

EVALUASI DAYA DUKUNG PONDASI PADA PERENCANAAN TOWER TELEKOMUNIKASI DI SITE TANDEM HILIR 2 HAMPARAN PERAK KABUPATEN DELI SERDANG

Oleh:

Laskar Elisman Harefa¹

Elhan Juniar Hia²

Masriani Endayanti³

Rahelina Ginting⁴

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

Email :

laskar.elisman@gmail.com

elhanhia@gmail.com

Abstrak

Tower disebut sebagai menara yang terbuat dari rangkaian besi atau pipa, baik berbentuk persegi panjang atau segi tiga, atau hanya berupa pipa panjang (tongkat), yang bertujuan untuk menempatkan antena dan pemancar radio serta penerima gelombang telekomunikasi dan informasi. Dalam pembangunan menara Telekomunikasi di Site Tandem Hilir 2 Hamparan Perak Kabupaten Deli Serdang menggunakan pondasi bored pile yakni diameter 0,4 m dengan panjang tiang 15 m. Dalam menentukan jenis, ukuran, dan konstruksi pondasi harus memperhatikan jenis / beban bangunan, kondisi tanah, dan faktor lain yang mempengaruhinya baik langsung maupun tidak langsung. Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan maka didapatkan hasil 1) Besar kapasitas daya dukung bore pile tunggal dan pondasi tiang grup dengan menggunakan metode mayerhof pada kedalaman 15 m adalah $Q_g = 315,524 \text{ Ton} > 288,616 \text{ Ton}$, 2) Efisiensi kelompok tiang bor dengan 4 tiang diperoleh sebesar $= 0,776$ yang artinya efisiensi daya dukung kelompok tiang sebesar 77,6 %, 3) Dari hasil perhitungan, tiang dengan konfigurasi 4 tiang menghasilkan daya dukung sebesar $Q_g = 315,524 \text{ Ton} > 288,616 \text{ ton}$, memberikan hasil yang aman untuk bangunan tower.

Kata Kunci : Kapasitas Daya Dukung, Pondasi, Tower Telekomunikasi

Abstract

A towers is a tower that was created from a series of iron or pipes, either rectangular or triangular, or simply in the form of a long pipe (stick), which is intended to place antennas and radio transmitters and receivers of telecommunications and information waves. Construction of the Telecommunication Tower at the Tandem Hilir 2 Hamparan Perak Site, Deli Serdang Regency, a pile foundation with a diameter of 0.4 m and a pile length of 15 m is used. In determining the type, size and construction of the foundation, you must pay attention to the type of building, building load, soil conditions and other factors that influence it, both directly and indirectly. Based on the results of the analysis and calculations, the results obtained are 1) bearing capacity of single drilled pile foundation and bearing capacity of Mayerhof method group pile foundation at a depth of 15 m is $Q_g = 315,524 \text{ tons} > 288,616 \text{ tons}$, 2) The use of a drilled pile group with 4 piles is obtained at $= 0.776$, which means the efficiency of the bearing capacity of the pile group is 77.6%, 3) From the calculation results,

piles with a 4 pile configuration produce a carrying capacity of $Q_g = 315,524$ tonnes $> 288,616$ tonnes, providing safe results for tower buildings.

Keywords: Carrying Capacity, Foundation, Telecommunications Tower

PENDAHULUAN

Pembangunan tower telekomunikasi di seluruh Indonesia sangatlah besar, akibat kemajuan teknologi yang semakin berkembang terutama di kota-kota yang pembangunannya sangat signifikan pesatnya. Dalam pembangunan tower menggunakan pondasi sebagai struktur bawah dari suatu bangunan. Pondasi merupakan telapak dari keseluruhan struktur agar dapat berdiri kokoh dan berfungsi menyalurkan beban yang dipikul ke dalam tanah. Pekerjaan pondasi dan perencanaan dalam konstruksi bangunan merupakan prioritas utama karena struktur akan memikul beban bangunan di atasnya. Pondasi yang direncanakan harus mampu menopang beban bangunan yang direncanakan agar bangunan dapat berdiri kokoh dan apabila terjadi penurunan masih dalam batas toleransi aman.

Setiap pondasi bangunan perlu direncanakan berdasarkan jenis, kekuatan, dan daya dukung tanah dimana pondasi itu berdiri. Berdasarkan hal tersebut pondasi dibedakan menjadi pondasi dangkal (*shallow foundation*) dan pondasi dalam (*deep foundation*). Pondasi dalam digunakan apabila daya dukung tanah pada dasar pondasi sangat kecil dan kemampuannya menerima beban jauh dari permukaan tanah. Bentuk, kondisi dan struktur tanah memegang peranan penting dalam pekerjaan konstruksi. Hal ini harus menjadi perhatian karena kondisi lahan yang tidak menentu atau berbeda-beda.

Pondasi adalah salah satu pekerjaan yang sangat penting dalam suatu pekerjaan teknik sipil, karena pondasi inilah yang memikul dan menahan beban yang bekerja di atasnya yaitu beban konstruksi atas. Jenis pondasi yang digunakan pada pekerjaan Tower Telekomunikasi di Tandem Hilir 2 Hamparan Perak Kabupaten Deli Serdang adalah pondasi borepile yang merupakan jenis pondasi dalam, Tanah jenis ini mempunyai partikel dengan luas kontak yang kecil sehingga ketahanan gesernya sangat rendah.

TINJAUAN PUSTAKA

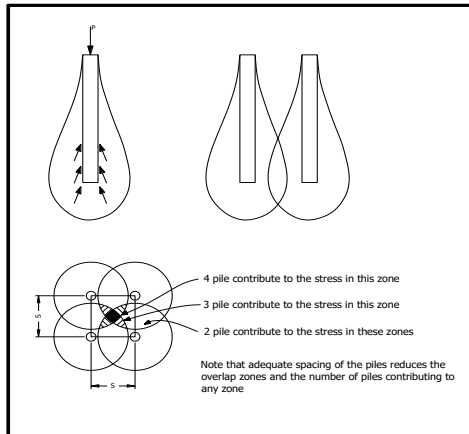
Dua kriteria yang harus dipenuhi ketika merencanakan sebuah pondasi, yaitu:

- Pondasi harus mampu menopang beban sampai nilai keamanan tertentu.
- Pondasi harus tetap pada tempatnya dan tidak bergerak sampai batas toleransi tertentu.

Perencanaan Pondasi Dalam

Secara umum perencanaan pondasi dalam meliputi daya dukung ujung (*end bearing pile*) dan daya dukung gesekan (*friction pile*). Sifat tanah yang bervariasi dan isotropik ditambah dengan beban-beban yang tidak diperhitungkan sebelumnya atau pergerakan tanah berikutnya (*gempa bumi*) dapat menyebabkan keruntuhan dan penurunan yang berlebihan.

Perencanaan Pondasi Tiang



Gambar 1. Tegangan –Tegangan Yang Terjadi Pada Tiang Pancang

Perencanaan Desain Tulangan Pondasi Bore Pile

Tulangan merupakan fungsi yang sangat penting pada struktur beton karena daya dukung struktur beton bertulang diperoleh dari kerjasama antara beton dengan tulangan. Perencanaan penggunaan perkuatan mengikuti peraturan SKSNIT15-1991-03.

Tower Telekomunikasi



Gambar 2. Setting Stub
Gambar 3. Pengecoran Pondasi Bore Pile

METODE PENELITIAN Tempat Penelitian

Riset ini berlokasi di Tandem Hilir 2 Hamparan Perak Kabupaten Deli Serdang.

Data Tanah

Berikut ini adalah data tanah hasil Uji Sondir dan Boring Log pada proyek pembangunan Tower Telekomunikasi Tandem Hilir 2 Hamparan Perak Kabupaten Deli Serdang. Data ini didukung dengan uji laboratorium.

Tabel 1. Data Hasil Uji Sondir

Kedalaman (m)	Deskripsi Tanah	Jenis Tanah
1	Lempung berpasir, coklat, plastisitas rendah, konsistensi sedang, kadar air sedang.	Kohesif
2	Pasir berlempung, abu-abu, non plastis, konsistensi sedang, kadar air sedang.	Kohesif
3 – 5	Lempung berpasir, abu-abu, plastisitas rendah, konsistensi sedang, kadar air sedang.	Kohesif
6 – 10	Lempung berpasir, abu-abu, plastisitas rendah, konsistensi sedang.	Kohesif

	kadar air sedang.	
11 – 15	Pasir berlempung, abu-abu, plastisitas tinggi, konsistensi sedang, kadar air sedang.	Non Kohesif
16 – 20	Pasir berlempung, abu-abu, plastisitas tinggi, konsistensi sedang, kadar air sedang.	Non Kohesif

Tahapan Penelitian



HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan daya dukung satu tiang

Rekapitulasi ini mengasumsikan jenis tanah berdasarkan hasil pengujian data Sondir dengan metode Meyerhof.

Daya dukung tiang tunggal

- Panjang tiang = 15 m
- Diameter tiang = 0,4 m
- Luas tiang bore (Ap) = $1/4 \pi \cdot d^2$
 $= 1/4 \times 3,14 \times 40^2$

$$= 1256 \text{ cm}^2$$

- Keliling Tiang (Ak) = πd
 $= 3,14 \times 40$
 $= 125,6 \text{ cm}$

Daya dukung ujung tiang pada kedalaman 15 m :

$$Q_p = A_p \times CR-r$$

$$= 1256 \text{ cm}^2 \times 154 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 193.424 \text{ kg}$$

$$= 193,424 \text{ Ton}$$

Untuk tahanan geser selimut tiang pada kedalaman 15 m :

$$Q_s = A_k \cdot TSF$$

$$= 125,6 \text{ cm} \times 1480 \text{ kg/cm}$$

$$= 185.888 \text{ kg}$$

$$= 185,888 \text{ Ton}$$

Daya dukung ultimate

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

$$= 193,424 \text{ ton} + 185,888 \text{ ton}$$

$$= 379,312 \text{ Ton}$$

Daya dukung izin tiang

$$Q_{izin} = \frac{Q_p}{3} + \frac{Q_s}{5} = 64,474$$

$$+ 37,177 = 101,651 \text{ ton}$$

Perhitungan Efisiensi Kelompok Tiang (Eg)

Untuk grup tiang dengan 4 tiang pancang:

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

$$n = 2$$

$$; \quad m = 2$$

$$d = 40 \text{ cm}$$

$$; \quad s = 200 \text{ cm}$$

$$\theta = \text{arc tan } (d/s)$$

Perhitungan Daya Dukung Kelompok Tiang

$$E_g = \frac{(n-1) \cdot m + (m-1) \cdot n}{90 \cdot m \cdot n} = 0,776$$

Perhitungan tiang pancang pada kedalaman 15 m dengan efisiensi kelompok tiang (Eg) = 0,776 :

$$Q_g = Q_i \times N \times E_g$$

$$= 101,651 \times 4 \times 0,776$$

$$Q_g = 315,524 \text{ Ton}$$

Perhitungan Pile Cap :

Rencana dimensi struktur atas tiang (Dimensi bisa dilihat pada lampiran)

- Volume pad
- Volume chimney
- Volume beton struktur diatas tiang
- Berat beton struktur di atas tiang
- Berat tanah
- Berat beton
- Berat pasir
- Total

Perhitungan Pembebanan

Desain Tekanan Angin (Berdasarkan SPLN T5.004 : 2010)

- Tower = 180 kg/m²
- Kawat = 40 kg/m²
- Insulator = 60 kg/m²

Kondisi Normal

- Beban Vertikal Berat Tower = 34.862.90 kg
- Berat Konduktor = 2 x 700 x 1.587 = 2221.8 kg
- Berat Insulator = 109.6 kg
- Berat Earth wire = 1 x 700 x 0.474 = 331.8 kg
- Berat pekerja dan alat = 100 + 20 = 120.0 kg

$$= 37646,10 \text{ kg} = 37,646 \text{ ton}$$

- Beban Horizontal (Tekanan angin diperhitungkan)

$$\text{Berat Tower} = 3.7 \times 3.7 \times 1.1 = 15.058 \text{ m}^3$$

$$= 0.8 \times 0.8 \times 1.25 = 0.80 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat Konduktor} = 2 \times 500 \times 1.587 \times 40 = 1140 \text{ kg}$$

$$\text{Berat Earth wire} = 1 \times 500 \times 0.474 \times 40 = 948 \text{ kg}$$

$$= 10.267 \times 1600 = 16428 \text{ kg}$$

$$\text{Berat pekerja dan alat} = 100 + 20 = 120 \text{ kg}$$

$$= 54526.60 \text{ kg} = 54,526 \text{ ton}$$

$$= 36338.90 \text{ kg} = 36,338 \text{ ton}$$

Kondisi Abnormal

- Beban Vertikal Berat Tower = 34.862.90 kg

Berat Konduktor
 = $2 \times 400 \times 1.587$
 = 1269.6 kg
 Berat Insulator
 = 109.6
 = 109.6 kg
 Berat Earth wire
 = $1 \times 400 \times 0.474$
 = 331.8 kg
 Berat pekerja dan alat
 = $100 + 20$
 = 120,0 kg

Konduktor
 = $2 \times 500 \times 0.0285 \times 40$
 = 1140 kg
 Earth wire
 = $2 \times 500 \times 0.0105 \times 40$
 = 420 kg
 Tekanan pada isolator
 = $2 \times 0.28 \times 1.8 \times 60$
 = 60.42 kg

= 36693,90
 kg = 36,693 ton
 • Beban Horizontal
 (Tekanan angin
 diperhitungkan)
 Berat Tower

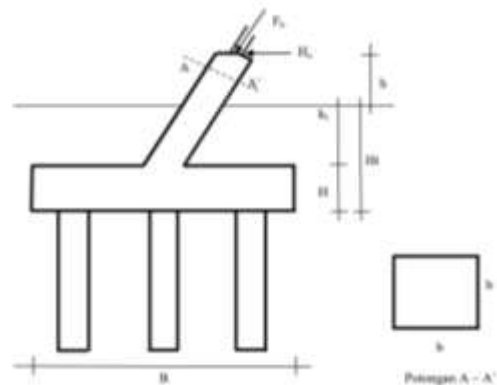
= 34.862.90
 Berat Konduktor
 = $2 \times 400 \times 0.0285 \times 40$
 = 912 kg
 Berat Earth wire
 = $1 \times 400 \times 0.0108 \times 40$
 = 345.6 kg
 Berat pekerja dan alat
 = $100 + 20$
 = 120.0 kg

= 36240.50
 kg= 36,240 ton

Perhitungan Beban pada
 batang transverse

- Beban vertikal
 Beban vertikal adalah
 berat sendiri menara
- Beban Horizontal
 (Tekanan angin
 diperhitungkan)

Gaya yang Bekerja



Gambar 4. Pondasi Bore Pile

berat total, $W_p = n \cdot L_p \cdot \gamma_{pw}$
 =
 23760 Kg
 =
 23,760 Ton

Beban yang dipikul Pondasi =
288,616 Ton

Kalkulasi Gaya

Compression

$$F_c = F_{zc \text{ vert}} + W_{\text{cap}}$$

$$F_x 45^\circ$$

$$F_y 45^\circ$$

$$M_x 45^\circ$$

$$M_y 45^\circ$$

Uplift

$$F_u = F_{zu \text{ vert}} - 0.9 W_{\text{cap}}$$

$$\begin{aligned} P_u / (0.85 A_g f_c) &= 0.108 > 0.1 \\ e = M_u / P_u &= 0.141 \text{ m} = 141 \text{ mm} \\ e/b &= 0.235 \\ [P_u / (0.85 A_g f_c)] (e/b) &= 0.015 \\ \text{jarak serat atas ke tulangan} &= d = 71 \text{ mm} \\ &= d/b = 0.118 = 0.2 \\ &= r = 0.002 ; \beta = 0.8 \\ p = r\beta &= 0.0016 \\ \rho_{\text{min}} &= 0.01 \\ A_{s \text{ ter}} = \rho \cdot A_g &= 3,600 \text{ mm}^2 ; 10 \text{ buah} \\ \text{Pakai} &= 4 \text{ buah/sisi Total} = 12 \text{ buah} \\ A_{s \text{ ter}} &= 4,562 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jarak minimum antara tulangan	1.5 \emptyset = 33 Mm or 40 mm
Cek jarak p.k.p	153 mm 1.5 \emptyset , > OK
Cek panjang minimum utk dowel, $A_s \text{ perlu} =$	0.005 $A_g = 1800 \text{ mm}^2 < A_s \text{ tot OK}$

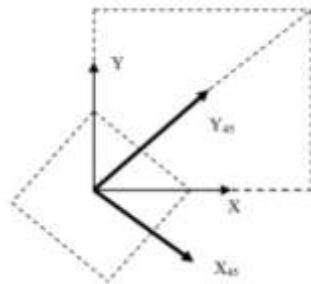
$$F_x 45^\circ = -1,244 \text{ Kg}$$

$$F_y 45^\circ = \text{Gaya geser utk sengkang } V_u = F_u \cdot V_u = -7,555 \text{ Kg}$$

$$M_x 45^\circ = \text{Jarak perlu } s = (A_c f_y d) / V_u = -272 \text{ mm}$$

$$M_y 45^\circ = \text{Jarak minimum } s = (3 A_c f_y d) = 2,075 \text{ mm atau } 330 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} &= \text{Jarak dipakai} = 200 \text{ mm} \\ &= \text{Pakai sengkang} = \emptyset 10 - 200 \end{aligned}$$

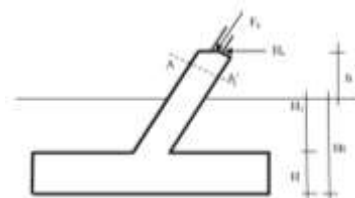


Gambar 5. Gaya-Gaya Yang Bekerja

Desain Pile Cap

$$h = 700 \text{ mm} ; b = 600 \text{ mm}$$

$$A_{gr} = 3,6 \text{ cm}^2 ; cov = 50 \text{ mm} ; d_{link} = 10 \text{ mm}$$



Gambar 6. Desain Pile Cap

KESIMPULAN

berdasarkan hasil analisis data dan perhitungan yang diperoleh, maka dapat disimpulkan:

1. Besar daya dukung pondasi tiang pancang tunggal untuk daya dukung izin tiang $Q_{izin} = 101,651 \text{ Ton}$.
2. Efisiensi kelompok tiang bor dengan 4 tiang diperoleh sebesar $= 0,776$ yang berarti efisiensi daya dukung kelompok tiang sebesar $77,6\%$.
3. Daya dukung pondasi tiang grup dengan metode Meyerhoof pada kedalaman 15 m adalah $Q_g = 315,524 \text{ Ton}$.
4. Besarnya Beban yang dipikul Pondasi $P = 288,616 \text{ Ton}$
5. Dari hasil perhitungan, tiang pancang dengan konfigurasi 4 tiang menghasilkan daya dukung $Q_g = 315,524 \text{ Ton} > 288,616 \text{ ton}$, perhitungan tersebut

memberikan hasil yang aman untuk bangunan tower.

Lagoon". *Skripsi*, ITS Surabaya (*unpublished*).

DAFTAR PUSTAKA

- Andreas, L. O., dan Gusmareta, Y. (2019). Pengembangan media pembelajaran mata kuliah mekanika tanah dan teknik pondasi berbasis video tutorial. *CIVED*, 5(4).
- Bowles, J. E. (2005). Analisis dan desain pondasi. *Erlangga*. Jakarta.
- Das, B. M. (1995). Mekanika tanah, jilid 1. *Erlangga*. Jakarta.
- Frick, H. (1979). Mekanika teknik I. *Kanisius*. Yogyakarta.
- Hadihardaja, J. (1997). Rekayasa pondasi II dangkal dan dalam. *Universitas Gunadarma*. Jakarta.
- Halawa, O. K., Anshori, M. I., Endayanti, M., dan Gultom, A. (2023). analisa daya dukung pondasi bore pile tower transmisi 275 kv pada tower 57a t/1 kv daerah sarulla Tapanuli Selatan. *JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL*. 11(2). 190-196.
- Hardiyatmo, dan Hary, C. (1996). Teknik pondasi 1. *Gramedia Pustaka Utama*. Jakarta.
- Hardiyatmo, dan Hary, C. (2002). Teknik pondasi 2. *Edisi Kedua*. UGM Yogyakarta.
- Novalia, G. R. (2016). Analisis Kategori Green Construction Proyek Pembangunan Tower Venetian Grand Sungkono
- Nakazawa, K., dan Sosrodarsono, S. (2000). Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi. *PT. Pradnya Paramita*. Jakarta.