

MINIMALISASI JUMLAH TIANG DALAM GROUP PILE MELALUI PEMILIHAN BENTUK DASAR PENAMPANG PONDASI TIANG PADA TANAH LEMPUNG

Isnaniati

Jurusan Teknik Sipil , Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya
Jl. Sutorejo No.59 Surabaya, Telp 031-3811966
Email: isnaniati65@gmail.com

ABSTRACT

Having very small coefficient of seepage, wide clog, soil bearing capacity is very low., create the complexity of clay. The pole foundation is what frequently used in clay. Mostly the hard layer of clay soil is far lying under ground along with the rare use of hexagonal foundation which had widely been circular and rectangular. Minimizing the pole in pile group is one of the alternatives to reduce the construction budget.

By comparing the basic shape cross-section of the pole is a circle, square, and hexagon with dimensional variations (0.3; 0.35; 0.4m) and soil data (BH1, BH2, BH3) do research on the number of poles in a pile group based on data from the N-SPT. Vertical bearing capacity is calculated based on the theory Decourt Luciano (1982) and the number of poles were studied based on the number n_{hitung} .

The results were obtained, with the same dimensions, the number of poles (n_{hitung}) in the group pile, from the least to the most row is the first order form of square cross-section, the second order is a circular shape, and the third is a hexagon. With % n_{hitung} square shape of the circle is 79% and % n_{hitung} square shape of the hexagon is 93%.

Keywords : Coefficient of seepage, soil bearing capacity, SPT, n_{hitung}

ABSTRAK

Tanah lempung merupakan tanah yang sangat bermasalah karena mempunyai koefisien rembesan yang sangat kecil, kemampumpatannya besar, dan daya dukung tanah yang sangat rendah. Pondasi tiang merupakan pondasi yang biasanya digunakan dilapangan dengan kondisi tanah lempung. Tanah yang dominan lempung umumnya letak tanah kerasnya berada jauh dibawah permukaan tanah, serta langkanya penggunaan bentuk dasar penampang tiang segienam dilapangan yang selama ini hanya bentuk lingkaran dan persegi yang banyak digunakan. Meminimalkan jumlah tiang dalam group pile merupakan salah satu alternatif untuk menurunkan anggaran biaya konstruksi bangunan.

Dengan cara membandingkan bentuk dasar penampang tiang yaitu lingkaran, persegi, dan segi enam dengan variasi dimensi (0,3 ; 0,35; 0,4 m) dan data tanah (BH1, BH2, BH3) dilakukan penelitian terhadap jumlah tiang dalam group pile berdasarkan data N-SPT. Daya dukung tanah vertikal dihitung berdasar teori **Luciano Decourt(1982)** dan jumlah tiang yang diteliti berdasar jumlah n_{hitung} .

Dari hasil penelitian diperoleh dengan dimensi yang sama maka jumlah tiang (n_{hitung}) dalam grup pile dari yang paling sedikit sampai dengan yang paling banyak berturut-turut adalah urutan pertama bentuk penampang persegi, urutan kedua adalah bentuk lingkaran, dan urutan ketiga adalah segi enam. Dengan % n_{hitung} bentuk persegi terhadap lingkaran adalah 79% dan % n_{hitung} bentuk persegi terhadap segi enam adalah 93%.

Kata kunci : Koefisien rembesan, daya dukung tanah, SPT, n_{hitung}

PENDAHULUAN

Tanah lempung merupakan tanah lunak yang bermasalah apabila diatasnya didirikan suatu bangunan terutama bangunan bertingkat. Suatu daerah yang tanahnya merupakan tanah lempung umumnya letak tanah kerasnya berada jauh dibawah permukaan tanah. Tanah lempung mempunyai koefisien rembesannya yang sangat kecil, kompresibilitasnya yang tinggi, daya dukungnya yang sangat rendah, kemampumpatan yang besar (Isnaniati 2011).

Pondasi tiang merupakan pondasi yang biasa dipakai untuk kondisi tanah lempung yang letak tanah kerasnya berada jauh dibawah permukaan tanah dan pemilihan bentuk dasar penampang tiang akan sangat mempengaruhi besarnya daya dukung tanah. Suatu pondasi dikatakan aman apabila dalam perencanaannya memperhitungkan besarnya daya dukung tanah dan penurunan total. Langkanya penggunaan bentuk penampang tiang segienam dan banyaknya penggunaan bentuk penampang tiang lingkaran, segiempat dilapangan juga mendasari penulis untuk memberikan alternatif model bentuk penampang tiang tersebut (Sevia D 2010).

Dengan cara membandingkan penampang tiang bentuk lingkaran dan segiempat yang pernah diteliti sebelumnya serta penampang tiang segienam yang akan diteliti, diperoleh perilaku macam-macam bentuk dasar penampang tiang berupa besarnya daya dukung pondasi, jumlah tiang dalam grup pile dan besarnya penurunan.

Dalam penelitian ini hanya diaplikasikan pada jenis tanah lempung daerah Surabaya dan bentuk dasar penampang tiang lingkaran, segi empat, dan segi enam. Dengan diketahuinya perilaku bentuk penampang tiang tersebut maka dapat diperoleh besarnya daya dukung tanah yang paling besar, jumlah tiang dalam group pile yang paling sedikit.

Tujuan khusus penelitian :

Memperoleh gambaran jumlah tiang dalam group pile dari masing-masing bentuk penampang tiang, sehingga diketahui mana jumlah tiang yang paling sedikit.

Manfaat dari penelitian :

1. Memberikan gambaran perilaku bentuk dasar penampang tiang kepada perencana, ditinjau dari besarnya daya dukung tanah pondasi dan jumlah tiang dalam group pile.
2. Memberikan alternatif model kepada perencana dan masyarakat tentang bentuk dasar penampang tiang sehingga diketahui bentuk penampang tiang yang paling efektif digunakan (kuat dan aman)

TINJAUAN PUSTAKA

Daya Dukung Pondasi Tiang Berdasarkan Uji SPT

Daya dukung pondasi merupakan kemampuan pondasi / tanah dalam menerima beban dari atas yang diwujudkan dalam bentuk daya dukung ultimate atau daya dukung tanah maximum pada pondasi ,

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s$$

Dimana,

Q_{ult} : daya dukung tanah ultimate pada pondasiton

Q_p : resistance ultimate didasar pondasi.... ton

Q_s : resistance ultimate akibat lekatan lateralton

Daya dukung ultimatenurut “Luciano Decourt 1982”

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s$$

Resistance ultimate didasar pondasi , sbb :

$$Q_p = q_p \cdot A_p = (\bar{N}_p \cdot K) \cdot A_p$$

dimana,

q_p : tegangan diujung tiang ton/m²

$\bar{N}_p$: harga rata-rata SPT disekitar 4B diatas hingga

4B dibawah dasar tiang pondasi .

A_p : luaspenampangdasar tiang.....m²

B : diameter tiangm

K : Koefisien karakteristik tanah , Sbb,

12 t/m² : 117,7 kpa, untuk lempung

20 t/m² : 196 kpa, untuk lanau berlempung

25 t/m² : 245 kpa, untuk lanau berpasir

40 t/m² : 392 kpa, untukpasir

Resistance ultimate akibatlektan lateral :

$$Q_s = q_s \cdot A_s = (\bar{N}_s / 3 + 1) \cdot A_s$$

dimana,

q_s : tegangan akibat lekatan lateral ton/m²

$\bar{N}_s$: harga rata-rata SPT sepanjang tiang yang tertanam ,
denganbatasan : $3 \leq N \leq 50$

A_s : keliling x panjang tiang yang terbenam
(luasselimuttiang)

Faktor Koreksi

Harga N dibawah muka air harus dikoreksi menjadi N' berdasarkan perumusan sebagai berikut (Terzaghi & Peck):

$$N' = 15 + 0.5 (N - 15)$$

Dimana ,

N : Jumlah pukulan kenyataan dilapangan dibawah muka air tanah.

Daya Dukung Ijin vertikalTiang (Qv ijin)

Menentuadayadukungijin tiang (Qijin) dilakukandenganmembagidayadukungultimate terhadap safety factor (Angka keamanan)

$$Q_{v \text{ ijin}} = \frac{Q_{ult}}{SF}$$

Nilai angkakeamanan (SF), untukpondasiadalah 2 s/d 4 (menurut beberapa ahli) sedangkan untuktiangpancang min 2.5 (Tomlinson),
halinidilakukanuntukmengantisipasiadanyavariasilapisantanah

Daya dukung Tiang Kelompok (Group Pile)

Pada saat tiang merupakan bagian dari sebuah grup , daya dukungnya mengalami modifikasi karena pengaruh dari grup tiang tersebut. Dari problema ini dapat dibedakan dua fenomena sbb:

- Pengaruh group disaat pelaksanaan pamancangan tiang-tiang.

- Pengaruh group akibat sebuah beban yang bekerja.

Pada saat tiang dipancang dalam tanah kohesif jenuh air , kenaikan tegangan air pori dapat menurunkan shear resistance dari tanah disekelilingnya hingga 15 s/d 30% (BROOMS)
Untuk memulihkan kekuatan semula , memerlukan waktu yang bervariasi tergantung dari jenis tanah dan cara eksekusi tiang pondasinya. Beberapa variasi waktu tersebut adalah :

Type tanah \ Type pondasi	Pasir padat	Lanau dan pasir lepas jenuh air	Lempung
Tiang dibor	1 bln	1 bln	1 bln
Tiang dipancang	8 hari	20 hari	1 bln

Proses pemancangan dapat menurunkan kepadatan disekeliling tiang untuk tanah yang sangat padat. Namun untuk kondisi tanah didominasi oleh pasir lepas atau dengan tingkat kepadatan disekitar tiang sedang , pemancangan dapat menaikkan kepadatan bila jarak antara tiang 7 s/d 8 diameter. Untuk daya dukung group pondasi harus dikoreksi terlebih dahulu dengan apa yang disebut koefisien koreksi C_e

$$Q_{ult(group)} = Q_{ult(1tiang)} \times n \times C_e$$

Dimana,

n = jumlah tiang dalam group

C_e = koefisien koreksi

Koefisien koreksi menurut Converse – Labarre :

$$C_e = 1 - \frac{\arctan(\phi / S)}{90^\circ} \cdot \left\{ 2 - \frac{1}{m} - \frac{1}{n} \right\}$$

Dimana,

ϕ : diameter tiang = B m

m :Jumlahbaris tiang dalam group

n :Jumlahkolom tiangdalamgroup

S :Jarakantartiang (jarak as tiang– astiang)

Berdasarkanpadaperhitungan,dayadukungtanaholehDirjenBina MargaDepartemen P.U.T.L, mensyaratkan :

$$S \geq 2.5 \cdot B$$

$$S \leq 3 \cdot B$$

Repartisi Beban-Beban diatas Tiang Kelompok:

Tiang Yang MenerimaBebanVertikal, horisontal danMomen, maka besarnyaavertikal ekivalen yang bekerja pada sebuah tiang , sbb:

$$Q_{max} = \frac{\sum V}{n} \pm \frac{M_y \cdot X_{max}}{\sum X^2} \pm \frac{M_x \cdot Y_{max}}{\sum Y^2}$$

Dimana :

Q_{max} :Beban max yang diterimaoleh tiangpancang(ton)

$\sum V$:Jumlah total beban normal (ton)

V_1 : Bebanvertikal yang bekerja(ton)

V_2 : Beratpoer (ton)

n : Banyaknyatiangdalamdalamgroup pile

M_y : Momen yang bekerjapada bidang tegaklurus sumbu y(tm)

Mx: Momen yang bekerja pada bidang tegak lurus sumbu x (tm)
Xmax: Absis terjauhtiang terhadap titik berat kelompok tiang (m)
Ymax: Ordinat terjauhtiang terhadap titik berat kelompok tiang (m)
 ΣX^2 : Jumlah kuadrat absis-absis

Kontrol Beban Maksimum Terhadap Daya Dukung Ijin Tiang

$$\frac{Q_{\max}}{C_e} \leq Q_{\text{ijin}}$$

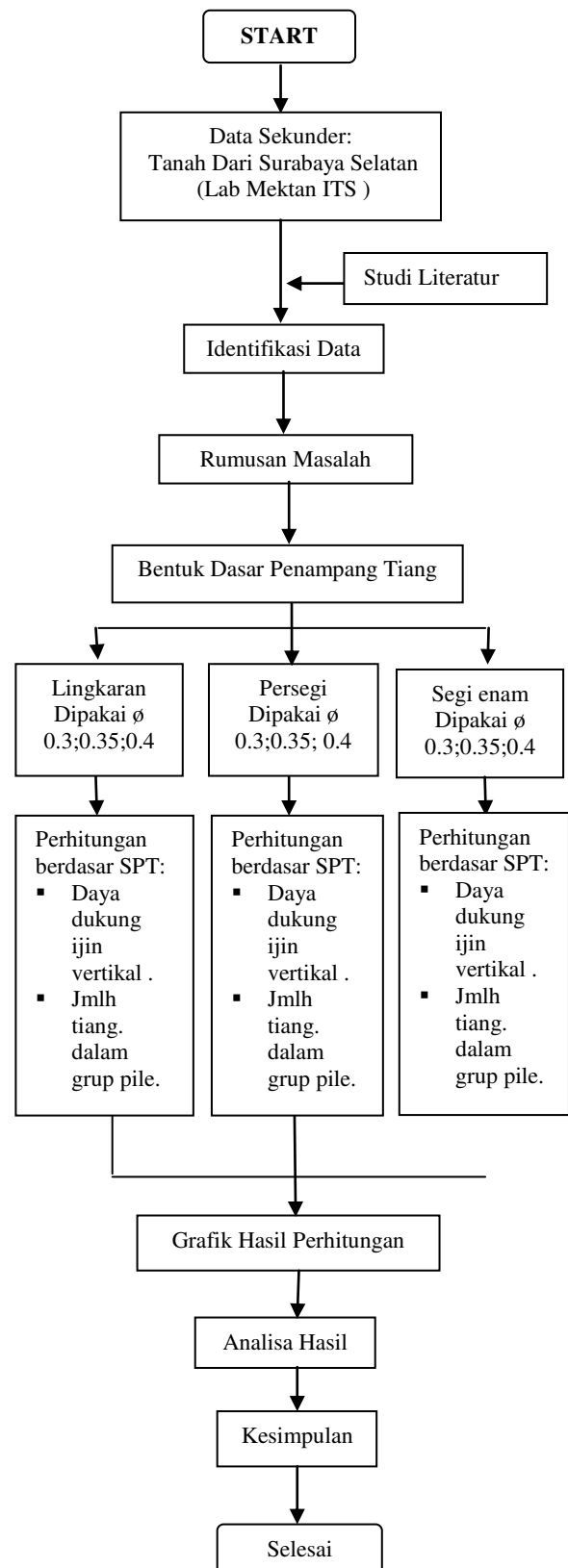
Dimana :

$Q_{\max}$: beban maksimum yang diterima oleh tiang pancang (ton)

Q_{ijin} : Daya dukung ijin satu tiang (ton)

METODOLOGI PENELITIAN

Untuk memilih bentuk penampang dasar pondasi tiang yang paling efektif antar bentuk penampang lingkaran, segi empat, segi enam pada tiang pondasi, digunakan variasi diameter penampang tiang 0.3m, 0.35m, 0.4m, dengan data contoh tanah daerah Surabaya dengan menggunakan beban asumsi. Urutan metodologi seperti flow chart sbb

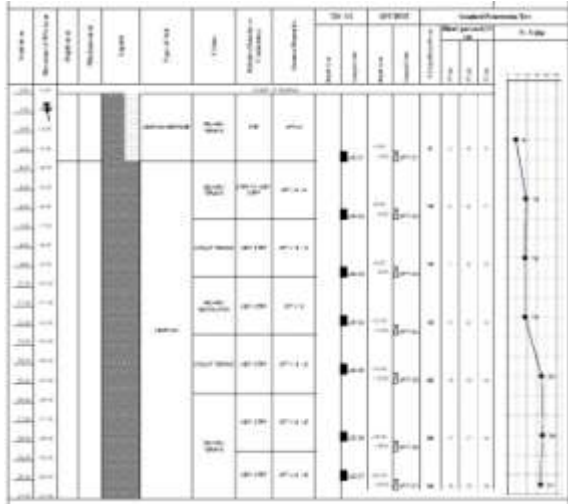


“Flowchart Metodologi Penelitian”

GRAFIK HASIL PERHITUNGAN DAN ANALISA HASIL

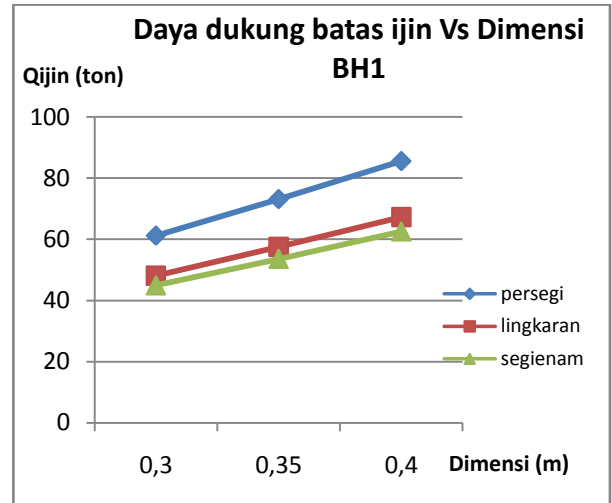
Data Sekunder :

BH1

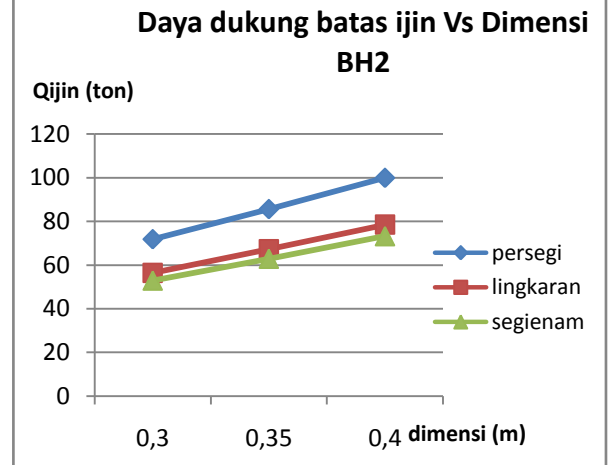
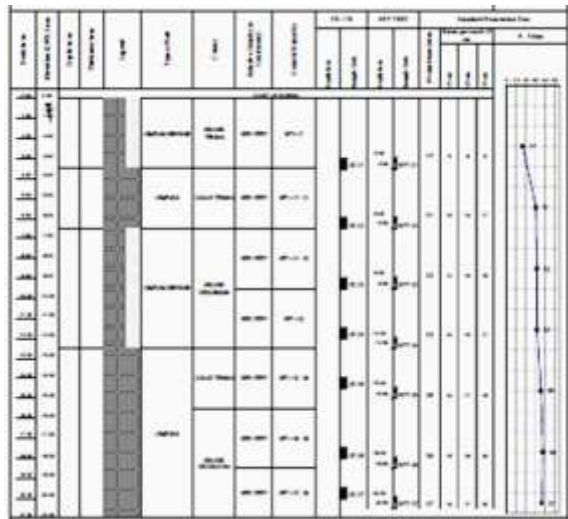


Grafik hasil perhitungan sbb:

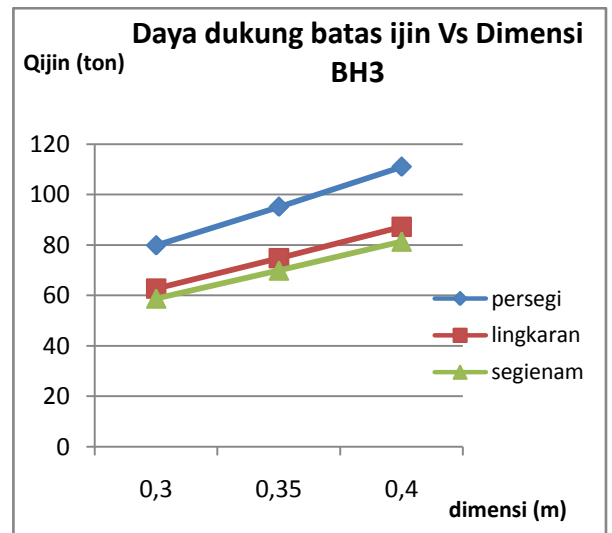
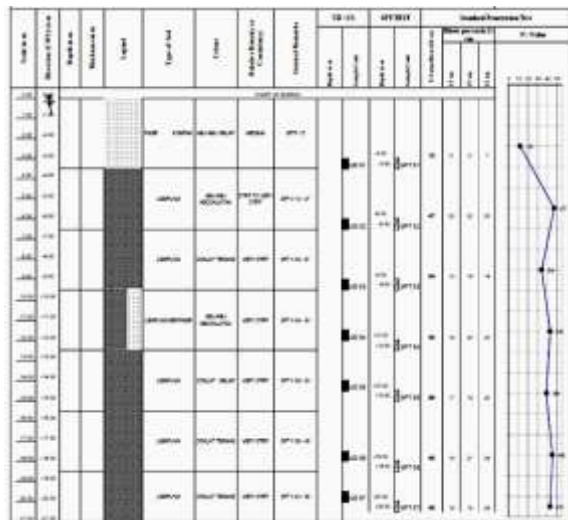
1. Daya dukung ijin vertikal :



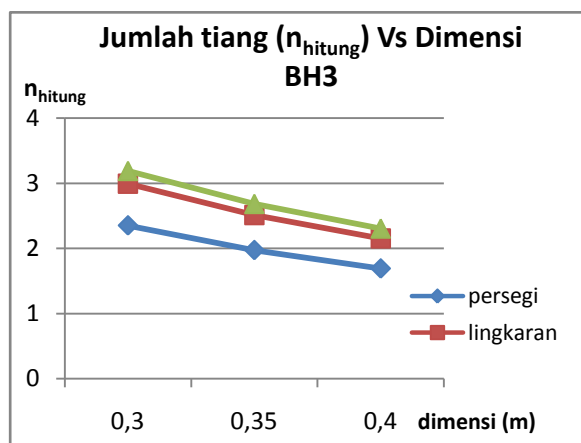
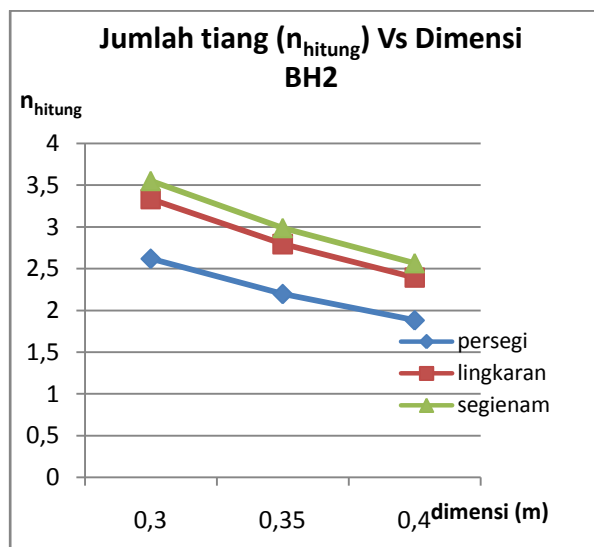
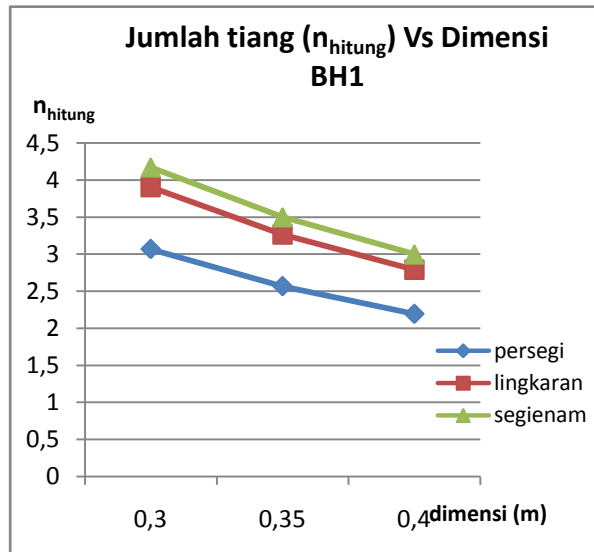
BH2



BH3



2. Jumlah tiang dalam grup pile :



Analisa grafik hasil perhitungan:

1. Pada grafik 1. bor hol 1 (BH1) pada dimensi yang sama (0,3; 0,35; 0,4m) menunjukkan bahwa daya dukung ijin paling besar sd paling kecil berturut-turut bentuk penampang persegi, bentuk penampang lingkaran, bentuk penampang segienam . Hal ini dikarenakan bentuk penampang persegi mempunyai luas penampang tiang (A_p) & luas selimut (A_s) paling besar sehingga daya dukung end bearing (Q_p) & daya dukung selimut (Q_s) besar sehingga berakibat daya dukung ultimate (Q_{ult}) dan daya dukung ijin (Q_{ijin}) besar .
2. Pada grafik 1. bor hol 2 (BH2) pada dimensi yang sama (0,3; 0,35; 0,4m) menunjukkan bahwa daya dukung ijin paling besar sd paling kecil berturut-turut bentuk penampang persegi, bentuk penampang lingkaran, bentuk penampang segienam . Hal ini dikarenakan bentuk penampang persegi mempunyai luas penampang tiang (A_p) & luas selimut (A_s) paling besar sehingga daya dukung end bearing (Q_p) & daya dukung selimut (Q_s) besar sehingga berakibat daya dukung ultimate (Q_{ult}) dan daya dukung ijin (Q_{ijin}) besar .
3. Pada grafik 1. bor hol 3 (BH3) pada dimensi yang sama (0,3; 0,35; 0,4m) menunjukkan bahwa daya dukung ijin paling besar sd paling kecil berturut-turut bentuk penampang persegi, bentuk penampang lingkaran, bentuk penampang segienam . Hal ini dikarenakan bentuk penampang persegi mempunyai luas penampang tiang (A_p) & luas selimut (A_s) paling besar sehingga daya dukung end bearing (Q_p) & daya dukung selimut (Q_s) besar sehingga berakibat daya dukung ultimate (Q_{ult}) dan daya dukung ijin (Q_{ijin}) besar .
4. Pada grafik 2. bor hol 1 (BH1) pada dimensi yang sama (0,3; 0,35; 0,4m) menunjukkan jumlah tiang paling sedikit sd terbanyak berturut-turut bentuk penampang persegi, bentuk penampang lingkaran, bentuk penampang segienam . Hal ini dikarenakan bentuk penampang persegi mempunyai daya dukung ijin tanah paling besar sehingga diperlukan jumlah tiang (n_{hitung}) paling kecil.
5. Pada grafik 2. bor hol 2 (BH2) pada dimensi yang sama (0,3; 0,35; 0,4m) menunjukkan jumlah tiang paling sedikit sd terbanyak berturut-turut bentuk penampang persegi, bentuk penampang lingkaran, bentuk penampang segienam . Hal ini dikarenakan bentuk penampang persegi mempunyai daya dukung tanah paling besar sehingga diperlukan jumlah tiang (n_{hitung}) paling kecil.
6. Pada grafik 2. bor hol 3 (BH3) pada dimensi yang sama (0,3; 0,35; 0,4m) menunjukkan jumlah tiang paling sedikit sd terbanyak berturut-turut bentuk penampang persegi, bentuk penampang lingkaran, bentuk penampang segienam . Hal ini dikarenakan bentuk penampang persegi mempunyai daya dukung tanah paling besar sehingga diperlukan jumlah tiang (n_{hitung}) paling kecil.
7. Tampak dari hasil grafik borhol diatas yang mempunyai jumlah tiang (n_{hitung}) paling kecil sd terbesar berturut-turut adalah BH3 diikuti BH2 dan BH1. Hal ini dikarenakan pada BH3 daya dukung ijin tanahnya (Q_{ijin}) paling besar sehingga diperlukan jumlah tiang (n_{hitung}) paling kecil

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan:

1. Pada semua titik bor hol (BH1, BH2, BH3) diperoleh daya dukung ijin (Q_{ijin}) terbesar sd terkecil berturut-turut adalah bentuk penampang persegi, bentuk lingkaran dan urutan terakhir adalah segi enam.
2. Dengan besarnya Q_{ijin} rata-rata (dalam ton) sbb :

	persegi	lingkaran	Segi enam
BH1	2,6	3,3	3,6
BH2	2,2	2,8	3,0
BH3	2,0	2,5	2,7

3. Pada semua titik bor hol (BH1, BH2, BH3) diperoleh jumlah tiang (n_{hitung}) dalam group pile
4. Dengan besarnya jumlah tiang (n_{hitung}) rata-rata sbb,

	persegi	lingkaran	Segi enam
BH1	73,317	57,606	53,740
BH2	85,713	67,346	62,988
BH3	95,355	74,922	70,094

Saran :

1. Perlu dilakukan penelitian dengan menambah bentuk penampang lainnya (selain persegi, lingkaran dan segi enam) dengan menggunakan metoda perhitungan selain N-SPT

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, 1992 . “Analisa Dan Disain Pondasi”. Erlangga Jakarta.
- Braja M Das, Noor Endah dkk, 1995. “Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis”. Erlangga.
- Isnaniati, 2007, Analisa Pengaruh Bentuk Penampang Tiang terhadap Daya Dukung Tanah pada Tanah Lempung, Jurnal Light Fakultas Teknik UMSurabaya, 4, 1 : 12-17.
- Isnaniati. 2013, Optimalisasi Daya Dukung Tanah dan Penurunan Melalui Pemilihan Bentuk Dasar Penampang Pondasi Tiang Pada Tanah Lempung”. Proseeding SNTT-FGDT.
- JH. Atkinson, 1981, Foundations and Slopes, McGraw-Hill Book Company.
- John T. Christian , 1977, Numerical Methods in Company Geotechnical Engineering, McGraw-Hill Book Company.
- Paulos Davis, 1980, Pile Foundation Analysis and Design, The University and Sydney.
- Wahyudi Herman, 1991, Daya Dukung Pondasi Dalam, ITS Surabaya