

PERENCANAAN ULANG STRUKTUR BAWAH DENGAN PONDASI BORED PILE PADA GEDUNG WHITE HOTEL SEDAN YOGYAKARTA

Ibnu Hidayat Mz¹, Akhmad Marzuko.²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: 12511136@students.uui.ac.id

²Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: akhmad.marzuko@uui.ac.id

Abstrak : Gedung White Hotel Sedan dibangun diantara rumah warga, sehingga penggunaan pondasi bor lebih efisien, tidak menimbulkan efek getaran dan suara yang dapat membahayakan pada bangunan sekitar. Pondasi *bored pile* direncanakan dengan 3 (tiga) alternatif, yaitu diameter 60cm, 70cm dan 80cm. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui perbandingan besar kapasitas dukung pondasi dengan tiga metode, diameter dan jumlah tiang dengan *safety factor* 3 (tiga). Perancangan pondasi *bored pile* pada pembangunan gedung White Hotel Sedan menggunakan metode statis berdasarkan hasil uji sondir. Hasil analisis kapasitas dukung kelompok tiang metode *Mayerhoff* diameter 60 cm, 70 cm, dan 80 cm, diperoleh masing-masing sebesar 4947,828 kN, 3244,138 kN, dan 4098,118 kN lebih besar dari nilai $P = 2881,653$ kN, metode *Schmertmann dan Nottingham* diameter 60 cm, 70 cm, dan 80 cm, diperoleh hasil 3748,937 kN, 4799,52 kN, dan 2881,653 kN lebih besar dari nilai $P = 2881,653$ kN, serta metode *Reese & Wright* diameter 60 cm, 70 cm, dan 80 cm, diperoleh masing-masing sebesar 3248,399 kN, 3922,888 kN, dan 4635,403 kN lebih besar dari nilai $P = 2879,682$ kN, sehingga pondasi bored pile dengan diameter 60 cm, 70 cm, dan 80 cm aman digunakan dalam pembangunan gedung White Hotel sedan. Dengan berbagai alternatif, yakni diameter 60 cm, 70 cm, dan 80 cm, diambil alternatif ke-3 diameter 80 cm metode *Mayerhoff* dengan jumlah 1 tiang dalam satu kelompok tiang. Hal ini didasarkan jumlah tiang yang digunakan lebih sedikit, sehingga dapat menghemat waktu pekerjaan dan biaya konstruksi yang dikeluarkan. Selain itu, hasil kapasitas dukung kelompok tiang (Q_g) lebih besar daripada beban aksial (P) dan beban aksial total (P_t) yang diterima, yakni sebesar $4098,118 \text{ kN} > 2879,682 \text{ kN}$ dan $4098,118 \text{ kN} > 3071,143 \text{ kN}$, sehingga beban struktur gedung diatas pondasi mampu ditahan oleh kelompok pondasi tiang.

Kata kunci : Mayerhoff, Schmertmann dan Nottingham, Reese & Wright, kapasitas dukung, diameter

1. PENDAHULUAN

Suatu bangunan tidak akan pernah lepas dari perencanaan pondasi, karena pondasi memiliki fungsi sebagai penopang bangunan yang ada di atasnya dan ini bertujuan untuk diteruskan secara bertahap dan merata ke lapisan tanah, yang berarti pondasi merupakan struktur bawah dari konstruksi bangunan yang berfungsi untuk

menempatkan bangunan dan meneruskan beban yang disalurkan dari struktur atas ke tanah dasar pondasi yang cukup kuat menahannya tanpa terjadi kerusakan tanah dan penurunan bangunan diluar batas toleransinya.

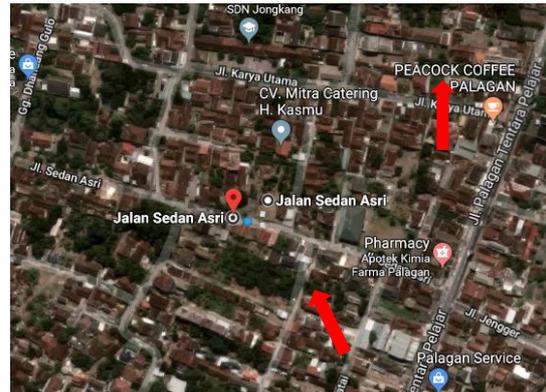
Menurut Bowles (1977), Penggunaan pondasi dalam sebagai pondasi bangunan apabila tanah yang memiliki daya dukung yang

cukup untuk memikul berat bangunan dan seluruh beban yang bekerja berada pada lapisan yang sangat dalam dari permukaan tanah dengan kedalaman > 8 meter, dan menurut Sardjono (1998), pemilihan tipe pondasi tiang didasarkan atas : fungsi bangunan atas (upper structure) yang akan dipikul oleh pondasi tersebut, besarnya beban dan beratnya bangunan atas, keadaan tanah dimana bangunan tersebut akan didirikan, dan biaya pondasi dibandingkan dengan bangunan atas.

Penyelidikan tanah dilakukan dengan metode Conus Penetration Test (CPT) atau sondir pada 2 titik dengan kapasitas 5,0 ton dan pengeboran 1 titik dengan menggunakan bor tangan (hand bor). Penyelidikan sondir merupakan salah satu penyelidikan tanah dalam bidang teknik sipil yang berfungsi untuk mengetahui letak kedalaman tanah keras yang nantinya dapat diperkirakan seberapa kuat tanah tersebut dapat menahan beban di atasnya. Berdasarkan hasil penyelidikan sondir diperoleh kedalaman tanah keras -17,00 meter sampai dengan -18,80 meter. Penyelidikan tanah dengan bor tangan bertujuan untuk mengetahui kondisi lapisan tanah. Dari hasil penyelidikan bor tangan diperoleh 3 tipe lapisan tanah, yakni lapisan pasir sedang berlumpur warna coklat pada kedalaman $\pm 0,00$ meter hingga -0,80 meter, pasir sedang berkerikil berlumpur warna coklat pada kedalaman -0,80 meter hingga -3,00 meter dan pasir sedang berkerikil warna coklat pada kedalaman -3,00 meter hingga -4,00 meter.

Gedung White Hotel Sedan dibangun dengan struktur bawah pondasi tiang bor diameter 0,60 meter sebanyak 3 buah dengan panjang tiang 10 meter dan 3 buah dengan panjang 7,0 meter dengan mutu beton bore pile $f'c$ 20 Mpa. Pada penelitian ini akan dilakukan perencanaan ulang pada struktur bawah gedung White Hotel Sedan menggunakan bore pile kedalaman sesuai dengan tanah keras yang ada didata yaitu 18,80 meter.

Lokasi proyek terdapat di di Jalan. Palagan, Sedan, Sariharjo, Ngaglik, Sleman, Yogyakarta, denah lokasi dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1 Lokasi Gedung White Hotel Sedan

(Sumber: <https://www.google.co.id/maps>)

TINJAUAN PUSTAKA

Wiharjanti (2002) dengan judul penelitian Analisis Kapasitas Dukung Pondasi Bored Pile (studi kasus Jembatan Kali Gung Kendalserut Kecamatan Pangkah Kabupaten Tegal Jawa Tengah. Tujuan untuk Mengetahui kapasitas dukung & penurunan pada pondasi bored pile. Analisis beban struktur jembatan dengan program SAP2000 sedangkan analisis pondasi menggunakan analisis statis. Hasil dari penelitian adalah Kapasitas dukung tiang tunggal Qijin = 255,028 ton dan kelompok tiang Qijin = 6120,672 ton dengan metode Meyerhoff (tidak aman), Kapasitas dukung tiang tunggal Qijin = 1433,4335 ton dan kelompok tiang Qijin = 34.439,26 ton dengan metode Reese & Wright (aman), dan penurunan pondasi tiang tunggal dengan metode empiris = 0,028 m dan metode vesic (Sg) = 0,079 m.

Pamuji (2009) dengan judul penelitian Analisis Kapasitas Dukung Pondasi Bored Pile (Studi Kasus pada Overpass Interchange Sta.22+800, Proyek Jalan Tol Semarang - Solo). Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah untuk menghitung kapasitas daya dukung dan penurunan pondasi bored pile di abutment overpass sta.22+800, seksi VI Ungaran – Bawen dengan metode statis uji SPT. Hasil yang diperoleh berdasarkan penelitian tersebut adalah kapasitas dukung ijin kelompok bored pile (Qall) sebesar 18522,91 kN lebih besar dari beban kerja yaitu

16622,35 kN, sehingga pondasi (S) sebesar 0,0968 m.

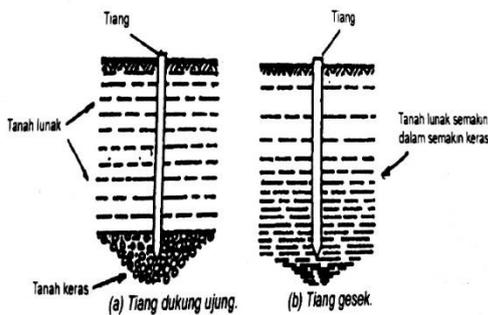
3. LANDASAN TEORI

3.1 Kapasitas Dukung Pondasi Bored Pile

Ditinjau dari cara mendukung beban, tiang dapat dibagi menjadi 2 (dua) macam (Hardiyatmo,2003) yaitu :

1. tiang dukung ujung (*end bearing pile*)
 Tiang dukung ujung (*end bearing pile*) adalah tiang yang kapasitas dukungnya ditentukan oleh tahanan ujung tiang. Umumnya tiang dukung ujung berada dalam zone tanah yang lunak yang berada di atas tanah keras. Tiang-tiang dipancang sampai mencapai batuan dasar atau lapisan keras lain yang dapat mendukung beban yang diperkirakan tidak mengakibatkan penurunan berlebihan. Kapasitas tiang sepenuhnya ditentukan dari tahanan dukung lapisan keras yang berada di bawah ujung tiang
2. tiang geser
 Tiang geser adalah tiang yang kapasitas dukungnya lebih ditentukan oleh perlawanan geser antara dinding tiang dan tanah di sekitarnya.

Berikut ini adalah gambaran tiang ditinjau dari cara mendukung bebannya, dapat dilihat pada Gambar 3. 1 berikut ini.



Gambar 3.1 Tiang Ditinjau dari Cara Mendukung Bebannya

(Sumber : Hardiyatmo,2003)

Daya dukung pondasi tiang bor adalah besarnya merupakan penjumlahan dari

tahanan ujung dan tahanan selimut tiang (gesekan kulit tiang dengan tanah).

Formula umum daya dukung pondasi tiang seperti Persamaan 3.1 sebagai berikut.

$$Q_{ultimit} = Q_p + Q_s \quad (3.1)$$

Keterangan :

- $Q_{ultimit}$ = daya dukung ultimit tiang (ton)
- Q_p = daya dukung ultimit ujung tiang (ton)
- Q_s = daya dukung ultimit selimut tiang (ton)

3.1.1 Kapasitas Dukung Ujung Metode Reese & Wright (1977)

1. Daya Dukung Ujung (Q_p)

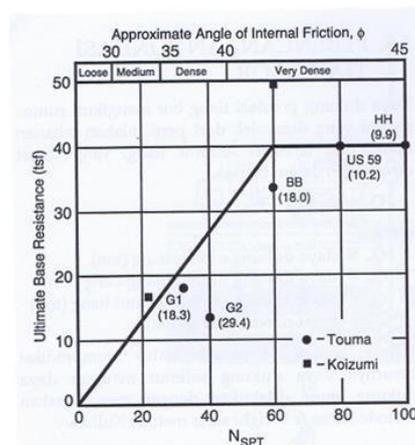
Daya dukung ujung metode Reese & Wright diperoleh dari Persamaan 3.2 berikut.

$$Q_p = q_p \times A \quad (3.2)$$

Keterangan :

- Q_p = daya dukung ultimit ujung tiang (ton)
- q_p = tahanan ujung persatuan luas (ton/m^2)
- A = luas penampang tiang bor (m^2)

Pada tanah kohesif, besarnya tahanan ujung per satuan luas, dapat diambil sebesar 9 kali kuat geser tanah ($9.C_u$). pada tanah kohesif, besarnya q_p mengusulkan hubungan dengan N_{SPT} seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.2 berikut ini.



Gambar 3.2 Tahanan Ujung Ultimit Pada Tanah Non-Kohesif Reese & Whight,1977

(sumber : Hardiyatmo, H.C.,2003)

2. Daya Dukung Selimut Tiang

Perhitungan daya dukung selimut tiang pada tanah homogen dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3.3 berikut.

$$Q_s = f \times L \times p \quad (3.3)$$

Keterangan :

Q_s = daya dukung ultimit selimut beton (ton)

f = gesekan selimut tiang persatuan luas (t/m^2)

L = panjang tiang bor (m)

p = keliling penampang tiang (m)

Gesekan selimut tiang per satuan luas dipengaruhi oleh jenis tanah dan parameter kuat geser tanah.

a. Tanah Kohesif

Gesekan selimut tiang dapat ditentukan dengan Persamaan 3.4 berikut.

$$F = \alpha \times c_u \quad (3.4)$$

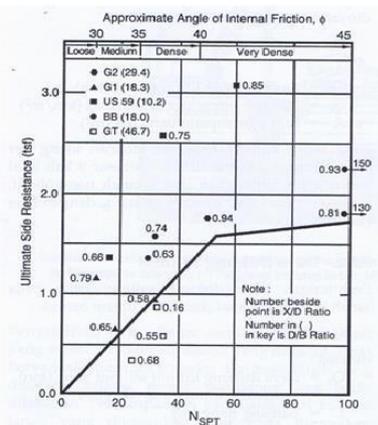
Keterangan :

α = faktor adhesi (diambil 0,55)

c_u = kohesi tanah pada kondisi *undrained*

b. Tanah Non-Kohesif

Besarnya nilai f dapat diperoleh dari korelasi langsung dengan N_{SPT} pada grafik, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3 berikut ini.



Gambar 3.3 Tahanan Selimut Ultimit pada Tanah Non-Kohesif Reese & wright 1997

(sumber : Hardiyatmo, H.C.,2003)

3.1.2 Kapasitas Dukung Ujung Tiang Metode Schmertmann dan Nottingham

Kuat dukung ultimit neto (Q_u), dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.5 atau 3.6 berikut ini.

$$Q_u = A_b \cdot f_b + A_s \cdot f_s \quad (3.5)$$

atau

$$Q_u = A_b \cdot \omega \cdot q_{ca} + A_s \cdot K_f \cdot q_f \quad (3.6)$$

Keterangan :

A_b = Luas penampang tiang (cm^2)

A_s = Luas selimut tiang (cm^2)

f_b = Tahanan ujung satuan (kg/cm^2)

f_s = Tahanan gesek satuan (kg/cm^2)

q_{ca} = Tahanan konus rata-rata (kg/cm^2)

q_f = Tahanan gesek sisi konus (kg/cm^2)

K_f = Koefisien tak berdimensi

ω = Koefisien korelasi

1. Tahanan Ujung Satuan

Dalam metode Schmertmann dan Nottingham (1975) tahanan ujung tiang per satuan luas, diperoleh dari nilai rata-rata q_c disepanjang $8d$ diatas dasar tiang sampai $0,7d$ atau $4d$ di bawah tiang. Langkah-langkah penentuan q_{ca} adalah sebagai berikut :

- perhatikan diagram tahanan kerucut (q_c) per kedalamannya dan pilihlah kedalaman sementara yang dianggap mendekati kapasitas ultimit bahan tiang yang dipakai.
- pada kedalaman tiang yang ditinjau, perhatikan tahanan konus rata-rata (q_c) diambil pada jarak $8d$ di atas kedalaman ujung tiang dan $4d$ di bawahnya.
- tentukan q_{c1} dengan menghitung nilai rata-rata tahanan kerucut (q_c) di sepanjang garis patah-patah pada zona $8d$ di atas dasar tiang. Lintasan garis patah-patah menunjukkan pengambilan nilai-nilai q_c yang mewakili dan diperkirakan aman.
- telusuri lintasan garis patah-patah sedalam $4d$ di bawah tiang. Tentukan q_{c2} dengan menghitung q_c rata-rata di sepanjang garis tersebut.
- hitung $q_{ca} = \frac{1}{2} (q_{c1} + q_{c2})$

- f) dengan menggunakan nilai-nilai dalam Tabel 3.2, tentukan ω guna memperhatikan pengaruh kadar kerikil atau OCR.
- g) hitung tahanan ujung satuan dengan Persamaan 3.7 :

$$f_b = \omega \cdot q_{ca} \leq 150 \text{ kg/cm}^2 \quad (3.7)$$

Keterangan :

- f_b = Tahanan ujung satuan (kg/cm^2)
- ω = Koefisien korelasi yang bergantung pada OCR (tabel 3.2)
- $q_{ca} = \frac{1}{2} (q_{c1} + q_{c2})$ (kg/cm^2)
- $q_{c1} = q_c$ rata-rata pada zona 0,7d atau 4d di bawah dasar tiang (kg/cm^2)
- $q_{c2} = q_c$ rata-rata pada zona 8d di atas dasar tiang (kg/cm^2)

Tabel 3.2. Faktor ω (Bowles, 1996)

Kondisi Tanah	Faktor ω
Pasir terkonsolidasi normal (OCR = 1)	1
Pasir mengandung banyak kerikil kasar; Pasir dengan OCR = 2 sampai 4	0,67
Kerikil halus; pasir dengan OCR = 6 sampai 10	0,5

(Sumber : Hardiyatmo, H.C.,2008)

2. Tahanan Gesek Satuan

Tahanan gesek satuan dapat diperoleh dari Persamaan 3.8 berikut.

$$f_s = K_f \cdot q_f \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (3.8)$$

Keterangan :

- f_s = Tahanan gesek satuan (kg/cm^2), nilainya dibatasi sampai 1,2 kg/cm^2 (120 kPa)
- K_f = Koefisien tak berdimensi
- q_f = Tahanan gesek sisi konus (sleeve friction) (kg/cm^2)

Bila tiang dalam pasir, K_f bergantung pada rasio L/d (L = kedalaman, dan d =

diameter tiang). Di dalam kedalaman 8d pertama dari permukaan tanah, K_f diinterpolasi dari nol di permukaan tanah sampai 2,5 di kedalaman 8d. Lebih bawah dari kedalaman ini, nilai K_f berkurang dari 2,5 sampai 0,891 pada kedalaman 20d, atau, dianggap saja secara keseluruhan $K_f = 0,9$.

Metode yang lain, untuk tiang dalam tanah pasir (tidak berlaku untuk lempung), gesek satuan dapat ditentukan dari tahanan konus q_c dengan Persamaan 3.9 berikut.

$$f_s = K_c \cdot q_c \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (3.9)$$

Keterangan :

f_s = Tahanan gesek satuan (kg/cm^2), nilainya dibatasi sampai 1,2 kg/cm^2 (120 kPa)

K_c = Koefisien tak berdimensi yang nilainya bergantung pada tipe tiang

q_c = Tahanan konus (kg/cm^2)

Tiang baja ujung bawah terbuka,

$K_c = 0,8 \%$

Tiang pipa ujung bawah tertutup,

$K_c = 1,8 \%$

Tiang beton,

$K_c = 1,2 \%$

3.1.3 Kapasitas Dukung Ujung Metode Meyerhoff

1. Tahanan Ujung

Tahanan ujung metode *Meyerhoff* dapat diperoleh dengan Persamaan 3.10 berikut.

$$f_b = \omega_1 \cdot \omega_2 \cdot q_{ca} \quad (3.10)$$

Dengan :

f_b = Tahanan ujung satuan, untuk tiang bor diambil 70% atau 50%-nya

$q_{ca} = q_c$ rata-rata (kN/m^2) pada zona 1d di bawah ujung tiang dan 4d di atasnya

$\omega_1 = [(d + 0,5) / 2d]^n$; koefisien modifikasi pengaruh skala, jika $d > 0,5$ m $\omega_1 = 1$

$\omega_2 = L/10d$; koefisien modifikasi untuk penetrasi tiang dalam lapisan pasir padat saat $L < 10d$, Jika $L > 10d$, $\omega_2 = 1$

d = Diameter tiang (m)

- L = Kedalaman penetrasi tiang di dalam lapisan pasir padat (m)
- n = Nilai eksponensial [(1 untuk pasir longgar ($q_c < 5$ Mpa), (2 untuk pasir kepadatan sedang ($5 \text{ Mpa} < q_c < 12$ Mpa), (3 untuk pasir padat ($q_c > 12$ Mpa)]

2. Tahanan Gesek

Untuk tiang pancang, tahanan gesek satuan diambil salah satu dari Persamaan 3.11 berikut.

$$f_s = K_f \cdot q_f \text{ dengan } K_f = 1 \quad (3.11)$$

atau, bila tidak dilakukan pengukuran tahanan gesek sisi konus dapat diperoleh dari Persamaan 3.12 berikut .

$$f_s = K_c \cdot q_c \text{ dengan } K_c = 0,005 \quad (3.12)$$

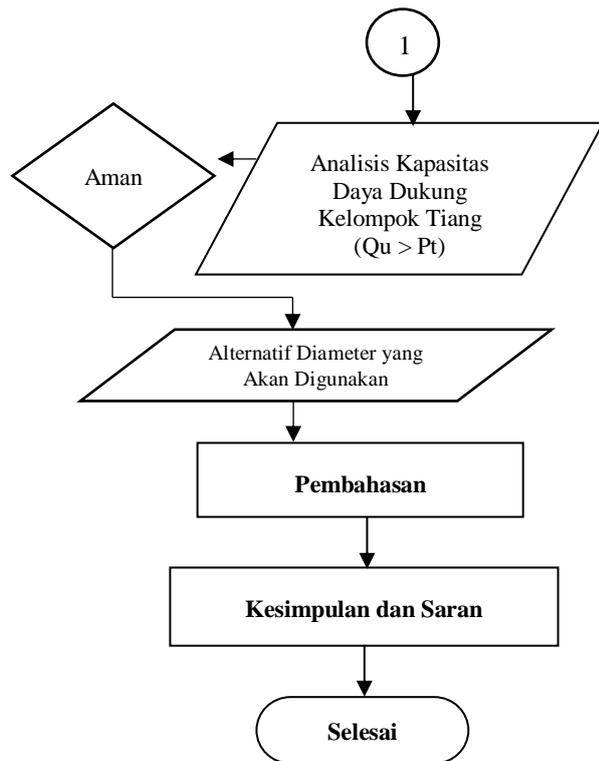
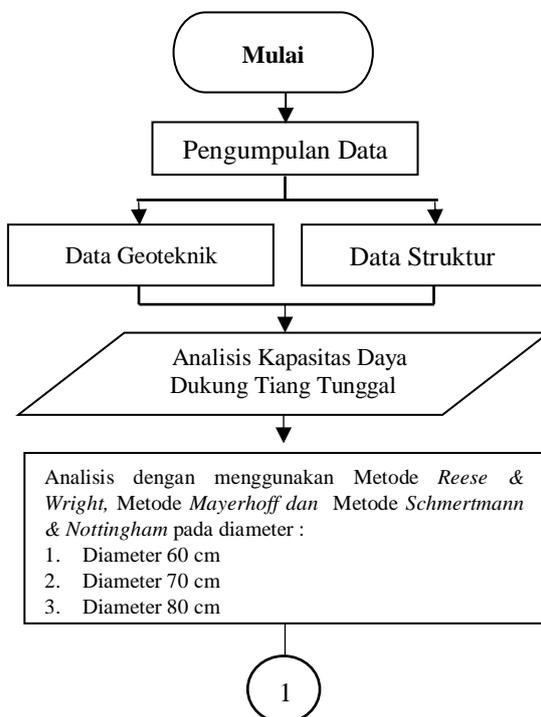
Dengan :

f_s = Tahanan gesek satuan (kg/cm^2)

K_f = Koefisien modifikasi tahanan gesek sisi konus

K_c = Koefisien modifikasi tahanan konus

Pada penelitian ini menggunakan metode 3 metode yaitu : *Schmertmann & Nottingham, Mayerhoff dan Reese & Wright.*, Bagan alir penelitian bisa di lihat pada Gambar 1.



Gambar 3.4 Bagan Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kapasitas Dukung Tiang Bor Tunggal

4.1.1 Metode Mayerhoff

a. Kapasitas Dukung Ujung Tiang

$$q_c = 190 \text{ kg/cm}^2 = 18639 \text{ kN/m}^2$$

$$A_p = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,80^2 = 0,503 \text{ m}^2$$

$$Q_p = q_c \cdot A_p = 18639 \cdot 0,503 = 9372,754 \text{ kN}$$

b. Kapasitas Dukung Selimut Tiang

$$JHL = 1162 \text{ kg/cm} = 1139,922 \text{ kN/m}$$

$$K_{11} = \pi \cdot D = \pi \cdot 0,80 = 2,514 \text{ m}$$

$$Q_s = JHL \cdot K_{11} = 1139,922 \cdot 2,514 = 2921,6 \text{ kN}$$

c. Kapasitas Dukung Ultimit Tiang

$$\begin{aligned}
 Q_u &= Q_p + Q_s - W_p \\
 &= 9051,429 + 2921,6 - 137,338 \\
 &= 11835,691 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

d. Kapasitas Dukung Ijin Tiang

$$\begin{aligned}
 Q_a &= \frac{Q_u}{SF} \\
 &= \frac{11835,691}{3} \\
 &= 3945,23 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

e. Jumlah tiang (n)

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{P}{Q_a} \\
 &= \frac{2881,653}{4098,118} \\
 &= 0,73 \text{ tiang}
 \end{aligned}$$

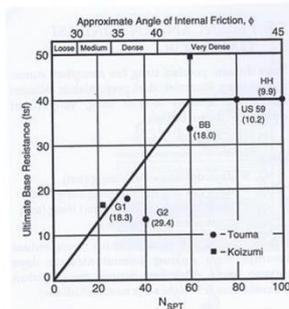
Jumlah tiang yang digunakan
= 1 tiang

4.1.2 Metode Reese & Wright

a. Kapasitas Dukung Ujung Tiang

$$\begin{aligned}
 q_c &= 190 \text{ kg/cm}^2 \\
 N &= \frac{1}{4} q_c \\
 &= \frac{1}{4} \cdot 190 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= 47,5 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Tanah non-kohefif (pasir berlumpur) pada Gambar 4.1 Tahanan Ujung Ultimit diperoleh qp sebesar 37 kg/cm².



Gambar 4.1 Tahanan Ujung Ultimit Pada Tanah Non-Kohefif Reese & Whight, 1977 (sumber : Hardiyatmo, H.C., 2003)

$$\begin{aligned}
 q_p &= 37 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= 3629,7 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

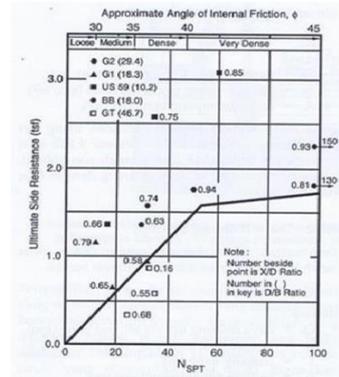
$$\begin{aligned}
 A_p &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \\
 &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,82^2 \\
 &= 0,503 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$Q_p = q_p \cdot A_p$$

$$\begin{aligned}
 &= 3629,7 \cdot 0,503 \\
 &= 1825,221 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

b. Kapasitas Dukung Selimut Tiang

Tanah non-kohefif (pasir berlumpur) pada Gambar 4.2 Tahanan Selimut Ultimit diperoleh f sebesar 1,65 kg/cm².



Gambar 4.2 Tahanan Selimut Ultimit pada Tanah Non-Kohefif Reese & wright 1977 (sumber : Hardiyatmo, H.C., 2003)

$$\begin{aligned}
 f &= 1,65 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= 161,865 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_s &= f \cdot L \cdot P \\
 &= f \cdot L \cdot \pi \cdot D \\
 &= 161,865 \cdot 11,6 \cdot \pi \cdot 0,8 \\
 &= 4720,908 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

c. Kapasitas Dukung Ultimit Tiang

$$\begin{aligned}
 Q_u &= Q_p + Q_s - W_p \\
 &= 1825,221 + 4720,908 - 137,338 \\
 &= 6408,791 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

d. Kapasitas Dukung Ijin Tiang

$$\begin{aligned}
 Q_a &= Q_u/SF \\
 &= 6408,791/3 \\
 &= 2136,265 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

e. Jumlah tiang (n)

$$\begin{aligned}
 n &= P/Q_a \\
 &= 2881,653/2136,265 \\
 &= 1,348 \text{ tiang}
 \end{aligned}$$

Jadi Jumlah Tiang yang Digunakan

= 2 tiang

4.1.3 Metode Schmertmann & Nottingham

a. Tahanan ujung persatuan luas (f_b)

Data sondir yang dipakai untuk perhitungan kuat dukung adalah titik S-2. Tahanan ujung tiang persatuan luas (f_b) = nilai rata-rata q_c sepanjang 8d di atas dasar tiang dan 4d di bawah tiang.

$$Q_{c1} = 90,121 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q_{c2} = 226,176 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q_u = A_b \cdot f_b + A_s \cdot f_s$$

atau

$$Q_u = A_b \cdot \omega \cdot q_{ca} + A_s \cdot K_f \cdot q_f$$

$$q_{ca} = \frac{1}{2} (q_{c1} + q_{c2})$$

$$= \frac{1}{2} (90,121 + 226,176)$$

$$= 158,149 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 15514,401 \text{ KN/m}^2$$

Asumsi pasir terkonsolidasi normal (OCR = 1), nilai faktor $\omega = 0,67$

$$f_b = 0,67 \times 158,149 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 105,959 \text{ kg/cm}^2$$

b. Tahanan Ujung

$$Q_b = A_b \cdot f_b$$

$$= \frac{1}{4} \pi (80)^2 \times 105,959$$

$$= 532826,039 \text{ kg}$$

$$= 5431,458 \text{ KN}$$

c. Tahanan Gesek

$$Q_s = A_s \cdot f_s$$

$$A_s = \pi \cdot d \cdot L$$

$$= \pi \cdot (0,8) \cdot 11,60$$

$$= 29,165 \text{ m}^2$$

$$f_s = k_f \cdot q_f$$

nilai $K_f = 0,9$ dan $q_f =$ di ambil rata – rata tabel sondir = 1,306

$$f_s = 0,9 \times 1,306 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 1,175 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 115,306 \text{ KN/m}^2$$

$$Q_s = A_s \cdot f_s$$

$$= 29,16 \text{ m}^2 \times 115,31 \text{ KN/m}^2$$

$$= 3363,003 \text{ KN}$$

d. Kuat Dukung Ultimit

$$W_p = 137,338 \text{ KN}$$

$$Q_u = Q_b + Q_s - W_p$$

$$= 8026,66 + 1034,9 - 137,33$$

$$= 8657,124 \text{ KN}$$

e. Kapasitas Dukung Ijin Tiang

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF}$$

$$= \frac{8657,124}{3}$$

$$= 2885,707 \text{ kN}$$

f. Jumlah tiang (n)

$$n = \frac{P}{Q_a}$$

$$= \frac{2881,653}{2885,707}$$

$$= 0,998 \text{ tiang}$$

Jadi Jumlah Tiang yang Digunakan

$$= 1 \text{ tiang}$$

5. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan analisis kapasitas dukung pondasi tiang didapatkan beberapa kesimpulan, yakni sebagai berikut:

1. Dari perhitungan didapatkan hasil analisis kapasitas dukung tiang metode Mayerhoff diameter 60 cm, 70 cm, dan 80 cm, diperoleh masing-masing sebesar 4947,828 kN, 3244,138 kN, dan 4098,118 kN lebih besar dari nilai $P = 2881,653 \text{ kN}$, hasil analisis kapasitas dukung kelompok tiang metode Reese & Wright diameter 60 cm, 70 cm, dan 80 cm, diperoleh masing-masing sebesar 3044,912 kN, 3685,486 kN, dan 4364,086 kN lebih besar dari nilai $P = 2881,653 \text{ kN}$,

2. kapasitas dukung ultimit eksisting sebesar 3043.868 kN dengan menggunakan diameter bored pile sebesar 60 cm pada kedalaman 11 meter dan didapatkan kapasitas ijin tiang sebesar 1014.622 kN dengan *safety factor* sebesar 3, dengan beban yang akan ditanggung oleh tiang (P) = 2881,653 kN, maka dibutuhkan sebanyak 3 buah tiang dan penurunan pondasi sebesar 4,58 mm. Sedang analisis kapasitas dukung ultimit yang didapatkan dari peneliti sebesar 12157,02 kN (*metode Mayerhoff*) dengan menggunakan diameter bored pile sebesar 80 cm dengan panjang 11,6 meter pada kedalaman 12,6 meter dan didapatkan kapasitas ijin tiang sebesar 4052.339 kN dengan *safety factor* sebesar 3, dengan beban yang akan ditanggung oleh tiang (P) = 2881,653 kN, maka dibutuhkan sebanyak 1 buah tiang saja dengan penurunan pondasi sebesar 4,26 mm. Berdasar perbandingan ini maka kan lebih efisien menggunakan diameter bored pile dengan diameter 80 cm pada kedalaman 12,6 meter.
3. alternatif yang digunakan adalah alternatif ke-3 diameter 80 cm metode Mayerhoff dengan jumlah 1 tiang dalam satu kelompok tiang. Hal ini didasarkan karena kapasitas dukung ultimit lebih besar dibandingkan kapasitas dukung ultimit eksisting dan jumlah tiang yang digunakan lebih sedikit, sehingga dapat menghemat waktu pekerjaan dan biaya

konstruksi yang dikeluarkan. Selain itu, hasil kapasitas dukung tiang tunggal lebih besar daripada beban aksial (P) dan beban aksial total (P_t) yang diterima, yakni sebesar 4052.339 kN > 2881,653 kN, sehingga beban struktur gedung diatas pondasi mampu ditahan oleh kelompok pondasi tiang.

4.1 SARAN

Saran yang dapat peneliti berikan adalah agar diperoleh hasil yang lebih optimal dalam perencanaan pondasi bored pile, perlu dilakukan analisis- analisis lebih lanjut sebagai berikut :

1. untuk Merancang atau menganalisis pondasi dalam menggunakan bored pile sebaik menggunakan data uji tanah dari N-SPT karena bisa mengetahui jenis tanah pada tiap lapisan pengeboran tanpa bor tangan (*Hand Bor*),
2. membandingkan hasil analisis pondasi tiang bor secara numerik lainnya, seperti dengan program plaxis, open sees, dan florida pier,
3. menghitung penurunan yang terjadi pada pondasi.

Daftar Pustaka

- Bowles, JE, 1977, Analisis dan Desain Pondasi. Edisi Keempat, Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C.,2003, Teknik Pondasi 2. Edisi Kedua, Beta Offset, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2008, Teknik Pondasi. Edisi Keempat, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Pamuji, 2009, Analisis Kapasitas Dukung Pondasi Bored Pile (Studi Kasus pada Overpass Interchange Sta.22+800, Poyek Jalan Tol Semarang – Solo), Tugas Akhir, (Tidak Diterbitkan),

Universitas Islam Indonesia,
Yogyakarta.

Wiharjanti, 2002, Analisis Kapasitas Dukung
Pondasi Bored Pile Jembatan Kali Gung
Kendalserut Kecamatan Pangkah
Kabupaten Tegal Jawa Tengah, Tugas
Akhir, (Tidak Diterbitkan), Universitas
Islam Indonesia, Yogyakarta.

<https://www.google.co.id/maps>