PENGARUH KONTRIBUSI PILE CAP TERHADAP DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN TIANG PANCANG (STUDI KASUS : PROYEK *CAMBRIDGE SCHOOL* SURABAYA)

Prabowo Adi Permana[1] dan Mila Kusuma Wardani[2]
[1,2]Jurusan Teknik Sipil FTSP, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: permanaaddi97@gmail.com, milakusuma@itats.ac.id

ABSTRACT

Pile foundation is a deep foundation to support the build if the hard soil layer is locate deep enough. Pile cap functions as a construction to unite several piles in one group. In the 6 floor Cambridge School project in West Surabaya with the results of a soil investigation the NSPT as deep as 30 m was dominated by silt clay with an NSPT value of 3-19 blows, so that the pile foundation and pile cap were use as a constructor. Stake foundation planning is calculated with the bearing capacityand settlementare met according to SNI 8460-2017. The bearing capacity of the pile was calculated using the Mayerhof and Luciano Decourt method with variations in the square cross section 40x40 cm and the circle D40 cm. The results of the analysis obtained the bearing capacityat a depth of 25 m square cross section 40x40 cm Mayerhof method of 157.06 tons and Luciano Decourt 120.02 tons. In planning, the Luciano Decourt method was chosen because it is smaller. Based on the maximum axial load of 551.14 tons, it is planned that the number of piles is 5 piles and the distance between 3D poles is a total bearing capacity of 562.53 tons. From the dimension of pile cap P5 is able to contribute 86.72 tons (15.41%) to the total bearing capacity with a settlement of 9 cm.

Keywords *:bearing capacity, pile cap, contribution of pile cap, group pile, settlement.*

ABSTRAK

Pondasi tiang pancang merupakan pondasi dalam untuk mendukung bangunan apabila lapisan tanah keras terletak cukup dalam.*Pile cap* berfungsi sebagai konstruksi untuk menyatukan beberapa tiang pancang dalam satu kelompok. Pada proyek *Cambridge School* 6 lantai di Surabaya Barat dengan hasil penyelidikan tanah adalah NSPT sedalam 30 m didominasi tanah lempung berlanau dengan nilai NSPT 3-19 pukulan, sehingga digunakan pondasi tiang pancang dan *pile cap* sebagai konstruksi perangkai.Perencanaan pondasi pancang dihitung dengan syarat daya dukung dan penurunan terpenuhi menurut SNI 8460-2017. Daya dukung tiang dihitung menggunakanmetode Mayerhof dan Luciano Decourt dengan variasi penampang persegi 40x40cm dan lingkaran D40cm. Hasil analisis diperoleh nilai daya dukung pada kedalaman 25 mpenampang persegi 40x40 cm metode Mayerhof sebesar 157,06 ton dan Luciano Decourt 120,02 ton. Pada perencanaan dipilih dengan metode Luciano Decourt karena lebih kecil.Berdasarkan beban aksial maksimum 551,14 ton , direncanakan jumlah tiang sebanyak 5 tiang dan jarak antar tiang 3D diperoleh daya dukung total 562,53 ton. Dari dimensi *pile cap* P5 mampu memberikan kontribusi sebesar ton 86,72 ton (15,41%) terhadap daya dukung total dengan penurunan sebesar 9 cm.

Kata kunci : daya dukung, pile cap, kontribusi pile cap, tiang kelompok, penurunan.

PENDAHULUAN

Tiang pancang berfungsi menahan beban dari atas yang disalurkan melalui tiang ke lapisan tanah dasar. Sebagai konstruksi untuk menyatukan beberapa tiang pancang dalam satu kelompok agar dapat menopang beban maka digunakan *pile cap*. *Pile cap* berfungsi menerima beban dari kolom yang kemudian disebarkan ke tiang pancang. Menurut Rizky (2014), dengan tebal *pile cap* yang sama, semakin besar beban maka semakin banyak jumlah tiang dan dimensi *pile cap* semakin besar, sehingga kontribusi daya dukung semakin besar. Dari jumlah 4 tiang

pancang, *pile cap* mampu memberikan kontribusi sebesar 10,48 % dari daya dukung total 101 ton dengan besar penurunan 0,0381 m.

Pada proyek *Cambridge School* 6 lantai di Surabaya Barat dengan data tanah N-SPT 3 - 19 kedalaman 30 m, kondisi lapisan tanah didominasi oleh tanah lempung berlanau hingga kedalaman 30 m. sehingga digunakan pondasi tiang pancang dengan jumlah tiang sesuai dengan beban yang diterima dan *pile cap* sebagai konstruksi pendukung. Perencanaan pondasi harus memenuhi kapasitas daya dukung dan penurunan pondasi sesuai batas izin SNI 8460.2017.Berdasarkan kondisi tersebut perlu dilakukan desain pondasi tiang pancang yang selanjutkan dilakukan analisis pengaruh konstribusi pile cap terhadap daya dukung tanah serta penurunan yang terjadi.

TINJAUAN PUSTAKA

Koreksi nilai N-SPT

Nilai NSPT perlu dikoreksi apabila nilai NSPT > 15 dengan menggunakan rumus menurut Terzaghi & Peck (1960) dalam buku Afrianto (2017) sebagai berikut :

$$N1=15+\frac{1}{2}(N-15) \quad \text{.....} \quad (2.1)$$

Daya Dukung Tiang Tunggal

Metode Meyerhof :

$$Q_u=Q_P+Q_s=Cn.A_p+\sum Cli.A_s \quad \text{.....} \quad (2.2)$$

Keterangan :

Q_u = Daya dukung tanah maximum (ton)
Cn = 40 N
N = Nilai rata-rata N pada 4D di bawah hingga 8D di atas ujung tiang
Cli = N/2 ton/m^2 = untuk tanah lempung atau lanau
N/5 ton/m^2 = untuk tanah pasir
A_P = Luas penampang tiang (m^2)
A_S = Luas permukaan tiang tertanam (m^2)

Metode Luciano De'court :

$$Q_u = \alpha(q_p.A_p)+\beta(q_s.A_s) = \alpha(N_p.K).A_p+\beta\left(\frac{N_s}{3}+1\right).A_s \quad \text{.....} \quad (2.3)$$

Keterangan :

q_P = Tegangan di ujung tiang (t/m^2)
q_S = Tegangan akibat lekatan lateral (t/m^2)
N_P = Nilai rata-rata N-SPT 4B di atas hingga 4B di bawah dasar tiang
K = Koefisien karakteristik tanah :
12 t/m^2 = 117,7 kPa (lempung murni)
20 t/m^2 = 196 kPa (lanau berlempung)
25 t/m^2 = 245 kPa (lanau berpasir)
40 t/m^2 = 392 kPa (pasir)
N_S = Nilai N-SPT di sepanjang tiang tertanam dengan batasan 3 < N < 50
α = Koefisien dasar tiang (*Driven Pile* = 1)
β = Koefisien selimut tiang (*Driven Pile* = 1)

Efisiensi Tiang

Efisiensi tiang menurut *Converse-Labarre Formula*, dalam buku Hardiyatmo (2015) sebagai berikut :

$$E_g=1-\theta\frac{(n'-1)m+(m-1)n'}{90\,m\,n'} \quad \text{.....} \quad (2.4)$$

Keterangan :

E_g = Efisiensi kelompok tiang

m = Jumlah baris tiang
n' = Jumlah tiang dalam satu baris
θ = Arc tg d/s, dalam derajat
s = Jarak pusat ke pusat tiang (m)
d = Diameter tiang (m)

Daya Dukung *Pile Group*

Daya dukung tiang kelompok memperhatikan faktor efisiensi tiang

$$Q_g = E_g \, n \, Q_{all} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2.5)$$

Keterangan :

E_g = Efisiensi kelompok tiang
n = jumlah tiang
Q_{all} = Daya dukung tiang tunggal (ton)

Daya Dukung *Pile Cap*

Pile cap diasumsikan sebagai blok sedalam tebal *pile cap* dengan daya dukung menurut (Terzaghi dan Peck, 1948) dalam buku Hardiyatmo (2015) :

$$Q_{pile\ cap} = 2D(B+L)\,c + 1{,}3\,cb\,N_c BL \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2.6)$$

Keterangan :

Q_{pc} = Kapasitas ultimit *pile cap* (kN)
c = Kohesi tanah di sekeliling kelompok tiang (kN/m^2)
cb = Kohesi tanah di bawah dasar kelompok tiang (kN/m^2)
B = Lebar kelompok tiang , dihitung dari pinggir tiang-tiang (m)
L = Panjang kelompok tiang (m)
D = Kedalaman tiang dibawah permukaan tanah (m)
Nc = Faktor kapasitas dukung

Distribusi Beban yang Bekerja pada Tiang

$$Q_i = \frac{P_{tot}}{n} \pm \frac{M_y \cdot x_i}{\sum x^2} \pm \frac{M_x \cdot y_i}{\sum y^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2.7)$$

Keterangan :

Q_i = Beban total pada tiang ke i
P_{tot} = Jumlah beban vertical
n = Jumlah tiang
Mx dan My = Momen momen yang bekerja diatas *pile cap*
xi dan yi = Jarak dari sumbu tiang ke titik berat kelompok tiang

Dari beban total kemudian di kontrol dengan Q beban total < Qall total.

Penurunan Tiang Kelompok

Penurunan tiang kelompok pada tanah lempung lunak terletak pada 2/3 panjang tiang (Tomlinson, 1963).

$$\Delta p = \frac{Q_p}{(B_g + Z_i)(L_g + Z_i)} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2.8)$$

Keterangan :

Q_p= Beban (ton)
Z_i = Titik tinjauan penurunan (2/3 L) (m)
B_g= Lebar *pile cap* (m)
L_g = Panjang *pile cap* (m)

Penurunan konsolidasi :

$$\Delta s(i) = \frac{C_c \cdot H}{1+e_o} \log\left(\frac{P_o + \Delta p}{P_o}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2.9)$$

Kontrol penurunan yang diijinkan menurut menurut SNI 8460.2017 tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik dengan penurunan ijin sebesar S_{tot} < 15 cm + b/600.

METODE

Metode yang digunakan pada analisis pengaruh *pile cap* terhadap daya dukung dan penurunan tiang pancang adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan studi literatur tentang perencanaan pondasi tiang pancang pada tanah lunak.
2. Pengumpulan data sekunder berupa data tanah NSPT, data pembebanan bangunan atas, dan brosur spesifikasi tiang pancang.
3. Perhitungan daya dukung tiang tunggal per 1 m kedalaman menggunakan metode Mayerhof dan Luciano Decourt dengan variasi penampang persegi 40x40 cm dan Lingkaran D40 cm. kemudian ditentukan kedalaman tiang berdasarkan konsistensi tanah dan kekuatan bahan tiang dengan nilai daya dukung terkecil dari kedua metode.
4. Penentuan jumlah tiang berdasarkan beban aksial maksimum pada pembebanan kemudian dihitung nilai efisiensi yang akan digunakan untuk menghitung daya dukung kelompok.
5. Daya dukung pile cap dihitung menurut (Terzaghi dan Peck, 1948) dalam buku Hardiyatmo (2015)dengan mengasumsikan pile cap sebagai blok sedalam tebal *pile cap.*
6. Perhitungan distribusi beban pada tiang dari total beban yang diperoleh dari data pembebanan, kemudian dikontrol terhadap daya dukung tiang unggal dan daya dukung tiang kelompok.
7. Berdasarkan jumlah tiang dan *pile cap* yang digunakan kemudian dihitung nilai penurunan berdasarkan SNI 8460:2017.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Daya Dukung Tiang Tunggal

Berikut ini adalah contoh perhitungan daya dukung tunggal pada kedalaman 25 m :

Dataperencanaan :

Variasi tiang pancang = Persegi 40 x 40 cm; *Allowable Compresstion* = 207,32 ton
Lingkaran D40 cm; *Allowable Compresstion* = 111,50 ton

Luas penampang = Persegi = s x s = 0,4 x 0,4 = 0,16 m^2 ; Lingkaran = ¼ π D^2 = 0,077 m^2

Luas selimut tiang = Persegi = 4s x L = 4.0,4 x 25 = 40 m^2 ; Lingkaran = π D x L = 31,4 m^2

Safety factor = 2

Metode Mayerhof :

NSPT kedalaman 25 = 16

$N1=15+\frac{1}{2}(N-15)$ = 15,5

NSPT rata-rata pada 8D di atas sampai 4D di bawah ujung tiang = 12,28

Penampang □40 x 40 cm :

$$Q_p = 40N \times A_p = (40 \times 12{,}28) \times 0{,}16 = 78{,}57 \text{ ton}$$

$$Q_s = \frac{N}{2} \times A_s = (12{,}28/2) \times 40 = 245{,}54 \text{ ton}$$

$$W_{tiang} = 0{,}4 \times \text{kedalaman} = 0{,}4 \times 25 = 10 \text{ ton}$$

$$Q_u = Q_p + Q_s - W_{tiang} = 78{,}57 + 245{,}54 - 10 = 314{,}12 \text{ ton}$$

$$Q_{allow} = \frac{Q_u}{Sf} = \frac{314{,}12}{2} = 157{,}06 \text{ ton}$$

Metode Luciano Decourt :

NSPT kedalaman 25 = 16

$N1=15+\frac{1}{2}(N-15)$ = 15,5

Np = 15,46
Ns = 11,2
α = 1 (tiang pancang pada tanah lunak)
β = 1 ((tiang pancang pada tanah lunak)
Konstanta karakteristik tanah = 25 t/m^2

Penampang □40 x 40 cm :

$$Q_p = \alpha.(N_p.K).A_p = 1.(15{,}46 \times 25).0.16 = 61{,}85 \text{ ton}$$

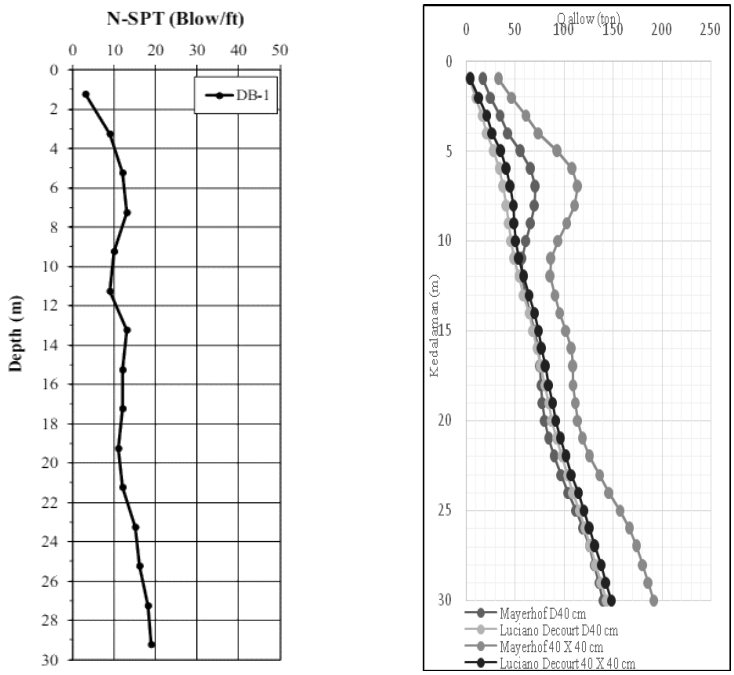
$$Q_s = \beta.\left(\frac{N_S}{3}+1\right).A_S = 1.\left(\frac{11{,}2}{3}+1\right).40 = 189{,}3 \text{ ton}$$

$$W_{tiang} = 0{,}4 \times 25 = 10 \text{ ton}$$

$$Q_u = Q_p + Q_s - W_{tiang} = 61{,}85 + 189{,}3 - 10 = 241{,}19 \text{ ton}$$

$$Q_{allow} = \frac{Q_u}{Sf} = \frac{241{,}19}{2} = 120{,}59 \text{ ton}$$

Berikut adalah nilai daya dukung tiang tunggal per 1 m kedalaman berdasarkan berdasarkan data NSPT pada Gambar 1a. dari metodeMayerhof dan Luciano Decourt, dengan variasi penampang. Berdasarkan perhitungan didapatkan grafik hubungan antara kedalaman dengan Qall pada Gambar 5b.



(a) (b)

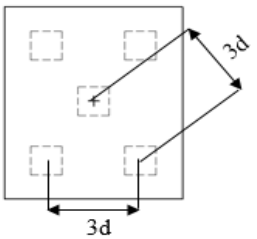
Gambar 1. a) Data NSPT b)Grafik hubungan Q_{allow} dengan kedalaman

Dari Gambar 1b dapat ditentukankedalaman tiang yang digunakan adalah 25 m denganmetode Luciano Decourt penampang persegi 40x40 cmdiperolehQall sebesar 120,46 ton. Metode Luciano Decourt dipilih karena memiliki daya dukung yang lebih kecil dari pada metode Mayerhof dan penampang persegi dipilih karena memiliki daya dukung yang lebih besar. Hal ini sesuai dengan kondisi tanah dasar yang merupakan tanah lempung yang lebih mengandalkan kekuatan daya dukung *friction.*

Jumlah Tiang dan Efisiensi Tiang

Setelah diperoleh nilai daya dukung tiang tunggal selanjutnya dapat dianalisis jumlah tiang dan efisiensi. Dimana efisiensi dipengaruhi oleh jarak dan jumlah tiang di dalam kelompok yang akan mengurangi nilai daya dukung. Berdasarkan beban *service*pada P aksial maka digunakan jumlah tiang sebagai berikut :

$$n = \frac{P_{aksial}}{Q_{all}} = \frac{551.14}{120,46} = 4.57 \approx 5 \text{ tiang}$$



Gambar 2. Konfigurasi 5 tiang

Perhitungan efisiensi tiang menggunakan persamaan menurut *Converse-Labarre Formula* dengan jarak antar tiang yang digunakan 3D.

$$E_g = 1 - \left(\text{arc tg}\frac{d}{s}\right)\frac{(n'-1)m+(m-1)n'}{90.m.n'}$$

$$= 1 - \left(\text{arc tg}\frac{0,4}{1,2}\right)\frac{(2-1)2+(2-1)2}{90.2.2} = 0,79 = 79\,\%$$

Nilai efisiensi yang diperoleh kemudian digunakan untuk menghitung daya dukung tiang kelompok

Daya Dukung Tiang Kelompok

Daya dukung 5 tiang :

$Q_g = E_g n.Q_u = 0,76 \times 5 \times 120,46 = 475,81$ ton< P_{aksial} = 551,14 ton (tidak memenuhi).

Berdasarkanbeban aksial maksimum daya dukung kelompok 5 tiang tidak memenuhi sehingga digunakan variasi jumlah tiang yaitu 5,6, dan 7 tiang. berikut adalah nilai efisiensi dan daya dukung kelompok berdasarkan jumlah tiangdengan jarak antar tiang 3D.(Lihat Tabel 1).

Tabel 1. Nilai efisiensi dan daya dukung tiang kelompok.

Jumlah Tiang	E_g	Q_g(ton)
5	0.79	475,81
6	0.76	549.30
7	0.74	623,98

Sumber : Perhitungan (2019)

Nilai efisiensi menunjukkan perubahan daya dukung tiang tunggal yang bekerja secara berkelompok akibat pengaruh jarak dan jumlah tiang di dalam kelompoknya. Menurut *Canadian National Building Code* dalam buku Hardiyatmo (2015) menyarankan nilai efisiensi > 0,7 dengan jarak 2,5D - 4D.

Daya Dukung *Pile Cap*

Dari variasi *Pile cap* yang digunakan yaitu Tipe P5 (5 Tiang), P6 dan P7 selanjutnya dilakukan perhitungan dimensi dan daya dukung *pile cap* menurut persamaan (Terzaghi dan Peck, 1948) dalam buku Hardiyatmo (2015) dengan SF= 2.

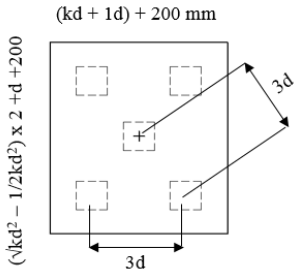
Dimensi :

L = (k x 1) x d + 200 = (3 x 1) x 400 + 200 = 1800 mm

B = ($\sqrt{1200^2 - 600^2}$) x 2 + 400 + 200 = 2700 mm

Bentuk pondasi : empat persegi panjang

Tebal (t) = 800 mm (kedalaman D)



Gambar 3. *Pile cap* P5 (5 tiang)

$$Q_u = 2D(B+L)c + 1,3\,cb\,N_c BL - W_{pile\,cap}$$

$$= 2\times0,8(1,8+2,7)2 + 1,3\times3,33\times8\times1,8\times2,7 - (1,8\times2,7\times0,8\times2,4)$$

$$= 173{,}38 \text{ ton}$$

$$Q_{all} = \frac{173{,}38}{2} = 86{,}72 \text{ ton}$$

Berikut adalah kontribusi pile cap terhadap daya dukung dari masing-masing variasi jumlah tiang (Lihat Tabel 2).

Tabel 2. Kontribusi *pile cap* terhadap daya dukung total.

Tipe *pile cap*	Dimensi (m)	Q_g (ton)	Q *pile cap* (ton)	$Q_g + Q_{pile\ cap}$ (ton)	Kontribusi (%)
P5	1,8 x 2,7 x 0,8	475,81	86,72	562,53	15,41
P6	3 x 1,8 x 0,8	549.30	96	645.30	14.88
P7	3 x 2,7 x 0,8	623,98	141,6	765,58	18,41

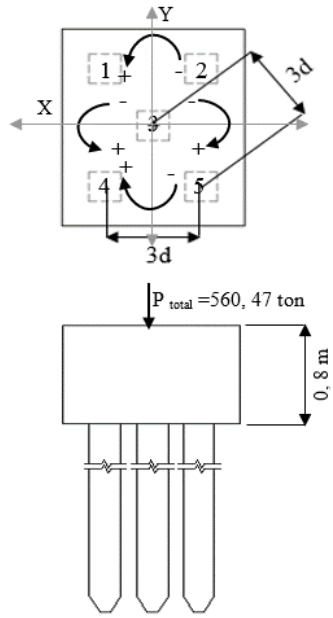
Sumber : Perhitungan (2019)

Berdasarkan Tabel 2, dari jumlah 5 tiang, *pile cap* mampu berkontibusi pile cap sebesar 86,72 ton sehingga diperoleh daya dukung total sebesar 562,53 ton > P_{aksial} = 551,14 ton. Maka pada perencanaan digunakan tiang dengan jumlah 5 tiang.

Distributi Beban pada Tiang

Berdasarkan data pembebananbeban *service* maksimum yang digunakan sebagai perencanaan pondasi. Dari perhitungan diperoleh jumlah tiang sebanyak 5 tiang dengan data pembebanan sebagai berikut.

P_{aksial} = 551,14 ton
M_x = -0,77 ton.m
M_y = 2,39 ton.m
H_x = -11,24 ton.m
H_y = 12,98 ton.m
e = 0,8 m
Jumlah tiang = 5 tiang
$W_{pile\ cap}$ = 4,2 x 27 x 0,8 x 2,4
= 21,77 ton
P_{total} = P_{kolom} + $W_{pile\ cap}$
= 551,14 + 9,33
= 560,47 ton



Gambar 4. Distribusi beban

Jarak tiang terhadap sumbu x dan y

$$\sum x^2 = 2\times 0{,}6^2 + 2\times(-0{,}6^2) = 1{,}44 \text{ m}^2$$

$$\sum y^2 = 2\times 1^2 + 2\times(-1^2) = 4 \text{ m}^2$$

Momen total akibat gaya horizontal terhadap dasar *pile cap*

$$M_x = M_x + (H_x \times e_x)$$
$$= -0{,}77 + (-11{,}24 \times 0{,}8) = -9{,}76 \text{ ton.m}$$
$$M_y = M_y + (H_y \times e_y)$$
$$= 2{,}39 + (12{,}98 \times 0{,}8) = 12{,}77 \text{ ton.m}$$

Gaya vertikal pada masing-masing tiang :

$$Q_i = \frac{P_{tot}}{n} \pm \frac{M_y \cdot x_i}{\sum x^2} \pm \frac{M_x \cdot y_i}{\sum y^2}$$

$$Q_1 = \frac{560{,}47}{5} + \frac{9{,}76 \times -0{,}6}{1{,}44} - \frac{12{,}77 \times 1}{4} = 104{,}83 \text{ ton}$$

$$Q_2 = \frac{560,47}{5} - \frac{9,76 \times 0,6}{1,44} - \frac{12,77 \times 1}{4} = 104,83 \text{ ton}$$

$$Q_3 = \frac{560,47}{5} + \frac{9,76 \times 0}{1,44} + \frac{13,41 \times 0}{4} = 112,09 \text{ ton}$$

Q maksimum = 112,09< Q all tiang tunggal = 120,02 ton (OKE).
Q_{total} (beban total) =531,41 ton < Qall total = 562,03 ton (OKE).

Penurunan Konsolidasi

Penurunan konsolidasi kelompok tiang gesek dihitung dengan kemiringan penyebaran beban yaitu 1*H*/4*V* terletak pada 2/3 L panjang tiang yaitu sebesar 2/3 x 25 = 16,67 m ≈ 17 m, maka perhitungan penurunan konsolidasi dimulai pada lapisan ke 18.

$$\Delta p = \frac{\text{Beban Total}}{(B_g + Z_i)(L_g + Z_i)}$$

$$B_g = 1,8 + (\frac{1}{4} \times 17 \times 2) = 10,3 \text{ m}$$

$$L_g = 2,7 + (\frac{1}{4} \times 17 \times 2) = 11,2 \text{ m}$$

Penurunan lapisan 1 (17-18 m) (H = 1 m)

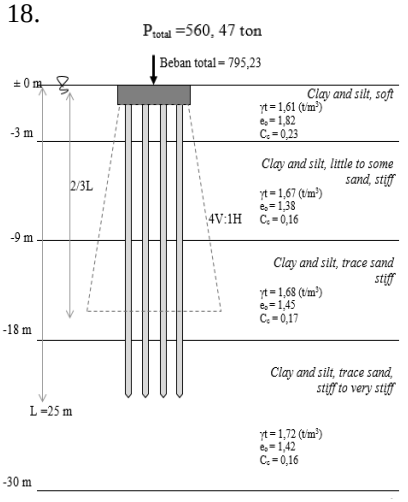
$$\Delta p = \frac{560,47}{\left(10,3 + \frac{1}{2}\right)\left(11,2 + \frac{1}{2}\right)} = 4,44 \text{t/m}^2$$

$$Po'_{18} = 11,59$$

$$Sc(18) = \frac{C_c.H}{1+e_0} \log\left(\frac{po' + \Delta p}{po'}\right)$$

$$= \frac{0,17 \times 1}{1+1,45} \log\left(\frac{11,56+4,44}{11,56}\right)$$

$$= 0,010 \text{ m} = 1 \text{ cm}$$



Gambar 5. Ilustrasi penurunan konsolidasi

Dengan cara yang sama dilakukan perhitungan penurunan pada lapisan kedalaman 18-30 m. Sehingga diperoleh penurunan total sebesar 0,09 m. Berdasarkan SNI 8460:2017 penurunan ijin yaitu S_{tot} < 15 cm + b/600 =15,06 cm > 0,09 m atau 9 cm maka penurunan masih dalam batas yang diijinkan.

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan analisa data berdasarkan dasar teori, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai daya dukung tiang pancang tunggal pada kedalaman 25 m penampang persegi 40 x 40 cm metode Mayerhof sebesar 157,06 ton dan Luciano Decourt 120,02 ton.Pada perencanaan dipilihnilai daya dukung yang kecil yaitu metode Luciano Decourt.
2. Berdasarkan beban maksimum 551,14 ton Jumlah tiang yang digunakan yaitu 5 tiang dengan efisiensi 79 %, dimensi *pile cap* (P5): 1,8 x 2,7 x 0,8 m dengan kontribusi pile cap sebesar 86,72 ton atau 15,41 % dari daya dukung total 562,53 ton
3. Nilai penurunan konsolidasi total sedalam 25 m diperolehsebesar 9 cm < 15,06 cm, nilai tersebut masih dalam batas yang diijinkan menurut SNI 8460:2017.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Afrianto, A. 2017. **Analisa Perbandingan Perencanaan Pondasi Tiang Pancang menggunakan Berbagai Macam Metode pada Proyek Apartemen *The Frontage* Surabaya.** Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November.

[2] Hardiyatmo, H.C. 2015. **Analisis dan Perencanaan Fondasi II.**Yogyakarta : Gajah Mada University.

[3] Rizky, N.M. 2014. **Kontribusi Pilecap Terhadap Daya Dukung Tanah Pada Proyek Apartemen Puri Mas Surabaya.**Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November.

[4] SNI 8460:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik

[5] Terzaghi, K. and Peck, R.B. (1948). ***Soil Mechanics in Engineering Practice*, 2 nd.** Ed. John Wiley and Sons. New York.

[6] Tomlinson, M.J 1963 .***Fondation Design and Construction.***The garden City Press Limited. Lechworth. Hertfordshire SG6 IJS, 2nd edition.