

BAB 3

LANDASAN TEORI

3.1 Pengertian Tanah

Tanah pada bidang pekerjaan Teknik Sipil selalu memiliki peran penting. Tanah bisa menjadi fondasi suatu konstruksi bangunan dan terkadang tanah juga menjadi beban penyebab gaya luar pada konstruksi bangunan seperti dinding penahan tanah. Tanah diartikan sebagai material yang didalamnya berisi agregat (butiran) mineral padat yang tidak tersementasi semuanya (terikat secara kimia) dan bisa berasal dari bahan-bahan organik yang telah melapuk disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel pada tersebut (Das, 1985). Hardiyatmo (1992), mengatakan pengertian tanah dalam bidang ilmu Teknik Sipil didefinisikan sebagai kumpulan material, bahan organik dan endapan-endapan yang lepas (*loose*) yang terletak diatas batu dasar. Pada umumnya ada beberapa jenis tanah menurut ukuran butir, yaitu:

1. Batu Kerikil (*gravel*)
2. Pasir (*sand*)
3. Lanau (*slit*)
4. Lempung (*clay*)

Tanah berjenis batu kerikil dan pasir digolongkan menjadi tanah yang berbutir kasar/ tidak kohesif, sedangkan lanau dan lempung digolongkan menjadi tanah yang berbutir halus/ kohesif.

3.1.1 Tanah Pasir

Tanah Pasir adalah material granular alami yang belum terkonsolidasi dan mempunyai ukuran batasan dari 4,75 mm sampai 0.075 mm. Sedangkan untuk material granular yang lebih halus dan kecil dari pasir biasanya disebut tanah lanau dan yang lebih besar disebut kerikil. Tanah pasir berdasarkan sifat agregatnya dibagi menjadi 3 jenis yaitu pasir lepas (*loose sand*), pasir sedang (*medium sand*), dan pasir padat (*dense sand*). Untuk pasir dengan keadaan padat sangat cocok digunakan sebagai dasar fondasi karena mempunyai kapasitas daya dukung yang tinggi. Sedangkan untuk pasir lepas kurang cocok digunakan sebagai dasar fondasi karena nilai daya dukung yang rendah (Suyadi dkk, 2010)

3.2 Parameter Tanah

3.2.1 Modulus elastisitas

Modulus Elastisitas atau biasanya disebut *modulus young* adalah kemiringan kurva tegangan regangan pada daerah deformasi elastis. Fungsi dari modulus elastis adalah untuk menunjukkan besar nilai elastisitas tanah, di mana nilai tersebut merupakan perbandingan antara tegangan yang terjadi terhadap regangan. Untuk nilai modulus elastis biasanya diperoleh dari *Triaxial Test*. Bowles (1997), membuat perkiraan nilai modulus elastis berdasarkan tiap kategori jenis tanah seperti pada Tabel 3.1:

Tabel 3. 1 Perkiraan Nilai Modulus Elastisitas Tanah (Bowles,1997)

Macam Tanah	E (kg/cm²)
LEMPUNG	
Sangat Lunak	3-300
Lunak	20-40
Sedang	45-90
Berpasir	300-425
PASIR	
Berlanau	50-200
Tidak Padat	100-250
Padat	500-1000
PASIR DAN KERIKIL	
Padat	800-2000
Tidak Padat	500-1400
Lanau	20-200
Loses	150-600
Cadas	1400-14000

3.2.2 Angka poisson μ

Angka poisson atau *poisson ratio* merupakan perbandingan antara nilai dari regangan horizontal dengan regangan vertikal yang berasal dari beban sejajar sumbu dan regangan aksial (Yoder dan Witczak. 1975). Nilai dari angka poisson diperoleh berdasarkan kategori jenis tanah dapat dilihat pada Tabel 3.2:

Tabel 3. 2 Perkiraan Nilai Angka Poisson Tanah (Bowles,1997)

Jenis Tanah	Poisson Ratio (μ)
Lempung Jenuh	0,4-0,5
Lempung Tak Jenuh	0,1-0,3
Lempung Berpasir	0,2-0,3
Lanau	0,3-0,35
Pasir Padat	0,2-0,4
Pasir Kasar	0,15
Pasir Halus	0,25
Batu	0,1-0,4
Loses	0,1-0,3

3.2.3 Kohesi c

Kohesi dapat diartikan sebagai gaya tarik menarik yang dilakukan antara partikel tanah. Hubungan kohesi dengan sudut geser, kohesi akan semakin besar jika kekuatan gesernya bertambah besar. Semakin besar kohesi tanah maka sudut geser juga semakin besar. Dengan demikian keruntuhan akan terjadi pada titik yang mengalami kritis yang disebabkan oleh kombinasi antara tegangan geser dan tegangan normal efektif (Craig,1989). Nilai kohesi didapat dari pengujian secara langsung dan pengujian triaxial.

3.2.4 Berat isi γ

Menurut Lembaga Penelitian Tanah (1979), berat isi tanah atau berat volume adalah berat dari tanah seutuhnya (undisturbed) dalam kondisi tanah yang kering dibagi dengan volume dari tanah yang dibuat dalam satuan g/cm^3 . Berat isi (γ) memiliki rumus seperti:

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad (1)$$

Dimana;

W = Berat butiran (g)

V = Volume total (cm³)

γ = Berat isi tanah (g/cm³)

3.2.5 Sudut geser ϕ

Sudut geser adalah sudut yang berasal dari hubungan antara tegangan normal dengan tegangan geser di dalam material tanah. Nilai sudut geser semakin besar pada tanah, maka tanah tersebut akan lebih kuat dalam menahan tegangan luar yang dikenakan terhadapnya (Haris, 2018)

3.2.6 Berat isi γ dan sudut geser ϕ tanah pasir tidak kohesif

Bowles (1991), menemukan perkiraan nilai berat isi dan sudut geser untuk tanah pasir. Nilai ini dapat dilihat pada Tabel 3.3:

Tabel 3. 3 Perkiraan Nilai Berat Isi dan Sudut Geser Tanah Pasir Non-Kohesif
(Bowles, 1991)

Tanah Tidak Kohesif				
Berat Isi γ, Kn/m³	13-16	14-18	16-20	18-23
Sudut Geser	25-32	28-36	30-40	>35
Keadaan	Lepas	Sedang	Padat	Sangat Padat

3.2.7 Angka pori e

Angka Pori atau *void ratio* didefinisikan sebagai ratio antara volume butir padat tanah dengan volume ruang kosong. Hubungan angka pori dengan daya dukung tanah, di mana semakin besar nilai angka pori pada tanah maka nilai daya

dukung tanah semakin kecil. Das (1990), menemukan perkiraan untuk nilai angka pori yang dapat dilihat pada Tabel 3.4:

Tabel 3. 4 Perkiraan Nilai Angka Pori Berdasarkan Jenis Tanah (Das,1990)

Type of soil	Void Ratio, e
Loose Uniform Sand	0.8
Dense Uniform Sand	0.45
Loose Angluar-grained Silty Sand	0.65
Dense Angular-Grained Silty Sand	0.4
Stiff Clay	0.6
Soft Clay	0.9-1.4
Loess	0.9
Soft Organic Clay	2.5-3.2
Glacial Till	0.3

3.3 Pengertian fondasi

Fondasi adalah komponen struktur bangunan yang memiliki fungsi untuk mengalihkan beban dari superstruktur menuju lapisan tanah yang ada disekitarnya. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) pondasi pada kata baku yaitu fondasi adalah struktur dasar bangunan yang kokoh, biasanya berada di bawah permukaan tanah tempat bangunan didirikan. Peletakan struktur fondasi harus sampai pada lapisan tanah yang keras, karena berdirinya suatu bangunan kontruksi tergantung dari jenis fondasi yang digunakan. Fondasi pada umumnya dapat dibedakan menjadi dua tipe, yaitu Fondasi Dangkal dan Fondasi Dalam. Yulianti (2014), mengatakan bahwa ada beberapa persyaratan dasar Fondasi agar dikatakan aman digunakan, yaitu:

1. Nilai faktor keamanan adalah 2 sampai 3 agar aman terhadap kemungkinan terjadinya keruntuhan geser tanah

2. Penurunan fondasi yang terjadi masih berada pada batas yang ditoleransi
3. *Differential settlement* (penurunan sebagian) yang terjadi tidak boleh membuat kerusakan yang merubah struktur bangunan

3.3.1 Fondasi Dangkal

Fondasi dangkal adalah fondasi yang memiliki kedalaman maksimum sebesar 3 meter. Fondasi dangkal biasanya dipakai untuk bangunan yang ukurannya relatif tidak besar dengan keadaan tanah yang keras untuk dapat menahan beban bangunan yang ditopangnya. Menurut Terzhagi (1943), Fondasi dangkal memiliki kedalaman fondasi yang lebih kecil atau sama dengan lebar fondasi dengan anggapan bahwa distribusi tegangan pada struktur bangunan fondasi ke lapisan tanah di bawahnya yang berupa lapisan penyangga lebih kecil atau sama dengan lebar fondasi ke lapisan tanah dibawahnya. Jenis-jenis fondasi Dangkal antara lain:

1. Fondasi Setempat/ Tapak, merupakan fondasi yang berdiri sendiri untuk menahan beban yang disalurkan oleh bangunan yang ada diatasnya
2. Fondasi Kombinasi, merupakan fondasi yang lazimnya mendukung dua kolom
3. Fondasi Jalur atau Menerus, merupakan fondasi yang digunakan untuk menahan beban dari dinding serta beban dari kolom. Fondasi ini biasanya dipasang sepanjang dinding bangunan agar beban yang diturunkan dari bangunan langsung didistribusikan pada tanah sekitar fondasi.

4. Fondasi Mat (Fondasi Rakit), merupakan fondasi yang digunakan untuk mendistribusikan semua beban dari struktur atas bangunan ke area yang lebih luas. Fondasi rakit digunakan pada beban kolom yang berdekatan sehingga fondasi ini saling berinteraksi.

Keadaan tanah yang digolongkan mempunyai daya dukung yang rendah dan penurunan yang relatif besar tidak cocok menggunakan fondasi dangkal, namun dapat diatasi dengan penambahan perkuatan untuk meningkatkan daya dukung tanah.

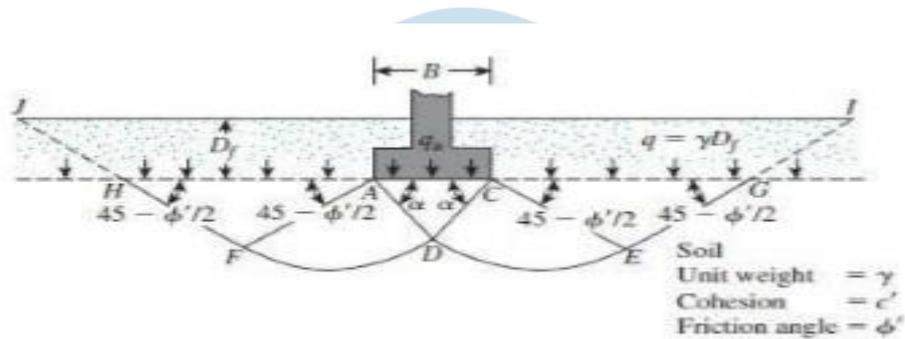
3.4 Analisis Daya Dukung Fondasi Dangkal Pada Tanah

3.4.1 Teori terzaghi

Daya dukung tanah didefinisikan sebagai kemampuan tanah untuk menahan beban yang berasal dari beban luar atau fondasi yang masih dalam batas izin fondasi. Adapun untuk mencari nilai daya dukung tanah ada beberapa metode yang digunakan. Metode yang biasa digunakan adalah metode dari Terzaghi. Analisis daya dukung ini didasarkan pada keadaan keruntuhan geser umum (*general shear failure*). Metode ini dikemukakan Terzaghi (1943) dengan asumsi fondasi berbentuk menerus kebelakang tak terhingga dengan lebar B dan terletak di atas tanah homogen. Di mana *General Shear Failure* ialah keruntuhan yang memiliki bidang longsor berupa lengkungan dan garis lurus yang berkembang meluas hingga permukaan tanah, saat keruntuhan terjadi gerakan massa tanah kearah luar dan keatas. Untuk mencari daya dukung fondasi menerus

yang memiliki keruntugan tanah umum, maka digunakan rumus yang dikemukakan terzhagi sebagai berikut:

$$q_u = c'Nc + qNq + 0.5B\gamma N\gamma \quad (2)$$



Gambar 3. 1 Keruntuhan Geser Umum Menurut Terzaghi Pada Fondasi Dangkal (Terzaghi,1943)

Untuk fondasi berbentuk persegi dan lingkaran menggunakan kondisi keruntuhan geser setempat (*local shear failure*). *Local Shear Failure* ialah keruntuhan yang memiliki bidang longsor namun tidak sampai ke permukaan tanah, sedikit terjadi penggembungan tanah di sekitar fondasi namun tidak terjadi keruntuhan tanah disekitar fondasi. Persamaan analitik daya dukung ultimit untuk dua bentuk fondasi yang disarankan oleh Terzaghi adalah sebagai berikut:

1. Fondasi bujur sangkar: $q_u = 1.3c'Nc + qNq + 0.4\gamma BN\gamma \quad (3)$

2. Fondasi lingkaran : $q_u = 1.3c'Nc + qNq + 0.3\gamma BN\gamma \quad (4)$

Dimana;

q_u = Daya dukung *ultimate*

c' = Kohesi tanah efektif (KPa)

q = Tekanan tanah tambahan

B = Lebar Fondasi (m)

γ = Berat volume tanah (g/cm^3)

N_c , N_q dan N_γ = Faktor daya dukung sebagai fungsi dari sudut gesek dalam tanah ϕ

Untuk nilai N_c , N_q dan N_γ dapat dilihat pada Tabel 3.5 yang dikembangkan oleh Bowles dari grafik hasil penelitian Terzaghi sebagai berikut:

Tabel 3. 5 Nilai Faktor Daya Dukung di Hitung dari Rumus Terzaghi (Das,1995)

ϕ	N_c	N_q	N_γ
0	5.7	1	0
5	7.34	1.64	0.14
10	9.61	2.69	0.56
15	12.86	4.45	1.52
20	17.69	7.44	3.64
25	25.13	12.72	8.34
30	37.16	22.46	19.13
35	57.75	41.44	45.41
40	95.66	81.27	116.31
45	172.28	173.28	325.34
50	347.5	416.14	1072.8

3.4.2 Teori mayerhof

Setelah terzaghi mengajukan teori daya dukung miliknya, beberapa peneliti mulai mengusulkan teori baru, salah satu nya adalah Mayerhof. Secara garis besar teorinya ini masih meneruskan yang sudah diteliti oleh terzhagi. Namun, ada beberapa perubahan terutama pada faktor daya dukung. Persamaan daya dukung pondasi dangkal yang disarankan Mayerhof (1965) ditulis sebagai berikut:

$$q_u = c'N_c(sc dc ic) + qN_q(sq dq iq) + 0.5B\gamma N_\gamma(s_\gamma d_\gamma i_\gamma) \quad (5)$$

Dimana;

q_u = Daya dukung *ultimate*

c' = Kohesi tanah efektif (KPa)

q = Tekanan tanah tambahan

B = Lebar fondasi (m)

γ = Berat volume tanah (g/cm^3)

N_c , N_q dan N_γ = Faktor daya dukung sebagai fungsi dari sudut geser di dalam tanah ϕ

s_c , d_c , i_c , s_q , d_q , i_q , s_γ , d_γ , i_γ adalah faktor-faktor bentuk, kedalaman dan kemiringan beban

Untuk nilai N_c , N_q dan N_γ dapat dilihat pada Tabel 3.6, sedangkan untuk faktor bentuk, kemiringan, dan kedalaman dapat dilihat ketentuannya pada Tabel 3.7:

Tabel 3. 6 Nilai Faktor Daya Dukung di Hitung Dari Rumus Mayerhof
(Hakam,2008)

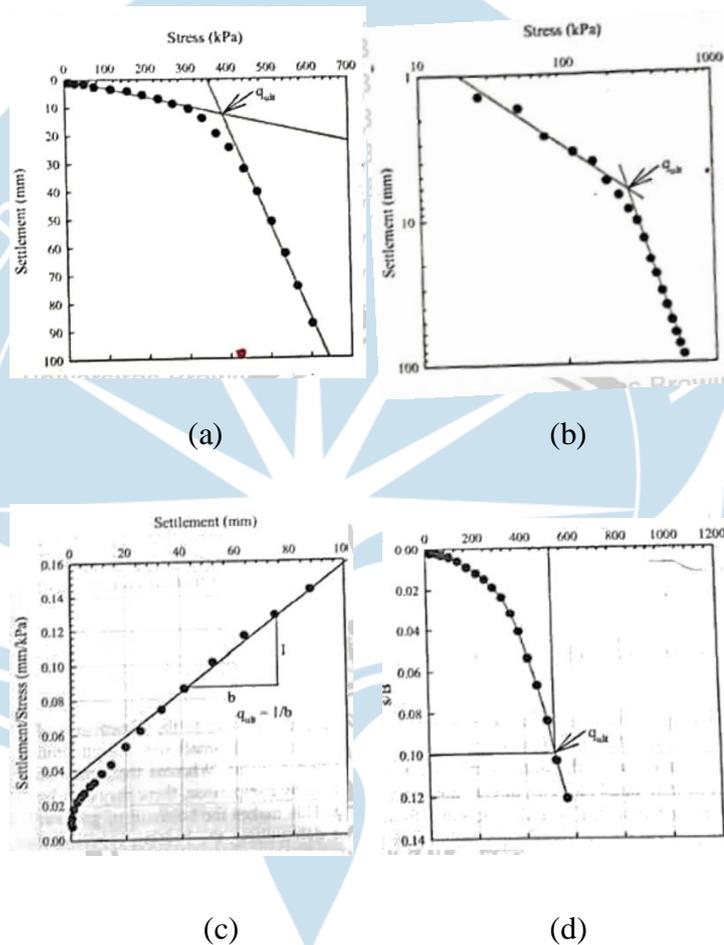
ϕ	N_c	N_q	N_γ
0	5.7	1	0
5	7.34	1.64	0.1
10	9.61	2.69	0.4
15	12.86	4.45	1.1
20	17.69	7.44	2.9
25	25.13	12.72	6.8
30	37.16	22.46	15.7
35	57.75	41.44	37.2
40	95.66	81.27	93.7
45	172.28	173.28	262.7
50	347.5	416.14	873.9

Tabel 3. 7 Ketentuan Faktor Bentuk, Kedalaman, dan Kemiringan Rumus
Mayerhof (Hakam,2008)

Faktor	Nilai ϕ	Rumus
sc	Semua Nilai	$sc = 1 + 0.2 K_p(B'/L')$
sq=s γ	$\phi > 10$	$sq=s\gamma = 1 + 0.1 K_p(B'/L')$
	$\phi = 0$	$sq=s\gamma = 1$
dc	Semua Nilai	$dc = 1 + 0.2 (K_p)^{0.5} (D/B)$
dq=d γ	$\phi > 10$	$dq=d\gamma = 1 + 0.1(K_p)^{0.5}(D/B)$
	$\phi = 0$	$dq=d\gamma = 1$
ic=iq	Semua Nilai	$ic = iq = (1 - \theta^\circ/90^\circ)^2$
i γ	$\phi > 0$	$i\gamma = \left(1 - \frac{\theta}{\phi}\right)^2$
	$\phi = 0$	$i\gamma = 0$

3.5 Penentuan Daya Dukung Tanah (q_u)

Selain menggunakan persamaan teori Terzaghi dan Mayerhof, ada juga cara untuk mencari daya dukung ultimit menggunakan grafik peningkatan daya dukung terhadap tiap penurunan.



Gambar 3. 2 Metode Penentuan Nilai Daya Dukung pada Pondasi Dangkal (a) Metode *tangent intersection*; (b) Metode Log-Log; (c) Metode *Hiperbolic*; (d) Metode 0.1 B (Syahr,2017)

Gambar 3.2 menunjukkan ada empat metode yang digunakan sebagai acuan dalam menentukan daya dukung tanah. Metode yang pertama adalah metode *tangent intersection*. Metode ini menggunakan 2 garis tangensial yang satu ditarik dari atas kurva dan yang lainnya ditarik dari bawah kurva sehingga

berpotongan. Dari titik perpotongan ini ditarik garis ke arah sumbu y sehingga didapat daya dukungnya. Lalu kedua ada metode Log-Log, metode ini hampir menyerupai metode yang pertama. Perbedaannya terletak pada metode Log-Log menggunakan grafik logaritmik dalam penentuan nilai daya dukungnya dan penurunannya. Ketiga ada metode *Hiperbolic*, metode ini menggunakan perbandingan segitiga dimana sisi miring segitiga berasal dari kurva arah bawah yang ditarik lurus. Lalu kemudian nilai daya dukung didapatkan melalui perbandingan 1/b. Keempat ada metode 0.1B yaitu metode yang mendapatkan daya dukung dari penurunan izin 10% lebar pondasi.

3.6 Bearing Capacity Ratio (BCR)

Menurut Chen Q (2007), *Bearing Capacity Ratio* adalah perbandingan antara nilai daya dukung fondasi menggunakan perkuatan dengan daya dukung fondasi tanpa perkuatan. BCR dibagi menjadi dua yaitu BCRs dan BCRu, dimana BCRs adalah nilai BCR yang diambil dari perbandingan daya dukung pada titik penurunan tertentu. Sedangkan BCRu adalah nilai BCR yang diperoleh dari perbandingan nilai daya dukung ultimitnya. Adapun untuk rumus dari BCRs dan BCRu sebagai berikut:

$$BCR_s = \frac{qR}{q} \quad (6)$$

$$BCR_u = \frac{qu(R)}{qu} \quad (7)$$

Dimana:

BCR_s = *Bearing Capacity Ratio* pada titik penurunan tertentu

$BCR_u = \text{Bearing Capacity Ratio}$ saat daya dukung ultimit

$q_{u(R)}$ = Nilai daya dukung ultimit menggunakan perkuatan

q_R = Nilai daya dukung pada titik tertentu menggunakan perkuatan

q_u = Nilai daya dukung ultimit tanpa perkuatan

q = Nilai daya dukung pada titik tertentu tanpa perkuatan

3.7 Teganan Tanah Diam

Hakam (2008), Teganan tanah diam atau pada teganan in-situ adalah tekanan tanah yang terjadi karena berat tanah itu sendiri. Teganan tanah dapat dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan keadaan pergerakan material tanah. Dua jenis teganan tanah diam ini adalah teganan tanah vertikal dan tekanan tanah horizontal.

3.7.1 Teganan tanah arah vertikal

Teganan tanah vertikal adalah tanah pada keadaan diam yang mengalami tekanan arah vertikal. Nilai tekanan ini dapat diperoleh dari perhitungan antara berat sendiri tanah (dengan berat volume γ) dengan kedalaman z maka teganan tanah vertikal. Untuk melihat rincian rumus tekanan ini dapat dilihat pada persamaan di bawah ini:

$$\sigma_v = \gamma \cdot z \quad (8)$$

Dimana;

σ_v = Teganan tanah vertikal (KPa)

γ = Berat isi tanah (kN/m^3)

z = Kedalaman tanah (m)

3.7.2 Tegangan tanah arah horizontal

Tegangan tanah horizontal adalah tekanan tanah lateral yang berada pada keadaan bergerak secara horizontal akibat terdorong oleh gaya luar. Untuk tanah tidak kohesif ($c = 0$), tekanan tanah pasif dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$\sigma_h = \sigma_v \cdot K_0 \quad (9)$$

Dimana;

σ_h = Tegangan tanah horizontal (KPa)

σ_v = Tegangan tanah vertikal (KPa)

K_0 = Koefisien tanah pada saat diam

Nilai koefisien tanah pada saat diam (K_0) dapat di dapatkan melalui hubungan K_0 dengan poisson ratio, dimana koefisien tegangan tanah dalam keadaan diam dapat dituliskan sebagai fungsi dari Poisson's ratio (μ):

$$K_0 = \frac{\mu}{1-\mu} \quad (10)$$

K_0 = Koefisien tanah pada saat diam

μ = Poisson ratio

3.8 Tegangan Tanah Akibat Beban Fondasi

Beban yang diterima fondasi dari bangunan yang ada di atasnya akan diteruskan ke tanah yang ada disekitarnya dengan mekanisme tertentu. Beberapa peneliti sudah melakukan perumusan pola distribusi beban luar ke bagian dalam

tanah. Hakam (2008), Penentuan besarnya tambahan tekanan pada tanah akibat beban fondasi merupakan bagian penting dalam menentukan penurunan fondasi, di mana setiap lapisan tanah yang tertekan oleh beban luar akan memberikan penurunan yang berbeda yang bergantung pada parameter yang dimiliki tanah. Salah satu rumus yang dikemukakan oleh Hazarika (2015), untuk mencari penambahan tekanan tanah akibat beban fondasi adalah sebagai berikut:

$$\Delta\sigma_v = \frac{q}{\pi} \left[\left(\tan^{-1} \left(\frac{\frac{2z}{B}}{\frac{2x}{B}-1} \right) - \tan^{-1} \left(\frac{\frac{2z}{B}}{\frac{2x}{B}+1} \right) \right) - \frac{\frac{2z}{B} \left[\left(\frac{2x}{B} \right)^2 - \left(\frac{2z}{B} \right)^2 - 1 \right]}{2 \left[\frac{1}{4} \left(\frac{2x}{B} \right)^2 + \left(\frac{2z}{B} \right)^2 - 1 \right] + \left(\frac{2z}{B} \right)^2} \right] \quad (11)$$

Di mana;

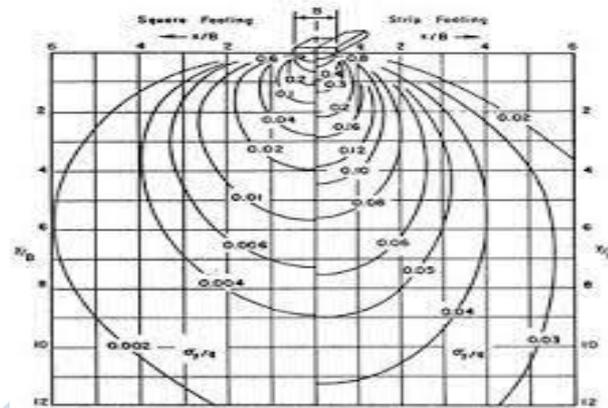
q = Beban fondasi (kN/m²)

z = Kedalaman yang ditinjau (m)

x = jarak titik yang ditinjau dari Kedalaman yang ditinjau (m)

B = Lebar Fondasi (m)

Distribusi tegangan tanah akibat beban fondasi akan semakin besar saat kedalaman yang ditinjau semakin kecil, dan saat kedalaman tanah semakin besar maka distribusi tegangan tanah akibat beban fondasi ini akan melebar dan membentuk pola. Pola distribusi tegangan tanah akibat beban fondasi ini dapat dilihat pada Gambar di bawah ini:



Gambar 3. 3 Disitribusi Tegangan Tanah Akibat Beban Fondasi (Das,1995)

3.9 Penurunan Maximum Pada Fondasi Dangkal

Penurunan fondasi menjadi hal penting untuk kestabilan fondasi, karena apabila penurunan yang terjadi pada fondasi besar maka akan mengakibatkan keruntuhan geser pada tanah. Untuk itu ditetapkan nilai batas penurunan maximum untuk fondasi dangkal. Nilai ini didapat dari beberapa hasil penelitian dari para ahli seperti Meyerhof (1956), mengajukan kajian tentang rumusan empiris untuk memperkirakan daya dukung izin dari sebuah fondasi dangkal pada tanah pasir non-kohefif dengan batasan (anggapan) penurunan yang terjadi tidak melebihi 2.5 cm. Lalu Bowles (1977), bahwa dalam perancangan fondasi dangkal sangat tidak dianjurkan untuk penurunan yang terjadi lebih dari 2.5 cm. Dasar pemikiran pengambilan nilai 2.5 cm (1 inchi) adalah merupakan nilai penurunan maksimum izin dari fondasi yang ditetapkan sebagai nilai batas. Jadi fondasi dangkal dikatakan aman apabila penurunan yang terjadi < daripada penurunan izin sebesar 2.5 cm.

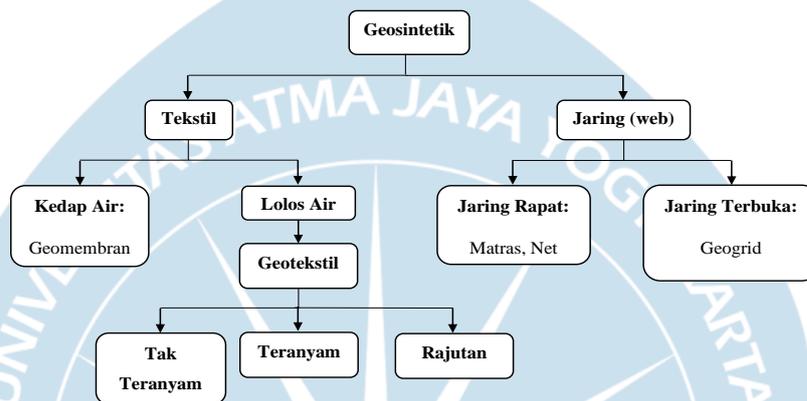
3.10 Geosintetik

Kata Geosintetik berasal dari kata *geo* dan *sintetik*. Dimana *geo* berarti tanah dan *sintetik* berarti bahan tidak alami. Geosintetik dapat didefinisikan menjadi suatu produk berbentuk lapisan yang dibuat dari bahan polymer dan biasanya memiliki kegunaan pada tanah, batuan, material geoteknik lainnya sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari suatu bagian pekerjaan, struktur atau sistem (ASTM D4439). Pengertian geosintetik berkembang seiring zaman menjadi bahan sintetis atau tidak alami berupa serat-serat sintetis yang dianyam, non-anyam dan bentuk lain seperti jaring yang digunakan dalam bidang pekerjaan pada tanah seperti, stabilitasi lereng, perkuatan dan peningkatan daya dukung tanah, dan drainase.

Geosintetik secara umum dikategorikan dari sifat bahan, yaitu bahan lolos air (*Permeable*) yang disebut sebagai geotekstil dan bahan yang bersifat kedap air (*Impermeable*) yang disebut sebagai geomembran. Geotekstil dibagi dua menurut cara pembuatannya, yaitu dianyam (*woven*) dan tidak dianyam (*non-woven*). Berdasarkan bentuk jaringnya geosintetik dibedakan menjadi dua, yaitu jaring terbuka dan jaring rapat. Geogrid untuk jaring yang terbuka dan geonet untuk jaring yang rapat

Berdasarkan penggunaannya pada pekerjaan teknik sipil fungsi dan kegunaan geosintetik dibedakan berdasarkan jenis dan karakteristik yang dimilikinya. Geosintetik secara relatif merupakan produk modern karena penggunaan bahan geosintetik baru mulai dirintis pada tahun 1960-an dan baru pada tahun 1970-an bahan geosintetik mulai diaplikasikan dalam proyek-proyek

teknik sipil. Geosintetis yang terbuat dari bahan kimia biasanya terbuat dari Polypropylene (PP), Polyester (PET), Polyethylene (PE), dan Polyamide (nylon). Untuk klasifikasi geosintetik agar lebih mudah dimengerti dapat dilihat pada bagan dibawah ini:



Gambar 3. 4 Klasifikasi Geosintetik (Modul Pelatihan Geosintetik, 2009)

Geosintetik sebagai lapisan yang terbuat dari bahan tidak alami tentunya memiliki fungsi dalam pemakaiannya pada tanah. Fungsi-fungsi tersebut adalah sebagai berikut:

1. Separator: Geosintetik berfungsi sebagai pemisah antara lapisan tanah yang berbeda jenisnya agar tidak tercampur
2. Perkuatan: Geosintetik dapat menahan tegangan atau deformasi pada tanah karena memiliki sifat tarik menarik dibahannya.
3. Filter: Geosintetik dapat mengalirkan air kedalam sistem drainase dan juga dapat mencegah terjadinya migrasi partikel tanah melalui filter
4. Drainase: Bahan geosintetik digunakan untuk mengalirkan air dari dalam tanah
5. Penghalang: Bahan geosintetik digunakan untuk mencegah perpindahan zat cair atau gas

6. Proteksi: Geosintetik dapat melindungi atau mengurangi kerusakan pada material yang di lapiasi oleh geosintetik

Enam fungsi geosintetik diatas masih belum dipisahkan berdasarkan jenis geosintetiknya. Untuk mempermudah memahami fungsi geosintetik berdasarkan jenisnya dapat dilihat pada Tabel 3.8

Tabel 3. 8 Identifikasi Fungsi Geosintetik (Modul Pelatihan Geosintetik, 2009)

Jenis Geosintetik	Fungsi Utama					
	Separator	Perkuatan	Filter	Drainase	Penghalang	Proteksi
Geotektstil	√	√	√	√		√
Geogrid		√				
Geonet				√		
Geomembran					√	
Geosynthetic Clay Liner (GCL)					√	
Geofoam	√					
Geokomposit	√	√	√	√	√	√
Geopipa				√		

3.11 Geogrid

Geogrid merupakan salah satu jenis dari geosintetik yang berbentuk jaring terbuka (*web*). Sesuai dari Tabel 3.8, fungsi utama dari geogrid pada tanah adalah sebagai lapisan perkuatan. Dimana lapisan geogrid dapat menahan tegangan dan deformasi dari struktur tanah. Geogrid dibentuk dari jaring yang tertata rapi dengan elemen tarik dan memiliki pembuka tertentu sehingga saling mengunci (*interlock*) dengan bahan pengisi disekelilingnya seperti tanah, batu dan material lainnya.

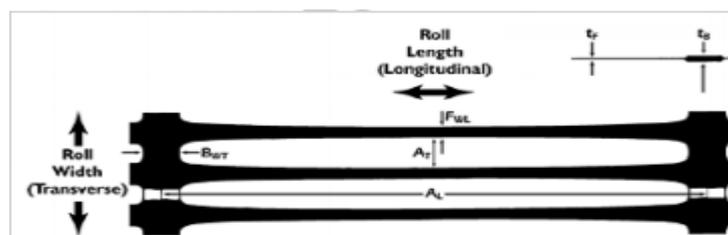
Adapun dibawah ini kelebihan/ keuntungan dari pemakaian geogrid sebagai lapisan pada tanah antara lain:

1. Lapisan geogrid memiliki nilai kuat tarik yang besar
2. Pemasangannya yang cepat
3. Dapat menggunakan material sekelilingnya
4. Pemasangan geogrid lebih murah dibandingkan dengan menggunakan beton
5. Bahan Geogrid yang bersifat fleksibel tahan terhadap gaya gempa
6. Dapat menahan deformasi struktur

Tentunya geogrid juga memiliki kekurangan seperti pada pemasangannya geogrid memerlukan bantuan PVC. Karena geogrid tanpa PVC akan rentan mengalami penurunan tingkat kemampuan penahan gaya tarik. Kejadian ini terjadi karena geogrid sangat rentan terhadap perubahan suhu udara, dimana pemuai akan mudah terjadi pada bahan geogrid jika terkena temperature yang tinggi yang memuat bahannya menjadi getas dan akhirnya mengurangi kuat tarik dari geogrid.

Layaknya geotekstil yang memiliki jenis seperti geotekstil dianyam dan tidak dianyam, geogrid juga memiliki jenis berdasarkan bentuknya sebagai berikut:

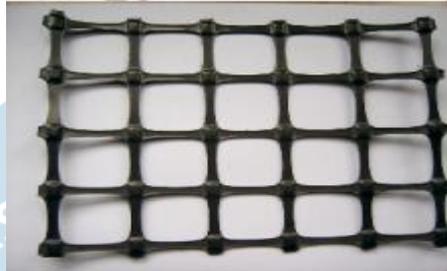
1. Geogrid Uniaksial: jenis geogrid ini adalah yang memiliki bentuk bukaan tunggal dalam geogridnya atau ruasnya.



Gambar 3. 5 Geogrid Uniaksial

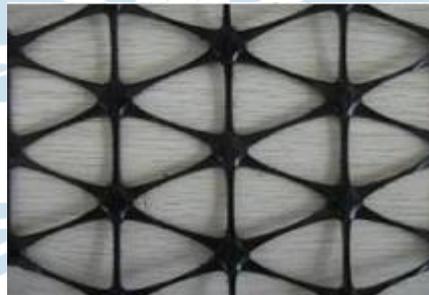
2. Geogrid Biaksial: Jenis geogrid ini memiliki bukaan yang berbentuk persegi.

Pada penelitian ini digunakan jenis geogrid biaksial



Gambar 3. 6 Geogrid Biaksial

3. Geogrid Triaksial: Jenis geogrid ini adalah yang memiliki bentuk bukaannya seperti segitiga.



Gambar 3. 7 Geogrid Triaksial

3.12 Software Geostudio

Geostudio adalah salah satu aplikasi komputer yang memodelkan elemen satu dimensi hingga tiga dimensi yang digunakan pada bidang geoteknik. Dalam penggunaan *software* ini, ada lima jenis fitur berdasarkan kegunaan analisisnya yaitu SLOPE/W, SEEP/W, SIGMA/W, QUAKE/W. SLOPE/W digunakan untuk menganalisis kestabilan lereng, baik tanah maupun batuan, termasuk galian dan timbunan. SEEP/W digunakan untuk menganalisis rembesan air bisa pada

bendungan ataupun pada fondasi. SIGMA/W digunakan untuk menganalisis tegangan, regangan, besarnya deformasi akibat pembebanan, dan deformasi pada tanah. Fitur yang terakhir ada QUEAKE/W digunakan untuk menganalisis respon dinamik, deformasi dan peningkatan air pori akibat guncangan gempa.

Pada penelitian ini digunakan fitur SIGMA/W untuk menganalisis daya dukung fondasi pada tanah menggunakan perkuatan. Pemodelan kondisi sesungguhnya biasanya menggunakan model *Plane Strain* maupun *Axisymmetric*. *Plane strain* adalah pemodelan dua dimensi yang digunakan untuk struktur yang melintang dengan pembebanan dan keadaan tegangan yang seragam dan deformasi diasumsikan sama dengan nol. Sedangkan *Axisymmetric* digunakan pada struktur berbentuk lingkaran yang memiliki potongan radial dan pembebanannya seragam terhadap pusat dengan deformasi serta tegangan diasumsikan sama pada arah radialnya.