

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Analisis Kapasitas Dukung Tanah

Tanah harus mampu mendukung dan menopang beban dari setiap konstruksi yang direncanakan diatas tanah tersebut tanpa suatu kegagalan geser dan dengan lendutan pampat yang dihasilkan dapat ditolelir untuk konstruksi tersebut. Ada beberapa persamaan-persamaan yang diusulkan oleh para peneliti pendahulu untuk menganalisis kapasitas daya dukung tanah. Beberapa diantaranya yaitu persamaan kapasitas dukung yang diusulkan oleh Terzaghi (1943), Meyerhof (1951, 1963).

3.1.1. Persamaan Terzaghi

Karl von Terzaghi (2 Oktober 1883 - 25 Oktober 1963) adalah seorang insinyur sipil Austria dan geolog, beliau juga disebut bapak mekanika tanah. Beliau memulai mekanika tanah modern dengan teori-teorinya konsolidasi, tekanan lateral tanah, daya dukung, dan stabilitas (*Terzaghi, 1925*)

Dalam karyanya yang monumental yaitu "*Theoretical Soil Mechanics*", beliau menuangkan pemikirannya mulai dari teori konsolidasi, perhitungan penyelesaian, teori daya dukung, tekanan lateral tanah dan dinding penahan, kekuatan geser dan stabilitas lereng. Dalam semua kasus, beliau menjelaskan bahwa beliau melakukan semua itu untuk dapat memecahkan masalah dunia nyata. Beliau selalu memberikan desain/ analisis

grafik untuk memudahkan insinyur untuk menerapkan teori-teori yang dikembangkan atau ditata ulang dan disempurnakan untuk penggunaan praktis.

Dalam teori daya dukung persamaan Terzaghi telah sangat luas digunakan, karena persamaan tersebut merupakan usulan yang pertama dan cukup konservatif, sehingga didapatkan sebuah sejarah pemakaian yang berhasil. Persamaan Terzaghi bila memakai data laboratorium untuk pondasi dengan bentuk lingkaran adalah sebagai berikut :

Untuk pondasi lingkaran ,

$$Q_u = 1,3.C.N_c + p_o.N_q + 0,3.\gamma.B.N_\gamma p_o = (D_f.\gamma).....(3.1)$$

Untuk pondasi bujur sangkar,

$$Q_u = 1,3.C.N_c + p_o.N_q + 0,4.\gamma.B.N_\gamma.....(3.2)$$

Untuk pondasi dalam,

$$\begin{aligned} Q_{ult} &= Q_{ujung} + Q_{selimut} \\ &= Q_u + (K \times F_s \times D)(3.3) \end{aligned}$$

dimana,

q_{ult} : Daya Dukung Ultimit Pondasi

γ : Berat Volume Tanah

D : Kedalaman Dasar Pondasi

C : Cohesi Tanah

B : Lebar/ diameter pondasi

p_o : Tekanan *overburden* pada dasar pondasi (kN/m^2)

$$p_o = (D_f \gamma) \dots \dots \dots (3.4)$$

N_c, N_q, N_γ adalah faktor daya dukung tanah (*bearing capacity factors*) yang besarnya tergantung dari sudut geser tanah. Rumus daya dukung tanah Terzaghi diatas berlaku pada kondisi “*general shear failure*” yang terjadi pada tanah padat atau agak keras, yaitu karena desakan pondasi bangunan pada tanah, maka mula-mula terjadi penurunan kecil, tetapi bila desakan bertambah sampai melampaui batas daya dukung tanah ultimit, maka akan terjadi penurunan yang besar dan cepat, dan tanah di bawah pondasi akan mendesak tanah sekitarnya ke samping dan menyebabkan tanah tersebut terdesak naik ke atas permukaan tanah.

Pada lapisan tanah yang agak lunak atau kurang padat, karena desakan pondasi bangunan pada tanah, maka akan tampak adanya penurunan yang besar sebelum terjadi keruntuhan pada keseimbangan tanah di bawah pondasi. Kondisi ini disebut “*local shear failure*”. Untuk kondisi ini rumus daya dukung tanah Terzaghi harus diberi reduksi pada kohesinya yaitu :

$$c' = 2/3 c \dots \dots \dots (3.5)$$

dimana, c' : kohesi tanah pada “*local shear failure*”

Sehingga rumusnya menjadi,

$$q_{ult} = \frac{2}{3} C.N_c' + \gamma b.N_q'.D + 0,5.\gamma b.B.N_\gamma' \dots\dots\dots(3.6)$$

Nilai faktor daya dukung Terzaghi yang ditentukan oleh besar sudut geser dalam dapat kita lihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Nilai faktor daya dukung Terzaghi

θ	N_c	N_q	N_γ	N'_c	N'_q	N'_γ
0°	5,71	1,00	0	3,81	1,00	0
5°	7,32	1,64	0	4,48	1,39	0
10°	9,64	2,70	1,2	5,34	1,94	0
15°	12,8	4,44	2,4	6,46	2,73	1,2
20°	17,7	7,43	4,6	7,90	3,88	2,0
25°	25,1	12,7	9,2	9,86	5,60	3,3
30°	37,2	22,5	20,0	12,7	8,32	5,4
35°	57,8	41,4	44,0	16,8	12,8	9,6
40°	95,6	81,2	114,0	23,2	20,5	19,1
45°	172	173	320	34,1	35,1	27,0

Sumber : Braja M. Das, 1984

3.1.2. Persamaan Meyerhof

Meyerhof menyarankan suatu persamaan daya dukung yang mirip dengan Terzaghi. Meyerhof mengemukakan persamaan untuk menghitung daya dukung ijin untuk penurunan sebesar 25 mm. Persamaan ini dapat digunakan untuk menghasilkan kurva yang serupa yang diusulkan Terzaghi dan Peck. Dalam perkembangannya, Meyerhof juga telah menghasilkan persamaan untuk menghitung daya dukung tiang pancang berdasarkan data hasil pengujian sondir atau CPT dan juga data SPT. Sehingga daya dukung ultimit pondasi tiang berdasarkan data CPT dinyatakan dengan rumus :

$$Q_u = \frac{q_c \times A_b}{3} + \frac{JHL \times K}{5} \dots\dots\dots(3.7)$$

$$Q_{ult} = \sum Q_u/n$$

Keterangan :

- D : Diameter/ Lebar sisi (m)
 A_b : Luas penampang (m²)
 K : Keliling tiang (m)
 JHL : Jumlah Hambatan Lekat dari data CPT(kg/cm)
 q_c : Nilai Conus = 4,55 N
 Q_u : Nilai daya dukung tanah (ton)
 Q_{ult} : Nilai daya dukung maksimum (ton)

Perhitungan kapasitas daya dukung dari data SPT memakai Metode Meyerhof terbagi menjadi dua yaitu persamaan untuk tanah kohesif dan persamaan untuk tanah non-kohesif. Oleh karena itu perlu pengecekan terhadap kohesifitas tanah sebelum dilakukan perhitungan. Pengelompokan tanah berdasarkan sifat lekatannya adalah sebagai berikut :

1. Tanah Kohesif adalah tanah yang mempunyai sifat lekatan antara butir-butirnya. (misalnya tanah lempungan = mengandung lempung cukup banyak).

2. Tanah Non Kohesif adalah tanah yang tidak mempunyai atau sedikit sekali lekatan antara butir-butirnya. (hampir tidak mengandung lempung misalnya pasir).

Maka, persamaan Meyerhof untuk tanah non-kohesif adalah :

$$Q_p = 40 \times N - \text{SPT} \times L_i/D \times A_b \dots \dots \dots (3.8)$$

Dimana,

D : Diameter tiang

L_i : Panjang Lapisan Tanah (m)

A_b : Luas Penampang Tiang (m^2)

P : Keliling Tiang (m)

Daya dukung ujung pondasi pada tanah kohesif diperoleh dari persamaan :

$$Q_p = 9 \times C_u \times A_b \dots \dots \dots (3.9)$$

dengan C_u adalah kohesi undrained yang dapat diperoleh dari pengujian pada laboratorium.

3.2. Analisis Regresi dan Korelasi

Analisis korelasi adalah alat statistika yang dapat dipakai untuk menggambarkan derajat hubungan linier antara satu variabel dengan variabel lainnya. Analisis korelasi seringkali digunakan bersama-sama dengan regresi untuk mengukur seberapa baik garis regresi menerangkan dari variabel tak bebas (y). Korelasi juga

dapat digunakan tanpa analisis regresi, namun hanya untuk mengukur derajat hubungan antara dua buah variabel.

Dari variabel-variabel yang akan dicari bentuk hubungannya terlebih dahulu hendaknya dijelaskan mana yang sebagai variabel bebas X dan mana yang sebagai variabel tak bebas Y. Bentuk hubungan yang paling sederhana antara variabel X dengan variabel Y adalah berbentuk garis lurus atau berbentuk hubungan linier yang disebut dengan regresi linier sederhana atau sering disebut regresi linier saja dengan persamaan matematikanya adalah sebagai berikut :

$$Y = A + BX \dots \dots \dots (3.10)$$

Apabila A dan B mengambil nilai seperti: $A = 0$ dan $B = 1$, persamaan [2.1] akan menjadi $Y = X$.

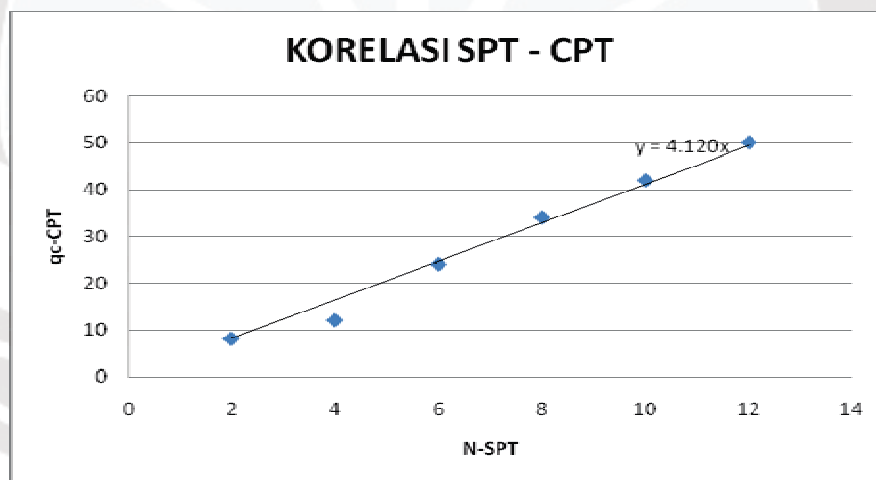
Persamaan (3.7) adalah suatu bentuk persamaan yang paling sederhana dari regresi linier sederhana. Dari persamaan (3.7) A dan B disebut konstanta atau koefisien regresi linier sederhana atau parameter garis regresi linier sederhana. A disebut *intercept coefficient* atau intersep yaitu jarak titik asal atau titik acuan dengan titik potong garis regresi dengan sumbu Y; dan B disebut *slope coefficient* atau slup yang menyatakan atau menunjukkan kemiringan atau kecondongan garis regresi terhadap sumbu X. Dari persamaan garis regresi (3.7) di atas, dalam hubungan tersebut terdapat satu variable bebas X dan satu variabel tak bebas Y. Dengan menggunakan program aplikasi Mircrosoft Exel, grafik dari korelasi X dan Y akan

dapat digambarkan dan persamaan korelasinya juga dapat dimunculkan pada grafik.

Berikut ini adalah suatu contoh hubungan korelasi antara N-SPT dan qc -CPT :

Tabel 3.2. Contoh korelasi antara N-SPT dan qc -CPT

N-SPT	qc -CPT
2	8
4	12
6	24
8	34
10	42
12	50



Gambar 3.1 Contoh grafik regresi korelasi sederhana

Dalam kasus diatas N-SPT adalah variable bebas sedangkan qc-CPT adalah variable tak bebas. Menurut hasil dari grafik diatas maka korelasi dari qc-CPT (Y) dan N-SPT (X) adalah $Y = 4,120X$.