

## Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Fondasi Tiang Pancang Berdasarkan Pengujian Data Sondir dan Data N-SPT

M. Sang Gumilar P<sup>1\*</sup>, Rio Marpen<sup>2</sup>, Kiki Rizky Amalia<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Sriwijaya

<sup>2,3</sup>Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Sriwijaya

\*Correspondence email: sang\_gumilar@polsri.ac.id

**Abstrak.** Rig didirikan di atas sebuah fondasi yang harus mampu menopang gaya-gaya yang diakibatkan oleh rig tersebut. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar perbedaan kapasitas daya dukung aksial dan lateral pondasi RIG ARJUNA #28. Penelitian dilakukan pada RIG Arjuna #28 di Kota Prabumulih. Pada penelitian ini dilakukan analisis kapasitas daya dukung pondasi tiang menggunakan data Sondir dan N-SPT yang selanjutnya akan dibandingkan hasil perhitungan tersebut. Dapat disimpulkan bahwa dengan analisis data menggunakan CPT/Sondir, pondasi akan menggunakan 12 bh Tiang pancang dengan kedalaman 17 m, sedangkan menggunakan data N-spt pondasi akan menggunakan 8 bh tiang pancang dengan kedalaman 24 m.

**Kata Kunci:** Fondasi, CPT, N-SPT, Kapasitas, Tiang pancang.

**Abstract.** Rig was erected on a foundation that must be able to support the forces caused by the rig. The purpose of this research is to find out how big the difference between the axial and lateral bearing capacity of RIG ARJUNA #28 foundation. The research was conducted at RIG Arjuna #28 in Prabumulih City. In this research, an analysis of the carrying capacity of the pile foundation was carried out using Sondir and N-SPT data which will then be compared with the results of these calculations. It can be concluded that with data analysis using CPT/Sondir, the foundation will use 12 piles with a depth of 17 m, while using N-spt data the foundation will use 8 piles with a depth of 24 m.

**Keywords:** Foundation, CPT, N-SPT, Capacity, Pile.

### PENDAHULUAN

Rig adalah alat yang digunakan dalam pengeboran minyak bumi (*crude oil*). Alat ini kompleks. rig pengeboran juga terdiri dari bermacam tipe. RIG Arjuna #28 adalah salah satu Rig yang akan didirikan di kota prabumulih Provinsi Sumatera Selatan

Rig akan didirikan di atas sebuah pondasi yang harus mampu menopang gaya-gaya yang diakibatkan oleh rig tersebut. Oleh karena itu pondasi harus diperhitungkan sebaik mungkin dalam sebuah perencanaan dan dibangun sesuai dengan perencanaan.

Dalam perhitungan perencanaan sebuah fondasi dibutuhkan data daya dukung tanah. Data daya dukung tanah didapat dari pengambilan data dilapangan dengan berbagai metode. Metode yang biasa digunakan dalam pengambilan data tanah yaitu boring, pengujian di laboratorium, uji SPT (*Standar Penetration Test*), sondir (*Sondir, Cone Penetration Test, CPT*) (Ahmad, Lilik Gani, 2016).

Pengolahan data daya dukung tanah berdasarkan hasil sondir dan bor berbeda. Oleh karena kapasitas daya dukung yang dihasilkan juga akan ada perbedaan. Untuk itu perlu diketahui perbandingan antara kapasitas daya dukung pondasi menggunakan data Sondir dan yang menggunakan data NSPT (Juliana, Nova, 2019). Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar perbedaan kapasitas daya dukung aksial dan lateral pondasi RIG ARJUNA #28.

Menurut Hardiyatmo (2010) pondasi tiang digunakan untuk mendukung bangunan bila lapisan tanah kuat terletak sangat dalam. Pondasi tiang juga digunakan untuk mendukung bangunan yang menahan gaya angkat ke atas terutama pada bangunan-bangunan tingkat tinggi yang dipengaruhi oleh gaya-gaya penggulingan akibat beban angin.

Hitungan kapasitas tiang dapat dilakukan dengan cara pendekatan statis dan dinamis. Hitungan kapasitas tiang secara statis dilakukan menurut teori Mekanika Tanah, yaitu dengan mempelajari sifat – sifat teknis tanah. Sedang hitungan dengan cara dinamis dilakukan dengan menganalisis kapasitas ultimit dengan data yang diperoleh dari data pemancangan tiang. Hasil hitungan kapasitas dukung tiang yang didasarkan pada teori mekanika tanah, kadang-kadang masih perlu dicek dengan mengadakan pengujian tiang untuk meyakinkan hasilnya (Hardiyatmo, 2014).

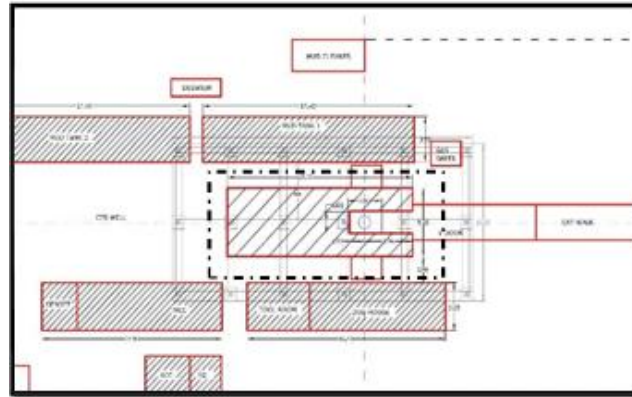
Daya dukung ijin tiang ditinjau berdasarkan kekuatan ijin tekan dan kekuatan ijin tarik. Hal tersebut dipengaruhi oleh kondisi tanah dan kekuatan material itu sendiri (Pamungkas dan Harianti, 2013).

### METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada RIG Arjuna #28 di Kota Prabumulih. Pada penelitian ini dilakukan analisis kapasitas daya dukung pondasi tiang menggunakan data Sondir dan N-SPT yang selanjutnya akan dibandingkan hasil perhitungan tersebut. Data penelitian yang digunakan dalam analisis kapasitas daya dukung pondasi tiang pancang ini berupa data hasil penyelidikan tanah berupa data sondir atau *Cone Penetration Test* (CPT) dan N-SPT, serta data RIG arjuna #28.

## HASIL

### 1. Penulangan Pondasi RIG



Gambar 1. Siteplan Pondasi RIG

Sumber : Data Olahan 2022

Ukuran Pondasi RIG = 15,32 x 5,2 m<sup>2</sup>

Direncanakan :

Diameter tul Pokok = 19 mm dan 16 mm

Mutu Beton = K-300 (  $f_c' = 24,90$  Mpa)

Mutu Baja Tulangan = U24 (  $f_y = 240$  Mpa )

Selimut beton = 40 mm = 4 cm

Tebal plat = 400 mm = 40 cm

$L_y = 15,32$  m ;  $L_x = 5.2$  m = Plat 1 arah

$D = 400 - 40 - \frac{1}{2} \cdot 19 = 350,5$  mm = 0,3505 m

Pembebanan :

#### Beban Mati (Beban Vertikal)

$$\begin{aligned} \text{Berat plat lantai} &= \text{Volume plat} \times \text{Berat Jenis Beton} \\ &= 33,506 \text{ m}^3 \times 2400 \text{ kg/m}^3 \\ &= 80414,4 \text{ kg} = 80,4 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Beban RIG = 300000 kg (300 Ton)

#### Beban Hidup

$$\text{Aktifitas Manusia} = 100 \text{ psf} = 488.24 \text{ kg/m}^2 \times (15,32 \times 5.2) = 38895,15 \text{ kg} = 38,895 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Beban} &= 1,2 \times (\text{Beban Mati}) + 1,6 \times (\text{Beban Hidup}) \\ &= 1,2 \times (300 + 80,4) + 1,6 \times (38,895) \\ &= 518,7 \text{ Ton} \end{aligned}$$

#### Gaya Kejut Horizontal

Diperkirakan 10 % dari berat RIG = 30 Ton

$$q_u = 518,7 + 30 / (15,32 \times 5,2)$$

$$q_u = 6,88 \text{ Ton/m}^2$$

$$\begin{aligned} M_{\text{umax}} &= \frac{1}{8} \times q_u \times L^2 \\ &= \frac{1}{8} \times 6,88 \times 15,32^2 \\ &= 201,8 \text{ Ton.m} \\ &= 1978,98 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

$$K_{\text{perlu}} = \frac{M_u}{\phi b d x^2}$$

$$= 20,13$$

$$\rho_{\text{Perlu}} = 0,00917$$

$$\rho_{\text{Min}} = 1,4 / f_y = 1,4 / 240 = 0.00583$$

Maka:

$$\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}}$$

Diambil  $\rho_{\text{min}}$

$$A_s = \rho \times b \times d = 0,00583 \times 1000 \text{ mm} \times 350,5 \text{ mm} = 2043,415 \text{ mm}^2$$

Tulangan Utama yang dipakai D19-130

( $A_s = 2180 \text{ mm}^2$ )

Sedangkan untuk tulangan susut :

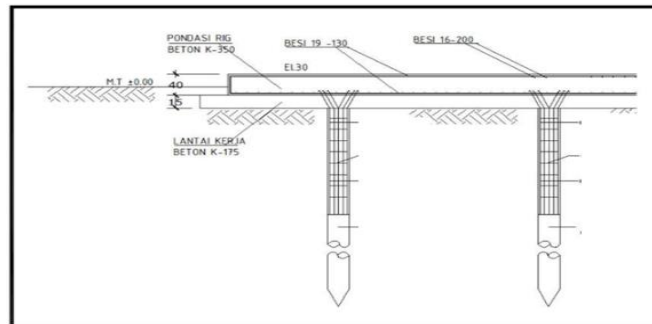
$$A_s = 0,0020 \cdot b \cdot h$$

$$= 0,0020 \cdot 1000 \cdot 400 \text{ mm}$$

$$= 800 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan susut : D16 – 200 mm

( $A_s = 1004,8 \text{ mm}^2$ )

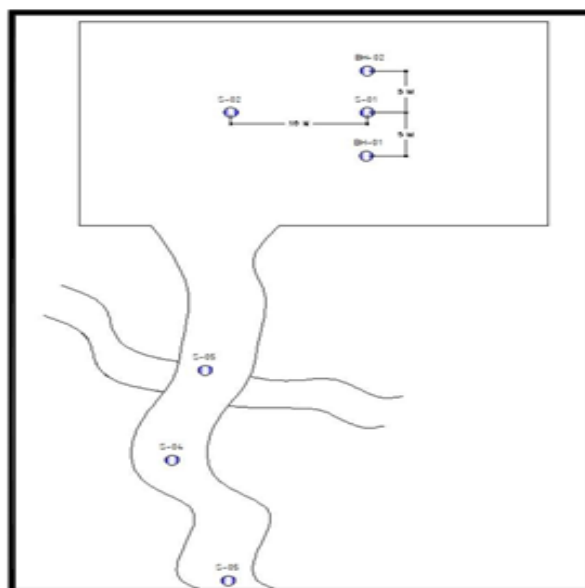


Gambar 2. Posisi Pembesian

Sumber: Data Olahan 2022

## 2. Data Tanah

Telah dilakukan Pekerjaan Soil Investigation pada RIG Arjuna Prabumulih. Pengujian Lapangan yg dilakukan adalah Pengujian Sondir tanah dengan Kapasitas 2,5 ton sebanyak 5 titik. Berikut Lokasi Hasil Pengujian Sondir dan Bore Dalam dilokasi pekerjaan.



Gambar 3. Posisi Titik Sondir

Sumber : Data Olahan 2022

### Pembahasan

Data-data Pondasi

Jenis tiang pancang : Tiang Pancang Square 25x25 cm<sup>2</sup>

Direncanakan Kedalaman tiang Tiang Pancang (L) = 17 m

$$\begin{aligned}\text{Luas (A)} &= p \times l \\ &= 25 \times 25 \text{ cm}^2 \\ &= 625 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Keliling tiang (K)} &= 4S \\ &= 4 \times 25 \\ &= 100 \text{ cm}\end{aligned}$$

Dari Korelasi data yg ada didapat data sebagai berikut :

1. Pada kedalaman Tanah Keras : ± 17 m

$$S1 \text{ nilai } q_c = 203,29 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Hasil Sondir)} \quad S1 \text{ nilai } q_c = 101,665 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Hasil Sondir)} \quad \text{Rata-rata} = 152,477 \text{ kg/m}^2$$

2. Jumlah Hambatan Perekat (JHP) pada Kedalaman ± 17 m

$$\text{JHP1} = 1305,076 \text{ kg/cm (Hasil Sondir)}$$

$$\text{JHP1} = 1296 \text{ kg/cm (Hasil Sondir)}$$

$$\text{JHP} = 1300,538 \text{ kg/cm}$$

Kekuatan satu Tiang Pancang (Qs)

$$Q_s = 57776,8 \text{ kg} = 57,77 \text{ ton}$$

### Beban Mati

Berat plat Lantai

$$= \text{Tebal} \times \text{Berat Jenis Beton}$$

$$= 0,50 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$= 1200 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat RIG} = 300000 \text{ kg} / \text{luasan pondasi}$$

$$= 3765,81 \text{ kg/m}^2$$

Berat Lantai Kerja / *Pooring*

$$= \text{Tebal} \times \text{Berat Jenis Beton}$$

$$= 0,30 \text{ m} \times 2200 \text{ kg/m}^3$$

$$= 660 \text{ kg/m}^2$$

$$= 5616,81 \text{ kg/m}^2$$

### Beban Hidup

$$\text{Aktifitas Manusia} = 100 \text{ psf}$$

$$= 488,24 \text{ kg/m}^2$$

Total Beban

$$= 1,2 \times (\text{Beban Mati}) + 1,6 \times (\text{Beban Hidup})$$

$$= 1,2 \times 5616,81 + 1,6 \times 488,24$$

$$= 7521,356 \text{ kg/m}^2$$

$$q_u = 7,521 \text{ Ton/m}^2$$

$$\Sigma V = 7521,356 \times (\text{Pondasi RIG})$$

$$= 7521,356 \times (15,32 \times 5,2)$$

$$= 595611 \text{ kg}$$

$$= 596,661 \text{ ton}$$

$$= 600 \text{ ton}$$

Memperkirakan Jumlah tiang, n:

$$n = Q_u / \Sigma V$$

- = 57,77/600
- = 10,38 tiang
- = Dipasang 12 tiang

Menentukan daya dukung kelompok tiang bor didapat :

$$E_g = 1 - \frac{\phi}{90} \left[ \frac{(n-1)m + (m-1)n}{(m \times n)} \right]$$

Dimana :

- m = Jumlah baris
- n = Jumlah lajur
- $\phi$  = arc tan d/s
- d = Diameter tiang

$$m = 3 \quad n = 4$$

Jumlah Tiang yang direncanakan = 12 titik

$$\phi = \text{arc tan } 25/380$$

$$= 3,76$$

$$E_g = 1 - \frac{3,764}{90} \left[ \frac{(4-1)3 + (3-1)4}{(3 \times 4)} \right]$$

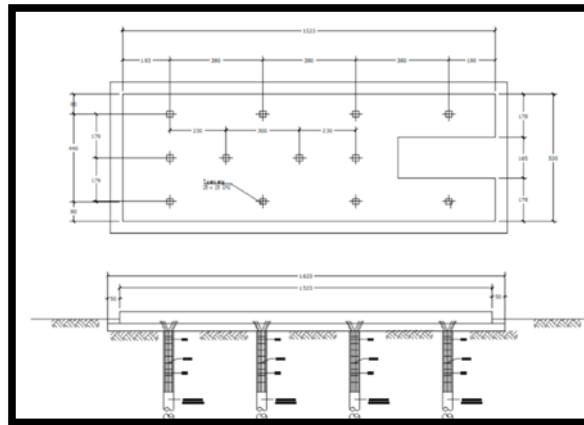
$$= 0,94$$

Daya dukung ijin kelompok tiang,  $Q_{\text{all group}}$

$$Q_{\text{all group}} = Q_s \cdot \text{Jumlah Tiang} \cdot E_g$$

$$= (57,77) (12) (0,94)$$

$$= 651,64 \text{ ton} > \sum V = 600 \text{ ton jadi konstruksi aman}$$



Gambar 4 Desain Pondasi Tiang Pancang

Sumber : Data Olahan 2022

### Analisis Pondasi Tiang Bor (Menggunakan Data NSPT)

#### **Data-data Pondasi**

Jenis tiang pancang : Tiang Pancang Square 25x25 cm<sup>2</sup>

Direncanakan Kedalaman tiang Tiang Pancang (L) = 24 m

$$\text{Luas (A)} = p \times l$$

$$= 25 \times 25 \text{ cm}^2$$

$$= 625 \text{ cm}^2$$

$$\text{Keliling tiang (K)} = 4S$$

$$= 4 \times 25$$

$$= 100 \text{ cm}$$

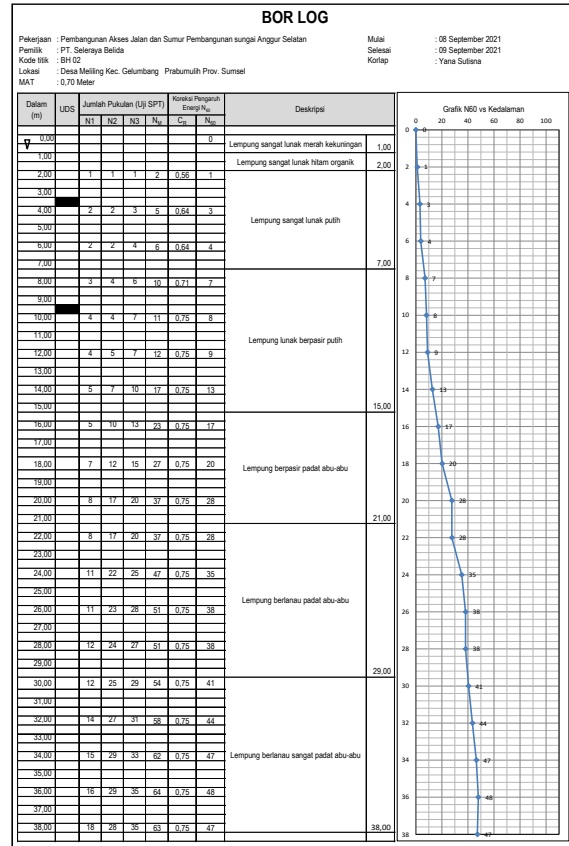
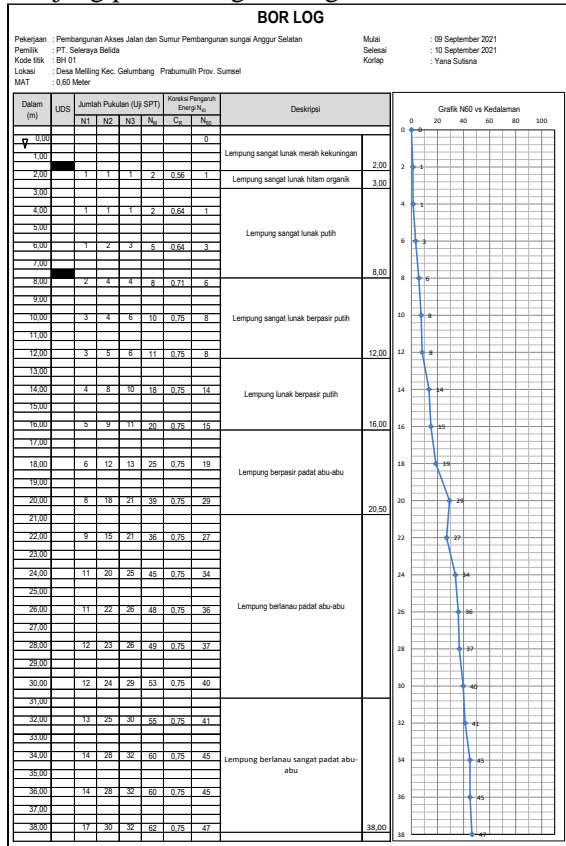
**Kekuatan satu Tiang Pancang ( Qu ) Persamaan Vesic**

$$Q_u = Q_p \text{ (daya dukung Ujung) } + Q_s \text{ (daya dukung gesek)}$$

$$= A_p \times C_u \times N_c^* + Nspt \times A_s$$

Dimana :

- $A_p$  = Luas ujung tiang
- $C_u$  = Parameter kuat geser tanah
- $N_c$  = Faktor Daya dukung
- $Nspt$  = keliling tiang
- $A_s$  = Panjang pemancangan tiang



Gambar 5. Data N- Spt

Sumber: Data Olahan 2022

$$A_p = p \times l$$

$$= 25 \times 25 \text{ cm}^2$$

$$= 625 \text{ cm}^2 = 0,0625 \text{ m}^2$$

$C_u =$

Tabel 1. Tabel Terzaghi dan Peck (1967)

Consistency	N	Cu (kN/m <sup>2</sup> )
Very Soft	0-2	<12
Soft	2-4	12-25
Medium	4-8	25-50
Stiff	8-15	50-100
Very Stiff	15-30	100-200
Hard	>30	>200

Sumber: Terzaghi dan Peck (1967)

Rencana Kedalaman pondasi pada  $N > 30$  yaitu kedalaman 24 m dengan  $N = 24 - 34$  jadi dipakai  $C_u = 200$ .

$$Nc^* = 4/3 \ln(Irr+1) + \pi/2+1$$

Irr = 200, maka didapat nilai  $Nc^* = 8,27$

Maka  $Qp = Ap \times Cu \times Nc^*$   
 $= 0,0625 \times 200 \times 8,27$   
 $= 103,375 \text{ kN}$

$Qs = Nspt \times As$   
 $= 4 \text{ S } \Delta L = 4 \times 0,25 \times 2 = 2 \text{ m}$

Tabel 2. Nilai Qs untuk BH-01

kedalaman		Nilai Nspt	As	Qs
z1	z2			
0	2	1	2	2
2	4	1	2	2
4	6	3	2	6
6	8	6	2	12
8	10	8	2	16
10	12	8	2	16
12	14	14	2	28
14	16	15	2	30
16	18	19	2	38
18	20	29	2	58
20	22	27	2	54
22	24	34	2	68
24	26	36	2	72
26	28	37	2	74
28	30	40	2	80
30	32	41	2	82
32	34	45	2	90
34	36	45	2	90
36	38	47	2	94
				912 kN

Sumber: Data Olahan, 2022

Tabel 3. Nilai Qs untuk BH-02

kedalaman		Nilai Nspt	As	Qs
z1	z2			
0	2	1	2	2
2	4	3	2	6
4	6	4	2	8
6	8	7	2	14
8	10	8	2	16
10	12	9	2	18
12	14	13	2	26
14	16	17	2	34
16	18	20	2	40
18	20	28	2	56
20	22	28	2	56
22	24	35	2	70
24	26	38	2	76
26	28	38	2	76
28	30	41	2	82
30	32	44	2	88
32	34	47	2	94
34	36	48	2	96
36	38	47	2	94
				952 kN

Sumber: Data Olahan, 2022

$$\begin{aligned} \text{Qu BH-01} &= A_p \times C_u \times N_c^* + N_{spt} \times A_s \\ &= 0,0625 \times 200 \times 8,27 + 912 \\ &= \mathbf{1015,375 \text{ kN}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Qu BH-02} &= A_p \times C_u \times N_c^* + N_{spt} \times A_s \\ &= 0,0625 \times 200 \times 8,27 + 952 \\ &= \mathbf{1028,375 \text{ Kn}} \end{aligned}$$

Diambil yg paling kecil **Qu = 1015,375 Kn = 103.54 ton**

Memperkirakan Jumlah tiang, n :

$$n = \frac{\sum V}{Q_u} = \frac{600 \text{ ton}}{103,5 \text{ ton}} = 5,79 = \mathbf{6 \text{ tiang}} = \mathbf{\text{Dipasang 8 tiang / Luasan pondasi RIG}}$$

**dengan kedalaman kedalaman 24 m**

Menentukan daya dukung kelompok tiang bor didapat :

$$E_g = 1 - \frac{\phi}{90} \left[ \frac{(n-1)m + (m-1)n}{(m \times n)} \right]$$

Dimana : m = Jumlah baris

n = Jumlah lajur

$\phi$  = arc tan d/s

d = Diameter tiang

$\phi$  = arc tan d/s

m = 2 n = 4

Jumlah Tiang yang direncanakan = 8 titik

= arc tan 25/380

= 3.76

$$E_g = 1 - \frac{3,764}{90} \left[ \frac{(4-1)2 + (2-1)4}{(2 \times 4)} \right]$$

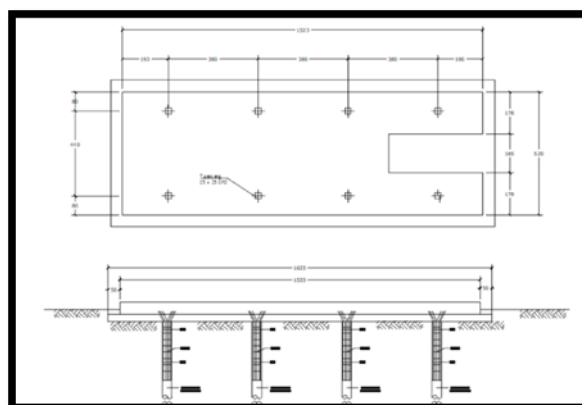
= 0,947

Daya dukung ijin kelompok tiang,  $Q_{all \text{ group}}$

$Q_{all \text{ group}} = Q_s \cdot \text{Jumlah Tiang} \cdot E_g$

= (103,54) (8) (0,947)

= 784,4 ton >  $\sum V = 600 \text{ ton}$  **jadi konstruksi aman**



Gambar 6. Desain Pondasi Tiang

Sumber : Data Olahan 2022

## **SIMPULAN**

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa dengan analisis data menggunakan CPT/Sondir, pondasi akan menggunakan 12 bh Tiang pancang dengan kedalaman 17 m, sedangkan menggunakan data N-spt pondasi akan menggunakan 8 bh tiang pancang dengan kedalaman 24 m.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Ahmad, Lilik Gani, dan Surahman, Maman (2016). Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Menggunakan InsituTest, Parameter Laboratorium Terhadap Loading Test Kantledge. *Jurnal Konstruksia*, Vol. 7, No. 2.
- Cahyo A. Tri Hanggoro, (2006). *Bahan Ajar "Hand Out Reayasa Pondasi 2"*. Universitas Negeri Semarang.
- Erni. *Jurnal. Perencanaan Pndasi Tiang Pancang Dalam Berbagai Bentuk Tiang Pada Gedung Rumah Sakit Mitra Keluarga Depok*. Universitas Gunadarma.
- Hardiyatmo, H. C. (2014). *Analisis dan Perancangan Fondasi I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Ilham, M. Noor, (2010). *Perhitungan kekuatan tiang pancang dan perhitungan kekuatan fondasi*.
- Juliana, Nova dan Tarbiyatno, (2019). Hubungan Daya Dukung Tanah Berdasarkan Hasil Sondir, SPT dan Laboratorium pada Rencana Pembangunan Gedung Multi Lantai di Lokasi Balige. *Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil*. Vol.1, No. 2.
- Muchtar, A. (2006). *Jurnal. Re-dasain Struktur Pondasi Tiang Pancang Pada Stadion Wilis Madiun*.
- Pamungkas, Anugrah, dan Harianti, Erny (2013). *Desain Pondasi Tahan Gempa*, ISBN: 978-979-29-3569-1, Yogyakarta: Andi Offset.