



# PERBANDINGAN DAYA DUKUNG DAN PENURUNAN TANAH PADA PONDASI DANGKAL BERDASARKAN DATA SPT DAN CPT

Oleh : Hery Kristiyanto<sup>1</sup>, Fajar Purwoko<sup>1</sup>, Lili Wijayanti<sup>2</sup>  
e-mail : heryjogja90@gmail.com, fajar200986@gmail.com,  
Liliwijayanti200@gmail.com

**ABSTRAK** : Pondasi merupakan komponen struktur yang berfungsi untuk meneruskan beban bangunan ke lapisan tanah di bawahnya tanpa adanya resiko kelongsoran geser atau terjadinya penurunan yang melampaui batas yang diijinkan. Kapasitas daya dukung tanah adalah kemampuan tanah dalam mendukung beban pondasi yang bekerja di atasnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya kapasitas daya dukung dan penurunan tanah pada pondasi dangkal berdasarkan hasil Standar Penetration Test (SPT) dan Cone Penetration Test (CPT), pada elevasi pondasi -1 meter dan -2 meter.

Hasil perhitungan memperlihatkan bahwa kapasitas daya dukung tanah pada pondasi dangkal berdasarkan data SPT pada titik BH1 elevasi -1 meter dan -2 meter berturut-turut yaitu sebesar 90 kN/m<sup>2</sup> dan 140 kN/m<sup>2</sup> dengan penurunan tanah berturut-turut sebesar 0,435 inch dan 0,447 inch. Besar kapasitas daya dukung tanah pada pondasi dangkal berdasarkan data CPT pada titik SB1 elevasi -1 meter dan -2 meter berturut-turut sebesar 437,380 kN/m<sup>2</sup> dan 596,244 kN/m<sup>2</sup> dengan penurunan tanah berturut-turut sebesar 0,796 inch dan 0,318 inch, sedangkan pada titik SB2 elevasi -1 meter dan elevasi -2 meter daya dukung tanah berturut-turut sebesar 334,410 kN/m<sup>2</sup> dan 502,101 kN/m<sup>2</sup> dengan penurunan tanah sebesar 1,082 inch dan 0,465 inch.

Kapasitas daya dukung tanah berdasarkan hasil CPT memperlihatkan nilai yang lebih besar dibandingkan hasil SPT, dan keduanya menunjukkan hasil penurunan tanah yang hampir sama pada kedalaman -2 meter.

**Kata Kunci** : Daya Dukung Tanah, Pondasi Dangkal, SPT, CPT.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Semua konstruksi bangunan sipil ditopang oleh tanah, termasuk gedung-gedung, jembatan, jalan dan berbagai bangunan air seperti bendungan dan saluran-saluran irigasi. Kondisi tanah dasar sangat berpengaruh pada kestabilan dan keamanan konstruksi bangunan di atasnya. Salah satu unsur bangunan yang langsung berhubungan dengan tanah dasar adalah pondasi.

Pondasi merupakan elemen struktur yang berfungsi untuk memindahkan beban bangunan ke lapisan tanah di bawahnya, tanpa adanya resiko kelongsoran geser, atau terjadinya penurunan yang melampaui batas penurunan yang diijinkan. Tanah mempunyai peranan yang penting pada suatu lokasi pekerjaan konstruksi. Tanah adalah pondasi pendukung bangunan, atau bahan konstruksi dari bangunan itu sendiri. Mengingat hampir semua bangunan itu dibuat di atas atau di bawah permukaan tanah, maka harus dibuat pondasi yang dapat memikul beban bangunan itu atau gaya yang bekerja pada bangunan itu.

---

1) adalah staf pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

2) adalah mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

Kondisi tanah dasar di suatu tempat berbeda-beda, kemungkinan jenis tanah pada kedalaman tertentu di suatu lokasi berbeda-beda atau juga kemungkinan kepadatan tanahnya berbeda-beda. Terlebih lagi apabila muka air tanah di lokasi tersebut dangkal, sehingga pada kedalaman tertentu tanah lempung tersebut selalu terendam air.

Dengan adanya perbedaan kondisi tanah sebagaimana tersebut di atas maka akan sangat mempengaruhi daya dukung tanah dalam menerima beban sebagai akibat dari jenis tanah dan kepadatan yang berbeda serta adanya perubahan kadar air tanah.

Pada penelitian ini akan dilakukan perhitungan dan perbandingan daya dukung tanah dan penurunan tanah pada pondasi dangkal berdasarkan data hasil SPT dan CPT.

## 1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas yaitu :

- 1) Berapa besar kapasitas daya dukung tanah dan penurunan tanah pada pondasi dangkal dengan berbagai elevasi berdasarkan data sondir dan bor?
- 2) Bagaimana perbandingan daya dukung tanah dan penurunan tanah dengan berbagai elevasi berdasarkan data sondir dan bor?

## 2. TINJAUAN PUSTAKA & LANDASAN TEORI

### 2.1. Pengertian Tanah

Tanah pada kondisi alam terdiri dari campuran butiran-butiran mineral dengan atau tanpa kandungan bahan organik. Istilah-istilah seperti kerikil, pasir, lanau, dan lempung digunakan dalam teknik sipil untuk membedakan jenis-jenis tanah.

### 2.2. Pengertian Pondasi Dangkal

Pondasi dangkal biasanya digunakan untuk bangunan yang beratnya relatif tidak besar yang biasanya disebut pondasi langsung (spread footing) yaitu dengan memperlebar bagian bawah dari kolom atau dinding bangunan, sehingga beban bangunan disebarkan (spread) menjadi desakan yang lebih kecil daripada daya dukung tanah yang diizinkan.

### 2.3. Standar Penetration Test (SPT)

Standard Penetration Test (SPT) adalah salah satu jenis uji yang sering digunakan untuk mengetahui daya dukung tanah. SPT dilaksanakan bersamaan dengan pengeboran untuk mengetahui perlawanan dinamik tanah maupun pengambilan contoh tanah. Pengujian penetrasi standar dilakukan karena sulitnya memperoleh contoh tanah tak terganggu pada tanah granuler.

### 2.4. Cone Penetration Test (CPT)

Alat kerucut penetrometer (Cone Penetration Test) adalah sebuah alat yang ujungnya berbentuk kerucut dengan sudut  $60^\circ$  dan berdiameter 35,7 mm atau mempunyai luas penampang  $1000 \text{ mm}^2$ . Alat ini digunakan dengan cara ditekan ke dalam tanah terus menerus dengan kecepatan tetap 20 mm/detik, sementara itu besarnya perlawanan tanah terhadap kerucut penetrasi ( $q_c$ ) juga terus menerus diukur.

## 2.5. Daya Dukung Tanah

Analisis kapasitas dukung tanah bertujuan mempelajari kemampuan tanah dalam mendukung beban pondasi yang bekerja di atasnya. Perancangan yang seksama diperlukan agar beban pondasi tidak mengakibatkan timbulnya tekanan yang berlebihan ke tanah di bawahnya, karena tekanan yang berlebihan dapat mengakibatkan penurunan yang besar bahkan dapat mengakibatkan keruntuhan pondasi.

## 2.6. Pengaruh Muka Air Tanah

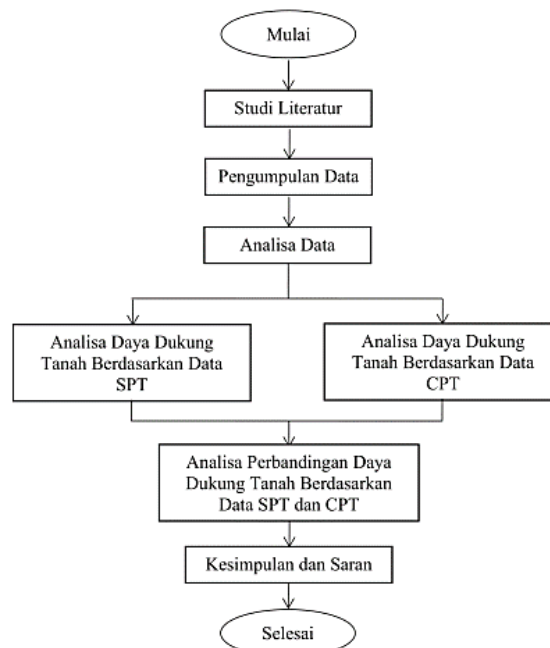
Pada waktu menggunakan persamaan kapasitas dukung tanah, pada praktek perlu dipertimbangkan apakah tanah pondasi merupakan tanah yang lolos air atau tidak. Pada tanah pondasi yang mudah meloloskan air seperti tanah granuler, dimana pada setiap pembebanan relatif tidak terjadi kelebihan tekanan air pori, maka parameter kuat geser yang digunakan harus diperoleh dari pengujian dalam kondisi drained (terdrainasi) atau digunakan parameter tegangan efektif. Pada tanah pondasi yang berbutir halus yang terendam air, karena tanah ini tidak mudah meloloskan air, maka parameter kuat geser tanah yang digunakan pada tinjauan jangka pendek harus didasarkan pada kondisi undrained (tak terdrainasi).

## 2.7. Penurunan Tanah

Jika lapisan tanah dibebani, maka tanah akan mengalami regangan atau penurunan (settlement). Regangan yang terjadi dalam tanah ini disebabkan oleh berubahnya susunan tanah maupun oleh pengurangan rongga pori/air di dalam tanah tersebut. Jumlah dari regangan sepanjang kedalaman lapisan merupakan penurunan total tanah. Penurunan akibat beban adalah jumlah total dari penurunan segera dan penurunan konsolidasi.

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1. Bagan Alir Penelitian

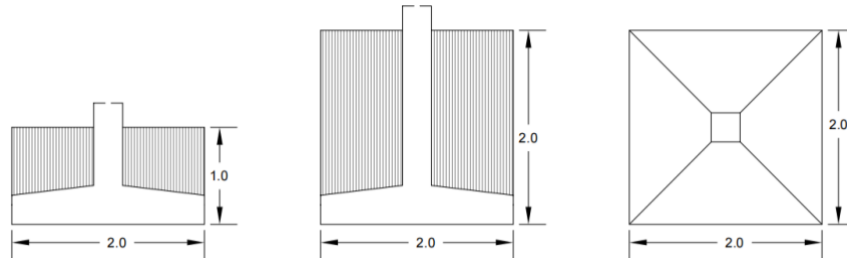


**Gambar 1. Bagan Alir Penelitian**



### 3.2. Data Teknis Pondasi

Jenis pondasi yang digunakan yaitu pondasi dangkal jenis pondasi tapak. Dimensi pondasi yang digunakan untuk penelitian ini adalah ukuran 2,0 x 2,0 meter dengan kedalaman 1,0 dan 2,0 meter.



Gambar 2. Dimensi Pondasi

### 3.3. Data Tanah

Data material dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari pekerjaan bangunan di Daerah Istimewa Yogyakarta. Pengujian sondir (CPT) dilakukan sebanyak 2 (dua) titik, yaitu SB1 dan SB2 untuk mengukur nilai sondir lapisan-lapisan tanah yang dilaksanakan sampai kedalaman tanah padat / keras dengan kapasitas nilai sondir berat maksimum 45 kN dan 1 titik bor (SPT) dengan kedalaman -30,0 meter dari permukaan tanah.

### 3.4. Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini, keseluruhannya merupakan data sekunder. Data sekunder dalam penelitian ini meliputi data tanah yang merupakan hasil dari pengujian SPT dan CPT.

### 3.5. Analisis Parameter Tanah

Selain penyelidikan tanah di lapangan juga perlu dilakukan penelitian tanah di laboratorium untuk menghitung daya dukung tanah yang meliputi uji fisik tanah dan uji mekanik. Uji fisik tujuannya untuk mengetahui sifat-sifat fisik tanah dan uji mekanik untuk memperoleh nilai sudut geser dan kohesi tanah.

### 3.6. Menghitung Daya Dukung Tanah

#### 3.6.1. Daya Dukung Tanah Pondasi Dangkal Dari Data SPT

Terzaghi dan Peck (1967) mengusulkan kurva hubungan antara nilai  $N$  dan uji SPT, dengan kapasitas dukung ijin ( $q_a$ ) untuk tanah granuler yang didasarkan pada penurunan 2,54 cm (1"). Koreksi akibat pengaruh tekanan overburden pada nilai  $N$  seharusnya diberikan sebelum menggunakan nilai SPT dalam analisis pondasi. Nilai  $N$  yang digunakan dalam hitungan perancangan dengan memperhatikan koreksi overburden dinyatakan oleh persamaan :

$$N = C_N \cdot N'$$

dengan  $N' = N$  yang diperoleh dari uji pengeboran.

Persamaan koreksi *overburden* yang diusulkan oleh Skempton (1986) memperhatikan macam pasir, yaitu :

- a. Untuk pasir halus *normally consolidated*

$$C_N = \frac{2}{1 + \frac{p_o'}{p_r}}$$

- b. Untuk pasir kasar *normally consolidated*

$$C_N = \frac{3}{2 + \frac{p_o'}{p_r}}$$

- c. Untuk pasir *overconsolidated*

$$C_N = \frac{1,7}{0,7 + \frac{p_o'}{p_r}}$$

Dengan :  $p_o'$  = tekanan *overburden* efektif ( $\text{kN/m}^2$ )

$p_r = 100 \text{ kN/m}^2$  = tegangan efektif referensi.

Dengan persamaan tekanan *overburden* efektif berikut :

$$p_o' = (D_{MAT} \cdot \gamma_{sat}) + (D_w - D_{MAT}) \cdot \gamma_{dry}$$

Untuk menentukan kapasitas dukung tanah perlu ditentukannya  $N$  rata-rata hingga ke dalaman yang diperhitungkan. Kapasitas dukung tanah ditentukan dengan grafik Kapasitas dukung ijin dari uji SPT (Terzaghi dan Peck, 1967).

### 3.6.2. Daya Dukung Tanah Pondasi Dangkal Dari Data CPT

Meyerhof mengusulkan persamaan sederhana untuk penentuan nilai kapasitas daya dukung ijin ( $q_a$ ) untuk tanah tak berkohesi (pasir), yaitu :

- a. Untuk pondasi dengan lebar  $B \leq 1,2 \text{ m}$

$$q_a = \frac{q_c}{30} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

- b. Untuk pondasi dengan lebar  $B > 1,2 \text{ m}$

$$q_a = \frac{q_c}{50} \left(1 + \frac{0,3}{B}\right)^2 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$B$  = lebar pondasi (m)

Untuk tanah kohesif, kuat geser *undrained* ( $S_u = C_u$ ), dapat didekati dengan persamaan Begemann (1974) :

$$S_u = \frac{q_c - p_o'}{N_{c'}}$$

Dengan :

$q_a$  = kapasitas dukung ijin untuk penurunan 2,54 cm (1")

$q_c$  = tahanan konus ( $\text{kg/cm}^2$ )

$p_o'$  = tekanan *overburden* efektif pada kedalaman mata konus

$N_c$  = konstanta yang nilainya diantara 5 sampai 70, tergantung dari macam tanah da OCR. (umumnya diambil 9 sampai 15).

### 3.7. Menghitung Penurunan Tanah Seketika (*immediately Settlement*)

#### 3.7.1. Penurunan Tanah Seketika Dari Data SPT

Hasil penyelidikan dari uji SPT, Bowles (1977) untuk penurunan seketika menggunakan persamaan :

$$S_i = \frac{2,5q}{N} \text{ untuk } B \leq 1,2 \text{ m}$$

Dan

$$S_i = \frac{4q}{N} \left( \frac{B}{B+1} \right)^2 \text{ untuk } B > 1,2 \text{ m}$$

Dengan :  $S_i$  = Penurunan dalam inci

$q$  = Intensitas beban dalam ton/ft<sup>2</sup>

$B$  = Lebar pondasi dalam inci

#### 3.7.2. Penurunan Tanah Seketika Dari Data CPT

Penurunan pondasi pada tanah granuler dapat dihitung dari hasil uji kerucut statis (CPT). De Beer dan Marten (1957) mengusulkan persamaan angka kompresi (C) yang dikaitkan dengan persamaan Buismann, yaitu :

$$C = \frac{1,5q_c}{p_o'}$$

dengan

$C$  = angka pamanpatan (angka kompresibilitas)

$q_c$  = tahanan kerucut statis (sondir)

$p_o'$  = tekanan *overburden* efektif

Satuan  $q_c$  dan  $p_o'$  harus sama. Nilai C ini, kemudian disubstitusikan ke dalam persamaan Terzaghi untuk penurunan pada lapisan tanah yang ditinjau, yaitu :

$$S_i = \frac{H}{C} \ln \frac{p_o' + \Delta p}{p_o'}$$

dengan

$S_i$  = Penurunan akhir (m) dari lapisan setebal H (m)

$p_o'$  = tekanan *overburden* efektif awal, yaitu tegangan efektif sebelum beban bekerja.

$\Delta p$  = Tambahan tegangan vertikal di tengah-tengah lapisan oleh tegangan akibat beban pondasi neto

Dalam menentukan konstanta kompresibilitas ( C ) diperlukan nilai  $q_c$  rata-rata.

#### 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

##### 4.1. Perhitungan Daya Dukung Tanah

##### 4.1.1. Daya Dukung Tanah Pondasi Dangkal Dari Data SPT

*Perhitungan Pada Titik BH1*

Elevasi - 1 meter

Pada kedalaman ( $D_w$ ) = 3 meter

Tekanan Overburden Efektif dihitung dengan cara :

$$p_o' = (D_{MAT} \times \gamma_{sat}) + (D_w - D_{MAT}) \times \gamma_{dry} = (19 \times 18.7) + (3 - 19) \times 14.2$$

$$p_o' = 128.10 \text{ kN/m}^3$$

Tanah pasir kasar kondisi *normally consolidated*, sehingga :

$$C_N = \frac{3}{2 + \frac{p_o'}{p_r}} = \frac{3}{2 + \frac{128.10}{100}} = 0.91$$

Nilai  $N' = C_N \times N = 0.91 \times 10.5 = 10$  (dibulatkan)

**Tabel 1. Hasil Perhitungan dari Data SPT**

Kedalaman (m)	N	Po' (kN/m <sup>2</sup> )	C <sub>N</sub>	N'
2.00	8	113.90	0.96	8
3.00	10.5	128.10	0.91	10

Kedalaman yang diperhitungkan dalam hitungan N, adalah sampai :

$$D_f + B = 1 + 2 = 3.0 \text{ meter}$$

Nilai N rata-rata pada kedalaman yang diperhitungkan :

$$N'_{rata-rata} = \frac{1}{2} \times (8 + 9.6) = 8.62$$

Dengan nilai yang didapat yaitu  $B = 2$  dan  $N = 8.62$  maka diperoleh kapasitas dukung ijin tanah  $q_{all} = 90 \text{ kN/m}^2$  menggunakan grafik Kapasitas dukung ijin dari uji SPT (Terzaghi dan Peck, 1967).

Elevasi - 2 meter

Pada kedalaman ( $D_w$ ) = 4 meter

Tekanan Overburden Efektif dihitung dengan cara :

$$p_o' = (D_{MAT} \times \gamma_{sat}) + (D_w - D_{MAT}) \times \gamma_{dry} = (19 \times 18.7) + (4 - 19) \times 14.2$$

$$p_o' = 142.30 \text{ kN/m}^3$$

Tanah pasir kasar kondisi *normally consolidated*, sehingga :

$$C_N = \frac{3}{2 + \frac{p_o'}{p_r}} = \frac{3}{2 + \frac{142.30}{100}} = 0.88$$

Nilai  $N' = C_N \times N = 0.88 \times 21 = 18$  (dibulatkan)

Untuk hasil perhitungan pada kedalaman lainnya tersedia pada tabel :

**Tabel 2. Hasil Perhitungan dari Data SPT**

Kedalaman (m)	N	Po' (kN/m <sup>2</sup> )	C <sub>N</sub>	N'
2.00	8	113.90	0.96	8
4.00	21	142.30	0.88	18

Kedalaman yang diperhitungkan dalam hitungan N, adalah sampai :

$$D_f + B = 2 + 2 = 4.0 \text{ meter}$$

Nilai N rata-rata pada kedalaman yang diperhitungkan :

$$N'_{\text{rata-rata}} = \frac{1}{2} \times (8 + 18) = 13.03$$

Dengan nilai yang didapat yaitu  $B = 2$  dan  $N = 13.03$  maka diperoleh kapasitas dukung ijin tanah  $q_{\text{all}} = 140 \text{ kN/m}^2$  menggunakan grafik Kapasitas dukung ijin dari uji SPT (Terzaghi dan Peck, 1967).

#### 4.1.2. Daya Dukung Tanah Pondasi Dangkal Dari Data CPT

*Perhitungan Pada Titik SB1*

Elevasi - 1 meter

Nilai tahanan kerucut statis rata-rata di bawah dasar pondasi yang didapat dari data adalah  $q_c \text{ rata-rata} = 168.56 \text{ kg/cm}^2$ .

Dengan  $B > 1.2 \text{ m}$ , maka daya dukung dapat dihitung :

$$q_{\text{all}} = \frac{q_c}{50} \left(1 + \frac{0.3}{B}\right)^2 = \frac{168.56}{50} \left(1 + \frac{0.3}{2}\right)^2 = 4.46 \text{ kg/cm}^2 = 437.38 \text{ kN/m}^2$$

Elevasi - 2 meter

Nilai tahanan kerucut statis rata-rata di bawah dasar pondasi yang didapat dari data adalah  $q_c \text{ rata-rata} = 230 \text{ kg/cm}^2$ .

Dengan  $B > 1.2 \text{ m}$ , maka daya dukung dapat dihitung :

$$q_{\text{all}} = \frac{q_c}{50} \left(1 + \frac{0.3}{B}\right)^2 = \frac{230}{50} \left(1 + \frac{0.3}{2}\right)^2 = 6.08 \text{ kg/cm}^2 = 596.24 \text{ kN/m}^2$$



*Perhitungan Pada Titik SB2*Elevasi - 1 meter

Nilai tahanan kerucut statis rata-rata di bawah dasar pondasi yang didapat dari data adalah  $q_c \text{ rata-rata} = 129.07 \text{ kg/cm}^2$ .

Dengan  $B > 1.2 \text{ m}$ , maka daya dukung dapat dihitung :

$$q_{\text{all}} = \frac{q_c}{50} \left(1 + \frac{0.3}{B}\right)^2 = \frac{129.07}{50} \left(1 + \frac{0.3}{2}\right)^2 = 3.41 \text{ kg/cm}^2 = 334.41 \text{ kN/m}^2$$

Elevasi - 2 meter

Nilai tahanan kerucut statis rata-rata di bawah dasar pondasi yang didapat dari data adalah  $q_c \text{ rata-rata} = 193.67 \text{ kg/cm}^2$ .

Dengan  $B > 1.2 \text{ m}$ , maka daya dukung dapat dihitung :

$$q_{\text{all}} = \frac{q_c}{50} \left(1 + \frac{0.3}{B}\right)^2 = \frac{193.67}{50} \left(1 + \frac{0.3}{2}\right)^2 = 5.12 \text{ kg/cm}^2 = 502.10 \text{ kN/m}^2$$

**4.2. Perhitungan Penurunan Seketika (*immediately Settlement*)****4.2.1. Penurunan Tanah Seketika Dari Data SPT***Perhitungan Pada Titik BH1*Elevasi - 1 meter

Data yang diketahui :

$$q_{\text{all}} = 90 \text{ kN/m}^2 = 0.94 \text{ ton/ft}^2$$

$$B = 2 \text{ m} = 787.40 \text{ inc}$$

$$N'_{\text{rata-rata}} = \frac{1}{2} \times (8 + 9.6) = 8.62$$

Perhitungan menurut Bowles (1977) untuk  $B > 1.2 \text{ m}$  :

$$S_i = \frac{4q}{N} \left(\frac{B}{B+1}\right)^2 = \frac{4 \times 0.94}{8.62} \left(\frac{787.40}{787.40+1}\right)^2 = 0.43 \text{ inc}$$

Elevasi - 2 meter

Data yang diketahui :

$$q_{\text{all}} = 140 \text{ kN/m}^2 = 1.46 \text{ ton/ft}^2$$

$$B = 2 \text{ m} = 787.40 \text{ inc}$$

$$N'_{\text{rata-rata}} = \frac{1}{2} \times (8 + 18) = 13.03$$

Perhitungan menurut Bowles (1977) untuk  $B > 1.2 \text{ m}$  :

$$S_i = \frac{4q}{N} \left( \frac{B}{B+1} \right)^2 = \frac{4 \times 1.46}{13.03} \left( \frac{787.40}{787.40 + 1} \right)^2 = 0.45 \text{ inc}$$

#### 4.2.2. Penurunan Tanah Seketika Dari Data CPT

*Penurunan Pada Titik SB1*

Elevasi - 1 meter hingga -3 meter

Pada kedalaman : 1.00 – 3.00 m,  $q_c = 65.20 \text{ kg/cm}^2$

$$p_o' = 2.00 \times 1.85 = 3.70 \text{ t/m}^2$$

$$D = \left( \frac{3.0 - 1.0}{2} \right) + 1.0 = 2.00 \text{ m}$$

$$z = \left( \frac{3.0 - 1.0}{2} \right) = 1.00 \text{ m}$$

$$B = 2 \text{ m}; L = 2 \text{ m}$$

$$B/z / L/z = \frac{2}{1.00} = 2.00$$

Nilai faktor pengaruh  $I = 0.17$

$$\Delta p = 4I = 4 \times 0.17 = 0.690$$

$$C = \frac{1.5q_c}{p_o'} = \frac{1.5 \times 65.20}{0.370} = 264.324$$

$$S_i = \frac{H}{C} \ln \frac{p_o' + \Delta p}{p_o'} = \frac{200}{264.324} \ln \frac{0.370 + 0.690}{0.370} = 0.796 \text{ cm}$$

Elevasi - 2 meter hingga -3 meter

Pada kedalaman : 2.00 – 3.00 m,  $q_c = 121.60 \text{ kg/cm}^2$

$$p_o' = 2.50 \times 1.85 = 4.63 \text{ t/m}^2$$

$$D = \left( \frac{3.0 - 2.0}{2} \right) + 2.0 = 2.50 \text{ m}$$

$$z = \left( \frac{3.0 - 2.0}{2} \right) = 0.50 \text{ m}$$

$$B = 2 \text{ m}; L = 2 \text{ m}$$

$$B/z / L/z = \frac{2}{0.50} = 4.00$$

Nilai faktor pengaruh  $I = 0.29$

$$\Delta p = 4I = 4 \times 0.29 = 1.160$$

$$C = \frac{1.5q_c}{p_o'} = \frac{1.5 \times 121.60}{0.463} = 394.378$$

$$S_i = \frac{H}{C} \ln \frac{p_o' + \Delta p}{p_o'} = \frac{100}{394.378} \ln \frac{0.463 + 1.160}{0.463} = 0.318 \text{ cm}$$

*Penurunan Pada Titik SB2*

Elevasi - 1 meter hingga -3 meter

Pada kedalaman : 1.00 – 3.00 m,  $q_c = 48.00 \text{ kg/cm}^2$

$$p_o' = 2.00 \times 1.85 = 3.70 \text{ t/m}^2$$

$$D = \left( \frac{3.0 - 1.0}{2} \right) + 1.0 = 2.00 \text{ m}$$

$$z = \left( \frac{3.0 - 1.0}{2} \right) = 1.00 \text{ m}$$

$$B = 2 \text{ m}; L = 2 \text{ m}$$

$$B/z / L/z = \frac{2}{1.00} = 2.00$$

Nilai faktor pengaruh  $I = 0.17$

$$\Delta p = 4I = 4 \times 0.17 = 0.690$$

$$C = \frac{1.5q_c}{p_o'} = \frac{1.5 \times 48.00}{0.370} = 194.595$$

$$S_i = \frac{H}{C} \ln \frac{p_o' + \Delta p}{p_o'} = \frac{200}{194.595} \ln \frac{0.370 + 0.690}{0.370} = 1.082 \text{ cm}$$

Elevasi - 2 meter hingga -3 meter

Pada kedalaman : 2.00 – 3.00 m,  $q_c = 83.20 \text{ kg/cm}^2$

$$p_o' = 2.50 \times 1.85 = 4.63 \text{ t/m}^2$$

$$D = \left( \frac{3.0 - 2.0}{2} \right) + 2.0 = 2.50 \text{ m}$$

$$z = \left( \frac{3.0 - 2.0}{2} \right) = 0.50 \text{ m}$$

$$B = 2 \text{ m}; L = 2 \text{ m}$$

$$B/z / L/z = \frac{2}{0.50} = 4.00$$

Nilai faktor pengaruh  $I = 0.29$

$$\Delta p = 4I = 4 \times 0.29 = 1.160$$

$$C = \frac{1.5q_c}{p_o'} = \frac{1.5 \times 83.20}{0.463} = 296.838$$

$$S_i = \frac{H}{C} \ln \frac{p_o' + \Delta p}{p_o'} = \frac{100}{296.838} \ln \frac{0.463 + 1.160}{0.463} = 0.465 \text{ cm}$$

#### 4.2.3. Perbandingan Hasil Perhitungan

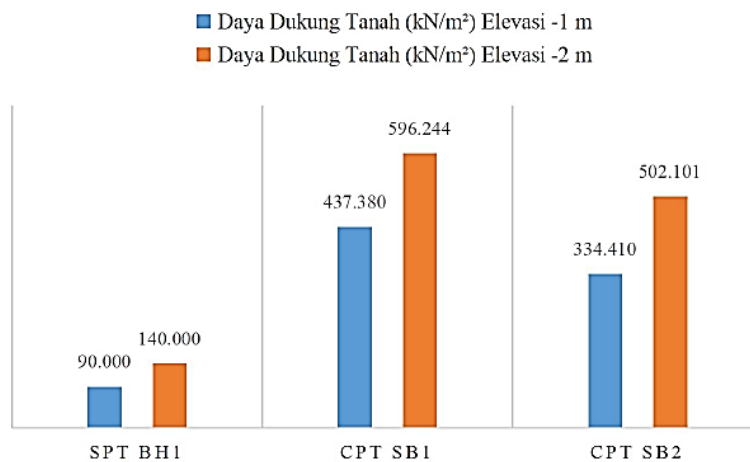
**Tabel 3. Hasil Perhitungan Daya Dukung Tanah dan Penurunan Tanah**

Titik	Daya Dukung Tanah (kN/m <sup>2</sup> )		Penurunan Tanah (inch)	
	Elevasi -1 m	Elevasi -2 m	Elevasi -1 m	Elevasi -2 m
SPT BH1	90,000	140,000	0,435	0,447
CPT SB1	437,380	596,244	0,796	0,318
CPT SB2	334,410	502,101	1,082	0,465

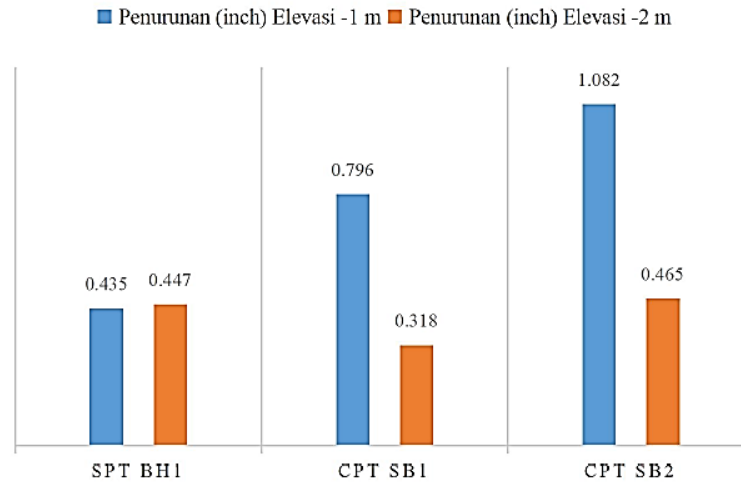
Tabel 3 memperlihatkan hasil perhitungan daya dukung tanah dan penurunan tanah. Besar kapasitas daya dukung tanah pada pondasi dangkal berdasarkan data SPT pada titik BH1 elevasi -1 meter dan -2 meter berturut-turut yaitu sebesar 90 kN/m<sup>2</sup> dan 140 kN/m<sup>2</sup> dengan penurunan tanah berturut-turut sebesar 0,435 inch dan 0,447 inch.

Besar kapasitas daya dukung tanah pada pondasi dangkal berdasarkan data CPT pada titik SB1 elevasi -1 meter dan -2 meter berturut-turut sebesar 437,380 kN/m<sup>2</sup> dan 596,244 kN/m<sup>2</sup> dengan penurunan tanah berturut-turut sebesar 0,796 inch dan 0,318 inch, sedangkan pada titik SB2 elevasi -1 meter dan elevasi -2 meter daya dukung tanah berturut-turut sebesar 334,410 kN/m<sup>2</sup> dan 502,101 kN/m<sup>2</sup> dengan penurunan tanah sebesar 1,082 inch dan 0,465 inch.

Kapasitas daya dukung tanah berdasarkan hasil CPT memperlihatkan nilai yang lebih besar dibandingkan hasil SPT, dan keduanya menunjukkan hasil penurunan tanah yang hampir sama pada kedalaman -2 meter, seperti terlihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



**Gambar 3. Grafik Hasil Perhitungan Daya Dukung Tanah**



**Gambar 4. Grafik Hasil Perhitungan Penurunan Tanah**

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Besar kapasitas daya dukung tanah pada pondasi dangkal berdasarkan data SPT pada titik BH1 elevasi -1 meter dan -2 meter berturut-turut yaitu sebesar 90 kN/m<sup>2</sup> dan 140 kN/m<sup>2</sup> dengan penurunan tanah berturut-turut sebesar 0,435 inch dan 0,447 inch. Besar kapasitas daya dukung tanah pada pondasi dangkal berdasarkan data CPT pada titik SB1 elevasi -1 meter dan -2 meter berturut-turut sebesar 437,380 kN/m<sup>2</sup> dan 596,244 kN/m<sup>2</sup> dengan penurunan tanah berturut-turut sebesar 0,796 inch dan 0,318 inch, sedangkan pada titik SB2 elevasi -1 meter dan elevasi -2 meter daya dukung tanah berturut-turut sebesar 334,410 kN/m<sup>2</sup> dan 502,101 kN/m<sup>2</sup> dengan penurunan tanah sebesar 1,082 inch dan 0,465 inch.
- 2) Kapasitas daya dukung tanah berdasarkan hasil CPT memperlihatkan nilai yang lebih besar dibandingkan hasil SPT, dan keduanya menunjukkan hasil penurunan tanah yang hampir sama pada kedalaman -2 meter.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Bowles, J. E., dan Fernando P., 1988, Analisis dan Desain Pondasi, Erlangga, Jakarta.
- Casagrande, A., 1948, *Clasification and Identification of Soils*, *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, 113, 901-930.
- Das, B.M., dkk, 1985, Mekanika Tanah Jilid 2, Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 1996, Teknik Pondasi I, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2002, Mekanika Tanah II, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Mina, Enden. dkk., 2019, Analisis Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Tiang Berdasarkan Data *Standard Penetration Test (SPT)* Dan *Cone Penetration Test (CPT)* (Studi Kasus : *East Cross Taxiway* Bandara Internasional Soekarno – Hatta), *Jurnal Fondasi*, 8(2), 130-141.
- Muda, A., (2016), Analisis Daya Dukung Tanah Fondasi Dangkal Berdasarkan Data Laboratorium, *Jurnal INTEKNA*, 16(1), 1-6.
- Pratikso, 2015, Pondasi Dangkal, Cetakan Pribadi, Semarang.
- Rangkang, J., dkk., 2017, Rekayasa Pondasi 2, Polimdo Press, Manado.

