

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam perkembangan konstruksi sipil, Geoteknik sebagai sub bidang teknik sipil mempunyai peranan sangat penting sebagai dasar yang menunjang pembangunan. Kegiatan-kegiatan yang dapat dilakukan dari pekerjaan geoteknik seperti investigasi tanah, pembuatan fondasi, penggalian, penimbunan, perbaikan dan perkuatan tanah serta kegiatan lainnya sebagai awal proses konstruksi dilakukan. Tanah dalam hal ini, merupakan suatu objek yang berfungsi digunakan sebagai media konstruksi. Untuk itu sebelum perencanaan konstruksi, maka sebaiknya kondisi tanah sebagai media konstruksi dibawahnya harus dilakukan analisa terhadap kekuatan konstruksi diatasnya yang melibatkan pekerjaan geoteknik. Dengan melakukan analisis maupun survei terhadap tanah tersebut, tidak terkecuali pada tanah organik.

Tanah gambut (organik) memiliki sifat dan karakteristik yang sangat berbeda dengan tanah lempung. Misalnya, dalam hal sifat fisik tanah gambut adalah tanah yang mempunyai kandungan organik tinggi, kadar air tinggi, angka pori sifat plastis. Tanah adalah akumulasi partikel mineral yang tidak mempunyai/lemah ikatan antar partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan.

(Craig,1987) Dari sifat mekanik tanah organik mempunyai sifat kompresibilitas dan daya dukung yang rendah, pada perilaku konsolidasinya tanah organik memiliki kompresibilitas volumetrik yang tinggi. Dan dalam jangka waktu yang lama hal ini akan menyebabkan terjadinya kerusakan pada bangunan akibat penurunan yang berlebihan. Pada keadaan tertentu tanah mengalami kondisi *Dry Side of Optimum*, *Wet Side of Optimum* juga dimana kadar air nya optimum yang membuat struktur tanah mengalami kembang susut dan tidak stabil.

Oleh karena itu untuk menghasilkan kondisi tanah yang diharapkan dalam menunjang konstruksi diatas tanah organik perlu dilakukan proses pengujian pemadatan tanah Sebagai langkah awal sebelum penelitian konsolidasi untuk

mengetahui perilaku penurunan tanah organik pada kondisi pemadatan batas basah, batas kering dan kadar air optimum. Dari proses penelitian konsolidasi tanah organik melalui variasi pemadatan tanah dengan sampel kadar air optimum, kering dan basah maka nilai yang didapat dari perilaku penurunan tanah adalah bahan kajian selanjutnya untuk menentukan stabilitas tanah organik terutama pada penurunan dalam penentuan jenis konstruksi fondasi serta penentuan beban maksimal di atas lahan organik, dengan demikian penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangsih lalu bermanfaat untuk permasalahan Geoteknik.

Penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan untuk membantu masyarakat yang memiliki tanah di lahan rawa gambut apabila ingin membangun rumah permanen diatas lahan gambut dapat menggunakan fondasi yang akan kita tinjau dalam penelitian ini. Ini sangat berguna untuk menghemat dana yang akan digunakan dari pada menggunakan fondasi sumuran yang biasa digunakan.

Membandingkan hasil pengujian kapasitas fondasi dangkal dengan beberapa metode analisis yang ada. Dalam pelaksanaan penelitian ini menggunakan metode Analisis Terzaghi Dan Analisis Mayerhoff. Untuk menghitung daya dukung yang didapat dengan menggunakan fondasi berbentuk segi empat yang kita rancang untuk mengatasi tanah lunak atau tanah gambut yang ada. Dengan melaksanakan pengujian sampel tanah terlebih dahulu dilaboratorium untuk mendapatkan karakteristik dari tanah yang kita teliti sehingga kita bisa mendesain fondasi yang sesuai untuk tanah tersebut.

Dari jenis fondasi yang kita pilih untuk digunakan pada tanah lunak dalam hal ini kita meneliti tanah gambut yang banyak terdapat pada daerah kita dan wilayah tanah gambut banyak ditelantarkan karena menurut orang awam sangat sulit untuk dibangun dan membutuhkan biaya yang sangat besar.

Dalam rangka pengembangan kawasan gambut yang juga diiringi dengan mendesaknya kebutuhan lahan pemukiman membuat pemanfaatan wilayah dengan kondisi tanah gambut tidak dapat dihindari. Pembangunan suatu konstruksi yang dibangun di atas tanah gambut umumnya menggunakan fondasi dangkal. Namun, dalam pembangunan memerlukan perencanaan fondasi dengan banyak pertimbangan kondisi tanah. Kondisi tanah menjadi dasar dari

pemancangan fondasi. Permasalahan utama untuk bangunan yang berada di atas tanah gambut adalah daya dukung dan penurunan, (Bowles, 1997). Tanah gambut adalah campuran dari fragmen-fragmen material organik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan yang telah membusuk. Ini merupakan tantangan berat dalam merencanakan suatu konstruksi bangunan sipil, karena tanah gambut mempunyai sifat teknis kurang menguntungkan yaitu kandungan air cukup tinggi, kuat geser rendah dan kompresibilitas/ kemampatan yang tinggi sehingga daya dukung tanahnya sangat rendah.

Dalam pemilihan jenis fondasi bergantung pada beban yang harus didukung oleh tanah dasar dan kondisi tanah dasar itu sendiri serta biaya pembuatan fondasi yang dibandingkan terhadap biaya struktur di atasnya (Hardiyatmo, 2002).

Pada umumnya untuk jenis tanah yang mempunyai kapasitas dukung kuat, banyak memakai fondasi yang biasa yaitu fondasi berbentuk bujur sangkar akan tetapi bagaimana dengan bentuk fondasi lainnya seperti segiempat.

Fondasi segi empat dengan menggunakan RIB adalah sama dengan fondasi tapak yang merupakan fondasi yang digunakan pada fondasi dangkal dan fondasi dalam.

Bertolak dari fondasi tapak, maka peneliti tidak hanya menggunakan plat persegi saja tetapi peneliti juga menambahkan RIB (penambahan kaki) pada plat persegi dengan tiga pemodelan, diantaranya yaitu model yang pertama hanya menggunakan plat persegi, model yang ke dua yaitu plat persegi dengan penambahan RIB ke samping dan model yang ke tiga yaitu plat persegi dengan penambahan RIB ke bawah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan diatas, dapat dirumuskan beberapa permasalahan, antara lain :

1. Dengan memvariasikan bentuk fondasi dangkal terhadap kapasitas dukungnya dengan beban dan luas penampang yang tetap, apakah mempunyai kapasitas dukung tanah yang sama?

2. Bagaimana pengaruh penambahan kaki fondasi terhadap kapasitas dukungnya.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan :

1. Mendapatkan kapasitas dukung fondasi dangkal dengan beban dan luas penampang yang tetap
2. Menghitung pengaruh perpanjangan kaki fondasi terhadap kapasitas dukungnya

1.4 Batasan Penelitian

Agar penelitian ini lebih terarah, maka perlu adanya pembatasan penelitian yaitu :

1. Meneliti tanah gambut terganggu
2. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil UPP
3. Semua bentuk model fondasi dangkal yang akan diteliti adalah terbuat dari pelat besi dengan luas penampang yang sama yaitu 100 cm^2 dengan model fondasi segiempat tanpa RIB dan model fondasi segi empat yang mempunyai kaki/RIB dengan panjang $50\% \times B$ dengan ketebalan pelat 9 mm
4. Model fondasi berada pada permukaan tanah ($D = 0$).
5. Tidak ada muka air tanah.
6. Pembebanan hanya dilakukan pada arah vertikal konsentris.
7. Menggunakan bak percobaan dari bahan plat seng dengan dimensi 120 cm x 120 cm x 100 cm.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain :

1. Bagi peneliti, untuk mengetahui pengaruh perpanjangan fondasi terhadap kapasitas dukung tanah
2. Mengetahui pengaruh dari bentuk terhadap kapasitas dukung tanah

3. Dapat dijadikan sebagai bahan referensi dalam pemilihan bentuk fondasi untuk membangun suatu bangunan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Teori

1. Umum

Penelitian daya dukung fondasi dangkal banyak dilakukan tetapi penelitian yang melihat bentuk dari fondasi dangkal belum ada atas dasar tersebut penulis mencoba untuk membuat perbandingan kapasitas dukung fondasi dangkal bentuk segi empat dengan perkuatan sisi.

2.2 Penelitian Relevan

1. **Martini (2009)** Perhitungan daya dukung tanah untuk fondasi memanjang, bujur sangkar, empat persegi panjang dan lingkaran dengan beban sentris, Metode Terzaghi dan Ohsaki memiliki nilai daya dukung tanah yang hampir sama. Metode Hansen dan Vesic juga memiliki nilai yang cenderung sama, hanya Meyerhof yang memiliki nilai yang berbeda sendiri. Untuk beban miring, metode Hansen, Vesic dan Meyerhof mempunyai nilai yang cenderung berbeda. Tetapi metode Hansen dan Vesic pada variasi lebar fondasi (B) pada fondasi bujursangkar dan lingkaran yaitu $B > 0,5$ m terjadi penurunan nilai daya dukung tanah dan pada $B = 1,5$ m meningkat kembali nilainya.
2. **S.A. Nugroho,¹⁾ Khairun Nizam,²⁾ M. Yusa³⁾ (2010)** Dari hasil pengujian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut : Material perkuatan yang ada dalam massa tanah memberikan kontribusi yang signifikan dalam merubah karakteristik mekanis dari tanah yang diperkuatnya (daya dukung lebih tinggi). Berdasarkan penelitian, ditentukan nilai u/B (jarak fondasi ke perkuatan) sebesar $0,25B$ untuk hasil maksimal, yang mampu menaikkan daya dukung tanah fondasi hingga 426% dibandingkan tanah tanpa perkuatan. Nilai l (lebar perkuatan) maksimal pada fondasi bujur sangkar sebesar $5B$, yang memberikan kenaikan daya dukung 426% dibanding tanpa perkuatan. Nilai z/B (spasi antara perkuatan geogrid dengan geotekstil) maksimum

sebesar 0,25B, yang memberikan kenaikan daya dukung hingga 460% dibanding tanpa perkuatan.

3. **Soewignjo Agus Nugroho (2011)** Berdasarkan analisis data dan pembahasan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut : Penambahan grid bambu dan geotekstil dapat meningkatkan daya dukung fondasi di atas tanah gambut yang ditinjau dari nilai daya dukung yang dihasilkan sehingga perkuatan grid bambu dan geotekstil dapat dijadikan salah satu alternatif bahan perkuatan tanah. Secara umum penambahan lapisan perkuatan berupa geotekstil dan grid bambu memberikan kontribusi yang signifikan untuk meningkatkan daya dukung fondasi. Berdasarkan penelitian ini, untuk perkuatan komposit grid bambu dan geotekstil yang memberikan daya dukung terbesar pada rasio L/B 4 dan d/B 0,25 menghasilkan rasio daya dukung (BCR) sebesar 4 serta sudut penyebaran tegangan (α) sebesar 78,79° Nilai s/B optimal adalah 0,5 yakni memberikan kenaikan BCR sebesar 4,32.
4. **Angelina Usman (2014)** Berdasarkan analisis data dan pembahasan hasil pengujian pembebanan pada masing-masing benda uji, penelitian ini mencapai beberapa kesimpulan, yaitu sebagai berikut : Pengujian daya dukung fondasi dangkal di atas tanah gambut sebelum diberi perkuatan tidak dapat dilakukan karena tanah terlalu lunak, sehingga daya dukung dihitung menggunakan metode Skempton dan Terzaghi. Nilai qultimit dengan metode Skempton didapat sebesar 6,2 kPa sedangkan metode Terzaghi sebesar 5,41 kPa. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perkuatan grid dan anyaman bambu yang memberikan daya dukung maksimal adalah pada rasio L/B= 4 dengan 3 lapis perkuatan. Daya dukung maksimal tersebut sebesar 23,11 kPa dengan rasio daya dukung (BCR) sebesar 4,272 atau persen peningkatannya 327,2%. Penggunaan lapisan perkuatan berupa grid dan anyaman bambu memberikan peningkatan daya dukung yang signifikan pada tanah gambut. Semakin lebar perkuatan dan semakin banyak jumlah lapis perkuatan, maka semakin besar pula rasio daya dukung (BCR) tanah tersebut.

5. Nilai daya dukung tanpa perkuatan **Esti Patri Wulandari (2014)** Dari hasil dan pembahasan sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan: Berdasarkan hasil pengujian sifat fisis tanah, tanah dari Palem Raya, Indralaya yang diklasifikasikan sebagai tanah gambut dan termasuk ke dalam kelompok H6 pada von post scale. Dihitung menggunakan teori Terzaghi didapat nilai sebesar 5,41 Kpa. Variasi kedalaman anyaman bambu terhadap dasar fondasi menunjukkan kenaikan daya dukung pada jarak terdekat yaitu 0,25B. Peningkatan yang cukup besar terjadi pada penambahan jumlah lapis dari 1 menjadi 2 lapis dan 3 lapis. Daya dukung yang paling besar terdapat pada kedalaman 0,25B; 4B jumlah 3 lapis perkuatan dengan nilai daya dukung 24,44 Kpa. Nilai BCR semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah lapisan dan di pilih jarak terdekat dengan kedalaman yaitu 0,25B. Nilai BCR terbesar pada variasi kedalaman 0,25B dan jumlah 3 lapisan perkuatan dengan nilai 4,52 dan persen peningkatan 351,8%. Anyaman bambu yang dipergunakan sebagai alternatif material perkuatan tanah gambut dapat meningkatkan daya dukung ultimate terjadi.
6. **Rismalinda 2015** Pengujian tanpa RIB (rusuk) dilakukan dengan pembebanan pada fondasi dangkal dengan bentuk pemodelan fondasi yang berbentuk segitiga dengan panjang sisi- sisinya adalah 15.20 cm. Pada pengujian pembebanan tanpa RIB (rusuk) ini terjadi model keruntuhan geser umum atau *local shear failure*, karena adanya gundukan tanah disamping fondasi. Untuk mengetahui kuat dukung ultimate dari pengujian tanpa RIB (rusuk) ini digunakan metode para ahli yaitu Mayerhoff dan Hansen.
7. **Juanda 2010** Berdasarkan hasil penelitian dan analisis dalam penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: Hasil dari pengujian pendahuluan untuk sifat fisik tanah gambut memiliki kadar air (*water content*) sebesar 478 %, kadar air yang tinggi disebabkan tanah gambut memiliki pori-pori tanah yang sangat besar. Untuk hasil berat jenis butir tanah (*G_s*) sebesar 1,406 nilai *G_s* yang kecil disebabkan adanya kandungan organik yang besar dalam butir tanah gambut.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Fondasi

Fondasi adalah bagian struktur paling bawah dari suatu bangunan yang berfungsi sebagai penopang bangunan. Fondasi yang merupakan konstruksi bangunan bagian paling bawah dapat di klasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu fondasi dangkal dan fondasi dalam. Contoh fondasi dangkal antara lain fondasi telapak, fondasi memanjang dan fondasi rakit. Sedangkan fondasi dalam didefinisikan sebagai fondasi yang meneruskan beban struktur di atasnya ke tanah keras atau batuan yang terletak jauh dari permukaan. Contoh fondasi dalam antara lain fondasi tiang dan fondasi sumuran.

Fondasi dangkal adalah fondasi yang ditempatkan dengan kedalaman D dibawah permukaan tanah yang kurang dari lebar minimum fondasi (B), dengan kata lain fondasi dangkal merupakan fondasi yang kedalamannya dekat dengan permukaan tanah ($D/B \leq 1$). Perencanaan fondasi sangat memperhatikan faktor daya dukung tanah. Kurangnya daya dukung pada fondasi dapat menyebabkan keruntuhan fondasi. Berdasarkan hasil uji model, Vesić (1963) membagi mekanisme keruntuhan fondasi menjadi tiga macam, yaitu:

a. Keruntuhan Geser Umum (*General Shear Failure*)

Keruntuhan geser umum adalah keruntuhan yang terjadi pada tanah yang tidak mudah mampat, yang mempunyai kekuatan geser tertentu atau dalam keadaan terendam. Keruntuhan ini terjadi dalam waktu yang relatif mendadak yang kemudian diikuti dengan penggulingan fondasi.

b. Keruntuhan Geser Lokal (*Local Shear Failure*)

Tipe keruntuhannya hampir sama dengan keruntuhan geser umum. Akan tetapi bidang runtuh yang terbentuk tidak berkembang sehingga tidak mencapai permukaan tanah. Pada keruntuhan geser lokal ini terjadi sedikit pengembangan tanah di sekitar fondasi tetapi tidak sampai terjadipenggulingan fondasi.

c. Keruntuhan Penetrasi (*Punching Shear Failure*)

Keruntuhan penetrasi merupakan kondisi dimana fondasi hanya menembus dan menekan tanah ke samping yang menyebabkan pemampatan tanah di dekat fondasi. Penurunan fondasi bertambah secara linier dengan penambahan bebannya. Pada saat terjadi keruntuhan, bidang runtuh tidak terlihat sama sekali. Perancangan fondasi harus mempertimbangkan adanya keruntuhan geser dan penurunan yang berlebihan, oleh karena itu kriteria stabilitas dan kriteria penurunan harus dipenuhi. Dalam perencanaan fondasi dangkal perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut. Faktor keamanan terhadap keruntuhan akibat terlampauinya kapasitas dukung tanah harus dipenuhi. Penurunan fondasi harus berada dalam batas-batas nilai yang ditoleransikan. Untuk penurunan yang tidak seragam, tidak boleh terjadi kerusakan pada struktur. Untuk memenuhi stabilitas jangka panjang, perletakan dasar fondasi perlu diperhatikan. Fondasi harus diletakkan pada kedalaman yang cukup untuk menanggulangi resiko erosi permukaan, gerusan, kembang susut tanah dan gangguan lainnya pada tanah di sekitar fondasi.

3.2 Tanah Gambut

Gambut adalah tanah organik (*organic soils*), tetapi tidak berarti bahwa tanah organik adalah tanah gambut. Sebagian petani menyebut tanah gambut dengan istilah tanah hitam, karena warnanya hitam dan berbeda dengan jenis tanah lainnya. Tanah gambut yang telah mengalami perombakan secara sempurna sehingga bagian tumbuhan aslinya tidak dikenali lagi dan kandungan mineralnya tinggi disebut tanah bergambut.

Tanah Gambut memiliki sifat fisik yang berbeda dengan jenis tanah lainnya. Dari beberapa penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa, sifat fisik tanah gambut yang rendah (angka pori besar, kadar air tinggi dan berat volume tanah kecil), terlebih tanah gambut merupakan tanah non kohesi. Menurut Mac Farlane (1969), berdasarkan kadar serat tanah gambut dapat digolongkan menjadi :

- a. *Fibrous Peat*, merupakan tanah gambut yang mempunyai kandungan serat sebesar 20% atau lebih, dan gambut ini mempunyai dua jenis pori yaitu

makropori (pori diantar serat) dan mikropori (pori yang ada didalam serat-serat yang bersangkutan). Fibrous peat mempunyai perilaku yang sangat berbeda dengan tanah lempung disebabkan adanya serat-serat dalam tanah tersebut.

- b. *Amorphous Granular Peat*, merupakan gambut yang mempunyai kandungan serat kurang dari 20% dan terdiri dari butiran dengan ukuran koloidal (2μ), serta sebagian besar air porinya terserap di sekeliling permukaan butiran gambut. Karena kondisi tersebut, tanah gambut jenis ini mempunyai sifat yang menyerupai tanah lempung. Von Post mengklasifikasikan tanah gambut berdasarkan ciri fisik yang dinamakan sebagai Von Post Scale yaitu metode lapangan dengan melihat tingkat dekomposisi, warna, struktur dan jumlah materi mineral. Von Post Scale membagi gambut menjadi 10 kategori.

3.3 Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah adalah parameter tanah yang berkenaan dengan kekuatan tanah yang menopang suatu beban di atasnya. Daya dukung tanah dipengaruhi oleh jumlah air yang terdapat di dalamnya, kohesi tanah, sudut geser dalam, dan tegangan normal tanah. Daya dukung tanah merupakan salah satu faktor penting dalam perencanaan fondasi beserta struktur di atasnya. Daya dukung yang diharapkan untuk mendukung fondasi adalah daya dukung yang mampu memikul beban struktur, sehingga fondasi mengalami penurunan yang masih berada dalam batas toleransi.

Tanah memiliki sifat untuk meningkatkan kepadatan dan kekuatan gesernya apabila mendapat tekanan berupa beban. Apabila beban yang bekerja pada tanah fondasi telah melampaui daya dukung batasnya, tegangan geser yang ditimbulkan di dalam tanah melampaui ketahanan geser fondasi, maka akan terjadi keruntuhan geser pada tanah fondasi. Daya dukung ultimit didefinisikan sebagai tekanan terkecil yang dapat menyebabkan keruntuhan geser pada tanah pendukung tepat di bawah dan di sekeliling fondasi. Daya dukung ultimit suatu tanah terutama di bawah beban fondasi dipengaruhi oleh kuat geser tanah. Nilai kerja atau nilai izin untuk desain akan ikut mempertimbangkan karakteristik kekuatan dan deformasi.

1. Analisis Mayerhoff

Analisa kuat dukung Meyerhof menganggap sudut baji β tidak sama dengan ϕ , tapi $\beta > \phi$. Akibatnya, bentuk baji lebih memanjang kebawah bila dibandingkan dengan analisa Terzaghi. Zona keruntuhan berkembang dari dasar fondasi ke atas mencapai permukaan tanah. Jadi tahanan geser diatas tanah fondasi diperhitungkan. Karena $\beta > \phi$, nilai faktor-faktor kuat dukung meyerhof mempertimbangkan faktor pengaruh kedalaman fondasi, kuat dukungnya menjadi lebih besar.

Meyerhof (1963) menyarankan persamaan kuat daya dukung ditinjau pada kondisi, yaitu :

$$\text{Beban vertikal : } Q_{ult} = C s_c N_c d_c + P_o N_q S_q d_q + 0,5 \gamma B N_\gamma S_\gamma d_\gamma \quad (3.1)$$

Dimana :

N_c, N_q, N_γ = Faktor-faktor kapasitas dukung Mayerhoff

s_c, s_q, s_γ = Faktor bentuk fondasi

d_c, d_q, d_γ = Faktor kedalaman fondasi

i_c, i_q, i_γ = Faktor kemiringan beban

B' = Lebar fondasi efektif (m)

$p_o = Df \cdot \gamma$ = Tekanan over buden pada dasar fondasi (kN/m²)

Df = Kedalaman fondasi (m)

γ = Berat volume tanah (kN/m³)

C = Kohesi

Tabel 3.1 Faktor kapasitas dukung Mayerhoff

$\Phi(o)$	Mayerhoff (1963)		
	N_c	N_q	N_γ
0	5,14	1,00	0
1	5,38	1,09	0,00
2	5,63	1,20	0,01
3	5,90	1,31	0,02
4	6,19	1,43	0,04
5	6,49	1,57	0,07

6	6,81	1,72	0,11
7	7,16	1,88	0,15
8	7,53	2,06	0,21
9	7,92	2,25	0,28
10	8,34	2,47	0,37

Sumber: *Fondasi I (hary christady hardiyatmo, 2014)*

Tabel 3.2 Faktor bentuk fondasi (Mayerhoff 1963)

Faktor Bentuk	Nilai	Keterangan
Sc	$1 + 0,2 (B/L) \operatorname{tg}^2 (45 + \Phi/2)$	Untuk sembarang
Sq = Sy	$1 + 0,1 (B/L) \operatorname{tg}^2 (45 + \Phi/2)$ 1	Untuk $\Phi \geq 10^\circ$ Untuk $\Phi = 0$

Tabel 3.3 Faktor bentuk fondasi (Mayerhoff 1963)

Faktor Bentuk	Nilai	Keterangan
Dc	$1 + 0,2 (D/B) \operatorname{tg}^2 (45 + \Phi/2)$	Untuk sembarang
dq = dy	$1 + 0,1 (D/B) \operatorname{tg}^2 (45 + \Phi/2)$ 1	Untuk $\Phi \geq 10^\circ$ Untuk $\Phi = 0$

2. Kapasitas Kuat Dukung Terzagi

Untuk fondasi dalam yang berbentuk sumuran dengan $D_f > 5B$, Terzagi menyarankan persamaan kuat dukung dengan faktor-faktor kuat dukung yang sama, hanya faktor gesekan dinding fondasi diperhitungkan. Persamaan kuat dukungnya dinyatakan dengan:

$$Q_u = c N_c (1 + 0,3B/L) + P_o N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma (1 - 0,2B/L) \quad (3.2)$$

dimana:

Q_u = daya dukung ultimit (kN/m²)

c = kohesi tanah (kN/m²)

Γ = berat volume tanah (kN/m³)

D_f = kedalaman fondasi (m)

P_o = $\gamma \cdot D_f$ = tekanan overburden pada dasar fondasi (kN/m²)

B = lebar atau diameter fondasi (m)

L = panjang fondasi (m)

N_c, N_q, N_γ = faktor daya dukung Terzagi

Tabel 3.4 Faktor kapasitas dukung Terzaghi

$\Phi(o)$	Keruntuhan Geser Umum		
	N_c	N_q	N_γ
0	5,7	1,0	0
5	7,3	1,6	0,5
10	9,6	2,7	1,2
15	12,9	4,4	2,5
20	17,7	7,4	5
25	25,1	12,7	9,7
30	37,2	22,5	19,7
34	52,6	36,5	35
35	57,8	41,7	42,4
40	95,7	81,3	100,4
45	172,3	173,3	297,5
48	258,3	287,9	780,1
50	347,6	415,1	1153,2

Sumber: *Fondasi I (hary christady hardiyatmo, 2014)*

Untuk bentuk–bentuk fondasi yang lain Terzaghi memberika pengaruh faktor bentuk terhadap daya dukung ultimit yang didasarkan pada analisis fondasi memanjang sebagai berikut:

- a. Untuk fondasi bujur sangkar

$$Q_u = 1,3 c N_c + P_o N_q + 0,4 \gamma B N_\gamma \quad (3.3)$$

- b. Untuk fondasi lingkaran

$$Q_u = 1,3 c N_c + P_o N_q + 0,3 \gamma B N_\gamma \quad (3.4)$$

- c. Untuk fondasi segiempat empat

$$Q_u = c N_c (1+0,3B/L) + P_o N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma (1-0,2B/L) \quad (3.5)$$

dimana:

Q_u = daya dukung ultimit (kN/m²)

c = kohesi tanah (kN/m²)

Γ = berat volume tanah (kN/m³)

D_f = kedalaman fondasi (m)

P_o = $\gamma \cdot D_f$ = tekanan overburden pada dasar fondasi (kN/m²)

B = lebar atau diameter fondasi (m)

L = panjang fondasi (m)

N_c, N_q, N_γ = faktor daya dukung Terzaghi

3.4 Batas-Batas Atterberg

(Das, 1985) Kadar air, dinyatakan dalam persen, dimana terjadi transisi dari keadaan padat ke keadaan semi padat didefinisikan sebagai batas susut (shrinkage limit). Kadar air di mana transisi dari keadaan semi-padat ke keadaan plastis terjadi dinamakan batas plastis (plastic limit), dan dari keadaan plastis ke keadaan cair dinamakan batas cair (liquid limit). Batas-batas ini dikenal juga sebagai batas-batas Atterberg (Atterberg limits).

Batas cair (Liquid Limit), didefinisikan sebagai kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu batas atas dari daerah plastis. Batas Plastis (Plastic Limit), didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu persentase kadar air dimana tanah dengan diameter silinder 3,2 mm mulai retak-retak ketika di gulung. Batas susut (shrinkage Limit), didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah semi padat dan padat, yaitu persentase kadar air dimana pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanahnya. (Hardiyatmo,1992).

Adapun pengujian-pengujian yang dilakukan antara lain:

1. Kadar air (*Water Content*)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air suatu sampel tanah, yaitu perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat butir kering tanah tersebut yang dinyatakan dalam persen.

2. Berat Volume (*Unit Weight*)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat volume tanah basah dalam keadaan asli (undisturbed sample), yaitu perbandingan antara berat tanah dengan volume tanah.

3. Berat Jenis (*Specitypi Gravity*)

Percobaan ini dilakukan untuk menentukan kepadatan massa butiran atau partikel taanah.

4. Batar Cair (*Liquid Limit*)

Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada batas antara keadaan plastis dan keadaan cair.

5. Analisa Saringan (*Sieve Analysis*)

Tujuan pengujian analisa saringan adalah untuk mengetahui persentasi butiran tanah dan susunan butir tanah (gradasi) dari suatu jenis tanah yang tertahan di atas saringan.