

ANALISIS DAYA DUKUNG TIANG BOR BERDASARKAN STANDARD PENETRATION TEST (SPT) DAN HASIL REACTION PILE

Sopian¹

¹ Mahasiswa Program Sarjana Teknik Sipil UMMI, email : pian12.sopian@gmail.com

ABSTRAK

Tahap awal perencanaan pembangunan Hotel Santika Sukabumi yang berlokasi di Jalan Bhayangkara kecamatan Gunung puyuh telah melakukan pengujian Uji Kerucut Statis (sondir) kemudian dilanjutkan dengan pengujian beban tiang seperti *reaction pile* (BP 108, H= 7 meter) untuk beban kerja 120 ton. Agar memenuhi penyelidikan tanah yang komplet, maka fondasi yang berada di proyek tersebut memerlukan analisis kapasitas dukung . Maka dari itu, penulis melakukan penelitian dengan masalah berapa hasil perbandingan kapasitas dukung tiang bor antara hasil uji *reaction pile* dengan kapasitas dukung hasil uji langsung praktek di lapangan dengan menggunakan Alat *Standard Penetration Test (SPT)* tanah. Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah mengetahui hasil perbandingan kapasitas dukung tiang bor berdasarkan uji Penetrasi tanah dan hasil *reaction pile* guna meyakinkan keamanan fondasi. Metode yang digunakan dalam perhitungan kapasitas dukung dari hasil praktek di lapangan, untuk mencari hasil N. perhitungan dengan menggunakan Metode Meyerhof & Resee and Oneill. Sedangkan metode perhitungan secara *reaction pile* dari Chin, Davisson, Mazurkiewicz, Adapun hasil penelitian ini adalah $Q_{a\text{ Lab}} > Q_{a\text{ React.Pile}}$ yang menunjukkan bahwa fondasi tiang tersebut aman dari keruntuhan.

Kata Kunci: kapasitas dukung, Standard Penetration Test (SPT), reaction pile, tiang bor

ABSTRACT

An initial stage of Santika Hotel planning development Sukabumi, It's located in Bhayangkara Street, Gunung puyuh sub district had already made Uji Kerucut Statis Analysis (sondir) Then It was continued with pile load's analysis such as reaction pile (BP 108, H= 7 meter) for 120 tons workload. In order to fill investigation of land completely, then the foundation was in the project need analysis of support capacity. Therefore, an author analyzed the case about comparison result of drill pile between reaction pile result analysis with support capacity by practicing directly in the field using Standard Penetration Test (SPT) land tools. As for the purpose to be reached in this research is to know about result of comparison drill pile with support capacity based on land penetration

test and result of reaction pile to make sure the foundation safety. The method used in support capacity calculation from result of observation is looking for N result. Calculation by using Meyerhof & Reese and Oneill Method. While the calculation method by using reaction pile from Chin, Davisson, Mazurkiewicz are $Q_{a\ Lab} > Q_{a\ React.Pile}$ showed that the pile foundation save from collapse.

Key Words : Support capacity, Standart Penetration Test (SPT), Reaction pile, and Drill pile

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Pondasi adalah bagian dari suatu sistem rekayasa yang meneruskan beban yang ditopang oleh pondasi dan beratnya sendiri kepada dan ke dalam tanah dan batuan yang terletak dibawahnya. Pondasi juga merupakan sebagai bagian dari suatu struktur yang mengalami kontak langsung dengan lapisan tanah ada beberapa jenis pondasi yang digunakan untuk struktur bangunan seperti contoh salah satunya adalah pondasi *bored pile* (Joseph E.Bowles, 1991).

Salah satu bagian penting dalam sebuah perencanaan pondasi bergantung terhadap besarnya beban-beban yang bekerja pada pondasi tiang bor dan kapasitas dayadukung tanahnya. Sebab, apabila pondasi-pondasi direncanakan tidak mampu menerima beban total bangunan dan tanahnya tidak dapat memikul pondasi, maka akan terjadi suatu penurunan lapisan tanah yang besar serta mengakibatkan keruntuhan struktur bagian atas bangunan (*Upperstruktire*), maka di adakan test uji pembebanan. Pada pembanguna Hotel Santika yang telah direncanakan pada awalnya dengan menggunakan pondasi tiang pancang, maka dari itu di ambil suatu

keputusan dengan menggunakan pondasi tiang bor (*bored pile*).

Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan di atas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Berapa dayadukung pondasi bored pile berdasarkan hasil Uji *Standard Penetration* (SPT) ?
2. Bagaimana perbandingan hasil Uji *Standard Penetration* (SPT) dan hasil daya dukung berdasarkan *Reaction pile* ?

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah melakukan evaluasi daya dukung terhadap pondasi khususnya tiang bor tunggal, konsep konsep penerapan fungsi disiplin ilmu Teknik Sipil di lapangan dilakukan dengan tujuan:

1. Mengetahui nilai dayadukung di lokasi penelitan berdasarkan analisis menggunakan Metode Mayerhof dan Metode Reese and Oneill (1989)
2. Membandingkan nilai dayadukung berdasarkan *Standard Penetration Test* (SPT) dan *Reaction Pile*
3. Mengetahui hasil kapasitas penurunan tiang berdasarkan static loading test di lapangan menggunakan *reaction pile* .

Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini penulis membatasi masalah atau ruang lingkup Penulisan pada hal-hal yang mengenai metode perhitungan yang dipakai dalam analisis kapasitas daya dukung pada pondasi bored pile yaitu:

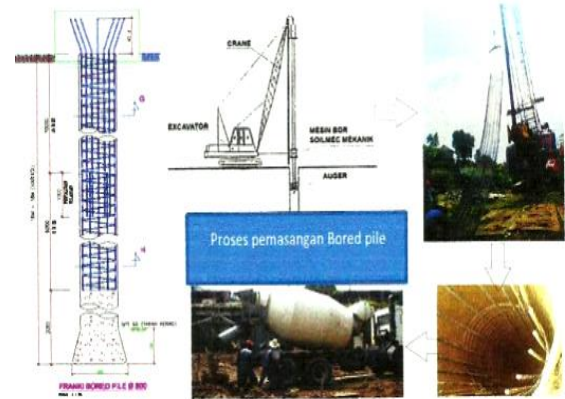
- a. Analisis kapasitas daya dukung secara rumus statis dihitung dengan menggunakan metode mayerhof dan metode Reese dan O'Neill.
- b. Penulis tidak membahas perencanaan desain pondasi dalam penulisan proposal skripsi.
- c. Hanya di tinjau buat tiang *bored pile* tunggal.
- d. Hanya ditinjau untuk *bored pile* tegak lurus.
- e. Tidak meninjau akibat Horizontal terhadap *bored pile* tunggal.
- f. Hanya di tinjau untuk beban aksial (Vertikal) terhadap pondasi *bored pile*.
- g. Lokasi penelitian yang di tinjau pondasi *bored pile* khususnya pada pembangunan Hotel Santika Sukabumi, jalan Bhayangkara yang berada di kecamatan Gunung Puyuh Sukabumi yang di bawah pengawasan PT. DACREA.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Fondasi Bored Pile

Pondasi *bored pile* merupakan pondasi tiang, yang pemasangan pondasi bored pile ke dalam tanah dilakukan dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, yang kemudian di isi tulangan yang telah dirangkai dan di cor beton. Apabila tanah mengandung

air, maka dibutuhkan pipa besi atau yang biasa disebut dengan *temporary casing* untuk menahan dinding lubang agar tidak terjadi kelongsoran, dan pipa ini akan dikeluarkan pada waktu pengecoran beton.



Gambar 1. Langkah-langkah Pondasi *bored pile*

Sumber : gambar *Google.com*

2. Penyelidikan Lapangan dengan Uji Standar Penetrasi (SPT)

Pada dasarnya, kegiatan penyelidikan tanah di lapangan merupakan salah satu cara untuk mendapatkan nilai N, dimana nilai N ini untuk menentukan daya dukung, dalam perhitungan tiang *bored pile* sehingga dapat ketentuan apakah dengan hasil daya dukung ini bisa menambah beban yang ada di atasnya atau tidak. Tersebut bisa dalam keadaan terganggu (*Disturb*) maupun tak terganggu (*Undisturb*).

Kegiatan pengujian *Satandard Penetrasi (SPT)* yang dilakukan bertujuan untuk menentukan daya dukung dengan kondisi terganggu (*Disturb*) kemudian di cari nilai N rata-rata lalu di perhitungkan dengan menggunakan metode salah satunya adalah metode mayerhof.

3. Kegunaan Standard Penetration test (SPT)

(Joseph E. Bowles 1991) Penyelidikan tanah berupa *Standard Penetration test* memiliki beberapa kegunaan. Kegunaan percobaan SPT antara lain:

- Menentukan kedalaman dan tebal masing-masing lapisan tanah tersebut.
- Alat dan cara operasinya relative sederhana.
- Untuk mencari nilai N, yang akan di jadikan sebagai perhitungan dalam menentukan daya dukung.
- Contoh tanah terganggu dapat diperoleh untuk identifikasi jenis tanah, sehingga interpretasi kuat geser dan deformasi tanah dapat diperkirakan dengan baik.

4. Metode Perhitungan Daya Dukung

a. Metode *Standard Penetration Test (SPT)*



Gambar 2. Metode Standard Penetration Test

1) Meyerhof

Kapasitas ultimit tiang dapat dihitung secara empiris dari nilai N hasil ; Uji SPT. Mayerhof (1976) mengusulkan persamaan untuk menghitung tahanan ujung tiang:

$$Q_b = A_b(38N) \left(\frac{L_b}{d}\right) < 380 N (A_b)(NK)$$

Dengan N adalah nilai N rata-rata yang dihitung dari 8d diatas dasar tiang sampai 4d dibawah dasar tiang, sedang L_b/d adalah resio kedalaman yang nilainya dapatkurang dari L/d bila tanahnya berlapis-lapis. Untuk tahanan ujung tiang dengan memperhatikan factor kedalaman, Meyerhof(1976) menyerahkan;

➤ Untuk tiang dalam pasir dan kerikil:

Dimana :

F_b = Tahanan ujung satuan tiang (kN/m²)

σ_r = Tegangan referensi = 100 kN/m²

N_{60} = N-SPT dikoreksi terhadap pengaruh prosedur lapangan saja.

L = Kedalaman penetrasi tiang (m)

d = diameter tiang (m)

$$f_b = 0,4 N_{60} \left(\frac{L}{d}\right) \sigma_r < 4 N_{60} \sigma_r \left(\frac{kN}{m^2}\right)$$

Uji Penetrasi Standard (SPT) dikembangkan pada tahun 1927 ini merupakan sarana yang paling populer dan paling ekonomis untuk mendapatkan informasi dari lapisan bawah permukaan (tanah). Pengujian ini secara luas juga dipakai di daerah geografis lain. Cara ini telah dibakukan sebagai ASTM D 1586 sejak tahun 1958 dengan revisi-revisi secara berkala sampai sekarang.

2) O'neil & Reese (1989)

Untuk menganalisis pondasi menggunakan rumus dari Reese and Oneill (1989) :

$$Q_u = Q_b + Q_s$$

Dengan:

Q_u = Daya dukung ultimit tiang (kN)

Q_b = Daya dukung ultimit ujung tiang (kN)

Q_s = Daya dukung ultimit selimut tiang (kN)

Daya dukung ujung tiang Reese and Oneill (1989) :

Rumus daya dukung ujung tiang adalah :

$$Q_b = f_b \cdot A_b$$

Untuk rumus f_b adalah

$$f_b = 0.60 \sigma_r N_{60}$$

Dengan :

f_b = Tahanan ujung netopersatuan luas (kPa)

σ_r = Tegangan Referensi = 105.6 (kPa)

A_b = luas penampang Tiang, $A_b = \frac{\pi \cdot D^2}{4} (m)^2$

D = Diameter Tiang (m)

Nilai N_{60} :

$$N_{60} = \frac{E_m \cdot C_B \cdot C_S \cdot C_R}{0.60} N_{SPT}$$

Dengan :

N_{60} = Nilai koreksi SPT terhadap cara pengujian

N_{SPT} = Nilai hasil SPT

E_m = Hammer Efficiency

C_B = Borehole diameter factor

C_S = Smpling method factor

C_R = Rod lengbt factor

Untuk nilai E_m dapat dilihat pada table dari Clayton (1990) dan nilai C_B, C_S dan C_R Skempton (1986).

Rumus daya dukung selimutnya :

Daya dukung selimut tiang menggunakan Metode Beta (β metode) pada tanan non kohesi yaitu sebagai berikut :

$$Q_s = \Sigma f_s \cdot A_s$$

Untuk rumus f_s adalah :

$$f_s = \beta \sigma_v$$

Untuk menghitung β Langsung menggunakan rumus Reese and O'Neill (1989)

Untuk $N_{60} < 15$ maka

$$\beta = \frac{N_{60}}{15} (1.5 - 0.245 \cdot \sqrt{z})$$

Untuk $N_{60} > 15$ maka β

$$\beta = 1.5 - 0.245 \sqrt{z}$$

Sedangkan untuk menghitung σ_v yaitu sebagai berikut :

$$\sigma_v = z \gamma$$

Dengan :

f_s = Gesekan selimut tiang (kN/m²)

A_s = Luas permukaan keliling tiang $A_s = \pi D (m^2)$

σ_v = Tegangan Efektif tanah (kN/m²)

Z = Kedalaman dari permukaan tanah ketitik tengah strata(m)

γ = Berat isi tanah (kN/m³)

Tabel 1. SPT hammer efficiencies Clayton (1990)

Country	Hammer Type	Hammer Release Mechanism	Hammer Effeciency, Em
Argentina	Donut	Cathead	0.45
Brazil	Pin	Hand	0.72
	Weight	dropped	
China	Automatic	Trip	0.60
	Donut	Hand	0.55
		dropped	
Colombia	Donut	Cathead	0.50
	Donut	Tombi trigger	0.78 – 0.85
Japan	Donut	Cathead	0.65 – 0.67
		2 turns + Special release	

UK	Automatic Trip		0.73
	Safety	2 turns on cathead	0.55 – 0.60
USA	Donut	2 turns on cathead	0.45
	Venezuela	Donut Cathead	0.43

- c. Dari perpotongan masing-masing kurva, gambar garis 45° sampai memotong garis selanjutnya
- d. Perpotongan ini jatuh kira-kira pada garis lurus.
- e. Titik yang didapat oleh pemotongan dan perpanjangan garis ini pada sumbu vertikal (beban) adalah beban ultimate

b. Metode Reaction Pile

1) Metode Chin F.K (1970-1971)

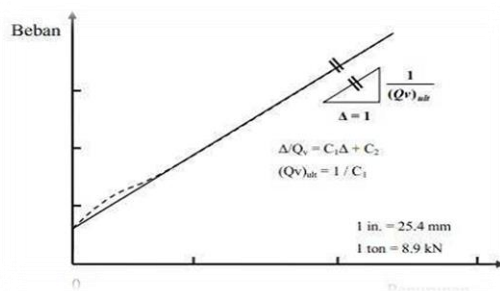
$$Q_{ult} = 1/C_1$$

Dimana :

S = Settlement

Q = penambahan beban

C₁ = Kemiringan garis lurus

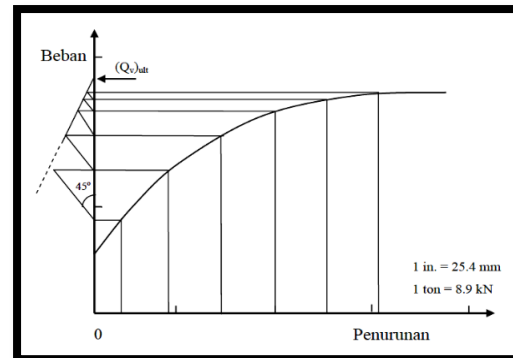


Gambar 3. Grafik Hubungan beban dengan penurunan menurut Metode Chin (1970-1971)

2) Metode Mazurkiewicz

Prosedur untuk menentukan beban ultimate menggunakan metode Mazurkiewicz adalah sebagai berikut:

- a. Plot kurva beban penurunan
- b. Pilih sejumlah penurunan dan gambarkan garis vertikal yang memotong kurva, kemudian gambar garis horizontal dari titik perpotongan ini pada kurva sampai memotong sumbu beban.



Gambar 4. Interpretasi uji pembebanan metode Mazurkiewicz

3) Metode Davisson (1972)

Dalam Metode Davisson (1972), metode batas *offset* mungkin yang terbaik yang dikenal secara luas. Metode ini telah disusun oleh Davisson sebagai beban yang sesuai dengan pergerakan dimana melebihi tekanan elastis yang diasumsikan sebagai kolom yang berdiri bebas) dengan suatu nilai 0,15 inchi dan suatu faktor sepadan dengan ukuran diameter tiang yang dibagi oleh 120.

Kegagalan beban didefinisikan sebagai beban yang mendorong untuk membantu sebuah deformasi yang sama pada penyajian akhir dari takanan tiang elastis dan sebuah deformasi yang sejajar dari pencerminan tekanan tiang elastis untuk prosentase diameter tiang. Hubungan ini ditulis sebagai berikut:

$$4) x = 0,15 + \left(\frac{D}{120}\right)$$

$$S_f = \Delta + 0,15 + \left(\frac{D}{120}\right)$$

Garis tekanan elastis pada tiang dapat diperoleh dari persamaan deformasi elastis dari suatu tiang, yang mana diperoleh persamaan elastis.

$$\Delta = QxL$$

Dimana, S_f = penurunan pada kondisi kegagalan (mm)

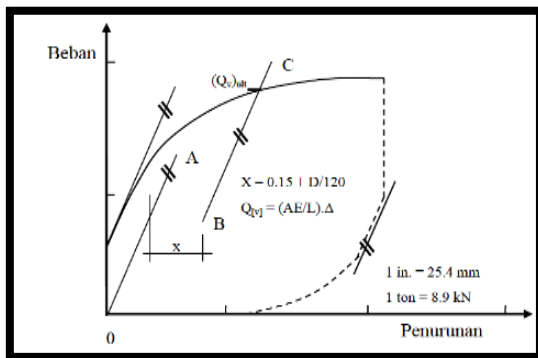
D = Diameter tiang (mm)

Q = Beban yang diterapkan (Ton)

L = Panjang tiang (mm)

E = modulus elastisitas dari tiang (kg/cm²)

A = Luas dari tiang (ft²)



Gambar 5. Hubungan beban terhadap penurunan dengan Metode Davisson

5. Perhitungan Kapasitas Dukung Tiang Bor

Metode Reese and Wright (1977)

Dimana:

Q_u = daya ijin /Ultimit

Q_b = daya dukung ujung

A = Luas poenampang

1 tsf = 1,08 kg/cm²

$$Q_u = Q_b + Q_s - W_p$$

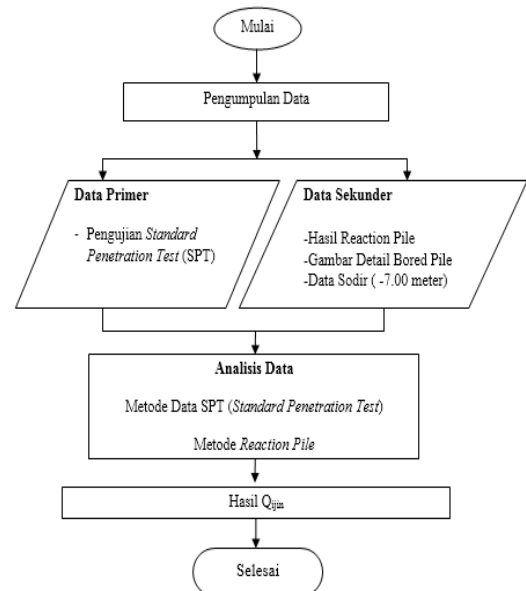
$$f_b = \frac{2}{3}N(\text{tsf}) \text{ untuk } N < 60$$

$$f_{s1} = \frac{N}{34} .\text{tsf} \text{ untuk } N < 53$$

(Hary Christady hardiyatmo edisi ke-3)

METODOLOGI PENELITIAN

(flowchart)



Gambar 6. Metodologi Penelitian

PEMBAHASAN

Tabel 2. Tabel Kapasitas Dukung Tiang Bor BP 108-Metode SPT

SPT	Q_{ijin} (Ton)
Meyerhof	135,43
O'neil & Reese	100,6
Reese and Wright	136

Tabel 3. Tabel Kapasitas Dukung Tiang Bor BP 108-Metode Reaction Pile

Metode SPT	Q_{ijin} (Ton)
Chin	185,2
Davisson	139,3
Mazurkiewicz	145,5

KESIMPULAN

1. Kapasitas daya dukung ijin tiang bored pile (Q_a) tunggal BP .No 108

- berdasarkan *Standard Penetration Test (SPT)* korelasi dari hasil data sodir di korelasikan kedalam N-SPT sehingga memenuhi persyaratan keamanan tiang fondasi dengan $Q_a > Q_{Rencana}$ yakni sebesar 135,43 ton (fondasi aman). Sedangkan perhitungan dengan menggunakan metode Reese dan Wright 136 ton. di Jalan Bhayangkara No.28. 003/001 Kelurahan Sriwidari Kecamatan Gunung Puyuh Kota Sukabumi aman dengan menggunakan perhitungan Metode Mayerhof.
2. Hasil perhitungan kapasitas dukung tiang bor dari uji *Standard Penetration Test (SPT)* tanah dan *interpretasi reaction pile* telah memenuhi persyaratan keamanan fondasi dengan beban rencana tiang 120 ton.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT. Wisana Matra Karya (WMK). 2016. *Gambar Detail Pondasi Bored Pile*.
- [2] PT. Wisana Matra Karya (WMK). 2016. *Data Hasil Sondir untuk Kedalaman 0 s.d 7 meter*.
- [3] Hardiyatmo, H.C. 2015. *Analisis dan Perancangan Fondasi II*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- [4] Hardiyatmo, H.C. 2015. *Analisis dan Perancangan Fondasi II*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- [5] Joseph E. Bowles, P.E., S.E. 1991 *.Analisis dan Desain Pondasi* jilid I Jakarta
- [6] *Jurnal* Noegroho Djarwanti , R.Harya Dananjaya H.I., Okky Fransila Arganata Korelasi Daya Dukung Pondasi Tiang Bor dengan Metode Reese and O'neill Berdasarkan Hasil Uji SPT
- [7] Fajarsari, Ega Julia. 2013. "Perencanaan Pondasi Tiang Bor Pada Proyek Cikini Gold Center". *Jurnal PESAT Universitas Gunadarma, vol.5*, hal. T.49.
- [8] Budi, Gogot Setyo. 2011. *Pengujian Tanah di Laboratorium*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [9] Sitohang, I.E. Sulastri. 2009. "Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan Gedung Kanwil DJP Dari KPP Sumbagut I Jalan Suka Mulia Medan". *Skripsi*.
- [10] Zainul. 2007. "Komparasi Daya Dukung Aksial Tunggal Dihitung Dengan Beberapa Metode Analisis".