

ANALISIS DAYA DUKUNG PONDASI BORE PILE MENGUNAKAN DATA SONDIR DAN SPT PADA PROYEK PEMBANGUNAN RESERVOIR SUNGAI LOBAN

Abdul Rahman¹, Hendra Cahyadi², Fathurrahman²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Kalimantan
Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin

² Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Kalimantan Muhammad
Arsyad Al Banjari Banjarmasin
E-mail: rahmanja30@gmail.com/HP 089691774102

ABSTRAK

Pondasi Bore Pile merupakan pondasi yang dibangun dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, kemudian diisi dengan tulangan dan dicor. Bore Pile dipakai pada tanah dasar yang kokoh mempunyai daya dukung yang besar terletak sangat dalam, yaitu kurang lebih 15 meter serta keadaan sekitar lokasi tanah bangunan yang sudah banyak berdiri bangunan-bangunan yang . Kelebihan Pondasi ini adalah pemasangan yang tidak menciptakan gangguan suara, kebisingan, maupun getaran karena prosesnya dilakukan secara manual dan tidak menggunakan mesin. Jadi, selama dalam proses pemasangan berlangsung, lingkungan yang berada di sekitar proyek tidak terganggu dan proses ini juga tidak beresiko terhadap bangunan yang berada di sekitar tempat tersebut. Pemilihan bentuk pondasi yang didasarkan pada daya dukung tanah, perlu diperhatikan beberapa hal, antara lain bila tanah keras terletak pada kedalaman hingga 10 meter atau lebih dari di bawah permukaan tanah, maka jenis pondasi yang pada umumnya dipakai adalah pondasi Bore Pile.

Berdasarkan analisis pembebanan vertikal dapat diketahui nilai beban vertikal maksimum yang harus ditahan oleh pondasi. Selain itu dalam menganalisis faktor keamanan pondasi juga harus diketahui nilai kapasitas daya dukung tiang bor pondasi yang diijinkan. Analisis perhitungan kapasitas daya dukung pondasi yang menggunakan metode Aoki dan De Alencar, Mayerhoff, dan Resse&Wright dan data penyelidikan tanah diperoleh dari hasil pengujian Sondir dan SPT. Berdasarkan hasil analisis pembebanan vertikal pada rencana pembangunan Reservoir Kapasitas Sebesar 500 m³ dengan tinggi Max air 2 meter menggunakan program SAP 2000 V14 diperoleh nilai pada gaya vertikal maksimum sebesar 37,583 ton. Sedangkan hasil perhitungan analisis kapasitas daya dukung pondasi bore pile diperoleh nilai kapasitas daya dukung ultimit pondasi data sondir S-1 metode aoki dan de alencar sebesar 72,893 ton sedangkan metode meyerhoff sebesar 443,100 ton, data sondir S-2 sebesar 83,406 seadangkan metode meyerhof sebesar 461,264 ton dan data SPT (BH-1) sebesar 56,52 ton.

Dari hasil analisis dapat diperoleh nilai faktor keamanan pondasi bore pile dari data sondir S-1 metode aoki dan de alencar sebesar 1,93 sedangkan metode meyerhof sebesar 11,7, data sondir S-2 metode aoki dan de alencar sebesar 2,219 seadangkan metode meyerhoff sebesar 12,27 dan data SPT (BH-1) metode Resse&Wright sebesar 1,503. Dari perbandingan faktor keamanan dari ketiga titik dan tiga metode di peroleh bahwa pondasi bore pile Sondir S-1, Sondir S-2 dan data N-SPT BH-1 metode Resse&Wright bagus dari segi faktor keamanan.

Kata Kunci: Kapasitas, Daya, Dukung, Pondasi, Bore, Pile, Faktor, Keamanan.

ABSTRACT

Bore Pile foundation is a foundation that is built by drilling the soil first, then filled with reinforcement and casted. Bore Pile is used when a solid subgrade which has a large carrying capacity is located very deep, which is approximately 15 m and the situation around the building land has many buildings. The strength of this foundation is that the installation does not create noise, noise, or vibration because the process is done manually and does not use a machine. So, during the installation process, the environment around the project is not disturbed and this process

also does not pose a risk to buildings located around the site. The selection of foundation forms based on the carrying capacity of the soil, needs to be considered several things, among others, if hard soil is located at a depth of up to 10 meters or more below the surface of the soil, the type of foundation that is generally used is the Bore Pile foundation.

Based on the analysis of vertical loading, it can be seen the value of the maximum vertical load that must be withheld by the foundation. In addition, in analyzing the foundation's safety factor, it is also necessary to know the allowable carrying capacity of the foundation. Analysis of the carrying capacity of the foundation carrying capacity using the methods of Aoki and De Alencar, Mayerhoff, and Resse & Wright and soil investigation data obtained from the Sondir and SPT test results. Based on the results of the analysis of the vertical loading in the planned Reservoir construction with a capacity of 500 m³ with a Max air height of 2 meters using the SAP 2000 V14 program, a maximum vertical force value of 37,583 tons is obtained. While the results of the calculation of the carrying capacity of the Bore Pile foundation, the ultimate carrying capacity of the S-1 foundation for the aoki and de alencar method is 72,893 tons while the meyerhoff method is 443,100 tons, the S-2 carrying capacity is 83,406 while the meyerhoff method is 461,264 tons and SPT data (BH-1) of 56.52 tons. From the analysis results can be obtained the value of the Bore Pile foundation safety factor from the S-1 sondir data of the Aoki and de alencar method of 1.93 while the meyerhoff method of 11.7, the S-2 sondir data of the Aoki and de alencar method of 2.219 while the meyerhoff method amounted to 12.27 and the SPT (BH-1) Resse & Wright method amounted to 1.503. From the comparison of the safety factors of the three points and the three methods it was found that the foundation of Sondir S-1 Bore Pile, Sondir S-2 and N-SPT data BH-1 Resse&Wright method is good in terms of safety factors.

Keywords: Capacity, Power, Support, Foundation, Bore, Pile, Factor, Safety.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pada Pembangunan Reservoir Dengan Kapasitas Sebesar 500 m³ di IKK Sungai Loban di IKK Sungai Loban Meliputi Harapan Jaya Kec. Kusan Hulu dan Sari Utama Kec. Sungai Loban Kabupaten Tanah Bumbu ini pondasi yang direncanakan adalah menggunakan pondasi Bore pile. di lokasi tersebut menggunakan pondasi bore pile, karena kondisi khusus untuk tanah dibawah 10 meter. Kelebihan Pondasi ini adalah pemasangan yang tidak menciptakan gangguan suara, kebisingan, maupun getaran karena prosesnya dilakukan secara manual dan tidak menggunakan mesin. Jadi, selama proses pemasangan berjalan, lingkungan di sekitar proyek tidak akan terganggu dan proses ini tidak beresiko terhadap bangunan yang terletak di sekitar tempat tersebut.

Melihat dari hasil penyelidikan tanah, tanah keras dari hasil data sondir S-1 sedalam 4,2 meter, data sondir S-2 sedalam 4,6 meter dengan conus 200 kg/m³, dan muka air tanah tinggi. Penulis menilai bahwa pembangunan Reservoir Kapasitas Sebesar 500 m³ ini menggunakan pondasi bore pile. Mengingat lokasi pembangunan yang berada di pedesaan proses pemancangan tidak akan mengganggu daerah sekitar.

Pada penelitian ini penulis akan membuat analisis pondasi bore pile pada pembangunan Reservoir Kapasitas Sebesar 500 m³. Dari Pondasi tersebut di harapkan dapat mengetahui daya dukung dari pondasi tersebut dari segi keamanan.

Perumusan Masalah

Dalam rangkaian penelitian ini rumusan masalahnya adalah bagaimana perhitungan kapasitas daya dukung pondasi bore pile dari hasil sondir, standar penetrasi test pada pembangunan Reservoir Kapasitas Sebesar 500 m³, bagaimana analisis pembebanan struktur pada pembangunan Reservoir Kapasitas Sebesar 500 m³, dan bagaimana faktor keamanan pada pondasi bore pile pada pembangunan Reservoir Kapasitas Sebesar 500 m³.

Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian skripsi ini adalah mengetahui hasil perhitungan daya dukung pondasi bore pile dari hasil sondir, standar penetrasi test, menganalisis pembebanan struktur pada pembangunan Reservoir Kapasitas Sebesar 500 m³ dan mengetahui faktor keamanan pada pondasi *bore pile* pada pembangunan Reservoir Kapasitas Sebesar 500 m³. Manfaat dalam penelitian skripsi ini adalah: untuk perkembangan ilmu pengetahuan di bidang geoteknik atau tanah, terutama pondasi

bore pile bagi penelitian dan pihak terkait dan sebagai referensi dalam pembelajaran menghitung kapasitas daya dukung pondasi *bore pile* pada kondisi dan permasalahan serupa.

Batasan Masalah

Data pendukung penyelidikan menggunakan data sondir sebanyak 2 titik, perhitungan daya dukung kapasitas pondasi tiang bore pile dengan metode Aoki dan De Alencar, Meyerhoff dan Reese & Wright, perhitungan pembebanan struktur dibantu dengan software SAP 2000, peninjauan hanya pada proyek pembangunan Reservoir Kapasitas Sebesar 500 m³ di IKK Sei Loban.

Tinjauan Pustaka

Pondasi Bore Pile

Bore pile dipasang ke dalam tanah dengan melakukan mengebor tanah terlebih dahulu, baru kemudian diisi tulangan dan kemudian dicor beton. Tiang ini biasanya, dipakai pada tanah yang stabil dan kaku, sehingga memungkinkan membentuk lubang yang stabil dengan alat bor. Jika tanah mengandung air, pipa besi dibutuhkan untuk menahan dinding lubang dan pipa ini ditarik ke atas pada waktu pengecoran beton. Pada tanah yang keras atau batuan lunak, dan bagian dasar tiang dapat dibesarkan untuk menambah tahanan dukung ujung tiang.

Kapasitas Daya Dukung Bore Pile Dari Hasil Sondiring Test

Untuk menghitung kuat daya dukung bore pile berdasarkan data hasil pengujian sondir dapat dilakukan dengan menggunakan Metode Aoki dan De Alencar. Kuat daya dukung ultimit pondasi bore pile dinyatakan dengan rumus berikut:

$$Q_u = q_b \cdot A_b \text{ (Kg)} \quad (1)$$

dimana,

Q_u = Kapasitas daya dukung aksial ultimate tiang bored

q_b = Kapasitas daya dukung di ujung tiang persatuan luas

A_b = Luas di ujung tiang

Aoki dan Alencar untuk memperkirakan kapasitas dukung ultimit dari data sondir. Kapasitas dukung ujung persatuan luas (q_b) diperoleh sebagai berikut:

$$q_b = \frac{q_{ca}(\text{base})}{F_b} \quad (2)$$

dimana :

q_{ca} (base) = Perlawanan konus rata-rata 1,5D diatas ujung tiang, 1,5D dibawah ujung tiang

F_b = faktor empirik tergantung pada tipe tanah.

Metode Pelaksanaan Pondasi Bore pile

Penggunaan teknologi sangat berperan pada suatu proyek konstruksi. Biasanya, aplikasi teknologi ini banyak diterapkan dalam berbagai macam metode pelaksanaan pekerjaan konstruksi teknologi yang tepat sangat berguna dalam bidang pengerjaan konstruksi manapun.. Penggunaan metode yang tepat, praktis, cepat dan aman sangat membantu penyelesaian pekerjaan suatu proyek konstruksi. Sehingga target waktu, biaya dan mutu yang ditetapkan dapat tercapai.

Secara umum pada pekerjaan pondasi tiang bor sebagai berikut :

1. Persiapan Lokasi Pekerjaan (Site Preparation) identifikasi lapangan.
 - a. Dilaksanakan pengukuran pada area lokasi yang akan menjadi lokasi pekerjaan pembuatan tiang bor. Koordinat - koordinat tiang bor yang direncanakan untuk mengacu pada BM (Bench Mark) yang ada dilokasi pekerjaan.
 - b. Dilaksanakan stripping, cut and fill pada lokasi pembuatan tiang bor, agar kinerja peralatan yang digunakan agar efisien dan stabil.
 - c. Dipersiapkan akses jalan yang akan dilalui truk-truk mixer dari batching plant ke lokasi pembuatan tiang bor, agar tidak terjadi kendala yang signifikan pada saat pengecoran tiang bor.
 - d. Pelajari lay-out pondasi dan titik-titik Bore pile, membersihkan atau menstrilkan lokasi pekerjaan dari gangguan yang ada seperti bangunan, tanaman, pepohonan, tiang listrik/telepon, kabel dan lainnya.
 - e. Pemasangan Stand Pipe

Stand pipe dipasang dengan ketentuan bahwa pusat dari stand pipe harus berada pada posisi atau titik as pondasi yang telah disurvei terlebih dahulu. Pemasangan stand pipe dilakukan dengan bantuan excavator.

f. Pembuatan Drainase dan Kolam Air

Kolam air berfungsi untuk menampung air bersih yang digunakan untuk pekerjaan pengeboran sekaligus untuk penampungan air bercampur lumpur hasil dari pengeboran. Ukuran kolam air berkisar berukuran 3m x 3m x 2,5m dan drainase penghubung dari kolam ke stand pipe yang berukuran 1,2m, dan kedalaman 0,7 m (tergantung kondisi lapangan). Jarak kolam air tidak boleh terlalu dekat dengan lubang pengeboran, sehingga lumpur dalam air hasil pengeboran mengendap dulu sebelum airnya yang mengalir kembali ke lubang pengeboran.

Kapasitas Daya Dukung Bore Pile Dari Hasil Sondir

Untuk menghitung daya dukung tiang pancang berdasarkan data hasil uji sondir dilakukan dengan menggunakan metode Meyerhoff.

Daya dukung ultimate pondasi tiang dengan rumus :

$$Q_{ult} = (q_c \times A_p) + (JHL \times K_{11}) \tag{3}$$

dimana :

- Q_{ult} = Kapasitas daya dukung tiang pancang tunggal.
- q_c = Tahanan ujung sondir.
- A_p = Luas penampang tiang.
- JHL = Jumlah hambatan lekat.
- K₁₁ = Keliling tiang.

Daya dukung ijin pondasi dinyatakan dengan rumus :

$$Q_{ijin} = \frac{q_c \times A_c}{3} + \frac{HL \times K_1}{5} \tag{4}$$

dimana :

- Q_{ult} = Kapasitas daya dukung ijin pondasi
- q_c = Tahanan ujung sondir.
- A_p = Luas penampang tiang.
- JHL = Jumlah hambatan lekat.
- K₁₁ = Keliling tiang.

Untuk menghitung daya dukung pondasi bore pile berdasarkan data hasil uji sondir dapat dilakukan dengan metode Aoki dan De Alencar.

Daya dukung ultimate pondasi bore pile dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$Q_{ult} = (q_b \times A_p) \tag{5}$$

dimana :

- Q_{ult} = Kapasitas daya dukung bore pile.
- q_b = Tahanan ujung sondir.
- A_p = Luas penampang tiang.

Aoki dan Alencar mengusulkan untuk memperkirakan kapasitas dukung ultimit dari data Sondir. Kapasitas dukung ujung persatuan luas (q_b) diperoleh :

$$q_b = \frac{q_{ca} (base)}{F_b} \tag{6}$$

dimana

- q_{ca} (base) = Perlawanan konus rata-rata 1,5D diatas ujung tiang, 1,5D dibawah ujung tiang dan F_b adalah faktor empirik tergantung pada tipe tanah.
- F_b = Faktor empirik yang tergantung pada

Faktor Aman

Besarnya beban bekerja (*working load*) atau kapasitas tiang ijin (Q_a) dengan memperhatikan keamanan terhadap keruntuhan adalah nilai kapasitas ultimit (Q_u) dibagi dengan faktor aman (SF) yang sesuai. Variasi besarnya faktor aman banyak digunakan untuk perancangan pondasi tiang pancang, sebagai berikut :

1. Untuk dasar tiang yang dibesarkan dengan $d < 2 \text{ m}$

$$Q_a = \frac{Q_u}{2.5} \quad (7)$$

2. Untuk dasar tiang tanpa pembesaran dibagian bawah

$$Q_a = \frac{Q_u}{2} \quad (8)$$

Kapasitas Daya Dukung Bore pile Dari Hasil SPT

Standard Penetration Test (SPT) adalah sejenis percobaan dinamis dengan memasukkan suatu alat yang dinamakan split spoon kedalam tanah. Dengan percobaan ini akan didapatkan kepadatan relatif (relative density), sudut geser tanah (Φ) berdasarkan nilai jumlah pukulan (N).

Perkiraan kapasitas daya dukung pondasi bore pile pada tanah pasir dan silt pada data uji lapangan SPT, ditentukan dengan perumusan sebagai berikut :

1. Daya dukung ujung pondasi bore pile (end bearing), (Reese & Wright, 1977).

$$Q_p = A_p \cdot q_p \quad (9)$$

dimana :

A_p = Luas penampang bore pile , m².

q_p = Tahanan ujung per satuan luas, ton/m².

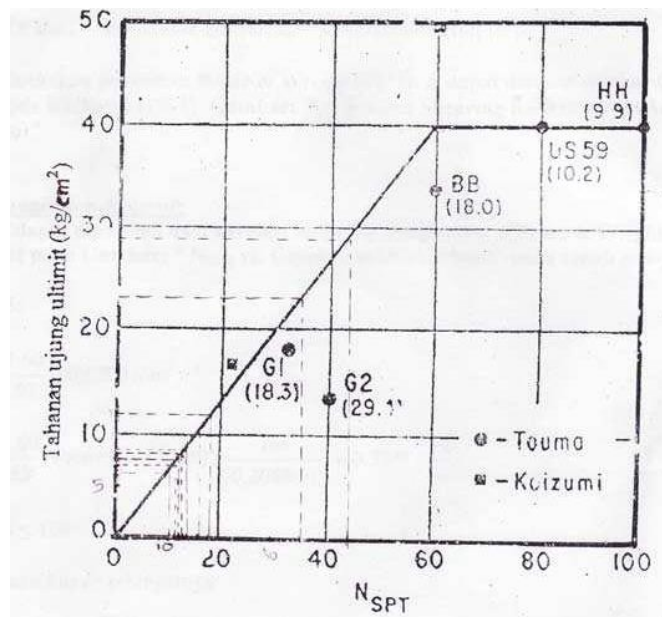
Q_p = Daya dukung ujung

Untuk tanah kohesif :

$$q_p = 9 c_u \quad (10)$$

Untuk tanah non kohesif :

Reese & Wright (1977) mengusulkan korelasi antara q_p dan NSPT seperti terlihat pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar. 1 Daya dukung ujung batas bore pile pada tanah pasiran (Reese & Wright, 1977)

dimana :

untuk $N < 60$, maka $q_p = 7 N$ (t/m²) < 400 (t/m²) untuk $N > 60$, maka $q_p = 400$ (t/m²)

dimana :

N = Nilai rata-rata SPT

2. Daya dukung selimut bore pile (skin friction), (Reese & Wright, 1977).

$$Q_s = f \cdot L_i \cdot p \quad (11)$$

dimana :

f = Tahanan satuan skin friction, ton/m².

i = Panjang lapisan tanah, m.

p = Keliling tiang, m.

Q_s = Daya dukung selimut tiang, ton. Pada tanah kohesif :

$$f = \alpha \cdot c_u \quad (12)$$

dimana :

α = Faktor adhesi.

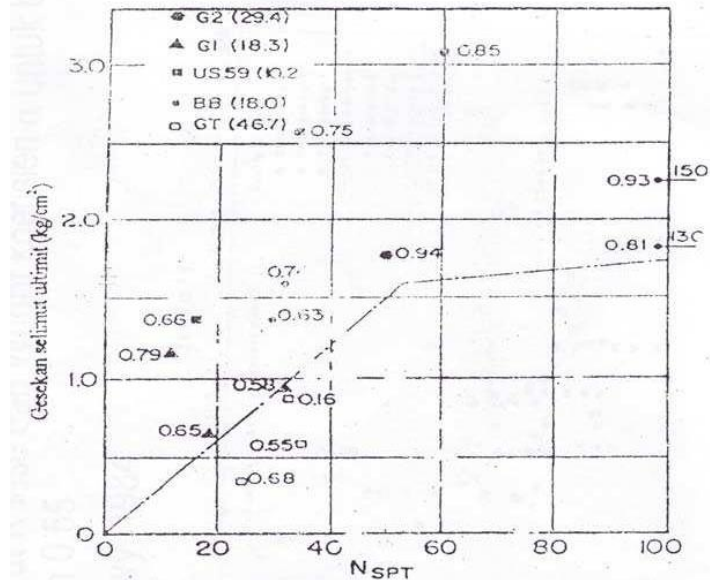
- Berdasarkan penelitian Reese & Wright (1977) $\alpha = 0,55$.

- Metode Kulhaway (1984), berdasarkan Grafik Undrained Shearing Resistance vs. Adhesion Factor.

c_u = Kohesi tanah, ton/m². Pada tanah non kohesif :

Untuk $N < 53$ maka $f = 0,32 N$ (ton/m²)

Untuk $53 < N < 100$ maka f diperoleh dari korelasi langsung dengan NSPT (Reese & Wright).



Gambar. 2 Tahanan geser selimut bore pile pada tanah pasir (Reese & Wright, 1977).

Nilai f juga dapat dihitung dengan formula :

$$f = K_0 \cdot \sigma_v' \cdot \tan \phi \quad (13)$$

dimana :

$$K_0 = 1 - \sin \phi.$$

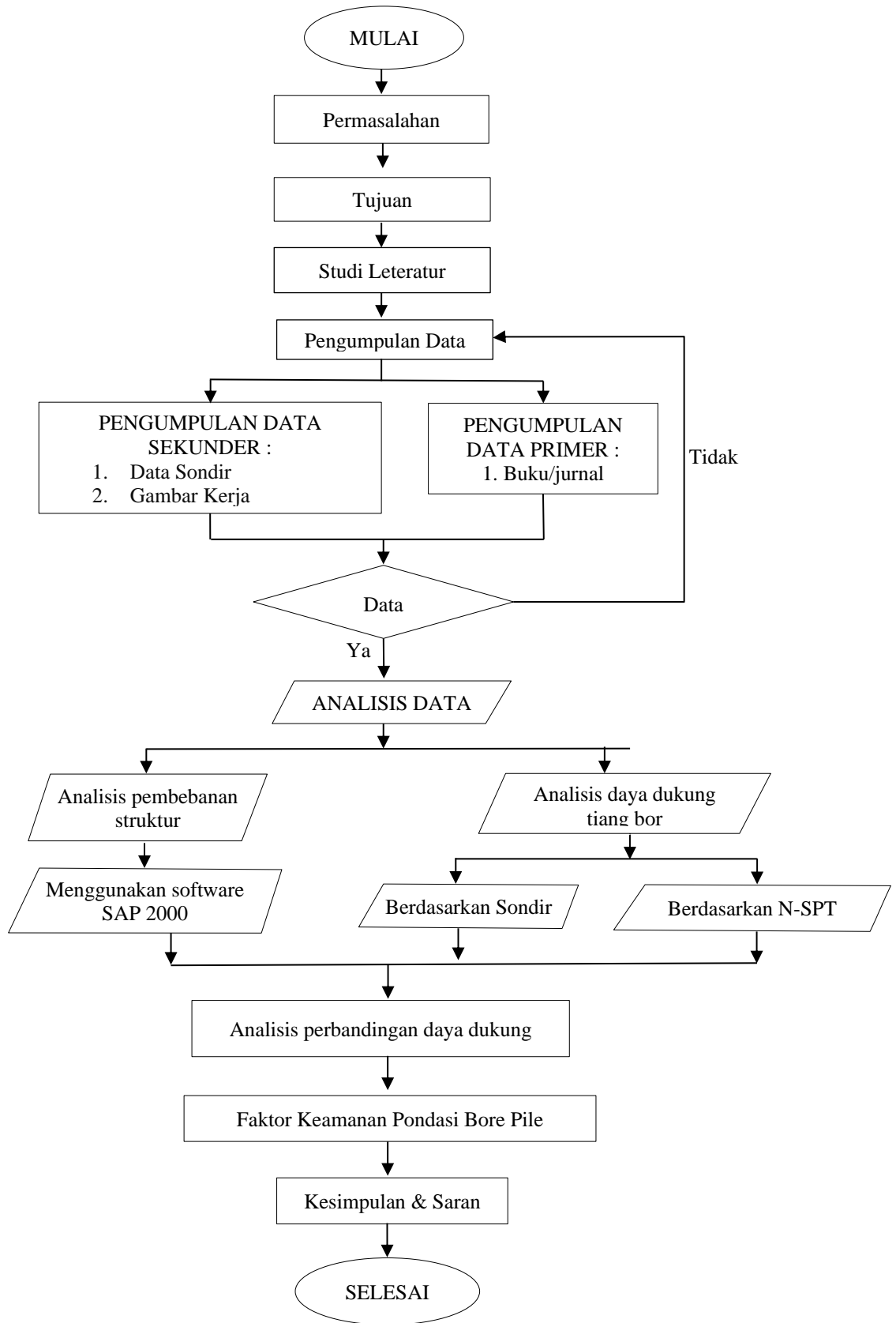
σ_v' = Tegangan vertikal efektif tanah, ton/m².

Program SAP 2000 v14

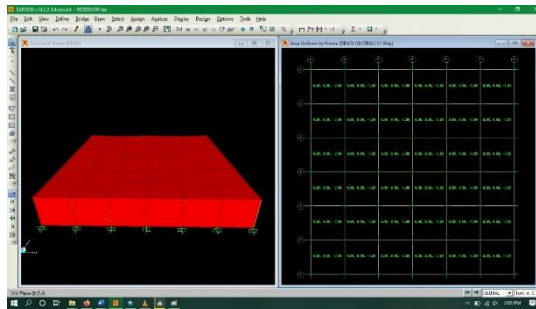
SAP 2000 merupakan program yang cukup populer di seluruh dunia, karena kemampuan dan fasilitas yang tersedia dalam program tersebut sangat bermanfaat dan juga mempermudah pekerjaan analisis dan desain struktur, yang akhirnya mampu menghasilkan proses analisis dan desain secara cepat dan efisien dengan hasil yang akurat. Berikut ini akan diuraikan secara singkat beberapa kemampuan dari program SAP 2000 beserta fasilitas-fasilitas yang ada.

METODE

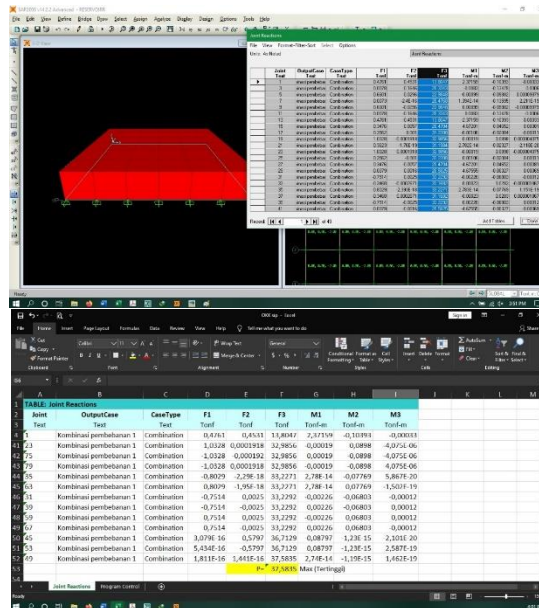
Metode penelitian adalah tata cara pelaksanaan penelitian dalam rangka mencari penyelesaian atas permasalahan penelitian yang akan dilakukan. Berikut adalah bagan alir yang terlihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar. 3 Bagan alir penelitian



Gambar. 6 Hasil Pembebanan



Gambar. 7 Fy gaya vertikal maksimum

Dari gambar diatas didapat nilai Fy gaya vertikal maksimum sebesar 37.583,5 kg = 37,583 ton.

Menghitung kapasitas daya dukung bore pile dari data sondir S-1

Perhitungan daya dukung bore pile dengan metode Aoki dan De Alencar pada titik S-1.

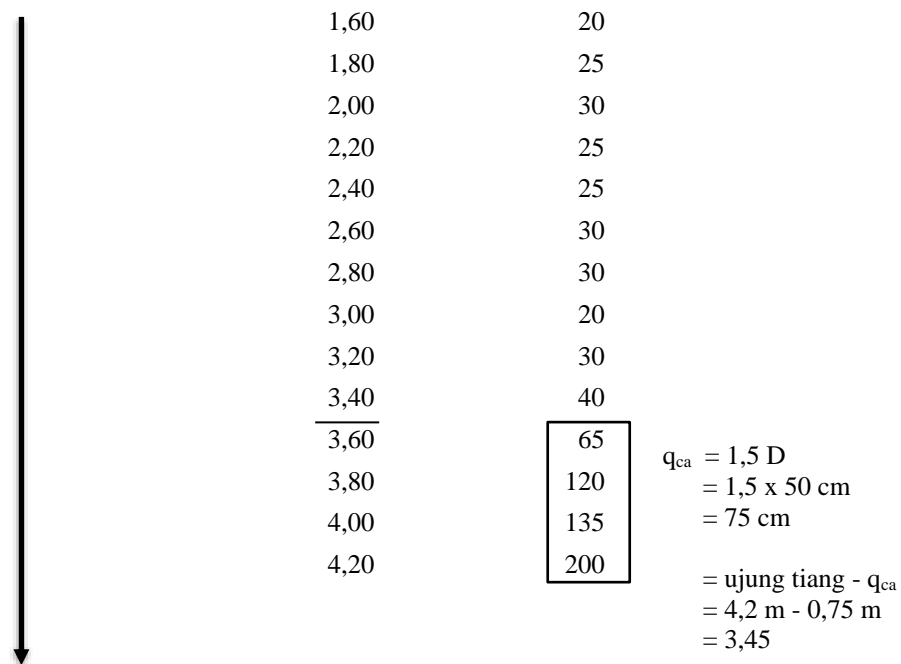
Di titik S-1 pada kedalaman bore pile 4,2 meter :

Data bore pile :

- Diameter tiang (D) = 50 cm
- Keliling bore pile (As) = $\pi \times 50$ cm
- = 157 cm = 1,57 m
- Luas bore pile (Ap) = $\frac{1}{4} \times \pi \times D^2$
- = $\frac{1}{4} \times \pi \times 50^2$
- = 1962,5 cm²

a. Kapasitas dukung ujung tiang (Qb)

Kedalaman (meter)	Perlawanan konus (kg/cm ²)
0,20	30
0,40	35
0,60	40
0,80	40
1,00	45
1,20	15
1,40	15



Gambar. 8 Perkiraan nilai q_{ca} (base) Sondir S-1

Nilai q_{ca} diambil rata-rata

$$q_{ca} = \frac{65+120+135+200}{4} = 130 \text{ kg/cm}^2$$

Dari persamaan (2.1), kapasitas dukung ujung persatuan luas (q_b):

$$q_b = \frac{q_{ca} \text{ (base)}}{F_b} \quad (\text{nilai } F_b \text{ dari tabel 2.1, bore pile} = 3,5)$$

$$q_b = \frac{130}{3,5} = 37,143 \text{ kg/cm}^2$$

Daya dukung ultimate pondasi bore pile (Q_{ult}):

$$Q_{ult} = q_b \times A_b = 37,143 \times 1962,5 = 72893,13 \text{ kg} = 72,893 \text{ ton}$$

Daya dukung ijin pondasi bore pile (Q_{ijin}):

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF} = \frac{72,893}{2} = 36,446 \text{ ton}$$

Tabel. 2 Hasil Perhitungan Faktor Keamanan Pondasi Bore pile Data Sondir S-1 Metode Aoki dan De Alencar

Pembebanan Gaya Vertikal Program SAP 2000	Kapasitas Daya Dukung Pondasi Bore pile Pondasi Data Sondir S-1
37,583 ton	$Q_{ult} = 72,893 \text{ ton}$
$FK = 72,893 / 37,583 = 1,93$	
Jadi, Faktor Keamanannya adalah sebesar $1,93 > 1,5$ (Aman)	

Perhitungan daya dukung bore pile dengan Metode Mayerhoff pada titik S-1.
Perhitungan di titik S-1 pada kedalaman bore pile 4,2 meter :

Data yang diperoleh dari titik 1 kedalaman 1 meter adalah:

- Perlawanan Penetrasi konus (PPK), $q_c = 45 \text{ kg/cm}^2$
- Jumlah Hambatan Lekat (JHL) $= 74,375 \text{ kg/cm}$
- Luas Bore pile (A_p) $= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 50^2 \text{ cm}^2$
 $= 1962,5 \text{ cm}^2$
- Keliling Bore pile (A_s) $= \pi \times 50 \text{ cm}$
 $= 157 \text{ cm} = 1,57 \text{ m}$

kapasitas daya dukung bore pile (Qult):

$$\begin{aligned} Q_{ult} &= (q_c \cdot A_p) + (JHL \cdot K11) \\ &= (45 \cdot 1962,5) + (74,375 \cdot 157) \\ &= 99,989 \text{ ton} \end{aligned}$$

kapasitas daya dukung ijin pondasi (Qijin):

$$\begin{aligned} Q_{ijin} &= \frac{q_c \times A_c}{3} + \frac{HL \times K1}{5} \\ &= \frac{45 \cdot 1962,5}{3} + \frac{74,375 \cdot 157}{5} \\ &= 31773,875 \text{ kg} \\ &= 31,773 \text{ ton} \end{aligned}$$

Daya dukung terhadap kekuatan tanah untuk tiang tarik :

$$\begin{aligned} T_{ult} &= JHL \cdot K11 \\ &= 74,375 \cdot 157 \\ &= 11676,875 \text{ kg} = 11,677 \text{ ton} \end{aligned}$$

Daya dukung ijin Tarik :

$$\begin{aligned} Q_{ijin} &= \frac{T_{ult}}{3} \\ &= \frac{11,677}{3} = 3,892 \text{ ton} \end{aligned}$$

Tabel. 3 Perhitungan daya dukung tiang bor metode Meyerhoff pada titik S-1

Kedalaman (m)	PPK (q_c) (kg/cm^2)	A_p (cm^2)	JHL (kg/cm)	K (cm)	Q ult (ton)	Q ijin (ton)
0	0	0	0	0	0	0
1	45	1962,5	74,375	157	99,989	31,7729
2	30	1962,5	132,22	157	79,634	23,7767
3	20	1962,5	190,07	157	69,091	19,0515
4	135	1962,5	289,24	157	310,348	97,3946
4,2	200	1962,5	322,29	157	443,100	140,9532

Tabel. 4 Hasil Perhitungan Faktor Keamanan Pondasi Bore pile Data Sondir S-1 Metode Mayerhoff

Pembebanan Gaya Vertikal Program SAP 2000	Kapasitas Daya Dukung Pondasi Bore pile Pondasi Data Sondir S-1
37,583 ton	Qult = 443,1 ton
$FK = 443,1 / 37,583 = 11,7$	
Jadi, Faktor Keamanannya adalah sebesar $11,7 > 1,5$ (Aman)	

Menghitung kapasitas daya dukung bore pile dari data sondir S-2

Perhitungan daya dukung bore pile dengan metode Aoki dan De Alencar pada titik S-2.


Di titik S-2 pada kedalaman bore pile 4,6 meter :

Data bore pile :

- Diameter tiang (D) $= 50 \text{ cm}$
- Keliling bore pile (A_s) $= \pi \times 50 \text{ cm}$
 $= 157 \text{ cm} = 1,57 \text{ m}$

$$\begin{aligned} \text{Luas bore pile (A}_p) &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 50^2 \\ &= 1962,5 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

a. Perhitungan kapasitas dukung ujung tiang (Q_b)

	Kedalaman (meter)	Perlawanan konus (kg/cm ²)	
	Bore Pile	0,20	15
		0,40	15
		0,60	25
		0,80	25
		1,00	35
		1,20	30
		1,40	10
		1,60	10
		1,80	15
		2,00	20
		2,20	20
		2,40	30
		2,60	35
		2,80	35
		3,00	30
		3,20	75
		3,40	85
	3,60	90	
	3,80	100	
	4,00	120	$q_{ca} = 1,5 D$ $= 1,5 \times 50 \text{ cm}$ $= 75 \text{ cm}$ $= \text{ujung tiang} - q_{ca}$ $= 4,6 \text{ m} - 0,75 \text{ m}$ $= 3,85$
	4,20	130	
	4,40	145	
	4,60	200	

Gambar. 9 Perkiraan nilai q_{ca} (base) Sondir S-2

Nilai q_{ca} diambil rata-rata

$$\begin{aligned} q_{ca} &= \frac{120+130+145+200}{4} \\ &= 148,75 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Dari persamaan (2.1), kapasitas dukung ujung persatuan luas (q_b) :

$$\begin{aligned} q_b &= \frac{q_{ca} \text{ (base)}}{F_b} \quad (\text{nilai } F_b \text{ dari tabel 2.1, bore pile} = 3,5) \\ q_b &= \frac{148,75}{3,5} = 42,5 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Daya dukung ultimate pondasi bore pile (Q_{ult}) :

$$\begin{aligned} Q_{ult} &= q_b \times A_b \\ Q_{ult} &= 148,75 \times 1962,5 \\ &= 83406,25 \text{ kg} = 83,406 \text{ ton} \end{aligned}$$

Daya dukung ijin pondasi bore pile (Q_{ijin}) :

$$\begin{aligned} Q_a &= \frac{Q_u}{SF} \\ &= \frac{83,406}{2} \\ &= 41,703 \text{ ton} \end{aligned}$$

Tabel. 5 Hasil Perhitungan Faktor Keamanan Pondasi Bore pile Data Sondir S-2

metode Aoki dan De Alencar

Pembebanan Gaya Vertikal Program SAP 2000	Kapasitas Daya Dukung Pondasi Bore pile Pondasi Data Sondir S-1
37,583 ton	Qult = 83,406 ton
$FK = 83,406 / 37,583 = 2,219$	
Jadi, Faktor Keamanannya adalah sebesar $2,219 > 1.5$ (Aman)	

Perhitungan daya dukung bore pile dengan Metode Mayerhoff pada titik S-2.

Perhitungan di titik S-2 pada kedalaman bore pile 4,6 meter :

Data yang diperoleh dari titik 1 kedalaman 1 meter adalah:

- Perlawanan Penetrasi konus (PPK), $q_c = 35 \text{ kg/cm}^2$
- Jumlah Hambatan Lekat (JHL) $= 49,583 \text{ kg/cm}$
- Luas Bore pile (A_p) $= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 502 \text{ cm}$
 $= 1962,5 \text{ cm}^2$
- Keliling Bore pile (A_s) $= \pi \times 50 \text{ cm}$
 $= 157 \text{ cm} = 1,57 \text{ m}$

kapasitas daya dukung bore pile (Qult):

$$\begin{aligned} Qult &= (q_c \cdot A_p) + (JHL \cdot K11) \\ &= (35 \cdot 1962,5) + (49,583 \cdot 157) \\ &= 76,572 \text{ ton} \end{aligned}$$

kapasitas daya dukung ijin pondasi (Qijin):

$$\begin{aligned} Qijin &= \frac{q_c \times A_c}{3} + \frac{HL \times K1}{5} \\ &= \frac{35 \cdot 1962,5}{3} + \frac{49,583 \cdot 157}{5} \\ &= 24452,739 \text{ kg} \\ &= 24,453 \text{ ton} \end{aligned}$$

Daya dukung terhadap kekuatan tanah untuk tiang tarik :

$$\begin{aligned} Tult &= JHL \cdot K11 \\ &= 49,583 \cdot 157 \\ &= 7784,531 \text{ kg} = 7,785 \text{ ton} \end{aligned}$$

Daya dukung ijin Tarik :

$$\begin{aligned} Qijin &= \frac{Tult}{3} \\ &= \frac{7,785}{3} = 2,595 \text{ ton} \end{aligned}$$

Tabel. 6 Perhitungan daya dukung tiang bor metode Meyerhoff pada titik S-2

Kedalaman (m)	PPK (q_c) (kg/cm^2)	A_p (cm^2)	JHL (kg/cm)	K (cm)	Q ult (ton)	Q ijin (ton)
0	0	0	0	0	0	0
1	45	1962,5	49,583	157	76,472	24,4527
2	30	1962,5	157,01	157	63,901	18,0134
3	20	1962,5	247,92	157	97,789	27,4097
4	135	1962,5	347,08	157	289,992	89,3983
4,6	200	1962,5	437,99	157	461,264	144,5862

Tabel. 7 Hasil Perhitungan Faktor Keamanan Pondasi Bore pile Data Sondir S-2 Metode Mayerhoff

Pembebanan Gaya Vertikal Program SAP 2000	Kapasitas Daya Dukung Pondasi Bore pile Pondasi Data Sondir S-1
37,583 ton	Qult = 461,264 ton

$FK = 461,264 / 37,583 = 12,27$
Jadi, Faktor Keamanannya adalah sebesar $12,27 > 1.5$ (Aman)

Menghitung kapasitas daya dukung bore pile dari data SPT

Perhitungan daya dukung bore pile per lapisan dari data SPT metode Reese & Wright dan data diambil pada titik (BH-1).

Perhitungan pada titik (BH-2) :

Data bore pile :

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter tiang (D)} &= 50 \text{ cm} \\
 \text{Keliling bore pile (As)} &= \pi \times 50 \text{ cm} \\
 &= 157 \text{ cm} = 1,57 \text{ m} \\
 \text{Luas bore pile (Ap)} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\
 &= \frac{1}{4} \times \pi \times 50^2 \\
 &= 1962,5 \text{ cm}^2 = 1,9625 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

	Kedalaman (m)	Nilai N (Pukulan)
↑	0	
	1	
	2	10
	3	
↓	4	35

N = rata-rata SPT (Nilai)

$$N = \frac{10 + 35}{2} = 22,5 \text{ m}$$

Untuk $N < 60$ maka:

$$\begin{aligned}
 q_p &= 7 N \\
 &= 7 \times 22,5 \\
 &= 157,5 \text{ ton/m}^2
 \end{aligned}$$

Dari persamaan (2.8) daya dukung ujung taing pondasi bore pile tanah non kohesif adalah :

$$\begin{aligned}
 Q_p &= q_p \cdot A_p \\
 &= 157,5 \times 1,9625 = 309,094 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Dari persamaan (2.9) daya dukung ujung pondasi bore pile tanah non kosesif adalah :

$$Q_s = f \cdot L \cdot p$$

Untuk $N < 53$ maka:

$$\begin{aligned}
 f &= 0,32 N \\
 &= 0,32 \times 22,5 \\
 &= 7,2 \text{ ton/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_s &= f \times L \times p \\
 &= 7,2 \times 4 \times 1,9625 \\
 &= 56,52 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Tabel. 8 Hasil Perhitungan Faktor Keamanan Pondasi Bore pile SPT (BH-1) Metode Resse&Wright

Pembebanan Gaya Vertikal Program SAP 2000	Kapasitas Daya Dukung Pondasi Bore pile Pondasi Data SPT (BH-1)
37,583 ton	Qult = 56,52 ton
$FK = 56,52 / 37,583 = 1,503$	
Jadi, Faktor Keamanannya adalah sebesar $1,503 > 1.5$ (Aman)	

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan beberapa metode dan titik sondir dan spt pada proyek pembangunan reservoir kapasitas 500m³ maka kesimpulan tabel 9

Tabel. 9 Hasil perhitungan beberapa metode dan titik sondir dan SPT

No.	Keterangan	Resse&Wright (ton)	Aoki dan De Alencar (Q ult) (ton)	Metode Meyerhoff (Q ult) (ton)
1	Data Sondir S-1		72,893	443,100
2	Data Sondir S-2		83,406	461,264
3	Data SPT (BH-1)	56,52		

Analisis pembebanan pada rencana pembangunan reservoir kapasitas 500m³ dengan tinggi max air 2 meter adalah sebesar 37,583 ton, dan perbandingan nilai faktor keamanan (FK) pada pondasi bore pile dengan berbagai metode sebagai berikut :

Tabel. 10 Faktor keamanan pada pondasi bore pile

No	Metode	Faktor Keamanan > 1.5	Keterangan
1	Metode Aoki dan De Alencar		
	a. Sondir S-1	1,93	Aman
	b. Sondir S-2	2,219	Aman
2	Metode Mayerhoff		
	a. Sondir S-1	11,7	Aman
	b. Sondir S-2	12,27	Aman
3	Metode Resse&Wright		
	SPT BH-1	1,503	Aman

Saran

Berdasarkan hasil analisis ini, beberapa saran sebagai berikut: Hasil penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk analisis pada permasalahan yang sama, untuk analisis pembebanan struktur dapat juga menggunakan bantuan seperti STAAD.Pro, TEKLA structure, ANSYS, atau aplikasi struktur lainnya.

REFERENSI

- Hulu, Henry Beteholi. 2015. *Analisa Daya Dukung Pondasi Bore pile Menggunakan Metode Analitis (Studi Kasus Proyek Pembangunan Manhattan Mall dan Condominium*. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Jurnal Teknik Sipil Siklus, Vol. 1, No. 2, Oktober 2015. *ANALISA KUAT DUKUNG PONDASI BORE PILE BERDASARKAN DATA PENGUJIAN LAPANGAN (CONEDAN N-STANDARD PENETRATION TEST)* Jurusan Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru.
- Aminudin, Adib and Devi, Nabilla Zatalina (2016), *ANALISIS DAYA DUKUNG PONDASI BORE PILE PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL BAWEN-SALATIGA PAKET 3.1*. Undergraduate thesis. Fakultas Teknik UNISSULA.
- JURNALTEKNIK SIPIL Siklus, Vol. 1, No. 2, Oktober 2015 Jurusan Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru Jalan Dirgantara No. 4 Arengka Raya Pekanbaru Judul : *ANALISA KUAT DAYA DUKUNG PONDASI BORE PILE BERDASARKAN DATA PENGUJIAN LAPANGAN (CONE DAN N-STANDARD PENETRATION TEST)* metode Meyerhoff, Metode Aoki dan De Alencar, metode Coyle dan Castello, metode O'Neil dan Reese.
- BUKU PONDASI 1 , Dr. Ir. Hary Christady Hardiyatmo, M. Eng., D.E.A , (Pengajar di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta) Jakarta, Gramedia Pustaka Utama, 1996.
- Jurnal IKRA-ITH Teknologi Vol 2 No 3 November 2018 ISSN 2580-4308 Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Persada Indonesia Y.A.I Jalan Salemba Raya No.7-9A, Jakarta Pusat Judul : *ANALISA DAYA DUKUNG PONDASI BORE PILE BERDASARKAN DATA N-SPT MENURUT RUMUS REESE & WRIGHT DAN PENURUNAN*.

BUKU Belajar SAP 2000, Cepat - Tepat – Mahir, Seri 1, Edisi Kedua ©Tim Penyusun Prof. Dr. Ir. Iman Satyarno, M.E, Purbolaras Nawangalam, S.T., M.Eng, R. Indra Pratomo P., S.T., M.Eng.
BUKU TENTANG BETON STANDAR ASTM D3341-75t metodologi-sondir.
BUKU Standar SNI-1727-2013, Beban minimum untuk perancangan bangunan Gedung dan stuktur lain.
Jurusan Teknik Sipil Itenas | No. 4 | Vol. 3, Jurnal Online Institut Teknologi Nasional, Desember 2017 Judul : Analisis Daya Dukung Pondasi Kelompok Tiang Bor pada Jembatan Moh Toha (di Proyek Penambahan Lajur Tol Kopo–Buah Batu) LUTHFI NURACHIM, YUKI ACHMAD YAKIN, (Reese&Wright, 1977).
BUKU Standar SNI-2847-2013, Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung.
DOKUMEN PENYIAPAN READINESS CRITERIA KEGIATAN SPAM TA 2020 PROVINSI KALIMANTAN SELATAN, Rencana teknis pengembangan SPAM (DED) yang memenuhi syarat peraturan berlaku (Permen PU No. 27/2016).