

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Tanah

Tanah selalu mempunyai peranan yang penting pada suatu lokasi pekerjaan konstruksi. Tanah adalah pondasi pendukung suatu bangunan atau bahan konstruksi dari bangunan itu sendiri seperti tanggul atau bendungan.

Dalam perencanaan atau pelaksanaan bangunan, perlu pemahaman yang mendalam mengenai fungsi-fungsi serta sifat tanah itu bila dilakukan pembebanan terhadapnya.

3.2. Klasifikasi Tanah

Klasifikasi mengenai tanah adalah perlu untuk memberikan gambaran sepintas mengenai sifat-sifat tanah dalam menghadapi perencanaan dan pelaksanaan. Untuk memperoleh hasil klasifikasi yang obyektif, biasanya tanah itu secara sepintas dibagi dalam tanah berbutir kasar dan berbutir halus berdasarkan suatu hasil analisa mekanis. Secara umum tanah terdiri dari tiga bagian yaitu butiran padat (*solid*), air dan udara.

Dari ukuran partikel tanah dan sifat-sifat lain yang menyertainya, maka tanah dapat dibagi menjadi: (Joseph E Bowles, 1983)

a. Kerikil ("Gravel")

Diameter kerikil lebih besar 2 mm. Golongan kerikil dapat disebut sebagai kelas bahan-bahan yang berbutir kasar dan tidak kohesif.

b. Pasir ("Sand")

Diameter pasir diantara 0,05 mm sampai 2 mm. Pasir juga termasuk kelas bahan berbutir kasar dan tidak kohesif.

c. Lanau ("Silt")

Diameter lanau berkisar antara 0,002 mm sampai 0,05 mm. Lanau termasuk kelas bahan yang berbutir halus.

d. Lempung ("Clay")

Diameter lempung berkisar dibawah 0,002 mm. Lempung terdiri dari butir-butir yang sangat kecil dan menunjukkan sifat-sifat plastis dan kohesif.

3.3. Tanah Lempung

Tanah lempung memiliki sifat dan karakter yang dibagi menjadi dua golongan besar yaitu sifat fisik dan sifat mekanik. Sedangkan untuk jenis-jenis lempung beberapa diantaranya, ada lempung lunak, menengah, kaku dan keras.

Ditinjau dari segi mineralnya, yang disebut dengan tanah lempung dan mineral lempung adalah tanah yang mempunyai ukuran partikel mineral tertentu dan mempunyai sifat plastis bila dicampur dengan air. Mineral lempung menunjukkan karakteristik gaya tarik-menarik dengan air dan menghasilkan plastisitas yang tidak ditunjukkan oleh material lainnya walaupun material tersebut berukuran kecil, struktur mineral lempung itu sendiri terdiri dari :

- kaolinite
- illite
- monmorillonite
- halloysite
- vermikulite

3.4. Sifat-Sifat Rekayasa Mineral Lempung

Dalam sifat-sifat rekayasa mineral lempung yang berhubungan dengan kegunaan untuk rekayasa sipil adalah sebagai berikut :

1. Batas-batas Atterberg

Batas-batas konsistensi tanah menurut atterberg meliputi tiga keadaan konsistensi tanah yaitu batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*) dan batas susut (*shrinkage limit*).

2. Kemampuan mengembang.

3. Daya resap tanah (*permeabilitas*).

4. Kemampatan (*kompresibilitas*).

3.5. Stabilisasi Tanah Lempung

Stabilisasi tanah lempung adalah usaha untuk perbaikan sifat-sifat teknis tanah sehingga dapat memenuhi persyaratan tertentu sesuai manfaat yang diharapkan. Stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan salah satu atau kombinasi dari metode berikut ini.

a. Stabilisasi Mekanis

Adalah stabilisasi yang dilakukan dengan meningkatkan kerapatan tanah. Metode yang dilakukan adalah pemadatan, baik dengan mesin gilas, ledakan atau tumbukan dan sebagainya.

b. Stabilisasi Dengan Bahan Kimia

Stabilisasi ini dapat dilakukan secara fisik dengan jalan memperbaiki gradasi atau secara kimiawi yakni dengan menambah bahan kimia cair yang bersifat mengikat tanah sehingga meningkatkan angka permeabilitas dan terjadinya deformasi plastis pada tanah.

3.6. Pemadatan Tanah

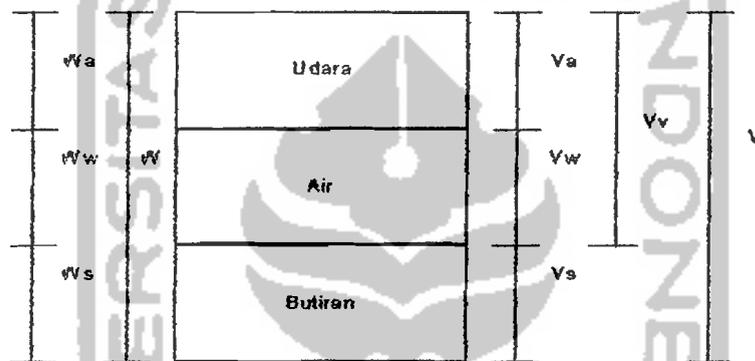
Pemadatan tanah dilakukan untuk meningkatkan kepadatan tanah yang dinyatakan dalam berat volume keringnya. Pengukuran berat volume kering dapat dilakukan dilaboratorium. Dengan pengujian pemadatan proctor standar atau modifikasi dapat ditentukan kepadatan kering maksimum dan kadar air maksimum. Kedua nilai tersebut selanjutnya dipakai sebagai acuan untuk melakukan pemadatan dilapangan.

Dari proses pemadatan akan diperoleh beberapa keuntungan yaitu

- a. Meningkatnya kekuatan geser tanah,
- b. Meningkatnya nilai kemampuan tanah.

Pemadatan tanah dilaboratorium dilakukan dengan cara memadatkan beberapa contoh tanah dengan kadar air yang berbeda-beda pada cetakan dengan ukuran tertentu dan energi pemadatan yang tertentu pula.

3.7. Penelitian sifat fisik tanah



Gambar 3.1. Diagram fase tanah

Definisi dari istilah-istilah tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Kadar air (W)

Kadar air (W), juga disebut water content didefinisikan sebagai perbandingan antara berat air dan berat butiran padat dari volume tanah yang diselidiki.

$$w = \frac{Ww}{Ws} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.1)$$

dengan : w = kadar air

Ww = berat air

Ws = berat butiran

W_s = berat butiran

b. Berat volume tanah

Berat Volume (γ) adalah berat tanah persatuan volume, dengan rumus dasar :

$$\gamma = \frac{W_w + W_s}{V} \dots\dots\dots(3.2)$$

Dengan : γ = berat volume

V = volume total

c. Berat jenis (Spesifik Gravity, G_s)

Berat jenis adalah perbandingan antara volume butiran tanah dengan berat volume air.

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \frac{W_w}{V_s \cdot \gamma_w} \dots\dots\dots(3.3)$$

Dengan : γ_s = berat volume tanah

γ_w = berat volume air

V_s = volume tanah

berat jenis tidak mempunyai satuan.

d. Konsistensi tanah

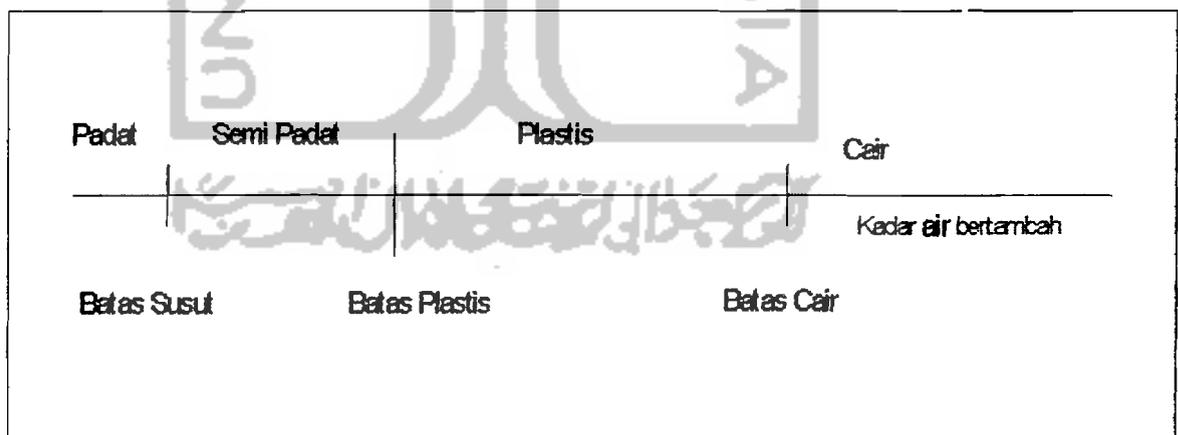
Apabila tanah berbutir halus mengandung mineral lempung, maka tanah tersebut dapat diremas-remas (*remolded*) tanpa menimbulkan retakan. Sifat kohesif ini disebabkan karena adanya air yang teresap (*adsorbed water*) di kelilingi partikel lempung. Seorang ilmuwan dari swedia bernama Atterberg mengembangkan suatu metode untuk menjelaskan sifat konsistensi tanah berbutir halus pada kadar air yang bervariasi. Bilamana kadar airnya tinggi,

campuran tanah dan air akan menjadi sangat lembek seperti cairan. Atas dasar air yang dikandung tanah, tanah dapat dipisahkan ke dalam empat keadaan dasar yaitu : padat, semi padat, plastis dan cair, seperti dalam gambar 3.2.

Kadar air dinyatakan dalam persen, dimana terjadi transisi dari keadaan padat ke keadaan semi padat didefinisikan sebagai batas susut (*shrinkage limit*). Kadar air dimana transisi dari keadaan semi padat ke dalam plastis dinamakan batas plastis (*plastic limit*) dan dari keadaan plastis ke keadaan cair dinamakan batas cair (*liquid limit*).

Batas cair tanah

Batas cair tanah atau *liquid limit* adalah kadar air pada kondisi dimana tanah mulai berubah dari plastis menjadi cair atau sebaliknya yaitu batas antara keadaan air dan keadaan plastis.



Gambar 3.2 Fase kadar air tanah, (Das, 1994)

Batas plastis tanah

Batas plastis tanah atau *plastic limit* adalah kadar air pada kondisi dimana tanah mulai berubah dari kondisi semi padat menjadi kondisi plastis atau sebaliknya yaitu batas antara kondisi plastis dan kondisi semi padat. Kadar air ini ditentukan dengan mengelilingi tanah pada pelat kaca sehingga diameter dari batang tanah yang dibentuk mencapai 1/8 inci (3,2 mm). Bilamana tanah mulai menjadi pecah saat diameternya mencapai 1/8 inci, maka tanah itu berada pada kondisi batas plastis.

Batas susut tanah

Suatu kondisi tanah akan mulai menyusut apabila air yang dikandungnya secara perlahan-lahan hilang di dalam tanah. Dengan hilangnya air secara terus menerus, tanah akan mencapai suatu tingkat keseimbangan dimana penambahan kehilangan air tidak akan menyebabkan perubahan volume.

Indeks plastisitas tanah

Indeks plastisitas tanah atau *plasticity index* adalah selisih antara batas cair dan batas plastis atau perbedaan antara batas cair dan batas plastis suatu tanah.

Indeks plastisitas didasarkan rumus :

$$PI = LL - PL \dots \dots \dots (3.4)$$

Dengan

PI = indeks plastisitas

LL = batas cair

PL = batas plastis

3.8. Stabilisasi Dengan Bahan Kimia “TERRA FIRMA ISS”

Tujuan stabilisasi dengan bahan kimia “*Terra Firma ISS*” adalah salah satu alternatif untuk meningkatkan daya dukung tanah dan kuat geser tanah. Hal ini dilakukan dengan menggunakan kekuatan potensial maksimum pada material tersebut dan pada kekuatan kondisi keringnya. Ini didapat dengan mencegah lapisan padat yang telah diberi *terra firma iss* dari terjadinya pengisapan air yang kembali (baik itu dari air hujan, rendaman air yang tinggi). Kekuatan yang maksimum tidak didapat dalam waktu yang singkat. Ini disebabkan karena kadar air pada saat pemadatan tanah pada nilai atau mendekati nilai kadar air optimumnya. Ketika material tersebut kering mencapai pada kadar airnya yang seimbang kapasitas kemampuan menahan bebannya juga meningkat. Hal ini juga terjadi pada tanah yang tidak diberi perlakuan, tetapi sebaliknya ketika kadar air yang dimasukkan kembali kapasitas kemampuan menahan bebannya menjadi berkurang. Ini disebabkan karena *terra firma iss* mengembalikan air secara alami dan tetap membiarkan material tersebut pada kekuatan keringnya dan mampu menolak air atau pada kondisi yang lembab. (Pedoman PT. TERRA FIRMA GEO – TECH. INDONESIA).

Sifat-sifat bahan kimia *terra firma iss* terdiri dari :

a. Sifat fisik

Kandungan yang terdapat pada cairan kimia *terra firma iss* antara lain

- 1) Alkyibenzenessulfonatte
- 2) Phosphoric Acid
- 3) Sulfuric Acid
- 4) Bahan additive

b. Sifat mekanik

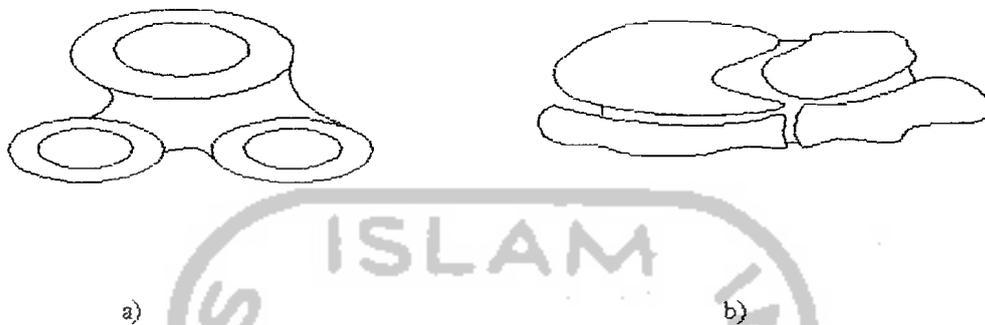
Merupakan bahan cair kimia yang mempunyai sifat-sifat elektro kinetik pada suatu areal tertentu yang mempunyai kandunganya ion-ion atau molekul positif dan negatif yang erat kaitannya dengan nilai cohesi, pada partikel-partikel tanah tersebut.

Dilihat dari reaksinya antara air dan partikel-partikel tanah yang dapat teruji disitu. Didalam sifat mekanisnya terdapat persamaan antara dua proses terjadinya air yang terdiri dari air statis dan proses pergerakan air itu sendiri. Proses pergerakan air itu sendiri dapat diakibatkan oleh rembesan atau akibat pengaruh Grafitasi. Proses pergerakan air sangat besar tertolong oleh reaksi pencampuran dengan *terra firma iss*. Jadi dari pergerakan air tadi dapat terlihat kekuatan osmosis atau gerakan molekul-molekul yang sangat bagus meskipun diperlukan beberapa waktu untuk menghasilkan cairan yang dapat diandalkan.

Adapun standar kekuatan partikel-partikel tanah dapat dibagi menjadi dua fase sebelum dan sesudahnya (seperti pada gambar 3.3), sedangkan untuk ukuran air statis dalam tanah dapat dibagi menjadi empat katagori :

1. Cairan kimia, yang merupakan gabungan dari struktur unsur kristal didalam mineral tanah.
2. Cairan yang terikat, yang mana merupakan air pengisap partikel-partikel tanah dipermukaannya.
3. Air, yang mana juga merupakan air pengisap partikel-partikel tanah dipermukaannya.

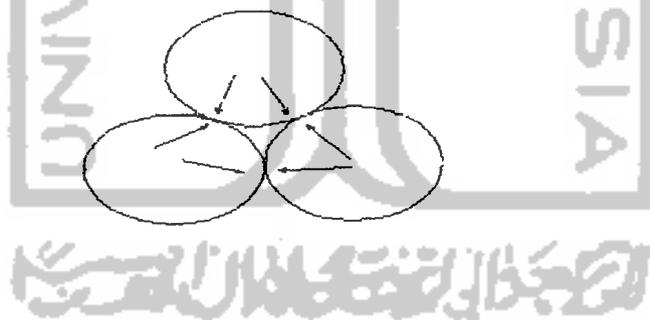
4. Pembuluh air, yang merupakan pori-pori yang ada didalam partikel-partikel tanah.



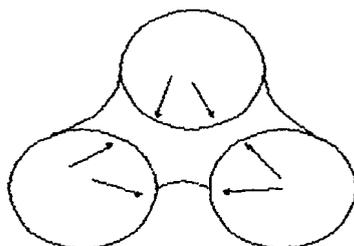
a) Tampang sebelum adanya perpaduan b) Tampang sesudah adanya perpaduan

Gambar 3.3 Tampang butiran tanah lempung dari sifat-sifat kekuatan elektro statis dan elektro kinetik.

Proses unsur kimia akibat terjadinya nilai kohesif, ini dapat terlihat pada gambar 3.4 :

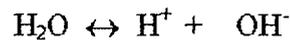


Tekanan molekul pada permukaan yang sangat besar.



Tekanan pada permukaan yang direduksi.

Gambar 3.4 Proses perubahan molekul tanah



Sumber : (Pedoman PT. TERRA FIRMA GEO – TECH. INDONESIA

Ket : Dilihat dari hasil yang ada akibat peristiwa asimilasi molekul-molekul zat ke ion-ion hidroksil (-) dan hidrogen (+). Didapat ion hidroksil yang merupakan asimilasi kedalam bentuk oksigen dan hidrogen, yang mana atom hidrogen yang ada didalam hidroksil yang dialihkan kedalam ion hidronium. Dari proses kejadian ion-ion yang ada didalam unsur-unsur kimia didapat nilai positif atau negatif yang merupakan suatu bentuk lingkaran yang baru didalam partikel-partikel tanah lempung.

3.9. Penelitian Sifat Mekanika Tanah

3.9.1. Uji proctor standar

Pemadatan merupakan usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan pemakaian energi mekanika untuk menghasilkan pemampatan partikel. Beberapa keuntungan dari pekerjaan tanah antara lain :

1. Berkurangnya penurunan permukaan tanah (*subsidence*), yaitu gerakan vertikal didalam massa tanah akibat berkurangnya angka pori,
2. Bertambahnya kekuatan atau daya dukung tanah,
3. Berkurangnya penyusutan, yaitu berkurangnya volume akibat berkurangnya kadar air dari nilai patokan saat pengeringan.

Spesifikasi pengendalian untuk pemadatan tanah kohesif telah dikembangkan oleh R.R. Proctor pada tahun 1920. Proctor mendefinisikan empat variabel pemadatan tanah yaitu :

1. Usaha pemadatan (energi pemadatan),
2. Jenis tanah (gradasi, kohesif-non kohesif, ukuran partikel dan lainnya),
3. Kadar air,
4. Berat volume kering.

Usaha pemadatan dan energi pemadatan (*compaction effort and energy*) adalah tolok ukur energi mekanis yang dikerjakan terhadap suatu massa tanah. Dilapangan, usaha pemadatan ini dihubungkan dengan jumlah gilasan dari mesin gilas, jumlah jatuhan dari benda-benda yang dijatuhkan, energi dalam suatu ledakan dan hal-hal yang serupa untuk suatu volume tanah tertentu. Energi pemadatan jarang merupakan bagian dari spesifikasi untuk pekerjaan tanah karena sangat sukar diukur. Energi pemadatan merupakan jumlah gilasan.

Pada pengujian di laboratorium, energi pemadatan didapatkan dari tumbukan. Pemadatan tumbukan dengan menjatuhkan palu dari ketinggian tertentu beberapa kali pada beberapa lapis tanah di dalam suatu cetakan (*mold*).

Hasil pemadatan dari beberapa sampel tanah akan diperoleh berat volume kering tanah (γ_d) dan kadar air (w) yang ditunjukkan dalam suatu kurva pemadatan yang menggambarkan kurva berdasarkan berat volume kering terhadap kadar air. Nilai puncak dari berat isi kering disebut kerapatan kering maksimum (γ_d maks). Kadar air pada kerapatan kering maksimum disebut kadar air optimum (*Optimum Moisture Content, OMC*).

Pada kadar air yang tinggi, efisiensi pemadatan akan turun dengan cepat, tetapi tidak akan menghasilkan tanah yang jenuh karena gerakan partikel yang menerus dan pengembangan akibat tekanan pori yang berlebihan.

3.9.2. Kekuatan geser dan tekan bebas

Kekuatan geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butiran-butiran tanah terhadap desakan atau tarikan (*HC Hardiyatmo, 1994*). Dengan dasar pengertian ini, kuat geser berhubungan erat dengan kondisi keruntuhan tanah.

Nilai kuat geser sukar ditentukan secara pasti (*Bowles, 1983*) karena sangat tergantung pada banyak faktor seperti :

- a. Keadaan tanah (angka pori, ukuran dan bentuk butiran),
- b. Jenis tanah (kerikil, pasir, dan komposisinya),
- c. Kadar air, yang dapat bervariasi setiap saat,
- d. Anisotropis, sifat tanah yang tidak sama arah lateral dan vertikal.

Mengingat kondisi tersebut, di laboratorium telah dikembangkan beberapa macam pengujian untuk mengetahui kekuatan geser tanah, antara lain :

a. Uji kuat geser Unconsolidated Undrained (UU)

Kuat geser tanah lempung hasil pengujian UU digunakan pada kasus dengan kondisi pembebanan terjadi begitu cepat, sehingga belum terjadi konsolidasi atau drainasi pada lapisan tanahnya. Kondisi ini dijumpai pada akhir pelaksanaan bendungan urugan, pondasi untuk tanah timbunan dan tiang pancang pada tanah lempung terkonsolidasi normal.

b. Uji kuat geser Consolidated Drained (CD)

Kuat geser CD dapat digunakan pada perencanaan stabilitas bendungan urugan yang mengalami rembesan secara tetap dalam jangka panjang. Penggunaan yang lain untuk perencanaan stabilitas jangka panjang dari tanah atau lereng.

c. Uji kuat geser Consolidated Undrained (CU)

Kuat geser CU digunakan dalam perencanaan stabilitas tanah dimana tanah mula-mula telah terkonsolidasi penuh dan telah dalam kedudukan seimbang dengan tegangan yang ada, namun karena alasan tertentu tambahan tegangan diterapkan dengan cepat tanpa adanya drainasi air pori dari tanahnya. Contoh keadaan ini adalah kondisi turunnya permukaan air secara cepat pada bendungan, lereng waduk atau saluran air.

Dalam penelitian ini dipakai salah satu uji kuat geser Unconsolidated Undrained (UU) dan uji tekan bebas yang akan menghasilkan nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) tanah

3.10. Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah adalah tekanan maksimum tanah yang dapat memikul beban yang bekerja di atasnya. Bila mana beban yang berada di atas pondasi tersebut ditambah sedikit demi sedikit, maka setelah beban mencapai harga tertentu akan terjadi penurunan meningkat dengan cepat dan penurunan tersebut akan terus berlangsung.

Untuk menghitung besar daya dukung tanah (*bearing capacity*) diperlukan nilai kekuatan geser tanah. Keruntuhan geser tanah (*shear failure*) didalam tanah adalah akibat gerak relatif antara butir tanah, bukan karena butiran itu sendiri yang hancur. Oleh karena itu kekuatan tanah tergantung pada gaya-gaya yang bekerja antara butiran tanah.

3.11. Daya Dukung Tanah Terzaghi

Teori daya dukung tanah terzaghi dimaksudkan untuk pondasi yang tidak begitu dalam (dangkal). Teori ini didasarkan pada anggapan bahwa kekuatan geser dinyatakan dengan rumus-rumus :

- Untuk bentuk pondasi menerus :

$$q_{ult} = C \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \dots\dots\dots (3.5)$$

- Untuk bentuk pondasi empat persegi panjang :

$$q_{ult} = 1,3 \cdot C \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0,4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \dots\dots\dots (3.6)$$

- Untuk bentuk pondasi lingkaran :

$$q_{ult} = 1,3 \cdot C \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0,3 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \dots\dots\dots (3.7)$$

dengan :

γ = berat isi tanah

C = kohesi

N_c , N_q , N_γ adalah faktor daya dukung yang besarnya tergantung dari besarnya sudut geser dalam tanah. Seperti yang dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 3.1 Koefisien daya dukung Terzaghi

φ	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°	12,80	4,44	2,4	6,46	2,73	1,2
20°	17,70	7,43	4,6	7,90	3,88	2,0
25°	25,10	12,70	9,2	9,98	5,50	3,3
30°	37,20	22,50	20,0	12,70	8,32	5,4
35°	57,80	41,40	44,0	16,80	12,80	9,6
40°	95,60	81,20	114,0	23,20	20,50	19,1
45°	172,00	173,00	320,0	34,10	35,10	27,0

N_c , N_q dan N_γ dapat juga dicari dengan rumus sebagai berikut :

$$N_c = (N_q - 1) \cotg \varphi$$

$$N_\gamma = (\tg \varphi / 2) \times [(K_{py} / \cos^2 \varphi) - 1]$$

$$Nq = a^2 / [2 \text{Cos} (45 + \phi/2)]$$

$$\text{Dengan : } a = e^{(0,75\pi - (\phi/2)) \text{tg}\phi}$$

3.12. Daya Dukung Tanah Meyerhof Dan Hansen

Untuk perhitungan kapasitas daya dukung tanah dapat dikomparasikan dengan kedua persamaan Meyerhof dan Hansen yang akan memberikan hasil terbaik pada tekanan vertikal beban pondasi.

Persamaan Meyerhof :

- Untuk beban vertikal

$$q_{ult} = c.Nc.sc.dc + \gamma.Df.Nq.sq.dq + 0,5.\gamma.B.Ny.sy.dy \dots\dots\dots(3.8)$$

- Untuk beban miring

$$q_{ult} = c.Nc.dc.ic + \gamma.Df.Nq.dq.iq + 0,5.\gamma.B.Ny.dy.iy \dots\dots\dots(3.9)$$

$$\text{dengan : } Nq = e^{\tan \phi} \tan^2(45 + \frac{\phi}{2})$$

$$Nc = (Nq - 1) \cot \phi$$

$$Ny = (Nq - 1) \tan (1,4\phi)$$

Tabel 3.2 Beberapa faktor kondisi persamaan Meyerhof

Bentuk	Kedalaman	Inklinasi
$Sc = 1+0,2Kp.(B/L)$	$Dc = 1+0,2\sqrt{Kp}(D/B)$	$ic = iq = 1-(\alpha/90^\circ)$ Untuk $\phi=0$
$Sq = sy = 1,0$	$Dq = dy = 1,0$	$iy = (1-\alpha/\phi)^2$ $\phi \geq 10^\circ$
$Sq = sy = 1+0,1Kp.(B/L)$	$Dq=dy= 1+0,1\sqrt{Kp}(D/b)$	

$$K_p = \tan^2 (45 + \phi/2)$$

α = sudut resultan yang diukur dari sumbu vertikal, bila digunakan ϕ triaksial untuk regangan bidang, dapat diatur untuk mendapatkan.

Ket : $s_c = s_q = s_y$ = Faktor bentuk.

$d_c = d_q = d_y$ = Faktor kedalaman.

$i_c = i_y$ = Faktor inklinasi.

Persamaan Hansen :

Umum :

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_y \cdot s_y \cdot d_y \cdot i_y \cdot g_y \cdot b_y \dots (3.10)$$

Bila $\phi = 0$

$$\text{Gunakan } q_{ult} = 5,14 \cdot s_u \cdot (1 + s'c + d'c - i'c - b'c - g'c) + \gamma \cdot D_f \dots (3.11)$$

dengan : N_q = Sama seperti Meyerhof diatas.

N_c = Sama seperti meyerhof diatas.

$$N_y = 1,5(N_q - 1) \tan \phi.$$

s_u = Faktor bentuk ultimit.

$s'c$ = Faktor bentuk.

$d'c$ = Faktor kedalaman.

$i'c$ = Faktor inklinasi.

$b'c = g'c$ = Faktor tanah.

Tabel 3.3 Kondisi faktor dari persamaan Hansen

Faktor bentuk	Faktor kedalaman	Faktor inklinasi	Faktor tanah
$S'c = 0,2B/L$ $S_c = 1 + N_q B / N_c l$	$d'c = 0,4D/B$ $d'c = 0,4 \tan^{-1} D/B$	$i'c = 0,5 - 0,5 \sqrt{1 - H/A_f c_a}$ $i'c = i_a - (1 - i_a) / (N_a - 1)$	$g'c = \Psi^0 / 147^0$ untuk tanah horizontal $g'c = 0,0$ $g_c = 1 - \Psi^0 / 147^0$ $g_q = g_y = (1 - 0,5 \tan \Psi^0)^5$
	$d'c = 1 + 0,4 \frac{D}{B}$ $d'c = 1 + 0,4 \tan^{-1} D/B$		
$S_c = 1 + (B/L) \tan \phi$	$d_c = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2$ $d_c = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2$	$0,5 H$ $i_a = (1 - \frac{0,5 H}{V + A_f c_a \cot \phi})^5$	Faktor basis (lihat gambar) $b'c = \eta^0 / 147^0$
$S_y = 1 - 0,4 B/L$	$d_y = 1,00$ untuk semua	Tanah horizontal : $0,7 H$ $i_a = (1 - \frac{0,7 H}{V + A_f c_a \cot \phi})^5$ Tanah miring : $(0,7 \cdot \eta^0 / 147^0) H$ $i_a = (1 - \frac{(0,7 \cdot \eta^0 / 147^0) H}{V + A_f c_a \cot \phi})^5$	untuk tanah horizontal $b'c = 0,0$ $b_q = 1 - \eta^0 / 147^0$ $b_q = b_y = \exp(2 \cdot \eta \tan \Phi)$ $\eta = \text{radians for } b_q$

Dimana : A_f = Luas sentuh telapak efektif $B'L'$.

L' = Panjang telapak efektif $= L - 2e_L$.

B' = Lebar telapak efektif $= B - 2e_B$.

D = Kedalaman telapak didalam tanah.

e_B, e_L = Eksentrisitas beban terhadap pusat luas telapak.

c = Kohesi tanah basis.

ϕ = Sudut gesekan dalam tanah.

H, V = Komponen-komponen beban yang berturut-turut sejajar dan tegak lurus ke telapak.

$\tan \delta$ = Koefisien gesekan diantara telapak dan tanah dasar digunakan $\delta = \phi$ untuk beton yang dituangkan keatas tanah (Schultze dan Horn (1967)).

η, ψ = Seperti diperlihatkan didalam gambar yang menyertai dengan arah-arah positif yang diperlihatkan.

Perhatian :

Jangan gunakan faktor-faktor bentuk yang dikombinasikan dengan faktor-faktor inklinasi. Gunakan d_i dan i_i hanya didalam kombinasi atau s_i dengan d_i , g_i , dan b_i .

Bila ϕ triaksial digunakan untuk kondisi regangan bidang dapat digunakan membuat penyelesaian untuk mendapatkan : $\phi_{ps} = 1,1\phi$ triaksial (anjaran pengarang hanya untuk ϕ triaksial $> 30^\circ$)

Pembatasan : $H \leq V \tan \delta + c_a A_f$

3.13 Hipotesis

Perbandingan campuran yang dilakukan di laboratorium pada penelitian ini digunakan formula :

No.	Tanah Lempung	Terra Firma ISS
1	2000 gr	0,50 cc
2	2000 gr	0,75 cc
3	2000 gr	1,00 cc
4	2000 gr	1,25 cc
5	2000 gr	1,50 cc

Pencampuran mengacu pada literatur PT. TERRA FIRMA GEO – TECH INDONESIA, pencampuran dilakukan berdasarkan berat kering tanah yang akan dibuat sampel pada tiap-tiap pengujian. Pencampuran tanah terra firma akan memberikan nilai kuat tekan bebas dan nilai kuat geser langsung yang lebih tinggi dibandingkan dengan undisturb soil. Hal ini akan dibuktikan dengan pengujian Kuat Tekan Bebas dan pengujian Geser Langsung di Laboratorium Mekanika Tanah.