung pondasi tiang berdasarkan hasil *Static Load Test*. Hasil *Static Load Test* dihitung menggunakan metode Chin F.K. dan Davisson.

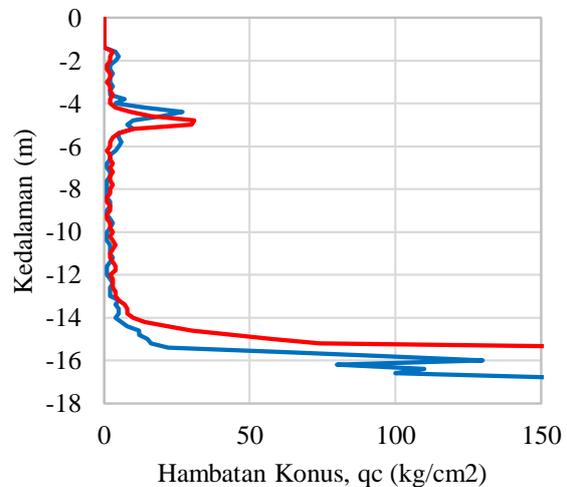
4. HASIL DAN ANALISA

4.1 Penyelidikan Tanah

Data penyelidikan tanah dengan *Standart Penetration Test* dan *Cone Penetration Test* dipresentasikan pada **Gambar 2. Gambar 3.**



Gambar 2. Nilai Ncor dengan Kedalaman



Gambar 3. Hambatan Konus dengan Kedalaman

Jenis lapisan tanah dipresentasikan pada **Tabel 1.**

Tabel 1. Jenis Lapisan Tanah

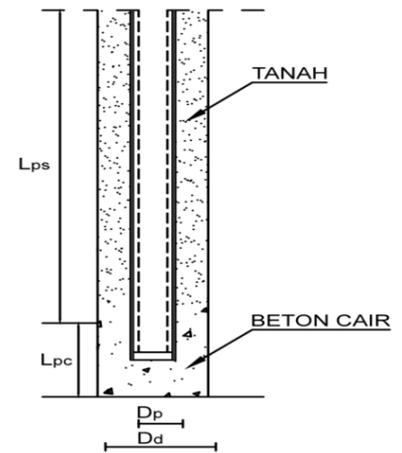
Kedalaman (m)	Jenis Lapisan Tanah
0.00 – 1.00	Urugan sirtu
1.00 – 3.00	Lempung mantap, coklat
3.00 – 7.00	Pasir halus, abu-abu + kulit kerang
7.00 – 15.00	Lempung lunak, abu-abu
15.00 – 17.00	Pasir kelanauan, coklat
17.00 – 25.00	Lempung berlanau, coklat

4.2 Data Pondasi Tiang

Data dan keterangan pondasi tiang dipresentasikan pada **Tabel 2.** dan **Gambar 4.**

Tabel 2. Data Pondasi Tiang

	Tiang 1	Tiang 2	Tiang 3	Tiang 4	Tiang 5	Tiang 6
L (m)	15	15	15	15	15	17
D _d (m)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
D _p (m)	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.6
L _{pc} (m)	3.6	3.6	15	15	15	17
L _{ps} (m)	11.4	11.4	-	-	-	-
A _p (m ²)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
A _{sc} (m ²)	9.05	9.05	37.71	37.71	37.71	42.74
A _{ss} (m ²)	21.5	21.5	-	-	-	-



Gambar 4. Keterangan Pondasi Tiang

Keterangan :

- L : Panjang lubang bor (m)
- D_d : Diameter lubang bor (m)
- D_p : Diameter tiang (m)
- L_{pc} : Panjang tiang yang dikelilingi beton cair (m)
- L_{ps} : Panjang tiang yang dikelilingi tanah (m)
- A_p : Luas dasar lubang bor (m²)
- A_{sc} : Luas selimut tiang yang dikelilingi beton cair (m²)
- A_{ss} : Luas selimut tiang yang dikelilingi tanah (m²)

4.3 Daya Dukung Pondasi Tiang Rencana

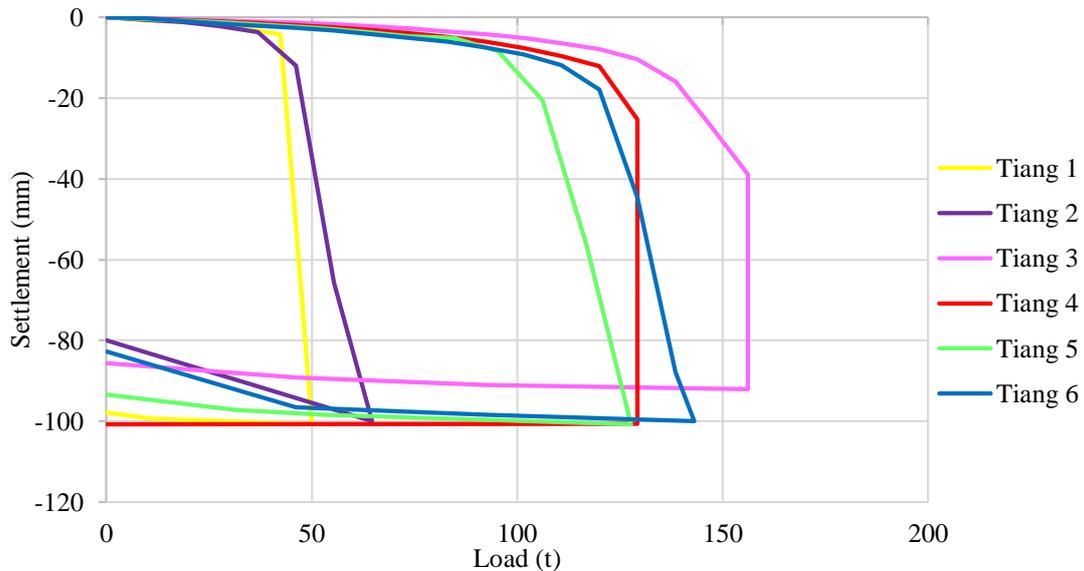
Daya dukung ultimit pondasi tiang rencana berdasarkan *Standart Penetration Test* dan *Cone Penetration Test* dipresentasikan pada **Tabel 3.**

Tabel 3. Daya Dukung Ultimit berdasarkan *Standart Penetration Test* dan *Cone Penetration Test*

Qu (t)	Tiang 1	Tiang 2	Tiang 3	Tiang 4	Tiang 5	Tiang 6
Meyerhof	283.81	283.81	288.65	288.65	288.65	262.07
Luciano Decourt	101.05	101.05	110.52	178.74	110.52	149.67
Schmertmann	162.87	162.87	165.72	165.72	165.72	178.92
Schmertmann-Nottingham	292.6	292.6	297.4	297.4	297.4	455.5
Aoki-De Alencar	115.44	115.44	116.26	116.26	116.26	345

4.4 Hasil Pengujian Pondasi Tiang dari Lapangan

Berdasarkan hasil dari *Static Load Test*, Tiang 3 memiliki daya dukung yang paling besar. Hal ini dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Diagram Load dengan Settlement

4.5 Hasil Pengujian Pondasi Tiang dari Lapangan

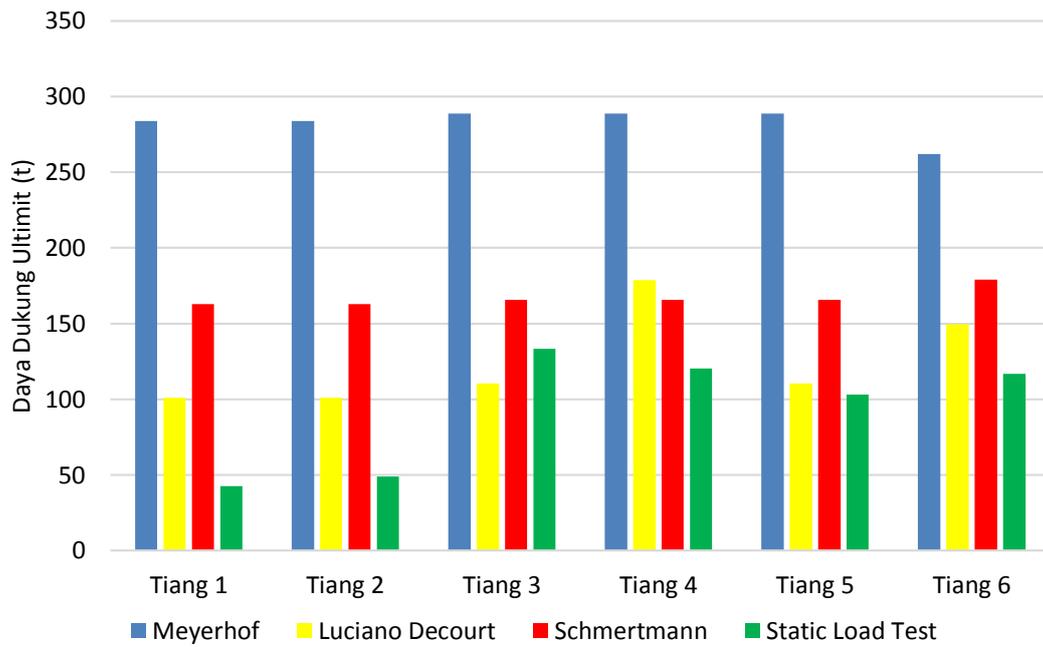
Daya dukung ultimit pondasi tiang berdasarkan *Static Load Test* dipresentasikan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Daya Dukung Ultimit Berdasarkan *Static Load Test*

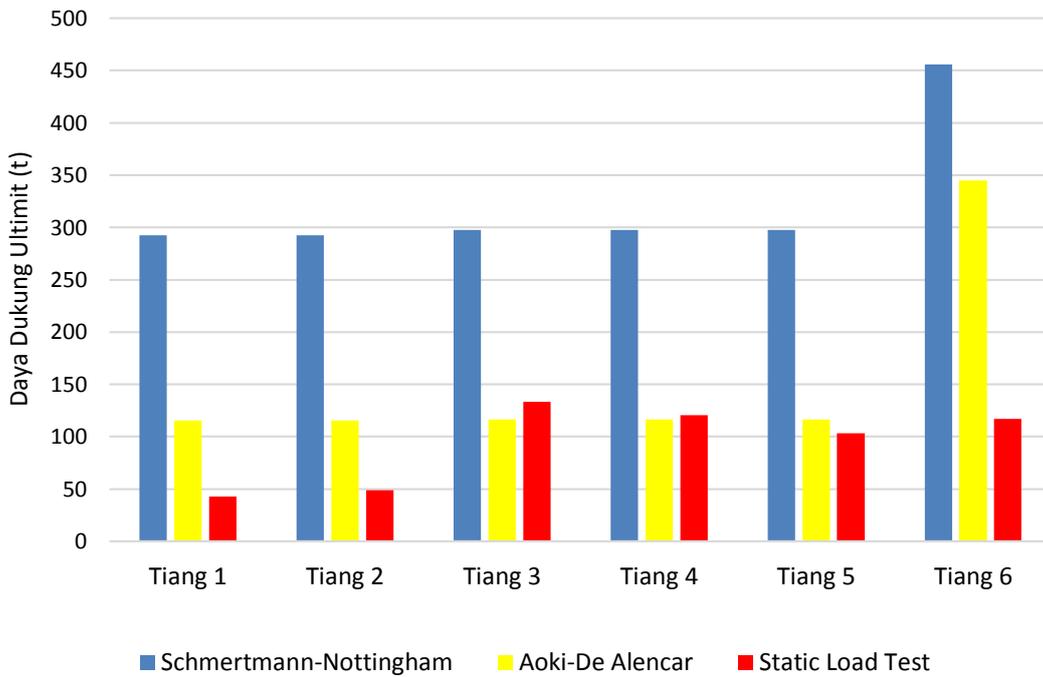
Qu (t)	Tiang 1	Tiang 2	Tiang 3	Tiang 4	Tiang 5	Tiang 6
Chin F.K.	42.3	53.08	134.41	120.77	108.23	122.55
Davisson	42.8	45.1	132	119.9	98.3	111
Rata-Rata	42.55	49.09	133.21	120.34	103.27	116.78

4.6 Evaluasi Daya Dukung Pondasi Tiang

Hasil perhitungan metode Luciano Decourt dan Aoki-De Alencar memberikan daya dukung yang paling mendekati dengan hasil *Static Load Test*, hal ini dapat dilihat pada **Gambar 6**. dan **Gambar 7**.



Gambar 6. Daya Dukung Ultimit Berdasarkan *Standart Penetration Test* dan *Static Load Test*



Gambar 7. Daya Dukung Ultimit Berdasarkan *Cone Penetration Test* dan *Static Load Test*

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada 6 tipe pondasi tiang, didapatkan beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Metode instalasi tiang *precast* dengan *preboring* mempunyai daya dukung yang lebih besar dibandingkan metode *jack in* dan metode *bore*.
2. Berdasarkan perencanaan dari data *Standart Penetration Test*, hasil perhitungan dari metode Meyerhof menghasilkan daya dukung ultimit pondasi terbesar.
3. Berdasarkan perencanaan dari data *Cone Penetration Test*, hasil perhitungan dari metode Schmertmann-Nottingham menghasilkan daya dukung ultimit pondasi terbesar.
4. Berdasarkan data *Static Load Test*, Tiang 3 menghasilkan daya dukung ultimit yang lebih besar daripada Tiang 6. Hal ini disebabkan *end bearing* pada kedalaman 15 m lebih besar dibandingkan pada 17 m dan terdapat lumpur pada *filler* Tiang 6 sepanjang 3 m dari permukaan tanah.
5. Berdasarkan data *Static Load Test*, Tiang 2 menghasilkan daya dukung ultimit yang lebih besar dari Tiang 1. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh terjadinya desakan beton segar akibat instalasi tiang *precast* dengan ujung tertutup (Tiang 2), dimana desakan tersebut tidak terjadi pada instalasi tiang *precast* dengan ujung terbuka (Tiang 1).
6. Hasil Perhitungan dari metode Chin F.K. dan Davisson relatif homogen.
7. Berdasarkan data *Static Load Test*, Tiang 1 dan Tiang 2 mempunyai daya dukung ultimit yang lebih kecil dari Tiang 3. Hal ini disebabkan oleh *friction* tidak mempengaruhi Tiang 1 dan Tiang 2 dikarenakan menggunakan *filler* tanah. Hal ini berbeda dengan Tiang 3 yang menggunakan *filler* beton cair.
8. Perhitungan dari metode Luciano Decourt berdasarkan data *Standart Penetration Test* dan metode Aoki-De Alencar berdasarkan data *Cone Penetration Test* menghasilkan daya dukung ultimit yang paling mendekati hasil *Static Load Test*
9. Berdasarkan data *Static Load Test*, Tiang 1 dan Tiang 2 mempunyai daya dukung ultimit rencana yang jauh lebih besar dibandingkan dengan daya dukung berdasarkan hasil *Static Load Test*. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kurangnya pemadatan pada *filler* sehingga daya dukung gesek pada selimut tiang tidak terjadi. Disamping itu, kemungkinan adanya longsoran tanah pada ujung tiang yang mengakibatkan berkurangnya daya dukung ujung tiang.

6. DAFTAR REFERENSI

- Aoki, N. & Velloso, D.A. (1975). *An Approximate Method to Estimate The Bearing Capacity of Piles*, University of Sao Paulo, Sao Paulo.
- Bowles, J. E. (1993). *Analisa dan Desain Pondasi, Edisi keempat Jilid 2*, Erlangga, Jakarta.
- Fellenius, B.H. (2006). Basics of Foundation Design. *Electronic Edition*. www.Fellenius.net, 275 p.
- Gunawan, S. (2014). "Korelasi Nilai CPT dan SPT pada Lokasi Ring Road Utara Yogyakarta." *Repositori Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, <http://e-journal.uajy.ac.id> (April 29, 2017)
- Hardiyatmo, H.C. (2002). *Teknik Pondasi 2*, Edisi kedua, Beta Offset, Yogyakarta.
- Schmertmann, J. F. (1978). *Guidelines for Cone Penetration Test (Performance and Design)*, U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration, Washington, D.C.
- Schnaid, F. (2009). *In Situ Testing in Geomechanics: The Main Test*, Taylor & Francis, New York.
- Titi, H.H. & Abu-Farsakh, M.Y. (1999). *Evaluation of Bearing Capacity of Piles from Cone Penetration Test Data.*, Louisiana Department of Transportation and Development Louisiana Transportation Research Center, Louisiana.