

**ANALISA KONSTRUKSI PONDASI BOREPILE PADA PEKERJAAN MAIN BRIDGE
62+972 PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL
SIGLI – BANDA ACEH**

Oleh:

Yogi Satrio Purnama ¹⁾

Putra Sitompul ²⁾

Masriani Endayanti ³⁾

Semangat Debataraja ⁴⁾

Universitas Darma Agung, Medan ^{1,2,3,4)}

E-Mail:

13th.purnama@gmail.com ¹⁾

putrasitompul017@gmail.com ²⁾

endayanti22@gmail.com ³⁾

semangattuadebataraja@gmail.com ⁴⁾

History Jurnal Ilmiah Teknik Sipil:

Received : 25 April 2023

Revised : 14 Juni 2023

Accepted : 10 Agustus 2023

Published : 25 Agustus 2023

Publisher: LPPM Universitas Darma Agung

Licensed: This work is licensed under

<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0>



ABSTRAK

Jembatan memiliki kedudukan penting dalam pembangunan jalan tol, dan harus kuat menahan beban yang bekerja di atasnya. Kesalahan dalam perhitungan gaya-gaya dan juga kegagalan disain pondasi dapat mengakibatkan kegagalan pada struktur jembatan secara keseluruhan. Berdasarkan hasil Analisa Konstruksi Pondasi Borepile pada Pekerjaan Main Bridge 62+972 Proyek Pembangunan Jalan Tol Sigli – Banda Aceh, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut : 1). Dari data SPT di titik BH-09 dengan menggunakan metode Meyerhoff (1956), diperoleh daya dukung ijin pondasi borepile pada kedalaman 18 m dengan diameter tiang 1 meter (Q_{ijin}) = 346,73 Ton, 2). Efisiensi kelompok tiang dengan menggunakan metode Converse-Labarre adalah sebesar (E_g) = 0,81, artinya efisiensi daya dukung kelompok tiang sebesar 81%, 3). Kapasitas daya dukung total kelompok tiang adalah $Q_g = 2527,66$ Ton, daya dukung pondasi > beban = 2527,66 ton > 836,25 ton, 4). Diameter tulangan yang digunakan yaitu D32 – 200 dengan kuat geser beton terhadap satu arah, $\phi V_c = 1348,90$ ton, dan kuat geser beton terhadap dua arah, $\phi V_c = 3313,85$ ton. Sehingga memenuhi syarat $\phi V_c > V_u$. Kuat geser satu arah > gaya geser = 1348,90 ton > 204,12 ton, kuat geser dua arah > gaya geser = 3313,85 ton > 752,76 ton.

Kata Kunci : Pondasi, Bore pile, Main Bridge

ABSTRACT

Bridges have an important position in toll roads construction, and must be sufficient to withstand the loads. Errors in the forces calculation and foundation design can result in failure of the bridge structure as a whole. Based on the results of the Borepile Foundation Construction Analysis on the Main Bridge 62+972 Construction at Sigli – Banda Aceh Toll Road Project, the following conclusions can be drawn: 1). From SPT data at BH-09 using Meyerhoff method (1956), borepile allowable bearing capacity at depth 18-meter depth

with diameter 1 meter (Q_{allow}) = 346,73 Tons, 2). The pile group efficiency using Converse-Labarre method is (E_g) = 0,81, which means efficiency of the pile group bearing capacity is 81%, 3). Total bearing capacity of the pile group is $Q_g = 2527,66$ tons, foundation bearing capacity > load = 2527,66 tons > 836,25 tons, 4). The diameter of the reinforcement used is D32 - 200 with one-way shear strength of concrete, $V_c = 1348,90$ tons, and two-way shear strength of concrete, $V_c = 3313,85$ tons. It meets the conditions $V_c > V_u$. One-way shear strength > shear force = 1348,90 tons > 204,12 tons, two-way shear strength > shear force = 3313,85 tons > 752,76 tons.

Keywords: Foundation, Bore pile, Main Bridge

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai sistem jaringan jalan, di sepanjang jalan tol juga terdapat jembatan utama sebagai penghubung jalur yang dipisahkan oleh sungai, rawa, ataupun area yang tidak memungkinkan untuk dibangun jalan secara langsung. Jembatan ini memiliki posisi penting yang tidak terpisahkan dalam pembangunan jalan tol. Oleh karena itu jembatan harus kuat menahan beban yang bekerja di atasnya, dan beban-beban tersebut harus tersalurkan dengan baik ke lapisan tanah pendukungnya. Kesalahan dalam perhitungan gaya-gaya dan juga kegagalan disain pondasi dapat mengakibatkan kegagalan pada struktur jembatan secara keseluruhan.

1.2 Maksud Dan Tujuan

Adapun maksud dan tujuan dari penulisan skripsi ini adalah:

1. Menganalisa daya dukung pondasi borepile berdasarkan data SPT (Standard Penetration Test) pada pekerjaan pembangunan Main Bridge STA 62+972 di pondasi kolom P1L
2. Menghitung nilai efisiensi kelompok tiang pada pembangunan Main Bridge STA 62+972 di pondasi kolom P1L
3. Menganalisis stabilitas konstruksi pada pekerjaan pembangunan Main Bridge STA 62+972 di pondasi kolom P1L
4. Mengevaluasi ketebalan pile cap dan penulangan di pondasi kolom P1L

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Pondasi Dan Jenis - Jenis Pondasi

Pondasi adalah bagian paling bawah dari struktur yang mempunyai fungsi memikul beban dari struktur di atasnya ke lapisan tanah pendukung. Pada setiap struktur, beban yang terjadi karena beratnya sendiri atau beban rencana, harus dipindahkan ke lapisan tanah penyangga yang stabil, sehingga struktur tersebut juga stabil dan dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

Ada berbagai jenis pondasi, yang penentuannya sering dipengaruhi oleh kondisi tanah di sekitar bangunan atau jenis beban bangunan itu sendiri. Pemilihan jenis pondasi yang digunakan sangat mempengaruhi keamanan struktur di atas pondasi. Jenis - jenis pondasi dapat digolongkan:

1. Pondasi Dangkal
 - a. Pondasi Batu Kali
 - b. Pondasi Batu Bata
 - c. Pondasi Telapak
2. Pondasi Dalam
 - a. Pondasi Tiang Pancang
 - b. Pondasi Sumuran
 - c. Pondasi Bore Pile

2.2 Penyelidikan Tanah Dengan Standard Penetration Test (SPT)

Standard Penetration Test (SPT) adalah sejenis percobaan dinamis dengan memasukkan suatu alat yang dinamakan split spoon ke dalam tanah. Dengan percobaan ini akan diperoleh kepadatan relatif (*relative density*), sudut geser

tanah (ϕ) berdasarkan nilai jumlah pukulan (N).

Profil lapisan tanah dibuat sedemikian rupa sehingga keseluruhan penampang dilokasi penyelidikan yang akan dibangun dapat tergambarkan dengan jelas. Jenis tanah per lapisan diperoleh dari pengamatan visual dan uji SPT. Dari pengamatan visual secara kasar dapat diketahui jenis tanah dalam klasifikasi tertentu. Untuk kepadatan dan konsistensi setiap lapisan didapat dengan menggunakan korelasi terhadap uji SPT.

2.3 Daya Dukung Bore Pile Berdasarkan Data SPT

Daya dukung bore pile didapat dari penjumlahan antara kekuatan ujung tiang dan hambatan lekat selimut tiang. Daya dukung untuk tanah non-kohefif seperti dirumuskan di bawah ini menurut persamaan *Meyerhoff* (1956) :

- 1) Daya dukung ujung tiang pada tanah non-kohefif

$$Q_p = 40 \cdot N_r \cdot A_p \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana :

- Q_p = Daya dukung ujung tiang
- N_r = Nilai N rata-rata ($N_r = \frac{N_1 + N_2}{2}$)
- L_b = Kedalaman tiang
- D = Diameter tiang
- A_p = Luas permukaan tiang

- 2) Tahanan geser selimut tiang pancang pada tanah non-kohefif

$$Q_s = 0,20 \cdot N_k \cdot A_k \cdot L_i \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana :

- Q_s = Daya dukung selimut tiang
- N_k = Nilai komulatif N-SPT
- A_k = Keliling tiang
- L_i = Kedalaman yang di tinjau

- 3) Daya dukung ultimit tiang bor (bore pile) yaitu:

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s \dots\dots\dots (2.3)$$

Sedangkan daya dukung ijin tiang bor adalah:

$$Q_i = \frac{Q_p}{3} + \frac{Q_s}{5} \dots\dots\dots (2.4)$$

2.4 Efisiensi Kelompok Tiang

Persamaan efisiensi kelompok tiang untuk menghitung kapasitas kelompok tiang yang disarankan oleh *Converse-Labarre*, sebagai berikut:

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n-1) \cdot m + (m-1) \cdot n}{90 \cdot m \cdot n} \dots\dots\dots (2.5)$$

Beban ultimit kelompok tiang dengan memperhitungkan faktor efisiensi tiang dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$Q_g = E_g \cdot n \cdot Q_i \dots\dots\dots (2.6)$$

Tegangan maksimum yang bekerja tidak boleh melebihi kapasitas yang diijinkan oleh kelompok tiang. Kelompok tiang dikatakan aman apabila nilai $P_{u_{max}} < Q_g$

2.5 Perencanaan Pile Cap

- 1) Perhitungan gaya geser yang bekerja pada penampang kritis satu arah

$$V_u = \delta \cdot L \cdot G' \dots\dots\dots (2.7)$$

Diketahui:

V_u = Gaya geser yang terjadi di satu arah

δ = Tegangan yang terjadi ($\frac{P}{A}$)

L = Panjang pondasi yang di tinjau

G' = Area pembebanan yang di tinjau

A = Luas pondasi

P = Beban vertikal

Perhitungan kuat geser beton yaitu:

$$\phi V_c = \phi \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d$$

- 2) Perhitungan gaya geser yang bekerja pada penampang kritis dua arah

$$V_u = \delta \cdot (L^2 \cdot G'^2) \dots\dots\dots (2.8)$$

Perhitungan besar V_c adalah nilai terkecil dari:

$$V_{c1} = (1 + \frac{2}{\beta_c}) \sqrt{\frac{f_c' \cdot b \cdot d}{6}} \dots\dots\dots (2.9)$$

$$V_{c2} = (\frac{a_s \cdot d}{b \cdot o} + 2) \sqrt{\frac{f_c' \cdot b \cdot d}{12}} \dots\dots\dots (2.10)$$

$$V_{c3} = \frac{1}{3} \sqrt{f_c' \cdot b \cdot d} \dots\dots\dots (2.11)$$

$$\beta_c = \frac{\alpha k}{b k} \dots\dots\dots(2.12)$$

$$b_o = 4B'$$

as = 40 untuk kolom dalam

as = 30 untuk kolom tepi

as = 20 untuk kolom sudut

3) Perhitungan Rencana Tulangan Pile Cap Diatas Pondasi Tiang

Tulangan pile cap ini diperhitungkan dengan memperhatikan tegangan geser. Adapun tahap-tahap perhitungan yaitu:

Lebar Penampang Kritis B'

$$B' = \frac{\text{lebar pile cap}}{2} - \frac{\text{lebar kolom}}{2} \dots\dots\dots(2.13)$$

Berat Pile Cap Pada Penampang Kritis q'

$$q_u = \frac{P}{A} + \frac{Mux}{w} \dots\dots\dots(2.14)$$

Momen Terfaktor Pada Penampang

$$M_u = \frac{1}{2} q_u \cdot X^2 \dots\dots\dots(2.15)$$

Momen Nominal Penampang

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} \dots\dots\dots(2.16)$$

Luas Tulangan Yang dibutuhkan :

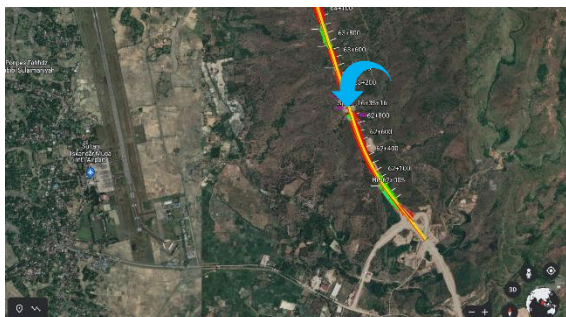
$$A_s = \frac{M_n}{f_y \cdot x \cdot b \cdot d} \dots\dots\dots(2.17)$$

$$A_s = \rho \cdot x \cdot b \cdot d \dots\dots\dots(2.18)$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Jembatan Krueng Lingka atau Main Bridge 62+972 berlokasi di Proyek Pembangunan Jalan Tol Trans Sumatera Ruas Sigli – Banda Aceh Seksi 5 (Blang Bintang – Kutabaro)



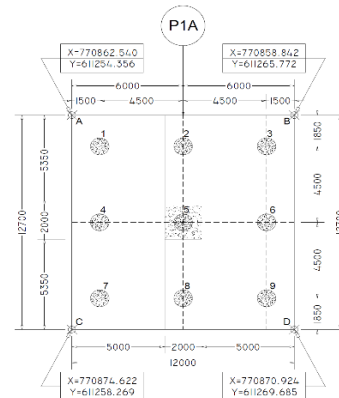
Gambar 3.1 Lokasi Jembatan Main Bridge 62+972 pada Proyek Pembangunan Jalan

Tol Trans Sumatera Ruas Sigli – Banda Aceh

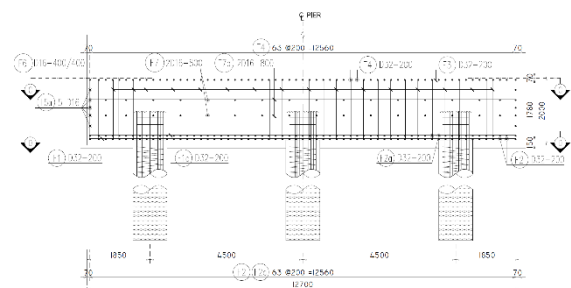
3.2. Data Teknis Bore Pile

Berikut data-data teknis borepile:

- 1) Tipe : Bore Pile *Cast-in-Place*
- 2) Diameter : 100 cm
- 3) Tebal Beton : 10 cm
- 4) Mutu Beton : f_c' 30 atau K-350
- 5) Mutu Baja : BJTD-40



Gambar 3.2 Denah pondasi bore pile



Gambar 3.3 Potongan bore pile

3.3. Metode Perhitungan Pondasi

Perhitungan pondasi mencakup perhitungan daya dukung tiang tunggal, perhitungan efisiensi tiang dan perhitungan daya dukung kelompok tiang. Perhitungan daya dukung tiang tunggal pondasi bore pile dari data hasil SPT menggunakan persamaan *Meyerhoff* (1956) pada tiang pancang. Dan efisiensi kelompok tiang, E_g , dihitung menggunakan persamaan *Converse-Labarre*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan Daya Dukung Tiang

Perhitungan kapasitas daya dukung tiang pancang dari data SPT memakai metode Meyerhoff (1956)

Data tiang bor :

Lokasi = Kolom P1L Jembatan

Kedalaman, Li = 18 m

Mutu beton = K-350

Panjang tiang = 18 m

Luas tiang, (Ap) = $\frac{1}{4} \pi \cdot d^2$
= $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 12^2$
= 0,79 m²

Luas keliling tiang, Ak
= $\pi \cdot d \cdot Li$
= $3,14 \times 12 \times 18$
= 56,52 m²

Daya dukung ujung tiang, Qp
= 40 x Nr x Ap
= 40 x 25 x 0,79
= 790 ton

Daya dukung selimut tiang, Qs
= 0,2 x Nk x Ak
= 0,2 x 36,89 x 56,52
= 417 ton

Kapasitas daya dukung tiang bore pile tunggal:

Qult = Qp + Qs
= 790 + 417
= 1207 ton

Kapasitas daya dukung ijin pondasi:

Qijin = $\frac{Qp}{3} + \frac{Qs}{5}$
= $\frac{790}{3} + \frac{417}{5}$
= 346,73 ton

4.2. Efisiensi dan Daya dukung Tiang Kelompok

Efisiensi Kelompok tiang dihitung dengan menggunakan rumus Converse Labrere

$$Eg = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 \cdot m \cdot n}$$

Dimana :

m = 3; n = 3

d = 1 m; S = 4,5 m

$\theta = \arctan (d/s)$

$$= \arctan (1/4,5)$$

$$= 12,53$$

$$Eg = 1 - 12,53 \times \frac{(3-1)3 + (3-1)3}{90 \times 3 \times 3}$$

$$= 0,81$$

Kapasitas Daya Dukung Kelompok Tiang

Qg = Eg x n x Qi
= 0,81 x 9 x 346,73 ton
= 2527,66 ton

4.3. Kestabilan Pondasi Terhadap Gaya Tekan

Gaya yang bekerja pada Bore pile harus lebih kecil dari kapasitas daya dukung kelompok tiang, atau Pu < Qg

Pu = 836,25 ton

Qg = 2527,66 ton

Maka diperoleh:

$$= 836,25 \text{ ton} < 2527,66 \text{ ton} \dots \text{Ok!}$$

Angka keamanan = $\frac{Qg}{Pu} > 2,5$

$$= \frac{2527,66}{836,25} > 2,5$$

$$= 3,02 > 2,5 \dots \text{Aman}$$

4.4. Evaluasi Perencanaan Pile Cap

Diketahui dimensi pile cap:

- Lebar (L) = 12,00 m
- Panjang (b) = 12,70 m
- Tebal (ht) = 2,00 m
- Tebal selimut beton (d') = 0,10 m
- Tebal efektif pile cap (d) = ht - d'
= 2,00 - 0,10
= 1,90 m

Dimensi kolom:

- Panjang (h) = 2,00 m
- Lebar (b) = 2,00 m

Untuk spesifikasi material yang digunakan:

- Tulangan, fy = 400 mpa
- Beton, fc' = 20 mpa / K-250

1) Perhitungan gaya terhadap satu arah dan dua arah

Untuk arah X perhitungan gaya geser terhadap satu arah:

P = 8362,5 kN

A = 12 x 12,7

= 152,4 m²

$$\begin{aligned}
 q_u &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{8362,5}{152,4} \\
 &= 54,87 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Selimut beton (d')

$$= 0,1 \text{ m}$$

Tebal efektif File cap (d)

$$\begin{aligned}
 &= 2,0 - 0,1 \\
 &= 1,9 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Lebar penampang kritis x (G')

$$\begin{aligned}
 &= 12 - \left(\frac{12}{2} + \frac{2}{2} + 1,9\right) \\
 &= 3,1 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Luas penampang Kritis (A_{Kritis})

$$\begin{aligned}
 &= (3,1 \times 12) \\
 &= 37,2 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Maka gaya geser yang bekerja pada pile cap untuk satu arah adalah

$$\begin{aligned}
 V_u &= q_u \times L \times G' \\
 &= 54,87 \text{ kN/m}^2 \times 12 \text{ m} \times 3,1 \text{ m} \\
 &= 2041,16 \text{ kN} \\
 &= 204,12 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Perhitungan kuat geser beton untuk satu arah:

$$\begin{aligned}
 \phi V_c &= \phi \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} b d \\
 &= \frac{1}{6} \sqrt{(20)} \times 12700 \times 1900 \\
 &= 17985,44 \text{ kN} \\
 &= 1798,54 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_c &= 0,75 \times 1798,54 \text{ ton} \\
 &= 1348,90 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Syarat: $V_u < \phi V_c$
 204,12 ton < 1348,90 ton ... Ok!
 (memenuhi syarat geser)

Kontrol terhadap geser dua arah
 Selimut beton (d')

$$= 0,1 \text{ m}$$

Tebal efektif pile cap (d)

$$\begin{aligned}
 &= 2,0 \text{ m} - 0,1 \text{ m} \\
 &= 1,90 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Lebar penampang kritis x

$$\begin{aligned}
 &= 2 + d = 2 + 1,9 \\
 &= 3,9 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Lebar penampang kritis y

$$\begin{aligned}
 &= 2 + d = 2 + 1,9 \\
 &= 3,9 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Luas penampang Kritis (A_{Kritis})

$$\begin{aligned}
 &= (3,9 \times 3,9) \\
 &= 15,21 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Maka gaya geser yang bekerja pada pile cap untuk dua arah adalah:

$$\begin{aligned}
 V_u &= q_u \cdot (L \times b) - B'2 \\
 &= 54,87 \times ((12,7 \times 12) - 15,21) \\
 &= 7527,62 \text{ kN} \\
 &= 752,76 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Perhitungan kuat geser beton untuk dua arah:

Kuat geser beton (V_c) adalah nilai terkecil dari V_c:

$$\begin{aligned}
 b_o &= 4B' \\
 &= 4 \times 3,9 \\
 &= 15,6 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$B_c = \frac{12,7}{12} = 1,06$$

$$a_s = 40$$

$$\begin{aligned}
 V_{c1} &= \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \times \frac{\sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d}{6} \\
 &= \left(1 + \frac{2}{1,06}\right) \times \frac{\sqrt{20} \times 15600 \times 1900}{6}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 63776,03 \text{ kN} \\
 &= 6377,60 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{c2} &= \left(\frac{a_s d}{b_o} + 2\right) \times \frac{\sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d}{12} \\
 &= \left(\frac{40 \times 1900}{15600} + 2\right) \times \frac{\sqrt{20} \times 15600 \times 1900}{12}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 75907,05 \text{ kN} \\
 &= 7590,71 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{c3} &= \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} b_o d \\
 &= \frac{1}{3} \times \sqrt{20} \times 15600 \times 1900
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 44184,70 \text{ kN} \\
 &= 4418,47 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Nilai V_c yang digunakan adalah nilai terkecil dari ketiga nilai V_c diatas, yaitu:

$$\begin{aligned}
 V_{c3} &= 4418,47 \text{ ton} \\
 \phi V_c &= 0,75 \times 4418,47 \text{ ton} \\
 &= 3313,85 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Syarat $V_u < \phi V_c$
 752,76 ton < 3313,85 ton ... OK!

(pondasi memenuhi syarat geser)

2) Penulangan Pada pile Cap
Desain Terhadap Lentur :

$$P_u = 8362,5 \text{ kN}$$

$$M_{ux} = 745,67 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned}\omega &= \frac{1}{6} \times b \times h^2 \\ &= \frac{1}{6} \times 12 \times 2^2 \\ &= 8 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}q_u &= \frac{P}{A_{pondasi}} + \frac{M_{ux}}{\omega} \\ &= \frac{8362,5}{152,4} + \frac{745,67}{8} \\ &= 148,08 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

Penampang Kritis Arah X

$$\begin{aligned}&= \left(\frac{12}{2}\right) - \left(\frac{2}{2}\right) \\ &= 5 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_u &= \frac{1}{2} \times q_u \times X^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 148,08 \times 5^2 \\ &= 1851 \text{ kNm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_n &= \frac{M_u}{\phi} \\ &= \frac{1851}{0,75} \\ &= 2468 \text{ kNm}\end{aligned}$$

$M_n > M_u = 2468 > 1851 \dots \text{Ok!}$
(kekuatan beton mampu menahan beban lentur yang bekerja)

Menghitung kebutuhan luas tulangan:

$$\begin{aligned}A_s &= \frac{M_n}{f_y \cdot x \cdot d} \\ &= \frac{2468}{400000 \times 2 \times 2} \\ &= 0,00154 \\ &= 0,154 \times 10^{-2} \text{ m}^2 \approx 1540 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{A_s}{b \cdot d} \\ &= \frac{1540}{12000 \times 2000} \\ &= 0,0000683 \\ &= 6,42 \times 10^{-5}\end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035 = 3,5 \times 10^{-3}$$

$\rho < \rho_{\min}$, maka digunakan $\rho = 3,5 \times 10^{-3}$, sehingga:

$$\begin{aligned}A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 3,5 \times 10^{-3} \times 12000 \times 2000 \\ &= 84000 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Bila dipakai Tulangan D32 - 200 (terpasang jumlah 128 tulangan)

$$\begin{aligned}A_s' &= 0,25 \times 3,14 \times 32^2 \times 128 \\ &= 102891,52 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Syarat $A_s' > A_s$

$$102891,52 \text{ mm}^2 > 84000 \text{ mm}^2 \dots \text{Ok!}$$

(dapat dipakai tulangan D32 - 200)

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan pada lokasi Proyek Pembangunan Konstruksi Pondasi Borepile Pada Pekerjaan Main Bridge 62+972 Proyek Pembangunan Jalan Tol Sigli - Banda Aceh maka kesimpulan yang dapat di ambil adalah sebagai berikut :

- 1) Berdasarkan hasil perhitungan daya dukung Pondasi Borepile dari data SPT di titik BH-09 dengan menggunakan metode Meyerhoff (1956), maka diperoleh daya dukung ijin Pondasi Borepile pada kedalaman 18 m dengan diameter tiang 1 meter (Q_{ijin}) = 346,73 Ton.
- 2) Efisiensi kelompok tiang dengan menggunakan metode Converse-Labarre adalah sebesar (E_g) = 0,81, artinya efisiensi daya dukung kelompok tiang sebesar 81%.
- 3) Dari hasil perhitungan didapat kapasitas daya dukung total kelompok tiang adalah $Q_g = 2527,66$ Ton.
Daya dukung pondasi > beban = $2527,66 \text{ Ton} > 836,25 \text{ Ton}$.
- 4) Dari hasil perhitungan didapatkan diameter tulangan D32 - 200 dengan kuat geser beton terhadap satu arah, $\phi V_c = 1348,90 \text{ ton}$, dan kuat geser beton terhadap dua arah, $\phi V_c =$

3313,85 ton. Sehingga memenuhi syarat $\phi V_c > V_u$
Kuat geser satu arah > gaya geser
= 1348,90 ton > 204,12 ton
Kuat geser dua arah > gaya geser
= 3313,85 ton > 752,76 ton

Sardjono, H.S, 1988, *Pondasi tiang pancang*, jilid 1, penerbit Sinar Jaya Wijaya, Surabaya.

Sardjono, H.S, 1988, *Pondasi tiang pancang*, jilid 2, penerbit Sinar Jaya Wijaya, Surabaya.

5.2. Saran

Dari hasil perhitungan dan kesimpulan di atas maka di sarankan beberapa hal Berikut:

- 1) Agar dalam perhitungan daya dukung pondasi sebaiknya menggunakan data dari berbagai lokasi titik SPT sehingga hasil yang akan didapatkan lebih akurat.
- 2) Sebaiknya dalam perencanaan pondasi tidak hanya menggunakan data SPT saja, namun juga menggunakan data sondir ataupun data laboratorium sebagai pembanding demi hasil akhir yang lebih akurat yang dapat dipakai dalam perencanaan.
- 3) Dalam perencanaan pondasi bore pile sebaiknya menggunakan perbandingan beberapa metode analisa, yang bertujuan untuk mengetahui perbandingan daya dukung dan stabilitas struktur pondasi untuk masing-masing metode.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J. E., 1991, *Analisa dan Desain Pondasi*, Edisi keempat Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C., 1996, *Teknik Pondasi 1*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C., 2002, *Teknik Pondasi 2*, Edisi Kedua, Beta Offset, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2011. *Analisis dan Perancangan Fondasi II*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Peraturan pembebanan Indonesia untuk gedung (PPIUG 1983).