

# ANALISA DAYA DUKUNG PONDASI BOREPILE DAN STABILITAS KONSTRUKSI PADA PEKERJAAN PEMBANGUNAN TOWER 150 KV RENGAT – PANGKALAN KERINCI SECTION 1

Oleh:

Daniel Afrizal Siahaan  
Universitas Darma Agung, Medan

E-mail:

[danielafrizalsiahaan@gmail.com](mailto:danielafrizalsiahaan@gmail.com)

## ABSTRACT

*Power generation centers, especially those that use hydropower, are usually located far from load centers. Thus, the electricity that has been generated must be channeled through transmission lines. These lines carry electric power from the generating center to the load centers either directly or through substations. In this study, the transmission line studied was the High Voltage Air Line (SUTT) with a power of 150 Kv. Ideally the transmission line for SUTT which consists of several towers is a straight line. However, in the field application this is not the case. It can be in the form of points with irregular locations, because they are adjusted to field conditions. After the points of the transmission line plan for the tower location can be made, another thing that needs to be designed is the dimensions of the tower foundation. If we choose or plan the foundation wrong, then the error will result in damage to other building structures. The foundation used is a bore pile. From the calculation of the bearing capacity of the foundation obtained: The carrying capacity of a single bore pile pile is 80.27 tons, the carrying capacity of the pile group is 231.117 tons and after evaluating the stability of the pile, it is found that for abnormal loading conditions (the most critical) due to cable breakage, then the planned pile foundation is still safe.*

**Keywords:** *Transmission Tower, Bore Pile, Bearing Capacity, Stability*

## ABSTRAK

Pusat-pusat pembangkit tenaga listrik terutama yang menggunakan tenaga air, biasanya terletak jauh dari pusat-pusat beban. Dengan demikian, tenaga listrik yang telah dibangkitkan harus disalurkan melalui saluran-saluran transmisi. Saluran-saluran ini membawa tenaga listrik dari pusat pembangkit ke pusat-pusat beban baik langsung maupun melalui gardu- gardu induk. Pada penelitian ini, saluran transmisi yang diteliti adalah Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) berdaya 150 Kv. Secara ideal jalur saluran transmisi untuk SUTT yang terdiri dari beberapa tower adalah sebuah garis lurus. Akan tetapi dalam aplikasi lapangannya tidak demikian. Bisa saja berupa titik-titik dengan lokasi yang tidak beraturan, karena disesuaikan dengan kondisi lapangan. Setelah titik-titik rencana jalur saluran transmisi lokasi tower dapat dibuat, hal lain yang perlu didisain adalah dimensi pondasi tower tersebut. Apabila kita salah memilih atau merencanakan pondasi, maka kesalahan tersebut mengakibatkan terjadinya kerusakan pada struktur bangunan lainnya. Pondasi yang dipakai menggunakan pondasi sumuran (*bore pile*). Dari hasil perhitungan daya dukung pondasi diperoleh : Daya dukung tiang bore pile tunggal adalah sebesar 80,27 Ton, daya dukung kelompok tiang 231,117 Ton dan setelah dilakukan evaluasi kestabilan tiang diperoleh bahwa untuk kondisi pembebanan yang abnormal ( yang paling kritis) akibat putusnya kabel, maka pondasi tiang yang direncanakan masih aman.

## **Kata Kunci : Menara Transmisi, Bore Pile, Daya Dukung, Stabilitas**

### **1. PENDAHULUAN**

Dengan semakin besarnya kebutuhan listrik nasional dimana daya listrik yang sanggup disediakan oleh PT.PLN masih kurang dari kebutuhan, maka banyak pula pusat-pusat pembangkit listrik dan sarana pendukungnya yang harus dibangun. Apalagi dengan adanya program pemerintah untuk percepatan pembangunan listrik untuk menopang kebutuhan industry yang berkembang pesat dan pertumbuhan konsumen pengguna listrik rumah tangga yang semakin bertambah maka butuh penambahan pusat-pusat pembangkit tenaga listrik. Pusat-pusat pembangkit tenaga listrik, terutama yang menggunakan tenaga air, biasanya terletak jauh dari pusat-pusat beban. Dengan demikian tenaga listrik yang telah dihasilkan harus disalurkan melalui saluran-saluran transmisi. Saluran-saluran ini membawa tenaga listrik dari pusat pembangkit ke pusat-pusat beban baik langsung maupun melalui gardu-gardu induk. Saluran transmisi yang dapat digunakan adalah saluran udara atau saluran bawah tanah ( SPLN 121 ). Pada penulisan Tugas Akhir ini saluran transmisi yang dikaji adalah Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT) berdaya 150 Kv..

Pada proses pembangunan suatu konstruksi menara transmisi, pekerjaan pertama yang di laksanakan dan di kerjakan di lapangan adalah pekerjaan pondasi (struktur bawah) baru kemudian melaksanakan pekerjaan struktur atas. Pembangunan suatu pondasi sangat besar fungsinya pada suatu konstruksi. Secara umum pondasi di definisikan sebagai bangunan bawah tanah yang meneruskan beban yang berasal dari berat bangunan itu sendiri dan beban luar yang bekerja pada bangunan ke lapisan tanah pendukung yang keras.

Pondasi Bore Pile merupakan jenis pondasi dalam yang mempunyai bentuk seperti tabung memanjang yang terdiri dari campuran beton dengan besi bertulang dengan dimensi diameter tertentu yang dipasang didalam tanah dengan menggunakan metode pengeboran dengan instalasi pemasangan besi setempat serta pengecoran beton setempat. Panjang tiang pondasi bore pile harus sampai pada kedalaman dengan tingkat kekerasan daya dukung tanah yang disyaratkan untuk pondasi dasar konstruksi bangunan.

Konstruksi pondasi dari tower harus mampu menahan gaya – gaya yang bekerja pada tower, baik gaya vertikal maupun gaya horizontal. Kesalahan dalam perhitungan gaya-gaya dan juga kegagalan disain pondasi dapat mengakibatkan kegagalan pada struktur tower secara keseluruhan.

Pentingnya pengetahuan tentang pondasi, khususnya pondasi tower transmisi menjadi daya tarik tersendiri bagi Penulis untuk mengangkat dan memilihnya sebagai judul skripsi. Adapun judul penelitian ini adalah : **“Analisa Daya Dukung Pondasi Borepile Dan Stabilitas Konstruksi Pada Pekerjaan Pembangunan Tower 150 kV Rengat – Pangkalan Kerinci Section 1 “**

### **2. TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Tinjauan Umum**

Pondasi adalah struktur bagian bawah bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah dan suatu bagian dari konstruksi yang berfungsi menahan gaya beban di atasnya. Pondasi dibuat menjadi satu kesatuan dasar bangunan yang kuat yang terdapat dibawah konstruksi. Pondasi dapat didefinisikan sebagai bagian paling bawah dari suatu konstruksi yang kuat dan stabil.

Dalam perencanaan pondasi untuk suatu struktur dapat digunakan beberapa macam tipe pondasi. Pemilihan pondasi berdasarkan fungsi bangunan atas (*upper structure*) yang akan dipikul oleh pondasi tersebut, besarnya beban dan beratnya bangunan atas, keadaan tanah dimana bangunan tersebut didirikan dan berdasarkan tinjauan dari segi ekonomi.

Semua konstruksi yang direncanakan, keberadaan pondasi sangat penting mengingat pondasi merupakan bagian terbawah dari bangunan yang berfungsi mendukung bangunan serta seluruh beban bangunan tersebut dan meneruskan beban bangunan itu, baik beban mati, beban hidup dan beban gempa ke tanah atau batuan yang berada dibawahnya. Bentuk pondasi tergantung dari macam bangunan yang akan dibangun dan keadaan tanah tempat pondasi tersebut akan diletakkan, biasanya pondasi diletakkan pada tanah yang keras.

## 2.2. Pengertian Tanah

Tanah merupakan dasar suatu struktur atau konstruksi, baik itu konstruksi bangunan gedung, konstruksi jalan, maupun konstruksi yang lainnya. Jadi seorang ahli teknik sipil harus juga mempelajari sifat-sifat dasar dari tanah, seperti asal usulnya, penyebaran ukuran butiran, kemampuan mengalirkan air, sifat pemampatan bila dibebani (*compressibility*), kekuatan geser, kapasitas daya dukung terhadap beban dan lain-lain.

Dalam pengertian teknik, tanah adalah akumulasi partikel mineral yang tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain yang terbentuk akibat pelapukan dari batuan. Proses penghancuran dalam pembentukan tanah dari batuan terjadi secara fisis dan kimiawi. Secara fisis dapat diakibatkan dengan erosi oleh air, angin atau perpecahan akibat pembekuan dan pencairan es dalam batuan. Sedangkan cara kimiawi, mineral batuan induk diubah

menjadi mineral-mineral baru melalui reaksi kimia. Air dan karbon dioksida dari udara membentuk asam-asam karbon yang kemudian bereaksi dengan mineral-mineral batuan dan membentuk mineral-mineral baru ditambah garam-garam terlarut. Akibat dari pembentukan tanah secara kimiawi, maka tanah mempunyai struktur dan sifat-sifat yang berbeda (Das, Braja M, 1985).

Dalam ilmu mekanika tanah yang disebut “*tanah*” ialah semua endapan alam yang berhubungan dengan teknik sipil, kecuali batuan tetap. Batuan tetap menjadi ilmu tersendiri yaitu mekanika batuan (*rock mechanics*). Endapan alam tersebut mencakup semua bahan, dari tanah lempung (*clay*) sampai berangkal (*boulder*).

## 2.3 Penyelidikan Tanah

Untuk mengetahui parameter-parameter kekuatan tanah maka perlu dilakukan penyelidikan / investigasi kekuatan tanah. Uji yang dilakukan bisa berupa uji laboratorium maupun penyelidikan lapangan. Beberapa pengujian yang dikenal antara lain :

### 2.3.1 Cone Penetrometer Test (CPT)

Uji sondir atau dikenal dengan uji penetrasi kerucut statis banyak digunakan di Indonesia. Pengujian ini merupakan suatu pengujian yang digunakan untuk menghitung kapasitas dukung tanah. Nilai-nilai tahanan kerucut statis atau hambatan konus (*qc*) yang diperoleh dari pengujian dapat langsung dikorelasikan dengan kapasitas dukung tanah (Hardiyatmo, 1992). Pada uji sondir, terjadi perubahan yang kompleks dari tegangan tanah saat penetrasi sehingga hal ini mempersulit interpretasi secara teoritis. Dengan demikian meskipun secara teoritis interpretasi hasil uji sondir telah ada, dalam prakteknya uji sondir tetap bersifat empiris (Rahardjo, 2008).

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Data Umum Proyek

Data umum dari Proyek Pembangunan Transmisi 150 kV Rengat – Pangkalan Kerinci Section 1 adalah sebagai berikut:

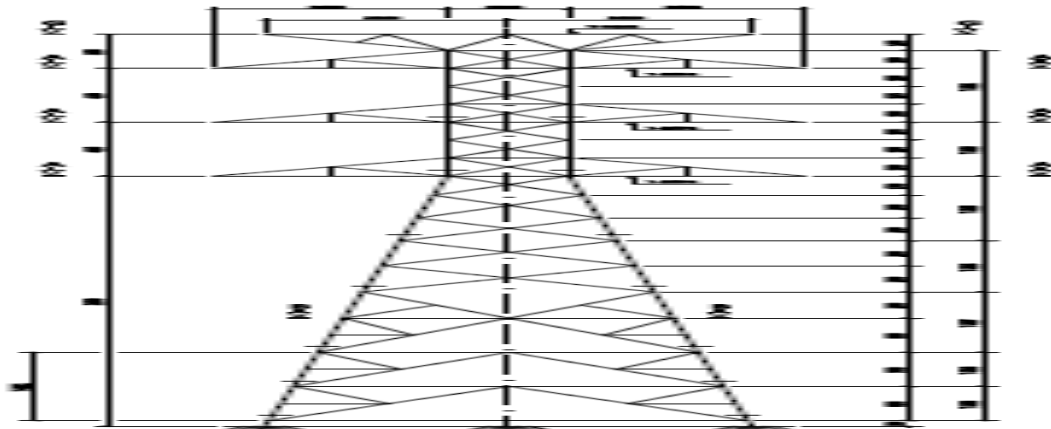
1. Nama Proyek : Proyek Pembangunan Transmisi 150 kV Rengat - Pangkalan Kerinci Section 1
2. Lokasi Proyek : Rengat
3. Panjang Pekerjaan : 24.59 km
4. Item Pekerjaan : 1. Pekerjaan Pondasi  
2. Erection  
3. Stringing
5. Sumber Dana : APLN
6. Pemberi Pekerjaan :
  - a. Perusahaan : PT PLN (Persero) Unit Induk Pembangunan II
  - b. Alamat : Jalan Dr. Cipto No.12 Medan
7. Pelaksana Pekerjaan :
  - a. Perusahaan : PT. PERFECT CIRCLE ENGINEERING
  - b. Alamat : Jalan Bungur Besar No.46F Jakarta Pusat



Gambar 3.1. Layout Proyek Pembangunan Transmisi 150 kV Rengat – Pangkalan Kerinci Section 1

#### 3.2. Data Teknis dan Konstruksi Tower

1. Nomor Tower : Tower 477
2. Tipe Tower : Tower AA
3. Tinggi Tower : 51,5 meter
4. Standart Tower : Standart PT.PLN (Persero)
5. Luas Area : 16 x 16 m
6. Lebar Access Road : 3 m
7. Lebar Access Road : 30 m
8. Diameter Bore Pile : 600 mm
9. Berat Jenis Beton : 2400 kg/m<sup>3</sup>

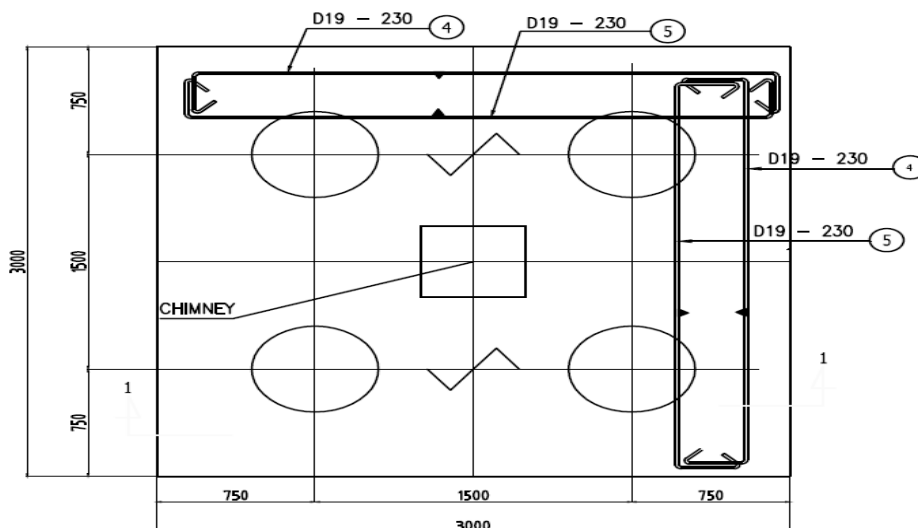


Gambar.3.2. Tower transmisi Tipe AA

### 3.3. Data Teknis Bore Pile

Data ini diperoleh dari menurut perhitungan dari pihak konsultan perencana dengan data sebagai berikut:

1. Tipe : *Bore Pile*
2. Panjang Bore pile : 6 m
3. Diameter : 600 mm
4. Tebal Beton : 90 mm
5. Mutu Beton : K175
6. Mutu Baja : BJTD-4 &  $f_y = 235$  MPA
7. Denah Titik Bore pile : Dapat dilihat pada Lampiran
8. Detail bore pile : Dapat dilihat pada lampiran



**PONDASI BORED PILE TOWER AA, CLASS 6**

Gambar.3.3. Denah pondasi bore pile  
(Sumber : Gambar Kerja,PT.PLN)

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1. Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tunggal

Perhitungan daya dukung pondasi menggunakan data sondir dan menggunakan metode Meyerhoff. Data –data bore pile yang digunakan adalah :

- Diameter bore pile = 60 cm
- Kedalaman = 6 m
- Mutu beton = K-175
- Panjang tiang = 6 m
- Luas tiang bore (A) =  $\frac{1}{4} \pi \cdot d^2$   
=  $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 60^2$   
= 2826 cm<sup>2</sup>
- Keliling Tiang (Kl) =  $\pi d$   
= 3,14 x 60  
= 188.4 cm

Dari data pada Tabel 4.1 diperoleh

- qc = 65 kg/cm<sup>2</sup>
- Jumlah hambatan lekat (JHL) = 1011 kg/cm

##### - Kapasitas daya dukung ijin pondasi pada kedalaman 6 m:

$$\begin{aligned}
 Q_i &= \frac{qc \times A}{3} + \left( \frac{JHL \times Kl}{5} \times 50\% \right) \\
 &= \frac{(65 \times 2826)}{3} + \left( \frac{1011 \times 188.4}{5} \times 50\% \right) \\
 &= 80277 \text{ kg} \\
 &= \mathbf{80.28 \text{ Ton}}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.1 Data Sondir pada tower 477

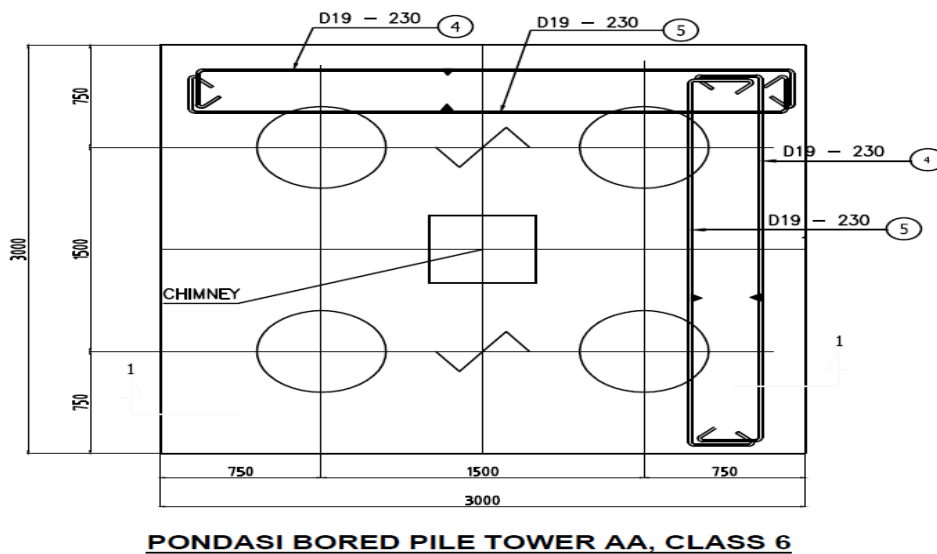
Kedalaman (m)	Penetrasi Konus (kg/cm <sup>2</sup> )	Perlawanan lekat (kg/cm)	Kedalaman (m)	Penetrasi Konus (kg/cm <sup>2</sup> )	Perlawanan lekat (kg/cm)
0	0	0	4.8	22	34
0.2	12	18	5.0	28	44
0.4	14	20	5.2	32	50
0.6	18	28	5.4	36	55
0.8	16	26	5.6	30	45
1	18	30	5.8	38	60
1.2	18	28	6.0	65	85
1.4	22	34	6.2	80	100
1.6	16	26	6.4	110	130
1.8	14	22	6.6	65	85
2.0	15	22	6.8	80	97
2.2	14	18	7.0	100	120
2.4	15	20	7.2	115	135
2.6	15	20	7.4	100	120
2.8	14	19	7.6	125	140
3.0	22	28	7.8	150	165
3.2	25	30	8.0	160	180
3.4	18	30	8.2	180	200
3.6	16	25	8.4	210	230
3.8	20	32			

4.0	24	36			
4.2	28	40			
4.4	28	44			
4.6	26	42			

Tabel 4.2. Hasil perhitungan daya dukung tower 477 per kedalaman

Kedalaman (m)	CR (kg/cm <sup>2</sup> )	LF (kg/cm)	JHL (Kg/cm)	A (cm <sup>2</sup> )	Kll (cm)	Qp (Ton)	Qs (Ton)	Qu (Ton)	Qi (Ton)
0	0	0	0	2826	188,4	0	0	0	0
0,20	12	18	18	2826	188,4	33,91	3,39	37,30	11,64
0,40	14	20	38	2826	188,4	39,56	7,16	46,72	13,90
0,60	18	28	66	2826	188,4	50,87	12,43	63,30	18,20
0,80	16	26	92	2826	188,4	45,22	17,33	62,55	16,81
1,00	18	30	122	2826	188,4	50,87	22,98	73,85	19,25
1,20	18	28	150	2826	188,4	50,87	28,26	79,13	19,78
1,40	22	34	184	2826	188,4	62,17	34,67	96,84	24,19
1,60	16	26	210	2826	188,4	45,22	39,56	84,78	19,03
1,80	14	22	232	2826	188,4	39,56	43,71	83,27	17,56
2,00	15	22	254	2826	188,4	42,39	47,85	90,24	18,92
2,20	14	18	272	2826	188,4	39,56	51,24	90,81	18,31
2,40	15	20	292	2826	188,4	42,39	55,01	97,40	19,63
2,60	15	20	312	2826	188,4	42,39	58,78	101,17	20,01
2,80	14	19	331	2826	188,4	39,56	62,36	101,92	19,42
3,00	22	28	359	2826	188,4	62,17	67,64	129,81	27,49
3,20	25	30	389	2826	188,4	70,65	73,29	143,94	30,88
3,40	18	30	419	2826	188,4	50,87	78,94	129,81	24,85
3,60	16	25	444	2826	188,4	45,22	83,65	128,87	23,44
3,80	20	32	476	2826	188,4	56,52	89,68	146,20	27,81
4,00	24	36	512	2826	188,4	67,82	96,46	164,28	32,25
4,20	28	40	552	2826	188,4	79,13	104,00	183,12	36,78
4,40	28	44	596	2826	188,4	79,13	112,29	191,41	37,60
4,60	26	42	638	2826	188,4	73,48	120,20	193,68	36,51
4,80	22	34	672	2826	188,4	62,17	126,60	188,78	33,38
5,00	28	44	716	2826	188,4	79,13	134,89	214,02	39,87
5,20	32	50	766	2826	188,4	90,43	144,31	234,75	44,58
5,40	36	55	821	2826	188,4	101,74	154,68	256,41	49,38
5,60	30	45	866	2826	188,4	84,78	163,15	247,93	44,58
5,80	38	60	926	2826	188,4	107,39	174,46	281,85	53,24
6,00	65	85	1011	2826	188,4	183,69	190,47	374,16	80,28
6,20	80	100	1111	2826	188,4	226,08	209,31	435,39	96,29
6,40	110	130	1241	2826	188,4	310,86	233,80	544,66	127,00
6,60	65	85	1326	2826	188,4	183,69	249,82	433,51	86,21
6,80	80	97	1423	2826	188,4	226,08	268,09	494,17	102,17
7,00	100	120	1543	2826	188,4	282,60	290,70	573,30	123,27
7,20	115	135	1678	2826	188,4	324,99	316,14	641,13	139,94
7,40	100	120	1798	2826	188,4	282,60	338,74	621,34	128,07
7,60	125	140	1938	2826	188,4	353,25	365,12	718,37	154,26
7,80	150	165	2103	2826	188,4	423,90	396,21	820,11	180,92
8,00	160	180	2283	2826	188,4	452,16	430,12	882,28	193,73
8,20	180	200	2483	2826	188,4	508,68	467,80	976,48	216,34
8,40	210	230	2713	2826	188,4	593,46	511,13	1104,59	248,93

## 4.2. Kapasitas dan Daya dukung Tiang Kelompok Berdasarkan Efisiensi (Eg).



Gambar 4.1. Layout 4 pile

## 5. SIMPULAN

Dari hasil perhitungan yang dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut :

1. Daya dukung tiang bore pile tunggal adalah sebesar 80,28 Ton
2. Efisiensi group tiang menggunakan persamaan Converse Labarre untuk konfigurasi 4 tiang adalah sebesar 0,72
3. Daya dukung kelompok tiang dengan memperhitungkan faktor efisiensi adalah sebesar 231,117 Ton
4. Dari hasil perhitungan pembebanan tower diperoleh  $R_{\text{tekan}}$  maksimum sebesar 39,06 Ton sedangkan daya dukung vertical tiang sebesar 231,117 maka dapat disimpulkan bahwa tiang aman dalam memikul beban vertical tekan dengan angka keamanan sebesar 5,91.
5. Dari hasil perhitungan pembebanan tower diperoleh  $R_{\text{tarik}}$  maksimum sebesar 32,917 Ton. Total kekuatan pull bore pile yang bisa bekerja adalah 214,30 Ton, maka pondasi aman terhadap uplift dengan angka keamanan sebesar 6,51

## Saran

Dalam perhitungan pembebanan memerlukan ketelitian yang tinggi, karena

banyaknya variabel yang harus diperhitungkan, ada baiknya dalam perhitungan-perhitungan selanjutnya dapat menggunakan bantuan software

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E., 1988, *Analisa dan Desain Pondasi 1*, Edisi ke Empat, Jilid 1, Jakarta.
- Bowles, J.E., 1988, *Analisa dan Desain Pondasi 2*, Edisi ke Empat, Jilid 2, Jakarta.
- Das, B.M., 1995, *Mekanika Tanah 1 (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Das, B.M., 1995, *Mekanika Tanah 2 (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 1996, *Teknik Pondasi 1*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Hardiyatmo, H.C., 2010, *Teknik Pondasi 2*, Edisi Keempat, Beta Offset, Yogyakarta