

Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal Dan Kelompok (Studi Kasus Proyek Hangar Lion Air Batam)

Mulyono¹⁾, Dian Hastari Agustina²⁾

^{1,2)} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau Kepulauan
E-mail: mulyono.soiltech@com'), dian_rajendra@yahoo.com²⁾

ABSTRAK

Pondasi tiang pancang merupakan struktur bagian bawah yang menumpu pada tanah keras atau pada tumpuan tanah yang padat dan bekerja sebagai penopang struktur yang berada di atasnya, jika struktur bawahnya kokoh maka struktur atas akan tetap berdiri kokoh, sebaliknya jika struktur bawahnya tidak kuat menahan struktur atasnya maka struktur atas akan runtuh, Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui daya dukung pondasi tiang pancang tunggal dan kelompok dengan menggunakan metode Mayerhoff 1956 dan metode Luciano Decourt 1996 berdasarkan data SPT (*Standart penetration test*) dan data CPT (*Cone penetration test*), dengan beban maksimal bangunan sebesar 795 ton. Hasil perhitungan metode Mayerhoff berdasarkan data SPT untuk tiang pancang tunggal 25cm x 25cm mendapatkan nilai daya dukung Q_{all} 16,08 ton, sedangkan berdasarkan data CPT 1 metode Mayerhoff mendapatkan nilai daya dukung Q_{all} 14,43 ton dan CPT 2 mendapatkan nilai daya dukung sebesar 13,15 ton, sehingga beban (P)795 ton dapat di topang dengan pondasi tiang kelompok sebanyak 60 tiang pancang. Sedangkan hasil perhitungan metode Luciano decourt berdasarkan data SPT untuk tiang pancang tunggal 25cm x 25cm mendapatkan nilai daya dukung Q_{all} 13,33, sehingga beban (P) 795 ton dapat di topang dengan pondasi tiang kelompok sebanyak 78 tiang pancang. Hasil perhitungan kedua metode tersebut dapat di gunakan sebagai acuan dalam perencanaan pondasi tiang pancang kelompok.

Kata kunci : Pondasi tiang, kelompok tiang

ABSTRACT

The pile foundation is the lower structure that rests on hard soil or on solid soil support and works as a support for the structure above it, if the lower structure is solid then the upper structure will still stand strong, on the contrary if the lower structure is not strong enough to withstand the upper structure then the structure will remain strong. This study was conducted to determine the bearing capacity of single pile foundations and groups using the Mayerhoff 1956 method and the Luciano Decourt 1996 method based on SPT (Standard penetration test) data and CPT (Cone penetration test) data, with a maximum load capacity of 795 tons. The calculation results of the Mayerhoff method based on SPT data for single piles of 25cm x 25cm the bearing capacity (Q_{all}) value is 16.08 tons, while based on CPT 1 data the Mayerhoff method the bearing capacity (Q_{all}) value of 14.43 tons and CPT 2 the bearing capacity value of 13,15 tons, so that the load capacity (P) 795 tons can be supported by a group pile foundation by 60 piles. While the results of the calculation of the Luciano decourt method based on SPT data for a single pile of 25cm x 25cm, the value of the bearing capacity (Q_{all}) is 13.33, so that the load (P) of 795 tons can be supported by 78 piles. The calculation results of the two methods can be used as a reference for design in group pile foundations.

Keyword : Pile foundation, pile group, bearing capacity

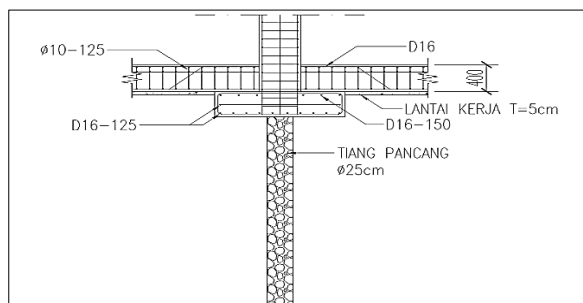
1. PENDAHULUAN

Pondasi tiang pancang merupakan struktur bagian bawah yang menumpu pada tanah keras atau pada tumpuan tanah yang padat dan bekerja sebagai penopang struktur yang berada di atasnya, jika struktur bawahnya kokoh maka struktur atas akan tetap berdiri kokoh, sebaliknya jika struktur bawahnya tidak kuat menahan beban struktur atasnya maka struktur atas akan runtuh,

Kegagalan pondasi dalam disebabkan berkurangnya daya dukung selimut, dan daya dukung ujung yang diakibatkan oleh beberapa faktor. Perencanaan struktur bawah yang tepat sangat diperlukan untuk dapat menjaga kestabilan konstruksi yang ditopang. Karena kesalahan dalam perencanaan struktur bawah akan menyebabkan bangunan yang kokoh pada struktur atas menjadi runtuh

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pondasi merupakan struktur bangunan yang letaknya berada di bagian paling bawah dan berguna untuk menopang beban seluruh struktur bangunan, pondasi dikatakan benar apabila beban yang diteruskan oleh pondasi ke tanah tidak melampaui kekuatan tanah yang bersangkutan (Das,2016). Pondasi adalah suatu konstruksi pada bagian dasar struktur/bangunan (*sub structure*) yang berfungsi meneruskan beban dari bagian atas struktur/bangunan (*upper structure*) ke lapisan tanah dibawahnya tanpa mengakibatkan keruntuhan geser tanah dan penurunan (*settlement*) tanah/podasi yang berlebihan (Setiawan 2020).



Gambar 1. Pondasi tiang pancang tunggal

2.1 Daya Dukung Tiang Pancang

Daya dukung pondasi tiang pada tanah, umumnya diperoleh dari jumlah daya dukung terpusat tiang dan tahanan geser pada dinding tiang, dan besarnya daya dukung *Qult* diperoleh dari persamaan sebagai berikut :

$$Q_{ult} : (Q_u + Q_s)$$

Dimana :

Qult : Daya dukung yang maksimum (ton)

Q_u: Daya dukung ujung tiang (ton)

Q_s : Gaya geser selimut tiang (ton)

2.2 Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang Tunggal Metode Mayerhoff Berdasarkan Uji Spt dan CPT

Untuk menghitung daya dukung tiang pancang tunggal dan kelompok digunakan metode *Mayerhoff 1956*. rumus daya dukung ultimate pondasi tiang pancang tunggal dan kelompok berdasarkan data SPT (*standart penetration test*) sebagai berikut :

$$Q_{ult} = 40 \cdot N_b \cdot A_p + 0.2 \cdot N \cdot A_s$$

dimana :

Qult : daya dukung unlimit pondasi tiang (ton)

N_b : Nilai SPT pada elevasi dasar tiang

N : Nilai N-SPT rata-rata

A_p : luas penampang dasar tiang (m²)

A_s : luas selimut tiang (m²)

$$Q_{all} = \frac{10 \cdot N_b \cdot A_p}{3} + \frac{0.2 \cdot N \cdot A_s}{5}$$

Qall : Daya dukung ijin pondasi tiang (ton)

N_b : Nilai SPT pada elevasi dasar tiang

N : Nilai N-SPT rata rata

A_p : luas penampang dasar tiang (m²)

A_s : luas selimut tiang (m²)

Rumus Mayerhoff daya dukung maksimum (*ultimet*) pondasi tiang berdasarkan data sondir:

$$Q_{ult} : (Q_c \times A_p) + (T_f \times O_p)$$

Dimana :

Qult : Kapasitas daya dukung *ultimet* tiang tunggal (ton).

Q_c : Tahanan ujung sondir (kg/cm²).

A_p : Luas penampang tiang (cm²).

T_f : *Total friction* (cm²).

O_p : Keliling tiang (cm²).

Rumus Mayerhoff daya dukung ijin pondasi tiang berdasarkan data sondir:

$$Q_{all} = \frac{Q_c \cdot A_p}{3} + \frac{T_f \cdot O_p}{5}$$

Dimana :

- Q_{all} : Daya dukung ijin pondasi (ton)
 Q_c : Tahanan ujung sondir (kg/cm²).
 A_p : Luas penampang tiang (cm²).
 T_f : Total hambatan (cm²).
 O_p : Keliling tiang (cm²).

2.3 Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang Tunggal Metode Luciano Decourt Berdasarkan Uji Spt (Standart Penetration Test)

Untuk menghitung daya dukung tiang pancang tunggal digunakan metode Luciano Decourt (1996) . rumus daya dukung *ultimate* pondasi tiang pancang tunggal berdasarkan data SPT (*standart penetration test*) sebagai berikut :

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

$$Q_{ult} = a \cdot (N_p \cdot K) \cdot A_p + \beta \cdot (N_s/3 + 1) \cdot A_s$$

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{S_f}$$

$Q_{netto} = Q_{all} - W$

Dimana :

- Q_{ult} : Daya dukung tanah maksimum pada pondasi (ton)
 Q_{all} : Daya dukung ijin tiang pancang (ton)
 Q_{netto} : Daya dukung bersih (ton)
 S_f : *Safety factor*
 W : Berat tiang pancang (ton)
 Q_p : Tahanan ujung di dasar tiang (ton)
 Q_s : Tahanan selimut akibat lekatan lateral (ton)
 N_p : Harga rata – rata SPT 8b di atas hingga 4b di bawah dasar tiang
 B : Diameter pondasi (m²)
 N_s : Harga rata-rata sepanjang tiang yang tertanam
 A_s : luas keliling selimut tiang (m²)
 A_p : Luas penampang dasar tiang (m²)
 α, β, K : Koefisien

Tabel 2.1 Koefisien Tanah K (Decourt & Quaresma,1978 ; Decourt dkk,1996)

Koefisien tanah K (Decourt 1987)	
Jenis tanah	K (t/m ²)
Lempung	12
Lanau berlempung	20
Lanau berpasir	25
Pasir	40

Tabel 2.2 Koefisien Selimut Tiang β (Decourt & Quaresma,1978;Decourt,1996)

Soil/Pile	Driven Pile	Bored Pile	Bored pile (Bentonite)	Continuous hollow auger	Root Pile's	Inject (High Pressure)
Clay	1	0,8	0,9	1	1,5	3
Intermediate Soils	1	0,65	0,75	1	1,5	3
Sands	1	0,5	0,65	1	1,5	3

Tabel 2.3 Koefisien dasar tiang α (Decourt & Quaresma,1978 ; Decourt dkk,1996)

Koefisien dasar tiang α (Decourt & Quaresma,1978;Decourt dkk,1996)						
Soil/Pile	Driven Pile	Bored Pile	Bored pile (Bentonite)	Continuous hollow auger	Root Pile's	Inject (High Pressure)
Clay	1	0,85	0,85	0,3	0,85	1
Intermediate Soils	1	0,6	0,6	0,3	0,6	1
Sands	1	0,5	0,5	0,3	0,5	1

2.4 Perhitungan Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok

Dari hasil perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang tunggal akan di gabungkan menjadi daya dukung tiang pancang kelompok, Maka untuk mendapatkan hasil perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang kelompok menggunakan Efisiensi kelompok tiang metode *Converse Labarre* sebagai berikut, (Meisari, Y., & Yakin, Y. A. 2017).

$$E_g = 1 - \theta \cdot \left[\frac{(n' - 1) \cdot m + (m - 1) \cdot n'}{90 \cdot m \cdot n'} \right]$$

Dimana:

- E_g : Efisiensi kelompok tiang
 θ : arc.tg (B/s),dalam derajat (°)
 m : Jumlah baris tiang
 n' : Jumlah tiang dalam satu baris
 s : Jarak pusat ke pusat tiang (m)
 B : Diameter tiang (m)

Sehingga daya dukung pondasi kelompok tiang bisa dihitung dengan metode di bawah ini :

$$Q_g = n \cdot Q_{all} \cdot E_g$$

Dimana :

- Q_g : Daya dukung kelompok tiang
- E_g : Efisiensi kelompok tiang
- n : Jumlah tiang pancang
- Q_{all} : Daya dukung ijin tiang tunggal

3. METODE PENELITIAN

Proses penelitian daya dukung pondasi tiang pancang tiang tunggal dan kelompok ini dengan metode Mayerhoff dan metode Luciano decourt berdasarkan data pengujian tanah SPT (*Standart penetration test*) dan berdasarkan data CPT (*Cone penetration test*), Penelitian Perhitungan daya dukung tiang pancang tunggal dan kelompok ini dilakukan pada proyek *water tank* hangar lion air Batam, yang berlokasi di jalan hang tuah kecamatan nongsa kota Batam Kepulauan Riau.

3.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian daya dukung pondasi tiang pancang tunggal dan kelompok ini adalah data sekunder yang terdiri dari :

1. Data pengujian tanah dengan metode boring SPT (*Standart Penetration Test*)
2. Data pengujian tanah dengan metode CPT (*Cone Penetration Test*)
3. Data (*Index properties of soil, Engineering properties of soil*)
4. Data tiang pancang
5. Perhitungan daya dukung tiang pancang metode Mayerhoff (1956)
6. Perhitungan daya dukung tiang pancang metode Luciano Decourt (1996)
7. Efisiensi kelompok tiang dengan formula *convere – labbare*
8. Perhitungan daya dukung kelompok tiang
- 9.

4. DATA, PEMBAHASAN DAN ANALISA

Data yang di peroleh pada proyek pembangunan *water tank* hangar lion air ini di tabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data bangunan *water tank* hangar lion air

Nomor	Uraian	Volume	Satuan
1	Panjang bangunan	19	Meter
2	Lebar bangunan	8	Meter
3	Tinggi bangunan	3,5	Meter
4	Beban Bangunan (P)	795	Ton
5	Kedalaman tiang pancang	8	Meter
6	Tiang pancang yang tertanam	5	Meter
7	Ukuran tiang pancang	0,25 x 0,25	Meter
8	Berat tiang pancang (W)	0,75	Ton
9	jenis tiang pancang	Rc pile	Batang

(Sumber : CV. Asmara bersaudara, 2022)

Tabel 4.2 Data parameter tanah dari pengujian laboratorium

No.	index & engineering properties	Nilai	No.	index & engineering properties	Nilai
1	Natural water content (w _n) %	31,01	11	Liquidity index (IL)	0,37
2	Bulk Density (γ _m) g/cm ³	1,869	12	Passing sieve no.200 (%)	58,1
3	Dry density (γ _d) g/cm ³	1,427	13	Strength (q _u) Kg/cm ²	1,09
4	Specific gravity (G _s)	2,719	14	Sensitivity (S _t)	1,47
5	Void Ratio (e)	0,91	15	Apparent Cohesion (C) Kg/cm ²	0,58
6	Porosity (n)	47,5	16	Angle of internal friction (θ _{int})	19
7	Degree of saturation (S _r) %	93,1	17	Compression index (C _c)	0,24
8	Plastic limit (W _p) %	24,23	18	pre Compression index (P _c) Kg/cm ²	1,92
9	liquid limit (W _L)	42,79	19	Group Classification Group Simbal	A-7-6 (10) 10
10	Plasticity index (IP)	18,56	20	Group Name	Sandy clay

(Sumber : CV. Asmara bersaudara,2022)

4.1 Perbedaan Perhitungan Metode Mayerhoff Dan Metode Luciano Decourt

Perbedaan perhitungan daya dukung tiang pancang dari setiap metode memiliki keunikan, kelebihan, kekurangan dan perbedaan masing-masing metode, Namun semua metode tersebut telah di uji secara empiris oleh mereka dan dipatenkan.

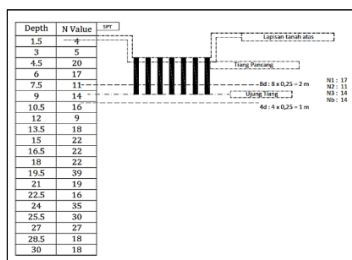
Metode	Mayerhoff	Luciano decourt
Daya dukung ujung	$Q_p = 40 \times N_b \times A_p$	$Q_p = [\alpha \times (N_p \times K) \times A_p]$
Daya dukung selimut	$Q_s = 0,2 \times N \times A_s$	$Q_s = [\beta \times (N_s/3+1) \times A_s]$
Daya dukung ultimet	$Q_{ult} = Q_p + Q_s$	$Q_{ult} = [\alpha \times (N_p \times K) \times A_p] + [\beta \times (N_s/3 + 1) \times A_s]$
Daya dukung allowable	$Q_{all} = \frac{Q_p}{3} + \frac{Q_s}{5}$	$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{3} - W_p$

Gambar 4.1 Perbedaan metode mayerhoff dan metode Luciano decourt

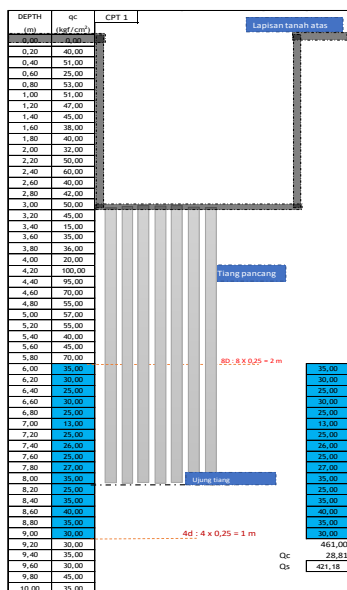
4.2 Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal Dan Kelompok Metode Mayerhoff Dan Metode Luciano Decourt Berdasarkan Data SPT Dan CPT.

Data sekunder berupa data SPT (*Standart penetration test*) dan data CPT (*Cone penetration*

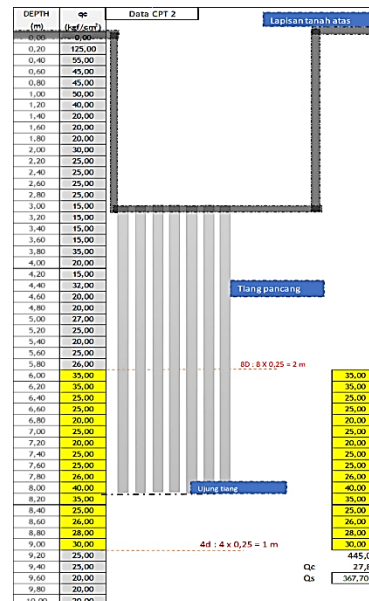
test). Beban yang akan di pikul oleh pondasi tiang pancang sebesar (P) 795 ton, Rencana kedalaman tiang pancang adalah 8 meter di bawah permukaan tanah, sedangkan tiang pancang yang tertanam adalah 5 meter, Data SPT dirangkum dengan tabel beserta data nilai SPT di ujung tiang pancang, nilai 8d atasnya ujung tiang pancang dan nilai 4d dibawahnya ujung tiang pancang dilampirkan di bawah ini :



Gambar 4.2 Nilai N-SPT di ujung area 4d bawah dan 8d atas tiang pancang (Sumber : CV.Asmara Bersaudara)



Gambar 4.3 Nilai CPT 1 di ujung dan area 4d bawah dan 8d atas tiang pancang. (Sumber : CV.Asmara bersaudara, 2022)



Gambar 4.4 Nilai CPT 2 di ujung area 4d bawah dan 8d atas tiang pancang (Sumber : CV.Asmara Bersaudara)

4.2.1 Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal Dan Kelompok Metode Mayerhoff Berdasarkan Data SPT .

Daya dukung maksimum dan daya dukung ijin (*ultimet & allowable*) tiang pancang tunggal dan kelompok menurut metode mayerhoff dengan ukuran tiang pancang 25 cm x 25 cm dengan jarak antar tiang 160 cm sebagai berikut :

- Kapasitas daya dukung ujung tiang pancang tunggal

$$Q_p = 40 \cdot N_b \cdot A_p$$

$$N_b = 14$$

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

$$Q_p = 40 \cdot N_b \cdot A_p$$

$$Q_p = 40 \times 14 \times 0,0625 \text{ m}^2$$

$$Q_p = 35 \text{ ton}$$
- Kapasitas daya dukung selimut tiang pancang tunggal

$$Q_s = 0,2 \cdot N \cdot A_s$$

$$N = 15,50$$

$$A_s = 5$$

$$Q_s = 0,2 \cdot N \cdot A_s$$

$$Q_s = 0,2 \cdot 15,50 \cdot 5$$

$$Q_s = 15,50 \text{ ton}$$
- Kapasitas daya dukung maksimum (*ultimed*) tiang pancang tunggal

$$Q_{ult} = 40 \cdot N_b \cdot A_p + 0,2 \cdot N \cdot A_s$$

$$Q_{ult} = 40 \cdot 14 \cdot 0,0625 + 0,2 \cdot 15,50 \cdot 5$$

$$Q_{ult} = 35 + 15,50$$

$$Q_{ult} = 50,50 \text{ ton}$$

d. Kapasitas daya dukung yang diijinkan (*allowable*) tiang pancang tunggal

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{S_f}$$

$$S_f = 3$$

$$Q_{all} = \frac{50,50}{3}$$

$$Q_{all} = 16,08 \text{ ton}$$

e. Menentukan kapasitas jumlah tiang pancang

$$n = \frac{P}{Q_{all}}$$

$$n = \frac{795}{16,08}$$

$$n = 49,43 = (\text{dibulatkan menjadi } 50 \text{ Tiang})$$

Untuk mendapatkan daya dukung yang lebih besar dari P (795) ton, maka jumlah tiang di tambah menjadi 60 tiang.

f. Perhitungan efisiensi kelompok tiang pancang dengan metode *converce labarre*

$$E_g = 1 - \theta \left[\frac{(n' - 1) \cdot m + (m - 1) \cdot n'}{90 \cdot m \cdot n'} \right]$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{B}{S}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{25}{160}$$

$$\theta = 8,881$$

$$E_g = 1 - 8,881 \cdot \left[\frac{(12 - 1) \cdot 5 + (5 - 1) \cdot 12}{90 \cdot 12 \cdot 5} \right]$$

$$E_g = 0,831$$

g. Menentukan kapasitas daya dukung kelompok tiang pancang tunggal

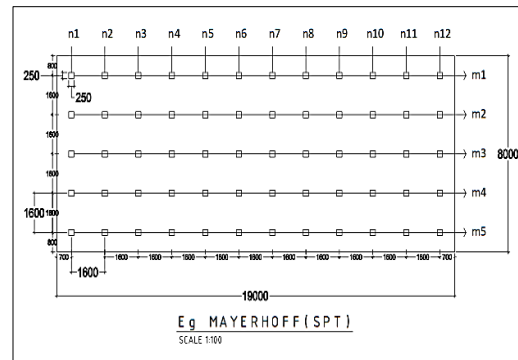
$$Q_g = \text{Kapasitas daya dukung kelompok tiang}$$

$$Q_g = n \cdot Q_{all} \cdot E_g$$

$$Q_g = 60 \cdot 16,08 \cdot 0,831$$

$$Q_g = 801,54 \text{ ton}$$

Dari hasil perhitungan daya dukung kelompok tiang pancang metode mayerhoff dengan ukuran tiang pancang 25 cm x 25 cm dengan konfigurasi 60 tiang pancang dengan jarak 160 cm antar tiang pancang, maka nilai (P) beban menjadi lebih kecil dari nilai (Qg) daya dukung tiang pancang kelompok, Maka pondasi tiang pancang dianggap aman yaitu (P = 795 ton ≤ Qg = 801,54 ton).



Gambar 4.5 konfigurasi tiang pancang ukuran 25 cm x 25 cm dengan jarak as ke as tiang sebesar 160 cm

4.2.2 Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal Dan Kelompok Metode Mayerhoff Berdasarkan Data Sondir 1

Daya dukung tiang pancang tunggal dan kelompok *ultimet & allowable* menurut metode mayerhoff dengan ukuran 25 cm X 25 cm dengan jarak antar tiang 130 cm sebagai berikut:

a. Kapasitas daya dukung ujung tiang pancang tunggal

$$Q_p = Q_c \times A_p$$

$$Q_c = 28,81 \text{ Kg/cm}^2$$

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

$$Q_p = 28,81 \times 625 \text{ cm}^2$$

$$Q_p = 18007,81 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Q_p = 18,01 \text{ ton}$$

b. Kapasitas daya dukung selimut tiang pancang tunggal

$$Q_s = T_f \times O_p$$

$$T_f = 412,2 \text{ Kg/cm}^2$$

$$O_p = 100 \text{ cm}$$

$$Q_s = 421,2 \times 100 \text{ cm}$$

$$Q_s = 42118,98 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Q_s = 42,12 \text{ Ton}$$

c. Kapasitas daya dukung *ultimet* tiang pancang tunggal

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

$$Q_{ult} = 18,01 + 42,12 \text{ ton}$$

$$Q_{ult} = 60,13 \text{ ton}$$

d. Kapasitas daya dukung *allowable* tiang pancang tunggal

$$Q_{all} = \frac{Q_p}{3} + \frac{Q_s}{5}$$

$$Q_{all} = \frac{18,01 \text{ ton}}{3} + \frac{42,12 \text{ ton}}{5}$$

$$Q_{all} = 6 \text{ ton} + 8,42 \text{ ton}$$

Qall = 14,43 ton

- e. Menentukan kapasitas jumlah tiang pancang dalam sebuah bangunan

$$n = \frac{P}{Q_{all}}$$

$$n = \frac{795 \text{ ton}}{14,43 \text{ ton}}$$

$$n = 55,11 = (\text{dibulatkan menjadi } 55 \text{ Tiang})$$

Untuk mendapatkan daya dukung yang lebih besar dari P (795) ton, maka jumlah tiang di tambah menjadi 70 tiang.

- f. Perhitungan efisiensi kelompok tiang pancang

$$E_g = 1 - \theta \left[\frac{(n' - 1) \cdot m + (m - 1) \cdot n'}{90 \cdot m \cdot n'} \right]$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{B}{S}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{25}{130}$$

$$\theta = 10,886$$

$$E = 1 - 10,886 \cdot \left[\frac{(14 - 1) \cdot 5 + (5 - 1) \cdot 14}{90 \cdot 14 \cdot 5} \right]$$

$$E_g = 0,791$$

- g. Menentukan kapasitas daya dukung kelompok tiang pancang

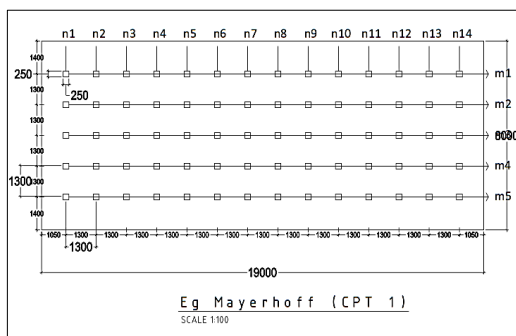
Qg = Kapasitas daya dukung kelompok tiang

$$Q_g = n \cdot Q_{all} \cdot E_g$$

$$Q_g = 70 \cdot 14,43 \cdot 0,791$$

$$Q_g = 798,71 \text{ ton}$$

perhitungan daya dukung kelompok tiang pancang metode Mayerhoff dengan ukuran tiang pancang 25 cm x 25 cm dengan konfigurasi 70 tiang pancang dengan jarak antar tiang sebesar 130 cm, Maka nilai (P) beban menjadi lebih kecil dari nilai (Qg) daya dukung tiang pancang kelompok maka pondasi tiang pancang dianggap aman yaitu ($P = 795 \text{ ton} \leq Q_g = 798,71 \text{ ton}$).



Gambar 4.6 konfigurasi tiang pancang ukuran 25 cm x 25 cm dengan jarak as ke as tiang sebesar 130 cm

4.2.3 Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal Dan Kelompok Metode Mayerhoff Berdasarkan Data Sondir 2 .

Daya dukung tiang pancang tunggal dan kelompok *ultimet & allowable* menurut metode mayerhoff dengan ukuran 25 cm x 25 cm dengan jarak antar tiang 125 cm sebagai berikut :

- a. Kapasitas daya dukung ujung tiang pancang tunggal

$$Q_p = Q_c \times A_p$$

$$Q_c = 27,81 \text{ Kg/cm}^2$$

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

$$Q_p = 27,81 \times 625$$

$$Q_p = 17382,81 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Q_p = 17,38 \text{ ton}$$

- b. Kapasitas daya dukung selimut tiang pancang tunggal

$$Q_s = T_f \times O_p$$

$$T_f = 367,7 \text{ Kg/cm}^2$$

$$O_p = 100 \text{ cm}$$

$$Q_s = 367,7 \times 100$$

$$Q_s = 36769,7 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Q_s = 36,77 \text{ ton}$$

- c. Kapasitas daya dukung *ultimet* tiang pancang tunggal

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

$$Q_{ult} = 17,38 + 36,77 \text{ ton}$$

$$Q_{ult} = 54,2 \text{ ton}$$

- d. Kapasitas daya dukung *allowable* tiang pancang tunggal

$$Q_{all} = \frac{Q_p}{3} + \frac{Q_s}{5}$$

$$Q_{all} = \frac{17,38}{3} + \frac{36,77}{5}$$

$$Q_{all} = 5,79 + 7,35 \text{ ton}$$

$$Q_{all} = 13,15 \text{ ton}$$

- e. Menentukan kapasitas jumlah tiang pancang dalam sebuah bangunan

$$n = \frac{P}{Q_{all}}$$

$$n = \frac{795 \text{ ton}}{13,15 \text{ ton}}$$

$$n = 60,4 = (\text{dibulatkan menjadi } 60 \text{ Tiang})$$

Untuk mendapatkan daya dukung yang lebih besar dari P (795) ton, maka jumlah tiang di tambah menjadi 78 tiang.

- f. Perhitungan efisiensi kelompok tiang pancang

$$E_g = 1 - \theta \left[\frac{(n' - 1) \cdot m + (m - 1) \cdot n'}{90 \cdot m \cdot n'} \right]$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{B}{S}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{25}{125}$$

$$\theta = 11,310$$

$$E = 1 - 11,310 \cdot \left[\frac{(13 - 1) \cdot 6 + (6 - 1) \cdot 13}{90 \cdot 13 \cdot 6} \right]$$

$$E_g = 0,779$$

g. Menentukan kapasitas daya dukung kelompok tiang pancang

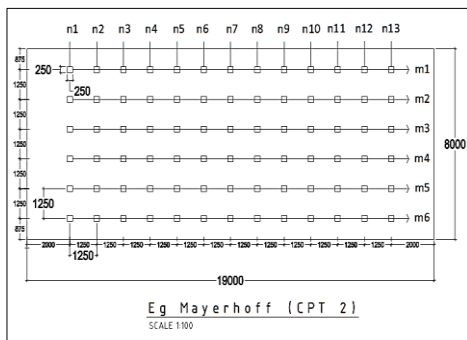
Qg = Kapasitas daya dukung kelompok tiang

$$Q_g = n \cdot Q_{all} \cdot E_g$$

$$Q_g = 78 \cdot 13,15 \cdot 0,779$$

$$Q_g = 799,20 \text{ ton}$$

Dari hasil perhitungan daya dukung kelompok tiang pancang metode Mayerhoff dengan ukuran tiang pancang 25 cm x 25 cm dan konfigurasi 78 tiang pancang dengan jarak as ke as tiang sebesar 125 cm, akhirnya nilai (P) beban lebih kecil dari nilai (Qg) daya dukung tiang pancang kelompok maka pondasi tiang pancang di anggap aman yaitu (P = 795 ton > Qg = 799,20 ton).



Gambar 4.7 Konfigurasi tiang pancang ukuran 25 cm x 25 cm dengan jarak as ke as tiang sebesar 125 cm.

4.2.4 Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal Dan Kelompok Metode Luciano Decourt Berdasarkan Data SPT.

Daya dukung maksimum dan daya dukung ijin (*ultimet & allowable*) tiang pancang tunggal dan kelompok menurut metode Luciano decourt dengan ukuran tiang pancang 25 cm x 25 cm dengan jarak antar tiang 130 cm sebagai berikut:

a. Kapasitas daya dukung ujung tiang pancang tunggal

$$Q_p = a \cdot (N_p \cdot K) \cdot A_p$$

$$Q_p = 1 \cdot (14 \cdot 12) \cdot 0,0625$$

$$Q_p = 10,50 \text{ ton}$$

b. Kapasitas daya dukung selimut tiang pancang tunggal

$$Q_s = \beta \cdot \left(\frac{N_s}{3} + 1 \right) \cdot A_s$$

$$Q_s = 1 \cdot \left(\frac{15,50}{3} + 1 \right) \cdot 5$$

$$Q_s = 30,83 \text{ ton}$$

c. Kapasitas daya dukung maksimum (*ultimed*) tiang pancang tunggal

$$Q_{ult} = a \cdot (N_p \cdot K) \cdot A_p + \beta \cdot \left(\frac{N_s}{3} + 1 \right) \cdot A_s$$

$$Q_{ult} = 1 \cdot (14 \cdot 12) \cdot 0,0625 + 1 \cdot \left(\frac{15,50}{3} + 1 \right) \cdot 5$$

$$Q_{ult} = 10,50 + 30,83$$

$$Q_{ult} = 41,33 \text{ ton}$$

d. Kapasitas daya dukung yang di ijin (*allowable*) tiang pancang tunggal

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{S_f}$$

$$S_f = 3$$

$$Q_{all} = \frac{41,33}{3}$$

$$Q_{all} = 13,78$$

$$W = 0,75$$

$$Q_{all} = 13,03 \text{ ton}$$

e. Menentukan kapasitas jumlah tiang pancang

$$n = \frac{P}{Q_{all}}$$

$$n = \frac{795}{13,03}$$

$$n = 61,02 = (\text{dibulatkan menjadi } 62 \text{ Tiang})$$

Untuk mendapatkan daya dukung yang lebih besar dari P (795) ton, maka jumlah tiang di tambah menjadi 78 tiang.

f. Perhitungan efisiensi kelompok tiang pancang dengan metode converge labarre diuraikan dengan rumus berikut :

$$E_g = 1 - \theta \left[\frac{(n' - 1) \cdot m + (m - 1) \cdot n'}{90 \cdot m \cdot n'} \right]$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{B}{S}$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{25}{130}$$

$$\theta = 10,886$$

$$E_g = 1 - 10,886 \cdot \left[\frac{(13 - 1) \cdot 6 + (6 - 1) \cdot 13}{90 \cdot 13 \cdot 6} \right]$$

$$E_g = 0,788$$

g. Menentukan kapasitas daya dukung kelompok tiang pancang

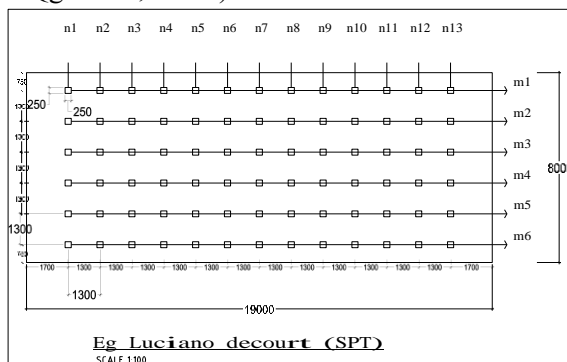
Qg = Kapasitas daya dukung kelompok tiang

$$Q_g = n \cdot Q_{all} \cdot E_g$$

$$Q_g = 78 \cdot 13,03 \cdot 0,788$$

$$Q_g = 800,29 \text{ ton}$$

Dari hasil perhitungan daya dukung kelompok tiang pancang metode mayerhoff dengan ukuran tiang pancang 25 cm x 25 cm dengan konfigurasi 78 tiang pancang dengan jarak 130 cm antar tiang pancang, Maka nilai (P) beban menjadi lebih kecil dari nilai (Qg) daya dukung tiang pancang kelompok, Maka pondasi tiang pancang dianggap aman yaitu (P = 795 ton \leq Qg = 800,29 ton).



Gambar 4.8 konfigurasi tiang pancang ukuran 25 cm x 25 cm dengan jarak as ke as tiang sebesar 130 cm

4.3 Perbandingan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Tunggal Dan Kelompok Metode Mayerhoff Dan Luciano Decourt Berdasarkan Data SPT Dan CPT.

Hasil perhitungan dari masing-masing metode baik metode mayerhoff maupun metode luciano decourt berdasarkan hasil pengujian lapangan SPT (*standart penetration test*) dan berdasarkan hasil pengujian lapangan CPT (*cone penetration test*) akan di uraikan mulai dari hasil perhitungan daya dukung tiang pancang ukuran 25 cm x 25 cm, ukuran 30 cm x 30 cm, dan ukuran 40 cm x 40 cm serta dirangkum hasil rata-rata dari semua hasil perhitungan daya dukung tiang pancang tunggal dan kelompok, daya dukung tiang pancang yang dibutuhkan yaitu lebih besar dari 795 ton, Selanjutnya akan ditabulasikan menjadi satu tabel agar lebih mudah untuk di bandingkan, berikut adalah tabel hasil dari perhitungan metode mayerhoff dan Luciano decourt :

Tabel 4.1 Hasil perhitungan daya dukung tiang pancang ukuran 25 cm x 25 cm

Hasil perhitungan daya dukung tiang pancang ukuran 25 cm x 25 cm					
Notasi	Mayerhoff	Luciano Devourt	Mayerhoff	Mayerhoff	Rata-rata
	Spt	Spt	Cpt 1	Cpt 2	
Qp	35	10,50	18,01	17,38	20,22
Qs	15,50	30,83	42,1	36,8	31,31
Qult	50,50	41,33	60,1	54,2	51,53
Qall	16,08	13,03	14,43	13,15	14,17
n	49,43	61,02	55,11	60,46	56,51
n (bulat)	50	60	56	60	57
Eg	0,778	0,780	0,781	0,776	0,778
Qg	625,4	609,61	630,55	611,81	619,35

Tidak aman karena nilai P (795 ton) \geq nilai Qg (619,35 ton)

(Sumber : Hasil perhitungan manual, 2022)

Hasil perhitungan daya dukung tiang pancang ukuran 25 cm x 25 cm mendapatkan nilai daya dukung yang belum memenuhi kebutuhan daya dukung yang lebih besar dari (P) 795 ton maka dianggap tidak aman, Sehingga yang dapat dilakukan adalah menambah ukuran tiang pancang menjadi 30 cm x 30 cm,

Tabel 4.2 Hasil perhitungan daya dukung tiang pancang ukuran 30 cm x 30 cm

Hasil perhitungan daya dukung tiang pancang ukuran 30 cm x 30 cm					
Notasi	Mayerhoff	Luciano Devourt	Mayerhoff	Mayerhoff	Rata-rata
	Spt	Spt	Cpt 1	Cpt 2	
Qp	50,40	15,12	25,93	25,03	29,12
Qs	18,60	37,00	50,5	44,1	37,57
Qult	69,00	52,12	76,5	69,2	66,69
Qall	21,92	16,29	18,75	17,17	18,53
n	36,27	48,79	42,40	46,31	43,44
n (bulat)	36	48	44	48	44
Eg	0,787	0,784	0,760	0,759	0,773
Qg	621,1	612,78	627,44	625,78	621,79

Tidak aman karena nilai P (795 ton) \geq nilai Qg (634,38 ton)

(Sumber : Hasil perhitungan manual, 2022)

Hasil perhitungan daya dukung tiang pancang ukuran 30 cm x 30 cm mendapatkan nilai daya dukung yang belum memenuhi kebutuhan daya dukung yang lebih besar dari (P) 795 ton maka dianggap tidak aman, Sehingga yang dapat dilakukan adalah menambah ukuran tiang pancang menjadi 40 cm x 40 cm.

Tabel 4.3 Hasil perbandingan perhitungan daya dukung tiang pancang ukuran 40 cm x 40 cm

Hasil perhitungan daya dukung tiang pancang ukuran 40 cm x 40 cm					
Notasi	Mayerhoff	Luciano Devourt	Mayerhoff	Mayerhoff	Rata-rata
	Spt	Spt	Cpt 1	Cpt 2	
Qp	89,60	26,88	46,10	44,50	51,77
Qs	24,80	49,33	67,4	58,8	50,09
Qult	114,40	76,21	113,5	103,3	101,86
Qall	36,21	23,48	28,84	26,60	28,79
n	21,95	33,85	27,56	29,89	28,31
n (bulat)	21	33	27	30	28
Eg	0,817	0,775	0,715	0,761	0,767
Qg	621,6	600,29	556,64	607,59	596,53

Tidak aman karena nilai P (795 ton) \geq nilai Qg (596,53 ton)

(Sumber : Hasil perhitungan manual, 2022)

Hasil perhitungan daya dukung tiang pancang ukuran 40 cm x 40 cm mendapatkan nilai daya dukung yang belum memenuhi

kebutuhan daya dukung yang lebih besar dari (P) 795 ton maka dianggap tidak aman, Sehingga yang dapat dilakukan adalah mengembalikan ke perhitungan awal yaitu dengan ukuran tiang pancang 25 cm x 25 cm.

Tabel 4.4 Hasil perhitungan aya dukung tiang pancang ukuran 25 cm x 25 cm dengan penambahan jumlah tiang

Hasil perhitungan daya dukung tiang pancang ukuran 25 cm x 25 cm					
Notasi	Mayerhoff	Luciano Devourt	Mayerhoff	Mayerhoff	Rata-rata
	Spt	Spt	Cpt 1	Cpt 2	
Qp	35,00	10,50	18,01	17,38	20,22
Qs	15,50	30,83	42,1	36,8	31,31
Qult	50,50	41,33	60,1	54,2	51,53
Qall	16,08	13,03	14,43	13,15	14,17
n	49,43	61,02	55,11	60,46	56,51
n (bulat)	60	78	70	78	72
Eg	0,831	0,788	0,791	0,779	0,797
Qg	801,5	800,29	798,71	799,20	799,93
Aman karena nilai P (795 ton) ≤ nilai Qg (799,93 ton)					

(Sumber : Hasil perhitungan manual, 2022)

Dari hasil perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang tunggal dan kelompok Metode Mayerhoff dan metode Luciano decourt ukuran tiang pancang 25 cm x 25 cm dengan menambah jumlah tiang pancang akhirnya nilai beban (P) 795 ton lebih kecil dari pada nilai (Qg) daya dukung ijin tiang pancang kelompok maka pondasi tiang pancang di anggap aman.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang metode mayerhoff berdasarkan data pengujian SPT (*standart penetration test*) mendapatkan nilai daya dukung ijin tiang pancang sebesar 16,08 ton sedangkan hasil perhitungan daya dukung berdasarkan pengujian CPT 1 & 2 (*cone penetration test*) metode mayerhoff mendapatkan hasil daya dukung ijin sebesar 14,43 ton dan 13,15 ton.

Perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang metode Luciano decourt berdasarkan data pengujian SPT (*standart penetration test*) mendapatkan hasil nilai daya dukung tiang pancang sebesar 13,03 ton. Untuk memenuhi kebutuhan daya dukung pondasi tiang pancang di proyek *water tank* hangar lion air Batam, bisa menggunakan hasil perhitungan daya dukung ijin dari kedua metode tersebut di atas, dengan catatan wajib menambah jumlah tiang yang

disarankan karena beban P (795 ton) harus lebih kecil dari pada (Qg) daya dukung ijin kelompok tiang.

Karena factor koefisien yang di anjurkan oleh metode Luciano decourt untuk mencari daya dukung ujung beliau menganjurkan alfa (α) untuk koefisien dasar tiang dan untuk setiap kebutuhan jenis pemancangan serta jenis tanah ditempat pemancangan akan berbeda nilai koefisiennya, serta koefisien (K) untuk karakteristik tanah juga akan berbeda nilainya tergantung jenis tanah ditempat pemancangan, dan untuk mencari daya dukung selimut Luciano decourt menganjurkan koefisien (β) dan nilai koefisien akan berbeda juga tergantung jenis tanahnya.

5.2 Saran

Dalam merencanakan suatu pondasi tiang pancang untuk sebuah bangunan baik bangunan sederhana maupun bangunan tinggi atau bangunan lainnya yang beresiko tinggi misalnya jembatan dan terowongan, supaya direncanakan penyelidikan tanah sebagai informasi awal perencanaan, baik untuk akses di waktu pembangunan akan berlangsung atau sebagai informasi awal bagi perencana untuk merencanakan jenis pondasinya.

Dalam perhitungan daya dukung ijin tiang pancang tunggal maupun kelompok jika berdasarkan data SPT sebaiknya di gunakan metode Luciano decourt. Sedangkan jika menghitung daya dukung ijin tiang pancang tunggal maupun kelompok berdasarkan data CPT sebaiknya di gunakan metode Mayerhoff.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]Bowles, J. E. (1987). Analisa dan Desain Pondasi, edisi keempat jilid 2. Jakarta: Erlangga.
- [2]Das, B. M, & Sivakugan, N. (2016). *Fundamentals of Geotechnical Engineering*. Cengage learning.
- [3]Debataraja, S. M. T., Simanjorang, D. P., & Hutahaean, N. (2021). Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Dermaga

Menggunakan Data SPT Pada Pembangunan Pelabuhan Balohan Kota Sabang Aceh. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 10(1), 8-18.

- [4]Dirgananta, M. F. (2018). Perencanaan Ulang Pondasi Tiang Pancang Dengan Variasi Diameter Menggunakan Metode Meyerhoff, Aoki & De Alencar, dan Luciano Decourt (Redesign Pile Foundation with Dimensional Variation Using Meyerhoff, Aoki & De Alencar, and Luciano Decourt Method).
- [5]Décourt, I. (2021). Prediction of The Bearing Capacity of Piles Based Exclusively on N-Values of The SPT. In *penetration testing* (pp. 29-34). Routledge.
- [6]Dewi, T. N. (2020). Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang (bored pile) berdasarkan Data Sondir dan Laboratorium
- [7]Hardiyatmo, H. C. (2010). Analisis dan Perancangan Fondasi Jilid II. *Gajah Mada University Press, Yogyakarta*.
- [8]Harefa, R. R., & Sari, K. L. (2022). Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang pada Pembangunan Gedung Asrama dan Diklat. *17(3)*, 325-330.
- [9]Maulida, P. (2022). Analisis Daya Dukung Ijin Pondasi Tiang Pancang Tunggal dan Kelompok Pada Proyek Pembangunan Pendopo Kabupaten Tapin (*Doctoral Dissertation*, Universitas Islam Kalimantan Mab).