

# Analisis Daya Dukung Tiang Tunggal Statik pada Tanah Lunak di Gedebage

WANDA ASKA ALAWIAH, YUKI ACHMAD YAKIN

Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung  
e-mail: wandaasal@gmail.com

## ABSTRAK

*Sifat lapisan tanah lunak adalah mempunyai gaya gesek kecil, kemampuan besar dan daya dukung rendah. Untuk lapisan tanah lunak diperlukan fondasi tiang yang mampu memikul seluruh beban bangunan dan beban lainnya untuk diteruskan sampai ke lapisan tanah pendukung. Penentuan kapasitas daya dukung ultimit pada fondasi tiang merupakan faktor terpenting dalam perencanaan. Oleh sebab itu perlu dilakukan analisis untuk mengetahui dan menentukan nilai kapasitas daya dukung ultimit fondasi tiang. Analisis daya dukung tiang dilakukan dengan cara interpretasi hasil uji statik, metode statik, metode Meyerhof berdasarkan data  $N_{SPT}$  dan pemodelan menggunakan metode elemen hingga. Dari analisis diperoleh metode yang paling mendekati dengan hasil uji di lapangan yaitu interpretasi hasil uji statik metode Mazurkiewicz. Hal tersebut dapat dilihat dari hasil peresentase sebesar 5,133%.*

**Kata kunci:** nilai  $N_{SPT}$ , kapasitas daya dukung aksial, static loading test

## ABSTRACT

*The nature of the soft soil layer is has the small friction force, large congestion and lower carrying capacity. For soft soil layers require pile foundations which are able to carry the whole load of the building and other costs to the supporting soil layer. Determination of the ultimate bearing capacity of the foundation is the most important factor in the planning step. Therefore the analysis need to be done to identify and determine the value of the ultimimate bearing capacity of pile foundation. Analysis of pile bearing capacity obtained by interpretation of the result of the static test, static method, Meyerhof method based from the value of  $N_{SPT}$  and modeling that use finite elements method. From the analytic that obtained by the closest method with the result in the field that interpretation by the static test Mazurkiewicz method. According to that we could see by the result of presented for 5.133%.*

**Keywords:** value  $N_{SPT}$ , axial bearing capacity, static loading test

## 1. PENDAHULUAN

Tanah lunak merupakan lanau atau lempung. Sifat tanah lunak memiliki gaya gesek kecil, kemampatan besar, dan memiliki daya dukung rendah. Pemilihan fondasi ditentukan oleh jenis tanah. Fondasi tiang dirancang agar mampu memikul dan menyalurkan beban. Penentuan kapasitas daya dukung tiang tunggal statik selain memperhitungkan beban aksial, penurunan yang terjadi perlu diperhatikan.

Pada tugas akhir ini akan dilakukan analisis daya dukung tiang tunggal statik pada tanah lunak di Gedebage menggunakan interpretasi hasil uji, metode statik, metode Meyerhof dan pemodelan secara 2D menggunakan Plaxis 2D. Tugas akhir ini bukan berupa studi kasus, melainkan penelitian untuk mengetahui nilai daya dukung *ultimate*.

Manfaat dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui besaran kapasitas daya dukung *ultimate* serta dapat menentukan metode mana yang sesuai dengan kondisi di lapangan (*static loading test*).

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanah Lunak

Umumnya lapisan tanah yang disebut lapisan tanah lunak merupakan lanau dan atau lempung. Berdasarkan *USCS*, butiran tanah pada lapisan ini memiliki ukuran butiran lebih kecil 0,0075 mm.

### 2.2 Fondasi Tiang

Fondasi tiang adalah bagian-bagian konstruksi yang dibuat dari kayu, beton, dan atau baja yang digunakan untuk meneruskan beban dari atas ke permukaan tanah yang lebih rendah di dalam masa tanah. Penggunaan fondasi tiang sebagai fondasi bangunan apabila tanah yang berada di bawah dasar bangunan tidak mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangunan dan beban yang bekerja padanya.

### 2.3 Daya Dukung Fondasi Tiang Metode Statik

Daya dukung fondasi tiang ( $Q_u$ ) diperoleh dari gabungan tahanan ujung ( $Q_p$ ) dan tahanan gesek ( $Q_s$ ).

$$Q_u = Q_p + Q_s \quad \dots (1)$$

dimana:

$Q_u$  = daya dukung fondasi tiang (ton),

$Q_p$  = daya dukung ujung (ton),

$Q_s$  = daya dukung gesek (ton).

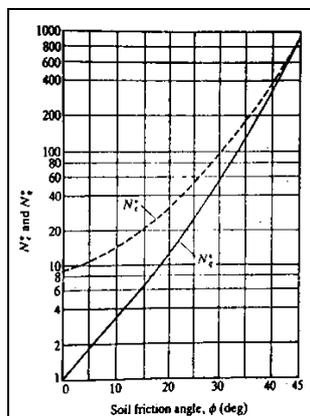
#### 2.3.1 Daya Dukung Ujung Tiang

Dalam menentukan kapasitas daya dukung ujung tiang dengan menggunakan metode statik, dapat menggunakan metode yang direkomendasikan oleh Meyerhof (1976). Metode ini bergantung pada jenis tanahnya, untuk tanah lempung dengan kondisi *undrained* ( $\phi = 0$ ) nilai  $N_c^*$  dan  $N_q^*$  ditunjukkan pada **Gambar 1**. Persamaan yang dipergunakan, sebagai berikut:

$$Q_p = A_p q_p = A_p (c_u N_c^*) \cong A_p (9c_u) \quad \dots (2)$$

dimana:

- $Q_p$  = daya dukung ujung tiang (ton),
- $A_p$  = luas penampang ujung tiang ( $m^2$ ),
- $N_c^*$  = faktor daya dukung ujung,
- $c_u$  = kohesi tak teralir ( $ton/m^2$ ).



**Gambar 1. Faktor daya dukung ujung  $N_c^*$  dan  $N_q^*$**   
 (Sumber: Meyerhof, 1976, dalam Das, Braja M., 1995)

Tahanan ujung tiang ( $Q_p$ ) juga dapat dihitung dengan menggunakan metode tegangan efektif. Persamaan yang dipergunakan, sebagai berikut:

$$q_p = q' N_t \quad \dots (3)$$

dimana:

- $q'$  = tegangan vertikal efektif pada ujung tiang (ton),
- $N_t$  = koefisien daya dukung ujung (**Tabel 1**).

**Tabel 1. Perkiraan Nilai  $N_t$**

Jenis Tanah	Sudut Geser Efektif ( $\phi'$ )	$N_t$
Lempung	25 – 30	3 – 30
Lanau	28 – 34	20 – 40
Pasir	32 – 40	30 – 150
Kerikil	35 – 45	60 – 300

(Sumber: Fellenius, 1991, dalam Geotechnical Engineering Center, 2013)

### 2.3.2 Daya Dukung Gesek Tiang

Kapasitas daya dukung pada tiang ini ditentukan oleh gaya gesek tiang dengan dinding tanah disekitarnya. Kapasitas daya dukung akibat pergesekan selimut tiang dinyatakan dalam persamaan, sebagai berikut:

$$Q_s = \Sigma(A_s f_s) \quad \dots (4)$$

dimana:

- $A_s$  = luas selimut tiang ( $m^2$ ) =  $p \Delta L$ ,
- $p$  = keliling tiang (m),
- $\Delta L$  = panjang segmen tiang (m),
- $f_s$  = tahanan gesek setiap kedalaman  $z$  ( $ton/m^2$ ).

### 1. Metode Lambda ( $\lambda$ )

Metode ini ditentukan oleh Vijayvergia dan Focht (1972) yang didasarkan adanya perpindahan tanah akibat tiang yang dipancang sehingga menghasilkan suatu tekanan lateral pasif pada kedalaman tertentu. Nilai lambda ( $\lambda$ ) didapatkan dengan memplotkan nilai panjang tiang (**Gambar 2**). Persamaan untuk tahanan geser rata-rata ( $f_{s\ ave}$ ) sebagai berikut:

$$f_{s\ ave} = \lambda(\sigma'_{v\ ave} + 2c_{u\ ave}) \quad \dots (5)$$

$$c_{u\ ave} = \frac{\sum_{i=1}^n c_{ui} L_i}{L} \quad \dots (6)$$

$$\sigma'_{v\ ave} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{L} \quad \dots (7)$$

dimana:

$\sigma'_{v\ ave}$  = tegangan vertikal efektif rata-rata (ton/m<sup>2</sup>),

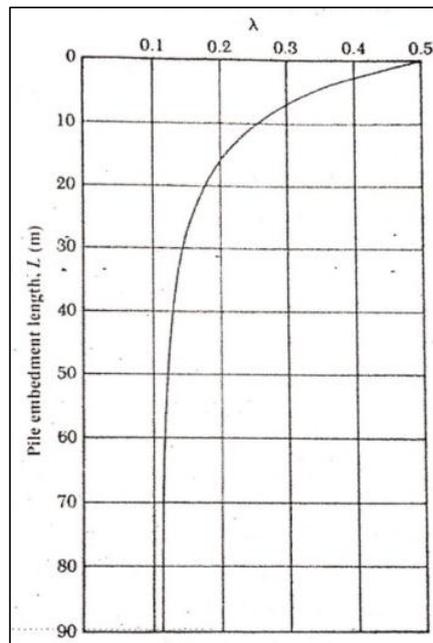
$c_{u\ ave}$  = kuat geser lempung jenuh rata-rata ( $\phi = 0$ ),

$c_{ui}$  = kohesi tanah tak teralir lapis ke  $i$ ,

$L_i$  = panjang segmen tiang pada lapis ke  $i$ ,

$L$  = panjang tiang total,

$A_i$  = luas diagram tegangan vertikal efektif lapis ke  $i$ .



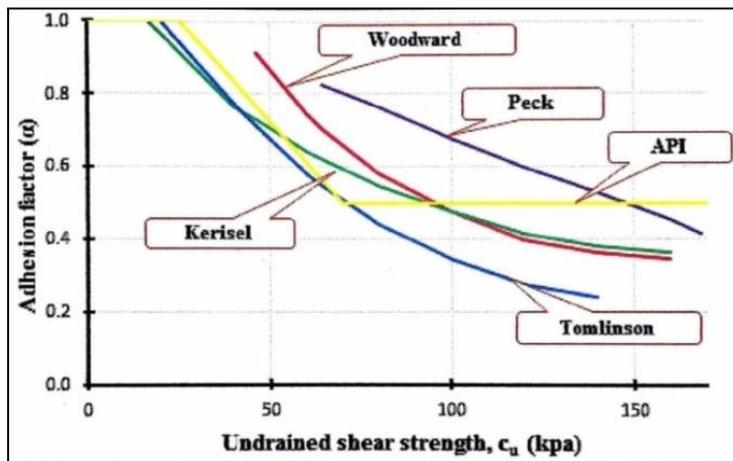
**Gambar 2. Koefisien lambda ( $\lambda$ )**

(Sumber: McClelland, 1974, dalam Geotechnical Engineering Center, 2013)

### 2. Metode Alpha ( $\alpha$ )

Nilai alpha diperoleh dengan menghubungkan nilai alpha ( $\alpha$ ) dan *undrained shear strength* ( $c_u$ ) (**Gambar 3**). Persamaan untuk tahanan gesek ( $f_s$ ) sebagai berikut:

$$f_s = \alpha c_u \quad \dots (8)$$



**Gambar 3. Faktor alpha ( $\alpha$ ) untuk fondasi tiang pada tanah lempung (Sumber: McClelland, 1974)**

### 3. Metode Betha ( $\beta$ )

Metode ini dikembangkan oleh Burland (1973). Pada metode ini tahanan gesek ( $f_s$ ) untuk tiang dapat ditentukan dengan mengacu pada parameter tegangan efektif lempung. Persamaan yang dipergunakan, yaitu sebagai berikut:

$$f_s = \beta \sigma'_v \quad \dots (9)$$

dimana:

$\beta$  = nilai betha (**Tabel 2**),

$\sigma'_v$  = kuat geser lempung jenuh (ton/m<sup>2</sup>).

**Tabel 2. Perkiraan Nilai Betha ( $\beta$ )**

Jenis Tanah	Sudut Geser Efektif ( $\phi$ )	Nilai Betha ( $\beta$ )
Lempung	25 – 30	0,23 – 0,40
Lanau	28 – 34	0,27 – 0,50
Pasir	32 – 40	0,30 – 0,60
Kerikil	35 – 45	0,35 – 0,80

(Sumber: Fellenius, 1991, dalam Geotechnical Engineering Center, 2013)

### 2.4 Daya Dukung Fondasi Tiang Metode Statik

Daya dukung *ultimate* ( $Q_{ult}$ ) aksial dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan sebagai berikut:

$$Q_{ult} = 40N_b A_P + 0,2N_s A_s \quad \dots (10)$$

dimana:

$N_b$  = harga  $N_{SPT}$  pada dasar elevasi tiang,

$A_P$  = luas penampang tiang (m<sup>2</sup>),

$N_s$  = harga  $N_{SPT}$  rata-rata,

$A_s$  = luas selimut tiang (m<sup>2</sup>).

Koreksi nilai  $N_{SPT}$  yang dinyatakan dengan  $(N_1)_{60}$  dapat dihitung dengan **Tabel 3** dan Persamaan sebagai berikut:

$$(N_1)_{60} = C_N C_E C_B C_R C_S N_m \dots (11)$$

dimana:

$N_m$  = nilai  $N_{SPT}$  hasil uji lapangan.

**Tabel 3. Koreksi-koreksi yang Dipergunakan dalam Uji SPT**

Keterangan	Faktor	Koreksi
Tegangan Vertikal Efektif ( $C_N$ )	-	$2,2 / (1,2 + (\sigma'_v/P_a))$
Tegangan Vertikal Efektif ( $C_N$ )	-	$C_N \leq 1,7$
Rasio Tenaga ( $C_E$ )	<i>Donut Hammer</i>	0,5 – 1,0
Rasio Tenaga ( $C_E$ )	<i>Safety Hammer</i>	0,7 – 1,2
Rasio Tenaga ( $C_E$ )	<i>Automatic-trip Donut Hammer</i>	0,8 – 1,3
Diameter Bor ( $C_B$ )	65 – 115 mm	1,0
Diameter Bor ( $C_B$ )	150 mm	1,05
Diameter Bor ( $C_B$ )	200 mm	1,15
Panjang Batang ( $C_R$ )	< 3 m	0,75
Panjang Batang ( $C_R$ )	3 – 4 m	0,8
Panjang Batang ( $C_R$ )	4 – 6 m	0,85
Panjang Batang ( $C_R$ )	6 – 10 m	0,95
Panjang Batang ( $C_R$ )	10 – 30 m	1,0
Pengambilan Contoh ( $C_S$ )	Tabung Standar	1,0
Pengambilan Contoh ( $C_S$ )	Tabung dengan Pelapis	1,1 – 1,3

(Sumber: Youd, T.L dan Idriss, I.M, 2001, dalam *Geotechnical Engineering Center, 2013*)

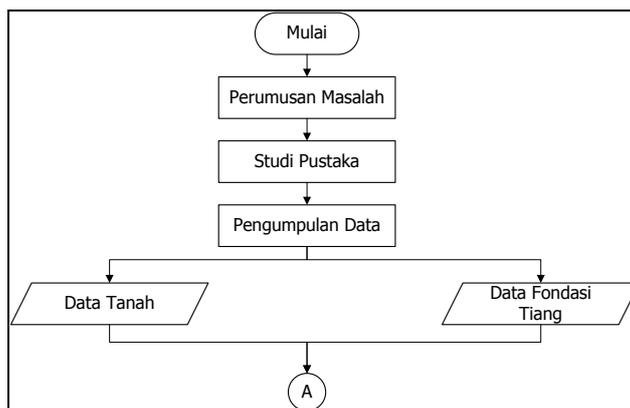
### 2.5 Daya Dukung Fondasi Tiang Hasil *Static Loading Test*

Interpretasi untuk menentukan nilai kapasitas daya dukung *ultimate* ( $Q_u$ ) dari hasil *static loading test*, dapat menggunakan metode Davison (1972), metode Mazurkiewicz (1972), metode Chin (1970 – 1971), dan kriteria Brinch Hansen 90% (1963).

## 3. ANALISIS DATA

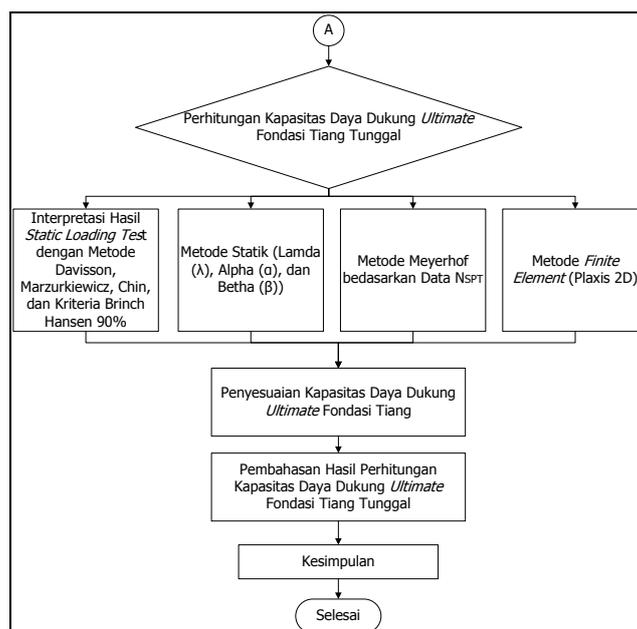
### 3.1 Prosedur Penelitian

Tugas akhir ini dilakukan secara bertahap seperti yang tergambar pada bagan alir berikut ini (**Gambar 4**).



**Gambar 4. Bagan alir analisis daya dukung tiang tunggal statik (dilanjutkan)**

## Analisis Daya Dukung Tiang Tunggal Statik pada Tanah Lunak di Gedebage



**Gambar 4. Bagan alir analisis daya dukung tiang tunggal statik (lanjutan)**

### 3.2 Pengumpulan Data

Data-data yang digunakan untuk Tugas Akhir ini berupa data parameter tanah dan data fondasi (**Tabel 4**). Data tanah yang digunakan diperoleh dari pengujian lapangan dan laboratorium sedangkan data fondasi di peroleh dari Proyek Pembangunan Jalan Akses Gedebage Bandung, Jawa Barat.

**Tabel 4. Data Tanah Hasil Boring Log**

Kedalaman (m)	Jenis Tanah	$H_i$ (m)	$N_{SPT}$	$(N_1)_{60}$
0,00 - 0,50	<i>Silty Clay</i>	0,50	2	1
0,50 - 3,00	<i>Fat Clay</i>	3,00	2	1
3,00 - 8,00	<i>Elastic Silt</i>	8,00	1	1
8,00 - 10,70	<i>Elastic Silt</i>	10,70	2	1
10,70 - 18,00	<i>Fat Clay</i>	18,00	2	1
18,00 - 21,00	<i>Fat Clay</i>	21,00	5	3
21,00 - 26,00	<i>Elastic Silt</i>	26,00	9	6
26,00 - 26,80	<i>Poorly Graded Sand</i>	26,80	21	14
26,80 - 29,85	<i>Well Graded Sand</i>	29,85	24	16
29,85 - 33,50	<i>Well Graded Sand</i>	33,50	22	14

**Tabel 5. Data Tanah dan Fondasi untuk Pemodelan Plaxis 2D**

Komponen	<i>Concrete</i>	<i>Fat Clay</i>	<i>Silty Clay</i>	<i>Elastic Silt</i>	<i>Organic Clay</i>	<i>Poorly Graded Sand</i>	<i>Well Graded Sand</i>
$\gamma_{unsat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	24	11,34	11	10,67	10,57	15,52	15,52
$\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	-	12,34	12	11,67	11,57	16,52	6,52
E (kN/m <sup>2</sup> )	2,708x10 <sup>6</sup>	1.668	1.700	1.766	1.700	2.502	2.502
$\nu$ (nu)	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
$\phi$ (phi) <sup>o</sup>	-	-	-	-	-	40	40
$\psi$ (psi) <sup>o</sup>	-	-	-	-	-	10	10
Diameter (m)	0,60	-	-	-	-	-	-
Panjang (m)	33,50	-	-	-	-	-	-

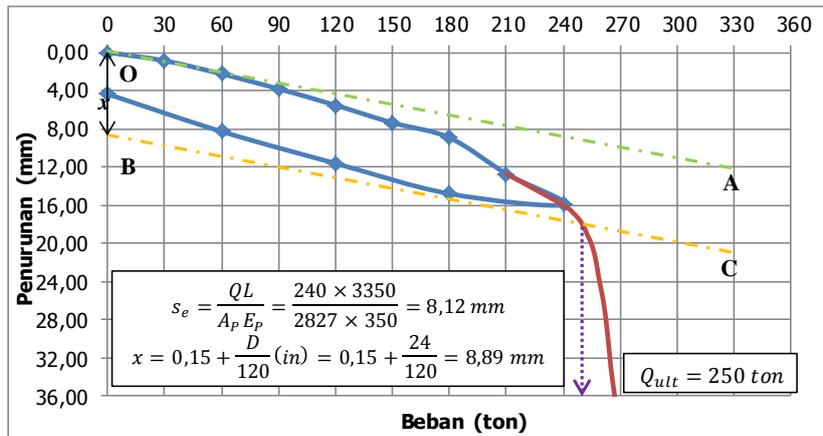
### 3.3 Pengumpulan Data

Perhitungan interpretasikan hasil uji *static loading test* dapat dilakukan dengan beberapa metode sebagai berikut dengan memasukkan nilai (**Tabel 6**):

**Tabel 6. Data Beban dan Penurunan Metode Davisson, Mazurkiewicz, Chin dan Kriteria Brinch Hansen 90%**

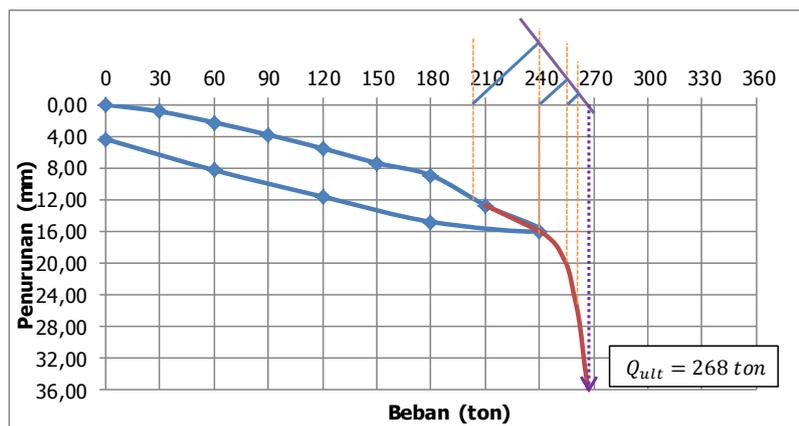
Beban (%)	Beban (ton)	Penurunan (mm)	$\frac{\text{Penurunan (mm)}}{\text{Beban (ton)}}$
0	0	0,00	-
25	30	0,87	0,029
50	60	2,25	0,037
75	90	3,82	0,042
100	120	5,54	0,046
125	150	7,38	0,049
150	180	8,95	0,050
175	210	12,73	0,061
200	240	15,96	0,067
150	180	14,82	-
100	120	11,64	-
50	60	8,29	-
0	0	4,36	-

#### 3.3.1 Metode Davisson (1972)



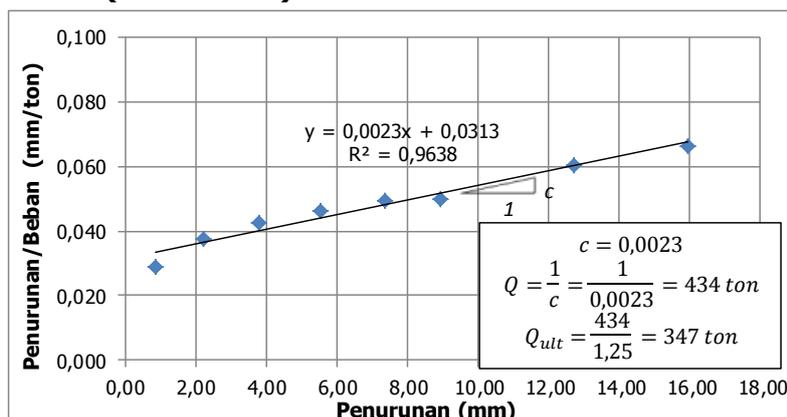
**Gambar 5. Interpretasi daya dukung ultimate ( $Q_u$ ) dengan Metode Davisson**

#### 3.3.2 Metode Mazurkiewicz (1972)



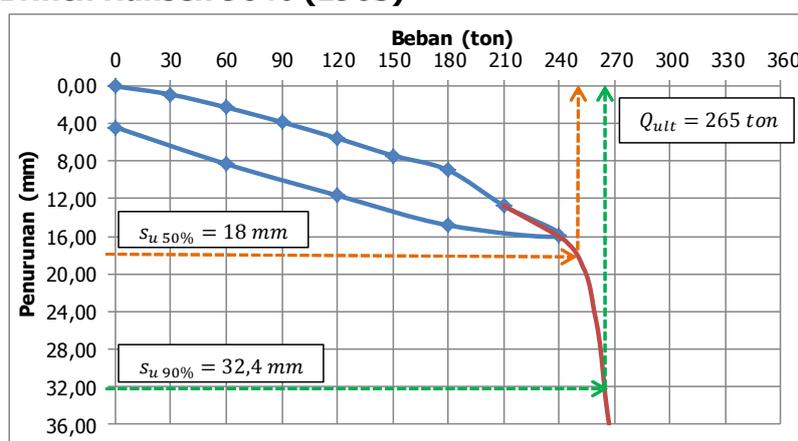
**Gambar 6. Interpretasi daya dukung ultimate ( $Q_u$ ) dengan Metode Mazurkiewicz**

### 3.3.3 Metode Chin (1970-1971)



Gambar 7. Interpretasi daya dukung *ultimate* ( $Q_u$ ) dengan Metode Chin

### 3.3.4 Kriteria Brinch Hansen 90% (1963)



Gambar 8. Interpretasi daya dukung *ultimate* ( $Q_u$ ) dengan Kriteria Brinch Hansen 90%

## 3.4 Perhitungan Kapasitas Daya Dukung Fondasi Tiang Metode Statik

Penentuan daya dukung fondasi tiang dengan cara statik dapat dilakukan dengan beberapa metode sebagai berikut:

### 3.4.1 Daya Dukung Ujung Tiang

Kapasitas daya dukung pada tiang ini ditentukan oleh gaya yang berada pada ujung tiang.

#### a. Kapasitas Daya Dukung Ujung ( $Q_p$ ) Untuk Metode Lambda ( $\lambda$ ) dan Metode Alpha ( $\alpha$ )

Adapun perhitungan dalam menentukan daya dukung ujung ( $Q_p$ ) dengan menggunakan metode ini dapat menggunakan **Persamaan 2**. Dengan melakukan perhitungan menggunakan rumus tersebut didapat nilai daya dukung ujung ( $Q_p$ ) untuk metode ini sebesar 381,86 kN.

#### b. Kapasiitas Daya Dukung Ujing ( $Q_p$ ) Untuk Metode Betha ( $\beta$ )

Adapun perhitungan dalam menentukan daya dukung ujung ( $Q_p$ ) dengan menggunakan metode ini dapat menggunakan **Persamaan 3**. Untuk nilai  $N_t$  didapat dari **Tabel 1**. Dengan melakukan perhitungan menggunakan rumus tersebut didapat nilai daya dukung ujung ( $Q_p$ ) untuk metode ini sebesar 80,77 kN.

### 3.4.2 Daya Dukung Gesek Tiang

Kapasitas daya dukung pada tiang ini ditentukan oleh gaya gesek antara tanah dengan tiang.

#### a. Metode Lambda ( $\lambda$ )

Adapun perhitungan dalam menentukan daya dukung gesek ( $Q_s$ ) dengan menggunakan metode ini dapat menggunakan **Persamaan 4 - Persamaan 7**. Dimana dalam persamaan tersebut terdapat nilai lambda ( $\lambda$ ) yang diperoleh dari **Gambar 2** sebesar 0,13. Nilai tegangan vertikal efektif rata-rata ( $\sigma'_{v\ ave}$ ) (**Persamaan 6**) sebesar 30,07 kN/m<sup>2</sup>. Kuat geser lempung jenuh rata-rata ( $c_{u\ ave}$ ) (**Persamaan 7**) sebesar 54,85 kN/m<sup>2</sup>. Dengan melakukan perhitungan menggunakan rumus tersebut didapat nilai daya dukung gesek ( $Q_s$ ) untuk metode ini sebesar 1147,88 kN. Kapasitas daya dukung *ultimate* ( $Q_u$ ) diperoleh nilai sebesar 1529,73 kN atau 156 ton (**Persamaan 1**).

#### b. Metode Alpha ( $\alpha$ )

Adapun perhitungan dalam menentukan daya dukung gesek ( $Q_s$ ) dengan menggunakan metode ini dapat menggunakan **Persamaan 4** dan **Persamaan 8**. Dimana dalam persamaan tersebut terdapat nilai alpha ( $\alpha$ ) yang diperoleh dari **Gambar 3** dengan memplotkan nilai *underained shear strength* ( $c_u$ ) pada setiap lapisan tanah. Dengan melakukan perhitungan menggunakan rumus tersebut didapat nilai daya dukung gesek ( $Q_s$ ) untuk metode ini sebesar 1435,50 kN. Kapasitas daya dukung *ultimate* ( $Q_u$ ) diperoleh nilai sebesar 1817,36 kN atau 185 ton (**Persamaan 1**).

#### c. Metode Beta ( $\beta$ )

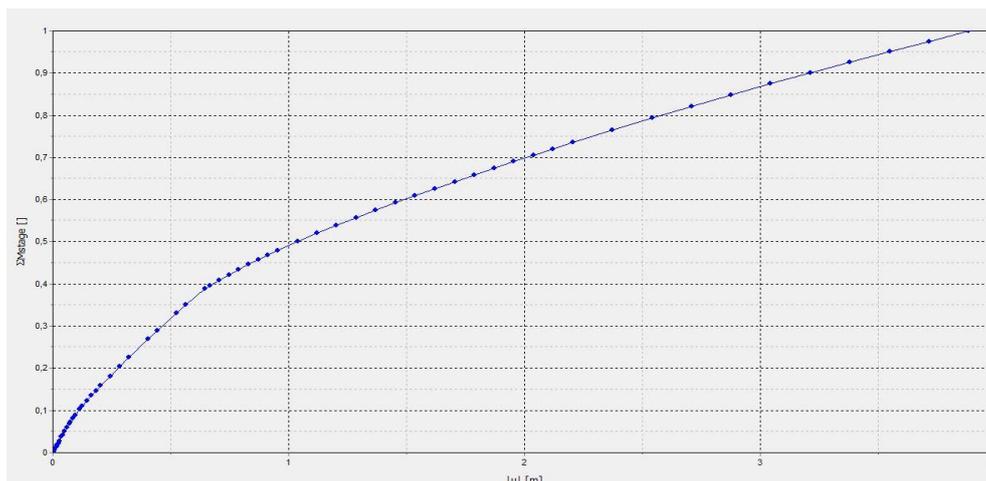
Adapun perhitungan dalam menentukan daya dukung gesek ( $Q_s$ ) dengan menggunakan metode ini dapat menggunakan **Persamaan 4** dan **Persamaan 9**. Dimana dalam persamaan tersebut terdapat nilai betha ( $\beta$ ) yang diperoleh dari **Tabel 2** per lapisan tanah. Nilai tegangan vertikal efektif ( $\sigma'_v$ ) per lapisan tanah. Dengan melakukan perhitungan menggunakan rumus tersebut didapat nilai daya dukung gesek ( $Q_s$ ) untuk metode ini sebesar 699,82 kN. Kapasitas daya dukung *ultimate* ( $Q_u$ ) diperoleh nilai sebesar 780,59 kN atau 80 ton (**Persamaan 1**).

### 3.5 Perhitungan Kapasitas Daya Dukung Fondasi Tiang Berdasarkan Data $N_{SPT}$

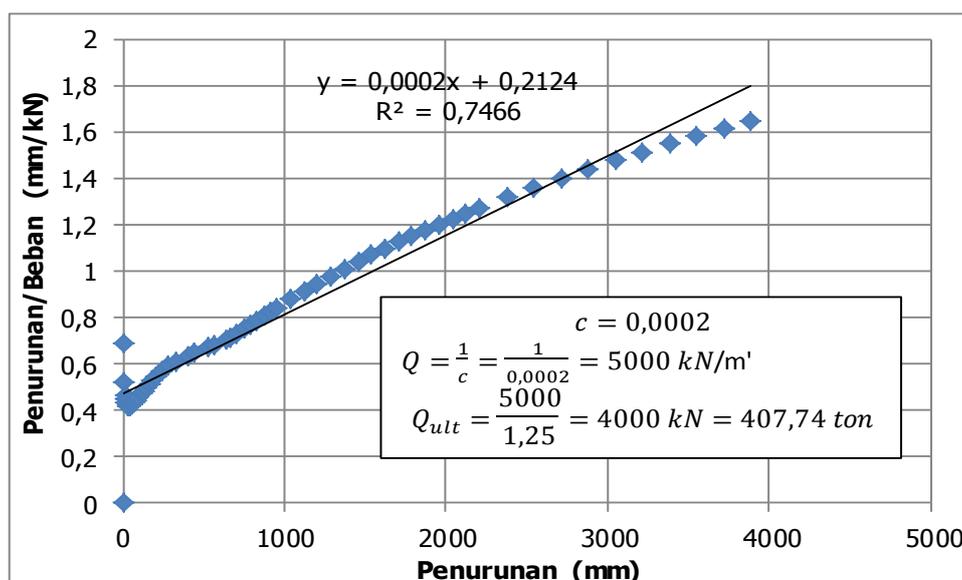
Adapun perhitungan dalam menentukan daya dukung *ultimate* ( $Q_u$ ) dengan menggunakan data  $N_{SPT}$  yang telah dikoreksi dengan menggunakan **Persamaan 10**. Dimana dalam persamaan tersebut terdapat nilai  $N_b$  yang diperoleh dari harga  $(N_1)_{60}$  (**Tabel 4**) per lapisan tanah. Nilai  $N_s$  dari rata-rata  $(N_1)_{60}$ . Dengan melakukan perhitungan menggunakan persamaan tersebut didapat nilai daya dukung ujung ( $Q_p$ ) sebesar 161,79 ton dan daya dukung gesek ( $Q_s$ ) sebesar 302,96 ton. Kapasitas daya dukung *ultimate* ( $Q_u$ ) diperoleh nilai sebesar 155 ton.

### 3.6 Perhitungan Kapasitas Daya Dukung Fondasi Tiang Metode *Finite Element* (Plaxis 2D)

Hasil *output* dari Plaxis 2D didapat kurva antara beban dan penurunan seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 9** dan **Gambar 10**. Nilai kapasitas daya dukung *ultimate* ( $Q_u$ ) untuk tiang uji SLT-3 didapat sebesar 408 ton. Nilai tersebut didapatkan dengan cara mengalikan hasil *output* dengan beban 2355 kN/m'. Selanjutnya penggunaan metode Chin untuk mendapatkan nilai daya dukung *ultimate* ( $Q_u$ ).



Gambar 9. Kurva beban terhadap penurunan untuk Tiang Uji SLT-3 Plaxis 2D



Gambar 10. Kurva beban terhadap penurunan untuk Tiang Uji SLT-3 dengan Metode Chin

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan untuk mendapatkan daya dukung *ultimate* dari tiang uji SLT-3, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Interpretasi hasil uji *static loading test* dengan menggunakan Metode Davisson (1972), Metode Mazurkiewicz (1972), Metode Chin (1970-1971), dan Kriteria Brinch Hansen 90% (1963) didapatkan nilai daya dukung *ultimate* berturut-turut sebesar 250 ton, 268 ton, 347 ton, dan 265 ton.
2. Interpretasi hasil uji *static loading test* dengan menggunakan beberapa metode didapatkan nilai daya dukung *ultimate* rata-rata sebesar 283 ton.
3. Penurunan total yang terukur di kepala tiang pada pembebanan 50%, 100%, 150%, dan 200% berturut-turut sebesar 2,25 mm; 5,54 mm; 8,95 mm; dan 15,96 mm dengan penurunan residual sebesar 4,36 mm.

4. Metode statik dengan menggunakan Metode Lamda, Metode Alpha, dan Metode Betha didapatkan nilai daya dukung *ultimate* berturut-turut sebesar 156 ton, 185 ton, dan 80 ton.
5. Metode Meyerhof berdasarkan data  $N_{SPT}$  didapatkan nilai daya dukung *ultimate* sebesar 155 ton.
6. Metode *Finite Element* (Plaxis 2D) didapatkan nilai daya dukung *ultimate* sebesar 408 ton.
7. Metode yang paling mendekati dengan hasil *static loading test* adalah metode Mazurkiewicz (1972) dengan nilai peresentase sebesar 5,133%.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Das, Braja M. (1995). Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1 Alih Bahasa oleh Ir. Noor E. Mochtar. M.Sc.,Ph.D. dan Ir. Indrasurya B. Mochtar M.Sc.,Ph.D. Jakarta: Erlangga.
- Hardiyatmo, H.C. (2010). Mekanika Tanah 1. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Geotechnical Engineering Center. (2013). Manual Pondasi Tiang (4th Edition). Bandung: Geotechnical Engineering Center (GEC), Universitas Katolik Parahyangan.