

ANALISA DAYA DUKUNG PONDASI BORED PILE DAN STABILITAS TOWER T. 185 – T. 187 ZONE B PADA PROYEK PENGADAAN TOWER TRANSMISI 500 kV PAKET I, NEW ALUR DURI – PERANAP, PROVINSI JAMBI

Oleh:

Rikky Harianto Hutapea
Universitas Darma Agung, Medan

E-mail:

rikkyhariantohutapea@gmail.com

ABSTRACT

In its construction, the power transmission has several connecting towers that are built according to a certain height at several predetermined points. In the construction of an electric tower, a fairly important stage is the planning of the foundation. Electric towers can use shallow foundations or deep foundations according to the soil conditions at the construction site. From the calculation results in the discussion carried out, it can be concluded as follows: The results of the calculation of the bearing capacity of the foundation permit based on the Aoki and De Alencar method with Q permission = 20.263 tons. The results of the calculation of the efficiency of the pile group with 20 piles obtained are 0.809. The results of the calculation of the carrying capacity of the pile group based on the efficiency of Tower 185 obtained $Q_g = 328.047$ tons. The result of the calculation of the load carried by the bore pile is 110.13 tons < 328.047 tons..OK!!! Then the bearing capacity of the foundation is able to withstand the load on it and is arranged safely.

Keywords: Bored Pile Foundation, Tower, Construction

ABSTRAK

Dalam pembangunannya, transmisi listrik memiliki beberapa menara penghubung yang dibangun sesuai dengan ketinggian tertentu pada beberapa titik yang sudah ditentukan. Dalam pembangunan menara listrik, tahapan yang cukup penting adalah perencanaan pondasinya. Menara listrik dapat menggunakan pondasi dangkal maupun pondasi dalam sesuai dengan kondisi tanah di lokasi pembangunan. Dari hasil perhitungan dalam pembahasan yang dilakukan dapat di simpulkan sebagai berikut: Hasil perhitungan kapasitas daya dukung ijin pondasi berdasarkan metode Aoki dan De Alencar dengan Q ijin = 20,263 ton. Hasil perhitungan Efisiensi kelompok tiang dengan 20 tiang diperoleh sebesar 0,809. Hasil perhitungan daya dukung tiang group berdasarkan efisiensi pada Tower 185 diperoleh sebesar $Q_g = 328,047$ ton. Hasil perhitungan beban yang dipikul bore pile 110,13 ton < 328,047 ton..OK!!! maka daya dukung pondasi mampu menahan beban di atasnya dan dinatakan aman.

Kata Kunci : Pondasi Bored Pile, Tower, Pembangunan

1. PENDAHULUAN

Dalam pembangunannya, transmisi listrik memiliki beberapa menara penghubung yang dibangun sesuai dengan

ketinggian tertentu pada beberapa titik yang sudah ditentukan. Dalam pembangunan menara listrik, tahapan yang cukup penting adalah perencanaan

pondasinya. Menara listrik dapat menggunakan pondasi dangkal maupun pondasi dalam sesuai dengan kondisi tanah di lokasi pembangunan. Baik pondasi dangkal maupun pondasi dalam, mengharuskan untuk melakukan penyelidikan tanah melalui beberapa metode yang umum dilaksanakan di setiap tahapan pembangunan pondasi. Pondasi *bored pile* dipakai apabila tanah dasar yang kokoh yang mempunyai daya dukung besar terletak sangat dalam, yaitu kurang lebih 15 m. *Bored pile* berinteraksi dengan tanah untuk menghasilkan kuat dukung yang mampu memikul dan memberikan keamanan pada struktur atas. Perencanaan pondasi *bored pile* mencakup rangkaian kegiatan yang dilaksanakan dengan berbagai tahapan yang meliputi studi kelayakan dan perencanaan teknis. Semua ini dilakukan supaya menjamin hasil akhir suatu konstruksi yang kuat, aman, serta ekonomis. Untuk menghasilkan kuat dukung yang akurat maka diperlukan suatu penyelidikan tanah yang akurat juga.

Pondasi merupakan bagian paling bawah dari suatu konstruksi yang berfungsi meneruskan beban konstruksi ke lapisan tanah yang berada di bawah pondasi.

Berdasarkan kedalamannya, pondasi dibagi menjadi dua yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pondasi dalam digunakan jika lapisan tanah keras atau batuan berada pada posisi yang dalam. Jenis pondasi dalam secara garis besar ada 2 (dua) yaitu pondasi tiang pancang dan pondasi *Bored Pile* (Bowless, 1997).

Dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas pelayanan terhadap pelanggannya PT. PLN akan merencanakan pembangunan transmisi 500 kV pada Proyek Pengadaan Tower Transmisi 500 kV Paket I, New Alur Duri – Peranap, Provinsi Jambi. Daya dan energi yang akan disalurkan sangat besar dan perlunya memperbaiki fleksibilitas transfer dari satu

area ke area lainnya serta kontur geografis seperti terdiri dari daerah perbukitan, pegunungan, lembah dan jarak yang sangat berjauhan antar subsistem di wilayah Sumatera, maka sistem interkoneksi Sumatera perlu dikembangkan pada tegangan sistem ekstra tinggi atau disebut sistem transmisi 500kV Sumatera. Dan PT. Waskita Karya (Persero) Tbk, mengerjakan proyek pembangunan transmisi 500 kV Sumatera paket I, New Alur Duri - Peranap di Provinsi Jambi Namun dalam tahap pekerjaannya di temui kendala dilapangan yaitu seperti tanah yang berawa, berair, lembah, bukit dan pegunungan. Sehingga dilakukan perubahan desain dari pondasi dangkal ke pondasi *bored pile* di beberapa titik lokasi pekerjaan.

Untuk menghasilkan kuat dukung yang akurat maka diperlukan suatu penyelidikan tanah yang akurat juga. Penyelidikan tanah yang umum digunakan dalam proyek pembangunan ada 2 macam, diantaranya melalui uji sondir atau *Cone Penetration Test* (CPT) dan *Standard Penetration Test* (SPT). Karena terbatasnya cara pengujian dilapangan, maka hanya digunakan uji sondir (CPT) untuk penyelidikan tanah yang bertujuan mengetahui perlawanan penetrasi konus dan hambatan lekat tanah yang merupakan indikasi dari kekuatan dukung lapisan tanah dengan menggunakan rumus empiris. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui daya dukung pondasi *bored pile* dan stabilitas tower.

Dari kasus di atas, penulis tertarik untuk menjadi bahan penulisan dari skripsi yang berjudul “Analisa Daya Dukung Pondasi Bored Pile dan Stabilitas Tower T.185 – T.187 Zone B Pada Proyek Pengadaan Tower Transmisi 500 kV Paket I, New Alur Duri – Peranap, Provinsi Jambi ”. skripsi ini penulis ingin mengevaluasi perhitungan daya dukung

pondasi berdasarkan dari hasil test sondir dan SPT di lapangan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum

Pondasi ialah bagian dari suatu sistem rekayasa yang meneruskan beban yang ditopang oleh pondasi dan beratnya sendiri kepada dan ke dalam tanah dan batuan yang terletak di bawahnya (Bowles, 1997). Suatu perencanaan pondasi dikatakan benar apabila beban yang diteruskan oleh pondasi ke tanah tidak melampaui kekuatan tanah yang bersangkutan (Das, 1995).

Dalam menentukan perencanaan pondasi suatu bangunan ada dua hal yang harus diperhatikan pada tanah yang ada di bawah pondasi, yaitu:

1. Daya dukung pondasi yang direncanakan harus lebih besar dari pada beban yang bekerja pada pondasi tersebut baik beban statik maupun beban dinamikanya.
2. Penurunan yang terjadi akibat pembebanan tidak boleh melebihi penurunan yang diijinkan.

Banyak faktor dalam pemilihan jenis pondasi, faktor tersebut antara lain beban yang direncanakan bekerja, jenis lapisan tanah dan faktor non-teknis seperti biaya konstruksi, waktu konstruksi. Pemilihan jenis pondasi yang digunakan sangat berpengaruh kepada keamanan struktur yang berada di atas pondasi tersebut. Jenis pondasi yang dipilih harus mampu menjamin kedudukan struktur terhadap semua gaya yang bekerja. Selain itu, tanah pendukungnya harus mempunyai kapasitas daya dukung yang cukup untuk memikul beban yang bekerja sehingga tidak terjadi keruntuhan.

Pondasi dibedakan atas dua jenis, yaitu pondasi dangkal (*shallow foundation*) dan pondasi dalam (*deep*

foundation). Pondasi dangkal digunakan apabila lapisan tanah keras terletak tidak jauh dari permukaan tanahnya. Pondasi dangkal didesain dengan kedalaman lebih kecil atau sama dengan lebar dari pondasi tersebut. Sedangkan pondasi dalam digunakan apabila lapisan tanah kerasnya terletak jauh dari permukaan tanah. Pondasi dalam didesain dengan kedalaman lebih besar atau sama dengan lebar dari pondasi tersebut.

Di era perkembangan zaman yang semakin modern ini penggunaan pondasi *bored pile* semakin banyak karena beberapa alasan. Oleh sebab itu sangat menarik untuk meninjau perkembangan berbagai pemakaiannya dan pelaksanaan konstruksi jenis pondasi dalam ini, namun demikian pengalaman menunjukkan bahwa pada setiap pekerjaan pondasi *bored pile* muncul masalah-masalah spesifik dengan kondisi yang berbeda menyangkut segi pelaksanaan konstruksi maupun hal-hal yang menyangkut daya dukung tanah di lokasi proyek. Dalam pemilihan pondasi sangat dibutuhkan pengetahuan tentang jenis tanah, daya dukung dan penurunan yang akan ditimbulkan dalam batas aman, pengendalian mutu menjadi salah satu kunci penting keberhasilan pondasi *bored pile*.

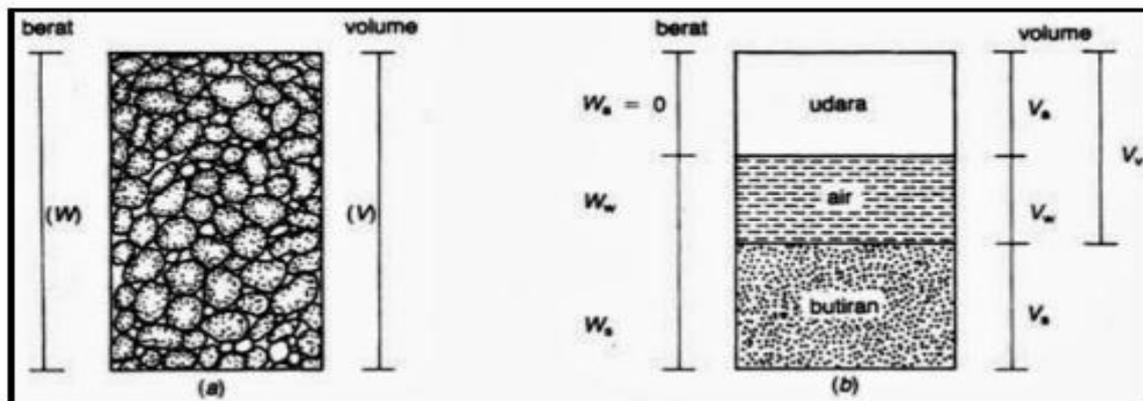
2.2 Tanah

Tanah adalah materi utama yang menerima sepenuhnya penyaluran beban yang ditimbulkan akibat konstruksi bangunan yang dibuat di atasnya. Tanah yang ada di permukaan bumi mempunyai karakteristik dan sifat yang berbeda-beda, sehingga hal ini merupakan suatu tantangan bagi perencana konstruksi untuk memahami perilaku tanah yang dihadapi dalam perencanaan konstruksi dengan jalan melakukan penyelidikan dan penelitian terhadap sifat-sifat yang dimiliki

tanah yang tentunya hasilnya tidak mutlak, tepat dan benar. Akan tetapi paling tidak kita dapat melakukan pendekatan secara teknis yang dapat dipertanggungjawabkan akurasinya dalam perencanaan konstruksi.

Tanah terdiri dari tiga komponen yaitu air, udara, dan bahan padat. Udara dianggap tidak mempunyai pengaruh teknis sedangkan air sangat mempengaruhi. Komponen-komponen tanah tersebut akan diperjelas pada Gambar 2.1 berikut:

sifat – sifat teknis tanah. Ruang diantara butiran-butiran sebagian atau seluruhnya dapat terisi oleh air atau udara. Bila rongga terisi oleh air seluruhnya tanah dikatakan dalam kondisi jenuh. Sedangkan bila rongga terisi air dan udara tanah pada kondisi jenuh sebagian (*partially saturated*).



Gambar 2.1 Diagram Fase Tanah (Das, 1995)

2.3

Pondasi Dalam (*Deep Foundation*)

Merupakan pondasi yang dipergunakan untuk meneruskan beban kelapisan tanah yang mampu memikulnya dan letaknya cukup dalam. Menurut “Bowles (1997)”, sebuah pondasi harus mampu memenuhi beberapa persyaratan stabilitas dan deformasi, seperti :

- Kedalaman harus memadai untuk menghindari pergerakan tanah lateral dari bawah pondasi khusus untuk pondasi tapak dan pondasi rakit.
- Kedalaman harus berada di bawah daerah perubahan volume musiman yang disebabkan oleh pembekuan, pencairan dan pertumbuhan tanaman.
- Sistem harus aman terhadap penggulingan, rotasi, penggelinciran atau pergeseran tanah.

- Sistem harus aman terhadap korosi atau kerusakan yang disebabkan oleh bahan berbahaya yang terdapat di dalam tanah.
- Sistem harus cukup mampu beradaptasi terhadap beberapa perubahan geometri konstruksi atau lapangan selama proses pelaksanaan dan mudah dimodifikasi seandainya perubahan perlu dilakukan.
- Metode pemasangan pondasi harus seekonomis mungkin.
- Pergerakan tanah keseluruhan (umumnya penurunan) dan pergerakan diferensial harus dapat ditolerir oleh elemen pondasi dan elemen bangunan atas.
- Pondasi dan konstruksinya harus memenuhi syarat standar untuk perlindungan lingkungan.

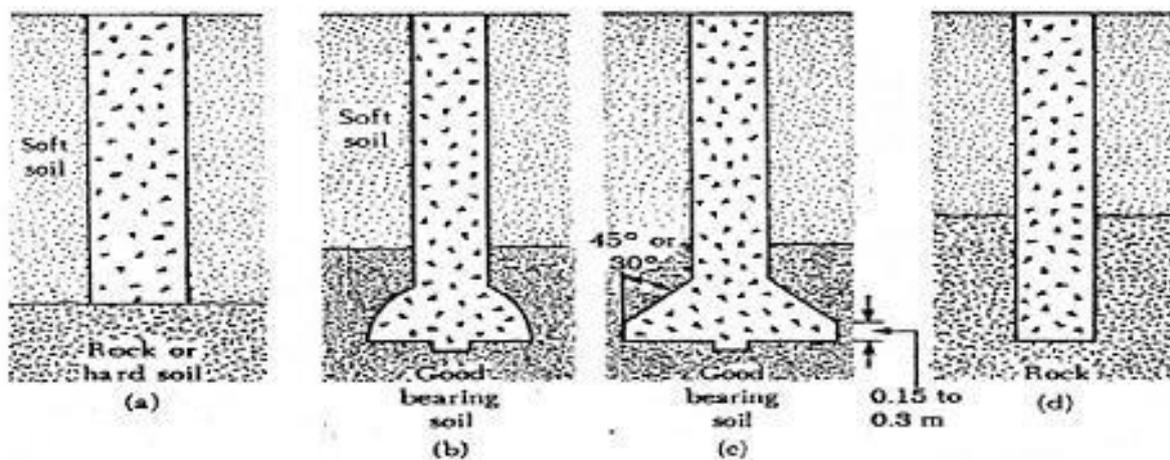
2.4 Pondasi Bored Pile

Bored pile dipasang ke dalam tanah dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, baru kemudian diisi tulangan dan dicor beton. Tiang ini biasanya, dipakai pada tanah yang stabil dan kaku, sehingga memungkinkan untuk 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, dasar tiang dapat dibesarkan untuk

menambah tahanan dukung ujung tiang (Gambar 2.2).

Ada berbagai jenis pondasi bored pile yaitu:

1. Bored pile lurus untuk tanah keras
2. Bored pile yang ujungnya diperbesar berbentuk bel
3. Bored pile yang ujungnya diperbesar berbentuk trapezium
4. Bored pile lurus untuk tanah berbatu-batuan



Gambar 2.2 Jenis-jenis Bored pile (*Braja M. Das, 1941*)

2.5 Kapasitas Daya Dukung Dengan Data Sondir

DCT atau sondir ini tes yang sangat cepat, sederhana, ekonomis dan tes tersebut dapat dipercaya dilapangan dengan pengukuran terus-menerus dari permukaan tanah-tanah dasar. CPT atau sondir ini dapat juga mengklasifikasi lapisan tanah dan dapat memperkirakan kekuatan dan karakteristik dari tanah. Didalam perencanaan pondasi tiang tekan hidrolik (*pile*), data tanah sangat diperlukan dalam merencanakan kapasitas daya dukung (*bearing capacity*) dari tiang tekan hidrolik sebelum pembangunan dimulai, guna menentukan kapasitas daya dukung ultimit dari tiang tekan hidrolik.

2.6 Pondasi Tiang Kelompok (*Pile Group*)

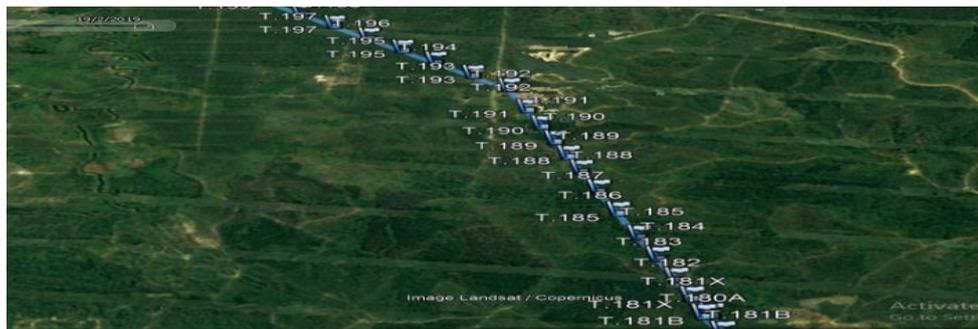
Untuk menahan beban di atasnya yang terlalu besar tiang pancang tunggal jarang sekali digunakan, untuk sebab itu tiang-tiang tunggal disatukan dalam satu kepala (*Pile Cap*). Daya dukung kelompok tiang sangat bergantung pada penentuan bentuk pola dari susunan tiang pancang kelompok dan jarak antara satu tiang dengan tiang lainnya, karena jarak yang memadai membuat reduksi akan beban menjadi tumpang tindih. Bila beberapa tiang pancang dikelompokkan.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Data Umum

Data umum dari Proyek Pembangunan Tower Transmisi 500 kV Paket I, New Alur Duri – Peranap, Provinsi Jambi adalah sebagai berikut:

1. Nama Proyek : Paket I, New Alur Duri – Peranap, Provinsi Jambi
2. Lokasi Proyek : Jambi
3. Panjang Pekerjaan : 235 km
4. Item Pekerjaan :
 1. Pekerjaan Pondasi
 2. Erection
 3. Stringing
5. Sumber Dana : APLN
6. Pemberi Pekerjaan :
 - a. Perusahaan : PT PLN (Persero) Unit Induk Pembangunan II
 - b. Alamat : Jl. Purwodadi Panam, Sidomulyo Barat, Sidomulyo Barat, Tampan, Pekanbaru Riau, 28294
7. Pelaksana Pekerjaan :
 - a. Perusahaan : PT. Waskita Karya (Persero), Tbk
 - b. Alamat : Jl. MT. Haryono Kavling No. 10, Cawang



Gambar3.1 Layout Proyek Pembangunan Tower 500 kV New Alur Duri - Peranap

3.2 Struktur Pondasi

Pondasi adalah bagian terendah dari suatu struktur tower yang berfungsi untuk menyalurkan beban struktur kelapisan tanah keras yang mempunyai kapasitas daya dukung tinggi yang letaknya cukup dalam di dalam tanah dibawahnya. Dimana beban struktur itu sangat dipengaruhi oleh semua beban yang terjadi akibat beban angin, tarikan konduktor, beban gempa dan beban berat tower itu sendiri. Dari semua pembebanan diatas akan menghasilkan pembebanan aksial dan akan ditransfer seluruhnya kepondasi.

Dengan adanya pembebanan struktur (Q) ini pada tiang pondasi, maka pondasi akan bergerak kebawah sedangkan tanah relatif diam. Pada

keadaan ini baik tahanan ujung tiang Q_b dan tahanan gesek tiang Q_s akan bekerja keatas, yaitu sebagai gaya perlawanan beban Q yang bekerja pada tiang. Kapasitas ultimit tiang (Q_u) adalah jumlah dari tahanan ujung bawah ultimit dan tahanan ujung atas ultimit dan tanah disekitarnya. Dengan kata lain, agar struktur dikatakan aman, maka pembebanan struktur (Q) harus lebih kecil atau sama dengan kapasitas ultimit tiang (Q_u).

3.5 Metode Pengumpulan Data

Untuk meninjau kembali perhitungan perencanaan pondasi bore pile pada Proyek Pembangunan Tower Transmisi 500 kV Paket I, New Alur Duri – Peranap, Provinsi Jambi, penulis memperoleh data antara lain dari PT.

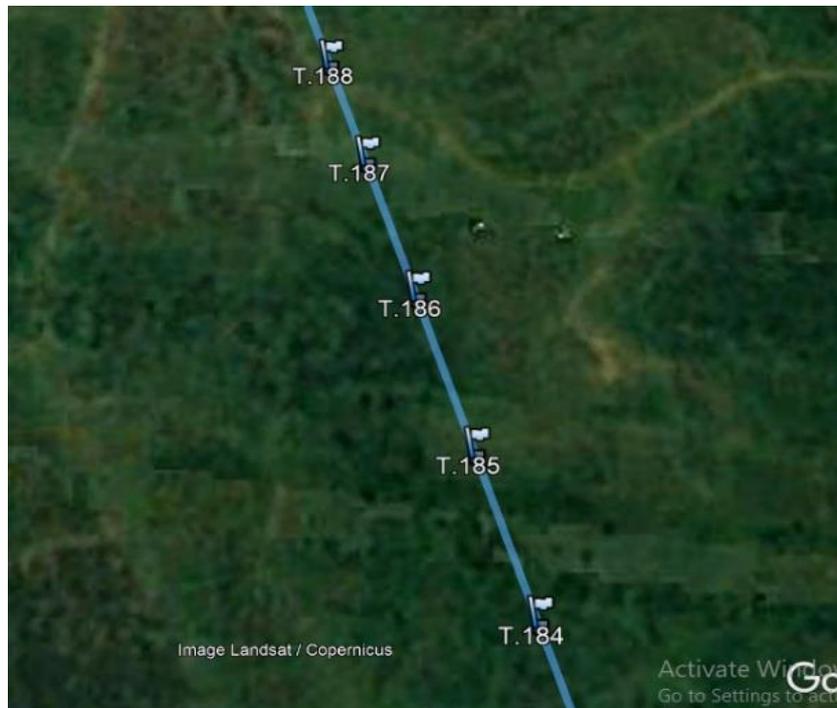
Waskita Karya (Persero) Unit Induk Pembangunan II diperoleh data beban

struktur hasil sondir, dan gambar struktur.

3.6 Lokasi Titik Sondir

Sondir yang dilaksanakan pada Proyek Pembangunan Tower Transmisi 500 kV Paket I, New Alur Duri – Peranap, Provinsi Jambi.

1. Lokasi Titik Sondir Dapat dilihat pada Gambar 3.4



Gambar 3.4 Lokasi Sondir

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam merencanakan suatu pondasi terlebih dahulu dihitung besarnya beban yang akan didukung oleh pondasi, kemudian dihitung kekuatan tanah yang akan mendukung pondasi tersebut. Apabila beban yang dipikul oleh pondasi lebih besar dari daya dukungnya maka akan mengakibatkan penurunan dan pondasi dikatakan tidak aman. Pada Bab ini akan diaplikasikan metode perhitungan daya dukung pondasi bored pile dengan menggunakan data Sondir

4.1 Perhitungan Kapasitas Daya Dukung Bored Pile Dengan Menggunakan Data Hasil Sondir.

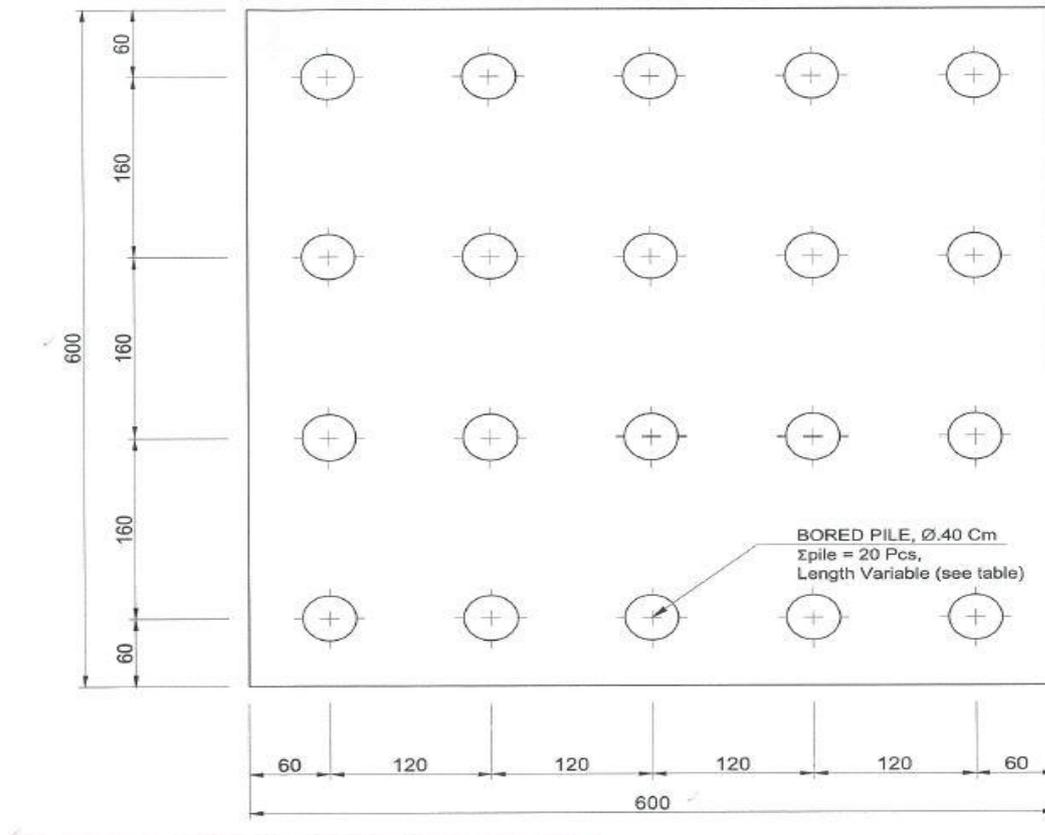
Perhitungan kapasitas daya dukung *bored pile* per lapisan dari data Sondir memakai metode Aoki dan De Alencar yang diambil dari data tower 185, 186, 187

Adapun rumus-rumus yang digunakan adalah :

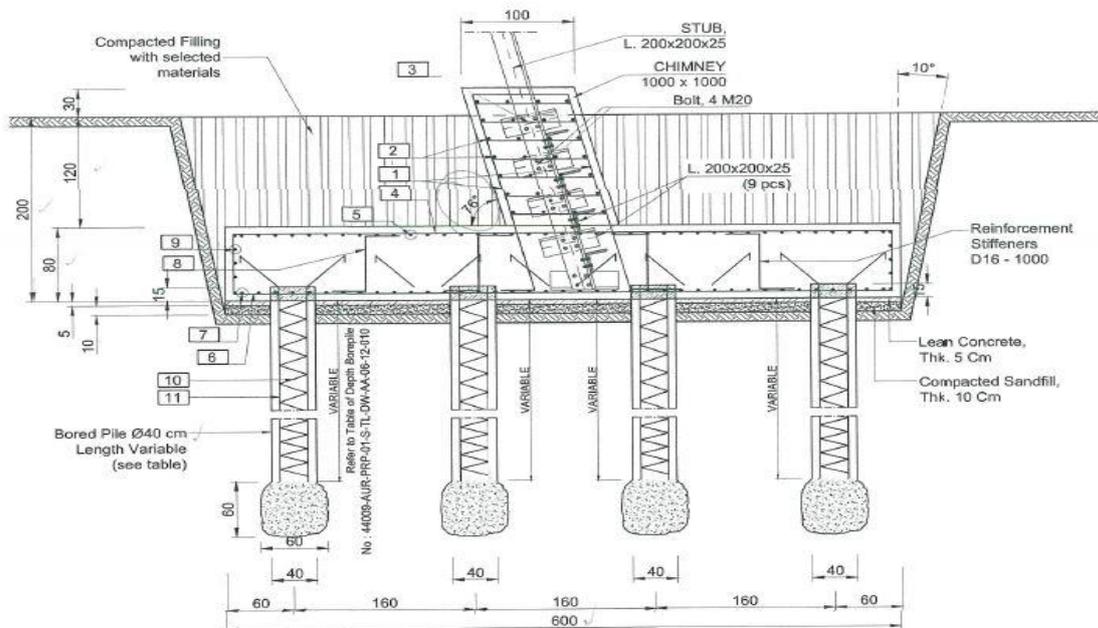
Adapun perhitungan akan diambil pada jenis tanah yang berbeda, untuk menunjukkan penggunaan rumus-rumus yang digunakan,

4.2 Menghitung Kapasitas Daya Dukung Tiang Kelompok Berdasarkan Efisiensi

- Efisiensi kelompok tiang (E_g)



Gambar : 4.1. Layout titik Bored Pile



Gambar 4.2. Potongan Bored Pile

Efisiensi kelompok tiang dihitung dengan menggunakan rumus *Los Angeles Group*

5. SIMPULAN

Dari hasil perhitungan dalam pembahasan yang dilakukan dapat di simpulkan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan kapasitas daya dukung ijin pondasi berdasarkan metode Aoki dan De Alencar dengan Q ijin = 20,263 ton.
2. Hasil perhitungan Efisiensi kelompok tiang dengan 20 tiang diperoleh sebesar 0,809.
3. Hasil perhitungan daya dukung tiang group berdasarkan efisiensi pada Tower 185 diperoleh sebesar $Q_g = 328,047$ ton.
4. Hasil perhitungan beban yang dipikul bore pile 110,13 ton < 328,047 ton..OK!!! maka daya dukung pondasi mampu menahan beban diatasnya dan dinatakan aman.

Saran

1. Sebelum melakukan perhitungan hendaknya kita memperoleh data teknis yang lengkap, karena data tersebut sangat menunjang dalam membuat rencana analisa perhitungan, sesuai dengan standard dan syarat-syaratnya.
2. Dalam perencanaan pondasi bore pile sebaiknya menggunakan beberapa metode analisa, hal ini untuk mengetahui perbandingan daya dukung dan stabilitasnya struktur pondasinya. Teliti dalam mengolah data dan pembacaan gambar karena dapat mempengaruhi perhitungan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph E. 1991. Analisa dan Desain Pondasi, edisi keempat jilid 1. Jakarta: Erlangga
- Bowles, Joseph E. 1991. Analisa dan Desain pondasi, edisi keempat jilid 2. Jakarta: Erlangga
- Sosrodarsono, S dan Nakaxawa, K. 1983. Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi. Jakarta: PT Pradnya Paramita

Hardiyanto, H.C. 2002. Teknik Pondasi 2, edisi kedua. Yogyakarta: Beta Offset

Sarjono, H.S. 1988. Pondasi Tiang Pancang, jilid 1. Surabaya: Sinar Jaya Wijaya

Irsyam M., SI-3221 Catatan Kuliah Rekayasa Pondasi, Penerbit ITB.