

## **PERBANDINGAN DAYA DUKUNG KELOMPOK TIANG BERDASARKAN DATA *STANDARD PENETRATION TEST* (SPT) DAN DATA LABORATORIUM PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG *PRINCETON BOUTIQUE LIVING***

**Suci Windayani<sup>1</sup>, Detia Ayuni<sup>2</sup>, Muhammad Maburr<sup>3</sup>**

Manajemen Rekayasa Konstruksi Gedung<sup>1,2,3</sup>, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Medan  
suciwindayani@students.polmed.ac.id<sup>1</sup>, detiaayuni@students.polmed.ac.id<sup>2</sup>,  
muhammadmaburr@polmed.ac.id<sup>3</sup>

### **ABSTRAK**

Fondasi merupakan struktur bawah bangunan yang memiliki fungsi untuk meneruskan beban dari struktur atas dan berat sendiri fondasi untuk kemudian di sebarakan ke lapisan tanah yang berada di bawah bangunan. Jenis Fondasi yang dipakai pada Proyek ini adalah Fondasi *Spun Pile*. Pada Penulisan kali ini topik yang dibahas adalah “Perbandingan Daya Dukung Fondasi Kelompok Tiang Berdasarkan Data *Standard Penetration Test* (SPT) dan Data Laboratorium pada Proyek Pembangunan Gedung *Princeton Boutique Living*”. Tujuan dari Penulisan ini adalah untuk mengetahui nilai daya dukung fondasi tiang tunggal dan kelompok tiang dengan melakukan perhitungan berdasarkan perbandingan data hasil pengujian *Standard Penetration Test* (SPT) menggunakan metode *Meyerhoff* dan data laboratorium menggunakan metode *U.S. Army Corps* lalu dilanjutkan menghitung efisiensi kelompok tiang menggunakan metode *Converse-Labbare*, metode *Seller-Keeney*, metode *Los Angeles* dan metode *Feld*. Hasil daya dukung izin Tiang pancang berdasarkan data *Standard Penetration Test* (SPT) pada BH-01 sebesar 30,26 ton dan pada BH-02 sebesar 27,16 ton, sedangkan berdasarkan data Laboratorium sebesar 22,35 ton. Nilai daya dukung izin kelompok tiang pada PC 2 sebesar 40 ton, PC14 sebesar 225,91 ton, PC45 sebesar 593,39 ton, PC50 sebesar 626,92 ton dan PC80 sebesar 1033,46 ton.

**Kata Kunci** : Fondasi Tiang Pancang, SPT, Uji Laboratorium, Perbandingan

### **PENDAHULUAN**

#### **Latar Belakang**

Keamanan dari sebuah bangunan sangat ditentukan oleh kekuatan strukturnya baik struktur atas (*upper structure*) dan struktur bawah (*base structure*). Struktur bawah merupakan bagian dari suatu bangunan yang terletak di bawah permukaan tanah. Salah satu bagian struktur bawah pada suatu konstruksi adalah fondasi. Fondasi merupakan struktur bawah bangunan yang memiliki fungsi untuk meneruskan beban dari struktur atas dan berat sendiri fondasi untuk kemudian disebarakan ke lapisan tanah yang berada di bawah bangunan.

Secara umum, bangunan gedung memiliki beban berupa beban hidup, beban mati, beban angin dan beban gempa yang bervariasi tergantung daripada ukuran bangunan, tinggi bangunan, mutu material dan bentuk bangunan itu sendiri. Beban-beban tersebut menyumbangkan suatu gaya lateral ke tanah yang berada di bawah bangunan tersebut.

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari butiran-butiran mineral padat yang tidak terikat secara kimia satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut (Braja M.Das,1995).

Salah satu dari fungsi terpenting tanah dalam konstruksi gedung adalah sebagai pendukung Fondasi dari suatu bangunan baik pada ujung tiang maupun pada selimut tiang sepanjang fondasi yang tertanam ke dalam tanah. Kondisi tanah yang berada di bawah gedung tersebut menentukan seberapa besar kekuatan yang dapat dipikul oleh tanah itu sendiri. Diperlukan suatu pengujian untuk mengetahui keadaan tanah yang berada di bawah bangunan tersebut. Data-data pengujian yang telah didapatkan dipakai sebagai acuan untuk menentukan kedalaman dan tipe fondasi yang sesuai agar lapisan tanah yang berada di bawah bangunan tersebut mampu mendukung seluruh beban serta pengaruh yang terjadi.

Perencanaan fondasi pada proyek pembangunan *Princeton Boutique Living* di desain menggunakan fondasi dalam dengan jenis fondasi tiang pancang (*spun pile*) dengan sistem pemancangan berupa sistem hidrolik (*hydraulic jack in*). Sistem tersebut merupakan metode pemancangan fondasi tiang yang terdiri dari suatu *hydraulic ram* yang berfungsi sebagai penekan tiang pancang ke dalam tanah. Karena Proyek Pembangunan *Princeton Boutique Living* berada di tengah kota, cara ini merupakan cara yang tepat. Dengan menggunakan sistem ini, tiang pancang akan tertekan ke dalam tanah tanpa pukulan, suara dan getaran. Hal ini tentu dapat mengurangi tingkat kerusakan bangunan yang ada di sekitar proyek konstruksi gedung sehingga sistem ini banyak dipilih di daerah perkotaan.

### Rumusan Masalah

1. Berapakah daya dukung fondasi tiang tunggal berdasarkan data *Standard Penetration Test* (SPT) dan data Laboratorium?
2. Berapakah daya dukung fondasi kelompok tiang pada proyek pembangunan Gedung *Princeton Boutique Living* berdasarkan perbandingan antara data *Standard Penetration Test* (SPT) dengan data Laboratorium?

### Tujuan Penelitian

1. Untuk menghitung nilai daya dukung fondasi tiang tunggal berdasarkan data *Standard Penetration Test* (SPT) dan data Laboratorium;
2. Untuk menghitung nilai daya dukung fondasi kelompok tiang pada proyek pembangunan Gedung *Princeton Boutique Living* berdasarkan perbandingan antara data *Standard Penetration Test* (SPT) dengan data Laboratorium.

### TINJAUAN PUSTAKA

#### Kapasitas Daya Dukung Tanah

Dalam analisis daya dukung aksial Fondasi tiang pancang ini akan dihitung menggunakan data *Standard Penetration Test* (SPT) dan data pengujian laboratorium. Perhitungan dengan menggunakan data *Standard Penetration Test* (SPT) menggunakan metode *Based on N-SPT/Meyerhoff* dan perhitungan data laboratorium menggunakan metode *U.S Army Corps* untuk tanah Kohesif dan metode  $\alpha$  untuk tanah Granuler serta metode *Terzaghi* untuk daya dukung ujung Fondasi.

#### Kapasitas Dukung *Ultimate*

Kapasitas dukung *ultimate* neto tiang ( $Q_u$ ) adalah jumlah dari tahanan ujung bawah *ultimate* ( $Q_b$ ) dan tahanan gesek *ultimate* ( $Q_s$ ) antara sisi tiang dan tanah di sekitarnya dikurangi dengan berat sendiri tiang ( $W_p$ ). Bila dinyatakan dalam persamaan, maka: (Hardiyatmo, 2015:96)

$$Q_{ult} = Q_b + Q_s - W_p \quad (1)$$

dengan,

- $W_p$  = Berat sendiri tiang (kN)  
 $Q_u$  = Kapasitas dukung *ultimate* neto (kN)  
 $Q_b$  = Tahanan ujung bawah *ultimate* (kN)  
 $Q_s$  = Tahanan gesek *ultimate* (kN)

#### Kapasitas Dukung Fondasi Tiang dari Uji *Standard Penetration Test* (SPT) Metode *Meyerhoff*

Menurut *Meyerhoff*, untuk daya dukung fondasi tiang dengan data *Standard Penetration Test* (SPT) dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$Q_{ult} = m \times N_b \times A_b + n \times \bar{N} \times A_s \quad (2)$$

*Meyerhoff* menganjurkan nilai  $m = 40$  untuk koefisien perlawanan ujung tiang dan nilai  $n = 0,2$  untuk koefisien perlawanan gesek tiang pada tanah lempung kepasiran sedangkan  $n = 0,5$  pada tanah kelanauan.

Sehingga daya dukung ujung menjadi:

$$Q_b = 40 \times N_b \times A_b \quad (3)$$

$$N_b = \frac{N_{atas} + N_{bawah}}{2} \quad (4)$$

dan daya dukung gesek tiang menjadi:

$$Q_s = \frac{N_{clay}}{2} \times A_{sc} + \frac{N_{sand}}{5} \times A_{ss} \quad (5)$$

sehingga,

$$Q_{ult} = Q_b + (Q_s \text{ clay} + Q_s \text{ sand}) - W_p \quad (6)$$

$$Q_{ult} = (40 \times N_b \times A_b) + \left( \frac{N_c}{2} \times A_{sc} + \frac{N_s}{5} \times A_{ss} \right) - (\text{Volume tiang} \times \gamma_{beton})$$

dengan,

- $A_b$  = Luas penampang ujung tiang ( $m^2$ )
- $A_s$  = Luas selimut tiang ( $m^2$ )
- $A_{sc}$  = Luas selimut tiang pada lapisan lempung ( $m^2$ )
- $A_{ss}$  = Luas selimut tiang pada lapisan pasir ( $m^2$ )
- $m$  = koefisien perlawanan ujung tiang
- $n$  = koefisien perlawanan gesek tiang
- $\bar{N}$  = nilai rata-rata  $N_{spt}$  sepanjang tiang
- $N_{atas}$  = Nilai rata-rata  $N$  sejauh 8D ke atas dari ujung tiang
- $N_{bawah}$  = Nilai rata-rata  $N$  sejauh 4D ke bawah dari ujung tiang
- $N_b$  = Nilai rata-rata  $N$ , berjarak 8D ke atas dan 4D ke bawah
- $N_{clay}$  = Nilai rata-rata  $N$  pada lapisan lempung
- $N_{sand}$  = Nilai rata-rata  $N$  pada lapisan pasir

### Kapasitas Dukung Tiang dalam Tanah Kohesif Tahanan Gesek Ultimit ( $Q_s$ )

#### 1. Metode U.S Army Corps

Tahanan gesek ultimit digunakan persamaan:

$$Q_s = A_s f_s \quad (7)$$

$$f_s = K_d p_o' \tan \delta \quad (8)$$

dengan,

- $f_s$  = tahanan gesek per satuan luas ( $kN/m^2$ )
- $p_o$  =  $\sigma_v = \sum \gamma_i z_i$  = tekanan *overburned* di sepanjang tiang
- $\delta$  =  $\phi_d$  = Sudut antara sisi tiang dan tanah
- $A_s$  = luas selimut tiang
- $K_d$  = Koefisien tekanan tanah lateral pada sisi tiang

Nilai  $\delta$  diambil dari Tabel 1 dan  $K_d$  (digunakan untuk tiang tekan) atau  $K_t$  (digunakan untuk tiang tarik) diambil dari Tabel 2

**Tabel 1 Nilai-nilai  $\delta$  (U.S Army Corps)**

Bahan tiang	$\delta$
Tiang baja	$0,67 \phi' - 0,83 \phi'$
Tiang beton	$0,90 \phi' - 1,00 \phi'$
Tiang kayu	$0,08 \phi' - 1,00 \phi'$

**Tabel 2 Nilai  $K_d$  dan  $K_t$  (U.S Army Corps)**

Tanah	$K_d$ (tiang tekan)	$K_t$ (tiang tarik)
Pasir	1,0 – 2,0	0,5 – 0,7
Lanau	1,0	0,5 – 0,7
Lempung	1,0	0,7 – 1,0

Nilai-nilai dalam Tabel 1 hanya berlaku untuk tiang pancang dan tidak berlaku untuk tiang yang dipasang dengan cara dibor lebih dulu atau dengan bor semprot, maupun digunakan pemukul getar (*vibratory hammer*).

#### 2. Metode $\alpha$

Untuk menentukan tahanan gesek tiang yang dipancangkan di dalam tanah lempung, digunakan faktor adhesi ( $\alpha$ ) yang dikumpulkan *McClelland* (1974), Tahanan gesek dinyatakan oleh persamaan:

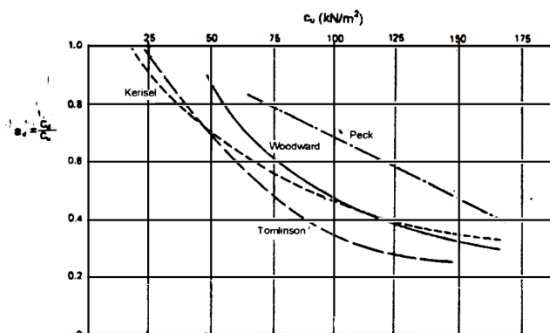
$$Q_s = A_s f_s$$

$$f_s = cd = \alpha cu \quad (9)$$

dengan,

- $f_s$  = tahanan gesek per satuan luas ( $\text{kN/m}^2$ )
- $\alpha$  = faktor adhesi (Gambar 1)
- $c_u$  = kohesi tak terdrainase rata-rata di sepanjang tiang ( $\text{kN/m}^2$ )
- $A_s$  = luas selimut tiang ( $\text{m}^2$ )

Dalam Gambar 1 terlihat bahwa lempung dengan  $c_u < 25 \text{ kN/m}^2$ ,  $\alpha$  bisa diambil sama dengan 1. Namun, untuk lempung kaku diperoleh nilai yang sangat berbeda-beda oleh pengaruh celah yang terbentuk pada waktu pemancangan tiang.



Gambar 1. Faktor adhesi ( $\alpha$ ) untuk tiang pancang dalam lempung (McClelland, 1974) sumber: Hardiyatmo, 2020

**Tahanan Ujung Ultimate ( $Q_b$ )**

**1. Metode Terzaghi**

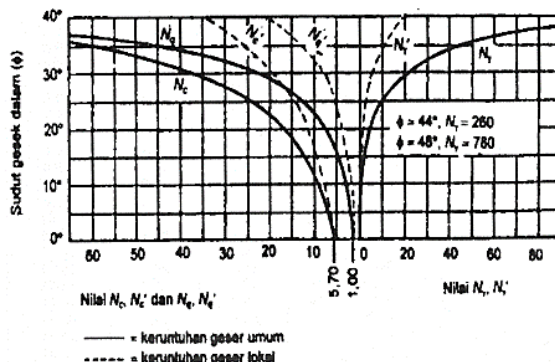
Tahanan ujung *ultimate*, secara pendekatan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan kapasitas dukung *ultimate* fondasi dangkal, sebagai berikut:

$$Q_b = cN_c + qN_q + 0,5 \gamma BN\gamma \tag{10}$$

dengan:

- $Q_b$  = Tahanan ujung bawah *ultimate* (kN)
- $c$  = Kohesi ( $\text{kN/m}^2$ )
- $q$  =  $\gamma L$  = Tekanan *overburden* pada dasar fondasi ( $\text{kN/m}^2$ )
- $\gamma$  = Berat volume tanah
- $N_c, N_q, N\gamma$  = Faktor kapasitas dukung *Terzaghi*
- $B$  = Lebar fondasi (m)
- $L$  = Kedalaman Tiang (m)

Nilai-nilai  $N_c, N_q, N\gamma$  adalah faktor-faktor kapasitas dukung tanah yang merupakan fungsi dari sudut gesek dalam ( $\phi$ ) tanah dari *Terzaghi (1943)*. Nilai-nilai  $N_c, N_q, N\gamma$  dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 2, sedangkan nilai-nilai numeriknya diberikan dalam Gambar 3



Gambar 2. Hubungan  $\phi$  dan  $N_c, N_q, N\gamma$  Terzaghi, 1943 sumber: Hardiyatmo, 2015

$\phi$ , deg	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$K_{py}$
0	5.7*	1.0	0.0	10.8
5	7.3	1.6	0.5	12.2
10	9.6	2.7	1.2	14.7
15	12.9	4.4	2.5	18.6
20	17.7	7.4	5.0	25.0
25	25.1	12.7	9.7	35.0
30	37.2	22.5	19.7	52.0
34	52.6	36.5	36.0	
35	57.8	41.4	42.4	82.0
40	95.7	81.3	100.4	141.0
45	172.3	173.3	297.5	298.0
48	258.3	287.9	780.1	
50	347.5	415.1	1153.2	800.0

\* $N_c = 1.5\pi + 1$ . [See Terzaghi (1943), p. 127.]

**Gambar 3.** Nilai-nilai faktor kapasitas dukung Terzaghi, 1943  
sumber: Hardiyatmo, 2015

Untuk bentuk-bentuk fondasi yang lain *Terzaghi* memberikan pengaruh faktor bentuk terhadap kapasitas dukung *ultimate* yang didasarkan pada analisis fondasi memanjang berikut: (Hardiyatmo, 2015)

Fondasi persegi

$$Q_b = 1,3 cN_c + qN_q + 0,4 \gamma BN_\gamma \quad (11)$$

Fondasi lingkaran

$$Q_b = 1,3 cN_c + qN_q + 0,3 \gamma BN_\gamma \quad (12)$$

Fondasi menerus

$$Q_b = cN_c + qN_q + 0,5 \gamma BN_\gamma \quad (13)$$

### Kapasitas Dukung Kelompok Tiang

Untuk menghitung daya dukung kelompok tiang dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_{gu} = n \times Q_{ult} \times E_g \quad (14)$$

$$Q_{ga} = n \times Q_a \times E_g \quad (15)$$

dimana,

$Q_{gu}$  = Daya dukung ultimate kelompok tiang (ton)

$Q_{ga}$  = Daya dukung izin kelompok tiang (ton)

$n$  = Jumlah tiang

$Q_{ult}$  = Daya dukung ultimate tiang tunggal (ton)

$E_g$  = Efisiensi grup

### Efisiensi Kelompok Tiang

Untuk menghitung nilai efisiensi kelompok tiang terdapat beberapa metode, diantaranya:

#### 1. Metode *Converse-Labarre*

Pada metode *Converse-Labarre*, nilai efisiensi dapat dihitung dengan cara:

$$E_g = 1 - \theta \frac{(m-1)n + (n-1)m}{90mn} \quad (16)$$

dengan:

$$\theta = \arctan \frac{D}{s} \quad (17)$$

dimana:

$E_g$  = Efisiensi kelompok tiang

$m$  = Jumlah tiang pada deretan baris

$n$  = Jumlah tiang pada deretan kolom

$s$  = Jarak antar tiang dari As ke As (m)

$D$  = Diameter tiang (m)

$P$  = Keliling penampang tiang (m)

#### 2. Metode *Seiler-Keeney*

Pada metode *Seiler-Keeney*, nilai efisiensi dapat dihitung dengan cara:

$$E_g = 1 - \left[ \frac{36s(m+n-2)}{(75s^2-7)(m+n-1)} \right] + \frac{0,3}{m+n} \quad (18)$$

### 3. Metode Los Angeles

Pada metode *Los Angeles*, nilai efisiensi dapat dihitung dengan cara:

$$Eg = 1 - \frac{D}{nsmn} [m(n-1) + n(m-1) + (m-1)(n-1)\sqrt{2}] \quad (19)$$

### 4. Metode Feld

Dalam formula kapasitas fondasi individual tiang berkurang sebesar 1/16 akibat adanya tiang yang berdampingan baik dalam arah lurus maupun dalam arah diagonal.

Pada metode *feld*, nilai efisiensi dapat dihitung dengan cara:

$$Eg = 1 - \frac{\text{jumlah tiang yang mengelilingi}}{16} \quad (20)$$

$$\text{Total } Eg = \text{jumlah tiang yang ditinjau} \times Eg \text{ Tiang} \quad (21)$$


$$Eg = 1 - \frac{\text{Total } Eg}{n} \quad (22)$$

dimana:

Eg = Efisiensi Kelompok Tiang


n = Jumlah Tiang Pancang

Ilustrasi hasil perhitungan formula ini diberikan pada gambar di bawah ini:

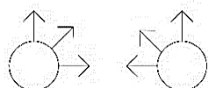
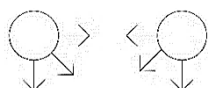


$$Eg = \frac{2 \times \frac{16-1}{16}}{2} = 0,938$$

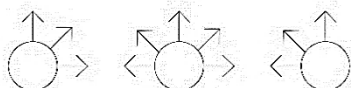
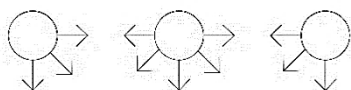




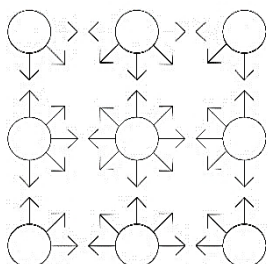
$$Eg = \frac{3 \times \frac{16-2}{16}}{3} = 0,875$$



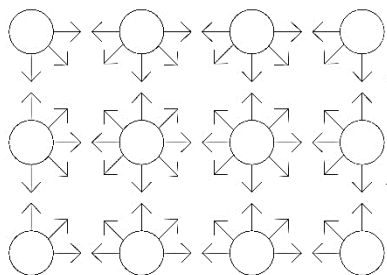
$$Eg = \frac{4 \times \frac{16-3}{16}}{4} = 0,815$$



$$Eg = \frac{4 \times \frac{16-3}{16} + 2 \times \frac{16-5}{16}}{6} = 0,77$$



$$Eg = \frac{4x \frac{16-3}{16} + 4x \frac{16-5}{16} + 1x \frac{16-8}{16}}{6} = 0,729$$

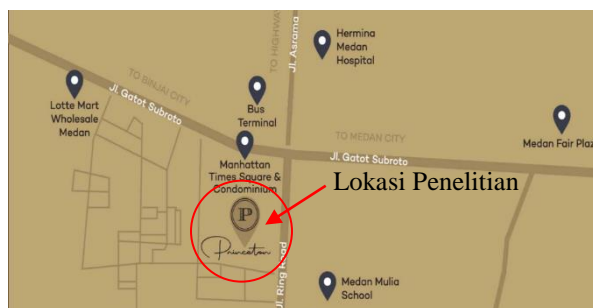


$$Eg = \frac{4x \frac{16-3}{16} + 6x \frac{16-5}{16} + 2x \frac{16-8}{16}}{6} = 0,7$$

## METODE PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian berada di Proyek Pembangunan Gedung *Princeton Boutique Living* yang terletak di Jalan Gagak Hitam/Jalan Ringroad/Jalan Kakak Tua, Kec.Medan Sunggal, Kota Medan, Sumatera Utara, 20123.



**Gambar 4.** Peta Lokasi Proyek  
sumber: *Princeton Boutique Living*

### Pengumpulan Data

Dalam Penelitian kali ini metode pengumpulan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

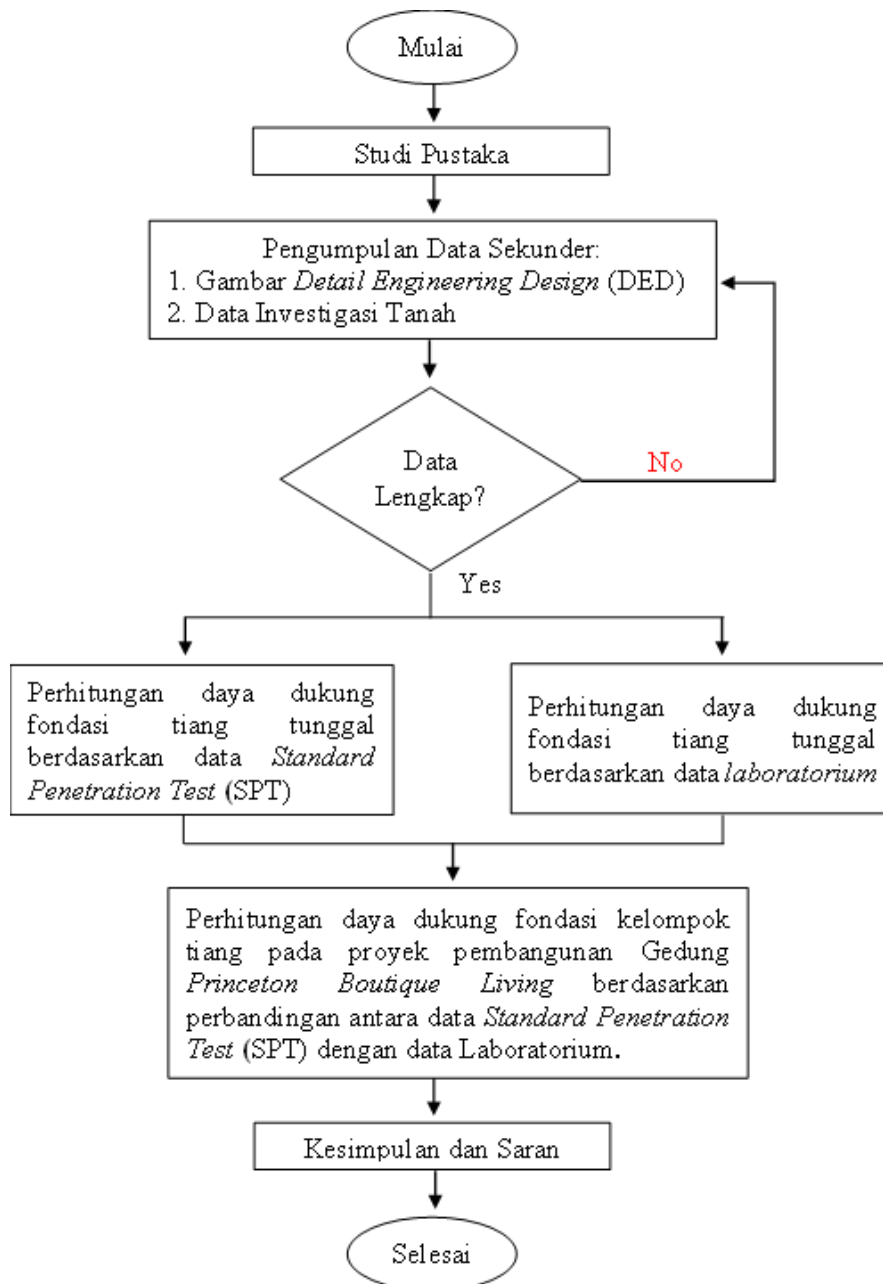
#### 1. Metode literatur

Studi literatur merupakan data sekunder yang dilakukan oleh Penulis yaitu pengolahan data yang diawali dengan melakukan kajian terhadap literatur yang dapat mendukung pendekatan analisis. Sumber kajian berupa buku referensi, jurnal ilmiah yang dipublikasikan pada internet, laporan penelitian yang dipublikasikan pada internet dan referensi pada website yang diakses melalui internet.

#### 2. Data yang dikumpulkan dari proyek

Data yang diperoleh adalah data umum proyek, data pengujian tanah dan *shop drawing*. Data-data tersebut merupakan data yang dikumpulkan oleh Penulis dari pihak Proyek Pembangunan Gedung *Princeton Boutique Living*.

**Diagram Alir**



**Gambar 5.** Bagan alir penelitian  
sumber: Penulis



## HASIL DAN PEMBAHASAN

Proyek pembangunan Gedung *Princeton Boutique Living* menggunakan tiang pancang jenis *spun pile* berdiameter 0,80 meter. Data penyelidikan tanah yang digunakan untuk perhitungan kapasitas daya dukung aksial fondasi tiang pancang adalah data pengujian *Standard Penetration Test* (SPT) dan data Laboratorium. Untuk perhitungan nilai daya dukung dapat dihitung menggunakan beberapa metode sebagai berikut:

### Kapasitas Daya Dukung Aksial Fondasi Tiang Tunggal Berdasarkan Data *Standard Penetration Test* (SPT)

Nilai *standard penetration test* (SPT) dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 1.** Nilai *Standard Penetration Test* (SPT)

Kedalaman (m)	Bore Hole - 01	Bore Hole - 02
0	0	0
2	6	5
3,5	22	8
5	28	36
6,5	34	60
8	10	11
9,5	7	4
11	1	1
12,5	5	3
14	3	3
15,5	22	21
17	12	22
18,5	15	23
20	42	60
21,5	>60	>60
23	>60	54
24,5	>60	40
26	>60	40
27,5	>60	56
29	>60	>60
30,5	>60	>60
32	>60	>60
33,5	>60	>60
35	>60	>60
36,5	51	40
38	35	>60
39,5	22	45
41	31	
42,5	21	
44	18	
45,5	>60	
47	>60	
48,5	21	
50	16	
51,5	17	
53	22	
54,5	17	
56	17	
57,5	17	
59	32	
60	46	

Berdasarkan data pada Tabel 1 diperoleh nilai daya dukung fondasi tiang tunggal yang dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 2.** Nilai Daya Dukung Fondasi Tiang Tunggal Berdasarkan Data SPT

<i>Bore Hole</i>	Tahanan Ujung ( $Q_b$ ) (ton)	Tahanan Selimut ( $Q_s$ ) (ton)	Daya Dukung Ultimate ( $Q_u$ ) (ton)	Daya Dukung izin ( $Q_a$ ) (ton)
01	72,95	34,75	94,88	30,26
02	81,49	18,46	87,13	27,16

**Daya Dukung Aksial Fondasi Tiang Tunggal Berdasarkan Data Laboratorium**

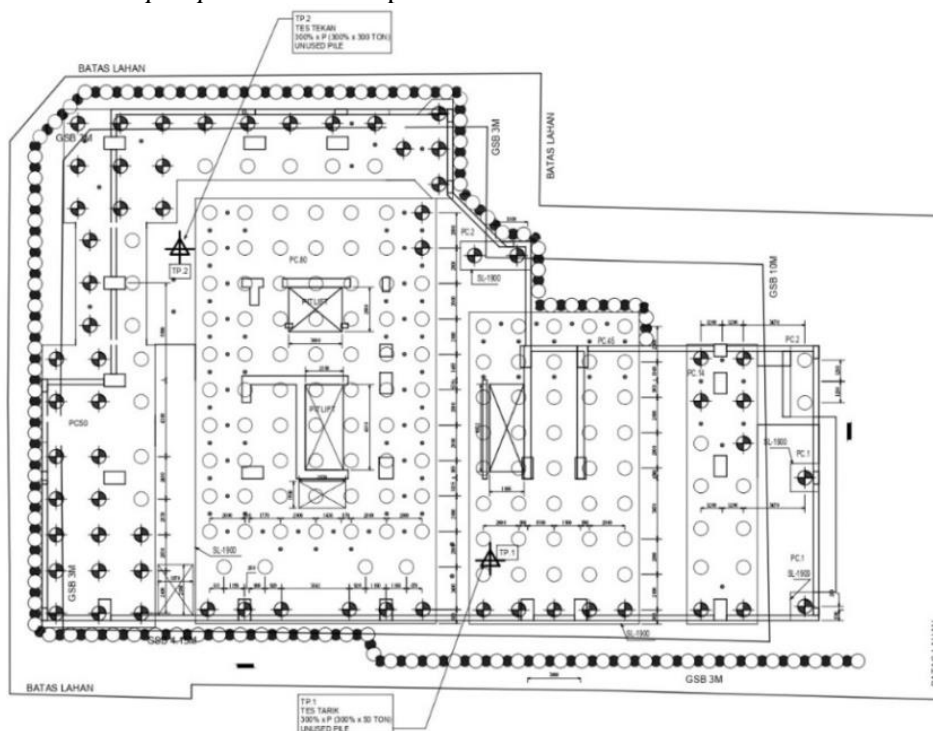
Berdasarkan data hasil pengujian laboratorium, diperoleh nilai daya dukung fondasi tiang tunggal yang dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 3.** Nilai Daya Dukung Fondasi Tiang Tunggal Berdasarkan Data Laboratorium

<i>Bore Hole</i>	Tahanan Selimut ( $Q_s$ ) (ton)				Tahanan Ujung ( $Q_b$ ) (ton)	Daya Dukung Ultimate ( $Q_u$ ) (ton)	Daya Dukung izin ( $Q_a$ ) (ton)
	Kedalaman (m)						
	0-7,5	7,5-14	14,5-19,5	19,5-20			
01	22,62	10,91	1,64	7,76	45	75,1	22,35

**Efisiensi Kelompok Tiang**

Perhitungan efisiensi kelompok tiang dilakukan pada tipe fondasi PC2, PC14, PC45, PC50 dan PC80 yang digunakan pada Proyek Pembangunan Gedung *Princeton Boutique Living*. Metode efisiensi yang digunakan yaitu metode *Converse-Labarre*, *Seller-Keeney*, *Los Angeles* dan metode *Feld*. Denah fondasi *spun pile* bisa dilihat pada Gambar 6



**Gambar 6.** Denah Fondasi *Spun Pile* sumber: *Shopdrawing*

Dari hasil perhitungan efisiensi kelompok tiang, nilai efisiensi kelompok tiang ( $E_g$ ) menggunakan 4 metode dapat dilihat pada Tabel 4

**Tabel 4.** Nilai efisiensi kelompok tiang

Kelompok Tiang	Metode <i>Converse-Labarre</i>	Metode <i>Seller-Keeney</i>	Metode <i>Los Angeles</i>	Metode <i>Feld</i>
PC2	0,897	0,998	0,946	0,938
PC14	0,722	0,855	0,792	0,723
PC45	0,590	0,795	0,656	0,611
PC50	0,561	0,779	0,622	0,68
PC80	0,570	0,784	0,633	0,605

### Daya Dukung Aksial Fondasi Kelompok Tiang

Dari hasil perhitungan daya dukung aksial fondasi kelompok tiang, nilai kapasitas daya dukung *ultimate* kelompok tiang ( $Q_{gu}$ ) dan kapasitas daya dukung izin kelompok tiang ( $Q_{ga}$ ) dapat dilihat pada Tabel 5

Tabel 5. Nilai daya dukung kelompok tiang

Kelompok Tiang	Daya Dukung Kelompok Tiang (ton)	
	Ultimit ( $Q_{gu}$ )	Izin ( $Q_{ga}$ )
PC2	134,73	40
PC14	759,11	225,91
PC45	1993,97	593,39
PC50	2106,56	626,92
PC80	3424,56	1033,46

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan daya dukung Fondasi Tiang pancang pada Proyek Pembangunan *Princeton Boutique Living*, maka dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai Daya Dukung *Ultimate* Tiang Tunggal berdasarkan data *Standard Penetration Test* (SPT) pada BH-01 adalah sebesar 94,88 ton serta berdasarkan data Laboratorium pada BH-01 sebesar 75,1 ton dengan nilai perbandingan antara data *Standard Penetration Test* (SPT) dan data Laboratorium BH-01 pada Proyek Pembangunan Gedung *Princeton Boutique Living* sebesar 20,85%. Nilai Daya Dukung izin berdasarkan data *Standard Penetration Test* (SPT) pada BH-01 adalah sebesar 30,26 ton serta berdasarkan data Laboratorium pada BH-01 sebesar 22,35 ton dengan nilai perbandingan antara data *Standard Penetration Test* (SPT) dan data Laboratorium BH-01 pada Proyek Pembangunan Gedung *Princeton Boutique Living* sebesar 26,14%. Nilai Daya Dukung *Ultimate* Tiang Tunggal berdasarkan data *Standard Penetration Test* (SPT) pada BH-02 adalah sebesar 87,13 ton serta nilai Daya Dukung izin berdasarkan data *Standard Penetration Test* (SPT) pada BH-02 adalah sebesar 27,16 ton. Data Laboratorium pada BH-02 tidak ditemukan sehingga tidak dilakukan perhitungan Daya Dukung.
2. Hasil perbandingan daya dukung kelompok tiang diambil dari nilai terkecil antara data *Standard Penetration Test* (SPT) dengan data Laboratorium, sehingga untuk perhitungan daya dukung kelompok tiang menggunakan nilai dari data Laboratorium. Nilai Daya Dukung *Ultimate* Kelompok Tiang pada Proyek Pembangunan *Princeton Boutique Living* berdasarkan data Laboratorium pada BH-01 untuk PC2 sebesar 134,73 ton, PC14 sebesar 759,11 ton, PC45 1993,97 ton, PC50 sebesar 2106,56 ton dan PC80 sebesar 3424,56 ton. Hasil perhitungan Daya Dukung Izin kelompok tiang pada Proyek Pembangunan *Princeton Boutique Living* berdasarkan data Laboratorium pada BH-01 untuk PC2 sebesar 40 ton, PC14 sebesar 225,91 ton, PC45 593,39 ton, PC50 sebesar 626,92 ton dan PC80 sebesar 1033,46 ton.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J. E. (1988). *Analisis dan Desain Pondasi Edisi Keempat Jilid 1*. Erlangga.
- Bowles, J. E. (1988). *Analisis dan Desain Pondasi Edisi Keempat Jilid 2*. Erlangga.
- Bryan Ananta Lingga, R. N. (2021). Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Binjai-Langsa Seksi Binjai-Pangkalan Brandan STA. 12+300. *Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2021*.
- Dash, B. M. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1*. Erlangga.
- Dash, B. M. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 2*. Erlangga.
- Dr. Ir. H. Darwis, M. (2018). *Dasar-Dasar Mekanika Tanah*. Makasar: Pena Idris.
- Hardiyatmo, H. C. (2015). *Analisis dan Perancangan FONDASI bagian II*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. (2020). *Analisis dan Perancangan FONDASI I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

- Indri Junita Sari, F. A. (2022). *Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Data SPT Pada Pembangunan Apartemen Princeton Boutique Living Kota Medan.*
- Lilik Gani Ahmad, M. S. (2016). Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Menggunakan Data Insitu Test, Parameter Laboratorium Terhadap Loading Test Kantledge.
- Yohana Christine Kurniawan, A. M. (2022). Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan Kantor Pelayanan Pajak Pratama Balige. *Konferensi Nasional Sosial dan Engineering Politeknik Negeri Medan Tahun 2022.*