

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

#### **A. Tanah Lempung**

Lempung . merupakan partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis pada kadar air sedang. Dalam keadaan kering tanah lempung sangat keras dan tidak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Pada keadaan kadar air lebih tinggi tanah lempung bersifat lengket/kohesif (Terzaghi, 1991). Agregat mineral kristalin lempung berbentuk serpih dan berstruktur lembaran seperti mika yang berukuran mikroskopik dan submikroskopik. Tanah lempung mempunyai cirri khas dari sifat kolodial yaitu plastisitas, kohesifitas, dan kemampuan mengabsorpsi ion pada kadar air yang besar (*Peck, 1991*).

Menurut Bowles (1984) dan Hardiyatmo (2002) sifat-sifat fisik tanah lempung adalah sebagai berikut:

1. Ukuran butirannya halus, kurang dari 0,002 mm.
2. Kenaikan air kapiler tinggi.
3. Bersifat sangat kohesif.
4. Proses konsolidasi lambat.
5. Sifat mudah mampat yang tinggi.
6. Kembang susutnya tinggi.
7. Permeabilitasnya rendah.

Struktur utama mineral lempung antara lain *kaolinite*, *montmorillonite*, *illite*. Diketahui bahwa perilaku tanah berbutir halus khususnya akan banyak dipengaruhi oleh banyak sedikitnya kadar air, karena pada tanah berbutir halus luas permukaan spesifik menjadi lebih besar dan variasi kadar air akan mempengaruhi plastisitas tanahnya.

Jenis tanah dapat diketahui dari nilai indeks kompresi ( $C_c$ ) hasil uji konsolidasi di laboratorium, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Klasifikasi nilai indeks kompresi ( $C_c$ )

NO	Jenis tanah	$C_c$
1.	Pasir Padat	0,005-0,010
2.	Pasir tidak padat	0,025-0,050
3.	Lempung agak keras	0,030-0,060
4.	Lempung kenyal ( <i>Stiff</i> )	0,060-0,150
5.	Lempung medium s/d Lunak	0,150-1,000
6.	Lempung sangat Lunak	>1,000
7.	Tanah organik	1,000-4,500
8.	Batu/Cadas	0,000

Sumber : Hardiyatmo, 2002

## B. Perbaikan Tanah

Perbaikan tanah adalah perbaikan sifat-sifat tanah untuk mencapai persyaratan tertentu (Ingless dan Metcalf, 1972). Perbaikan tanah penting dilakukan mengingat kenyataannya di lapangan sifat-sifat tanah tidak selalu

memenuhi harapan dalam merencanakan suatu konstruksi. Sifat tanah yang jelek seperti butiran yang sangat lepas, permeabilitas yang tinggi, sangat mudah tertekan atau mampat, kembang susut yang tinggi serta sifat-sifat yang tidak diinginkan perlu diperbaiki.

Menurut (Ingless dan Metcalf, 1972) umumnya teknik perbaikan tanah terdiri dari 4 macam cara yaitu:

1. secara mekanis, yaitu
  - a. Pematatan.
  - b. Mencampur tanah dengan bahan granuler.
2. dengan bahan kimiawi, yaitu mencampur tanah dengan semen, kapur, abu terbang (*fly ash*), aspal, abu sekam, padi, dll.
3. dengan bahan perkuatan, yaitu menggunakan cerucuk kayu, tikar bambu, tiang kayu, beton pracetak, geosintetik.
4. secara hidrolis, yaitu dengan cara pemompaan, prapembebanan, drainasi vertikal, kombinasi prapembebanan dan drainasi vertikal.

Dengan adanya perbaikan tanah maka dapat memperbaiki sifat-sifat tanah yang kurang menguntungkan.

### **C. Geosintetik**

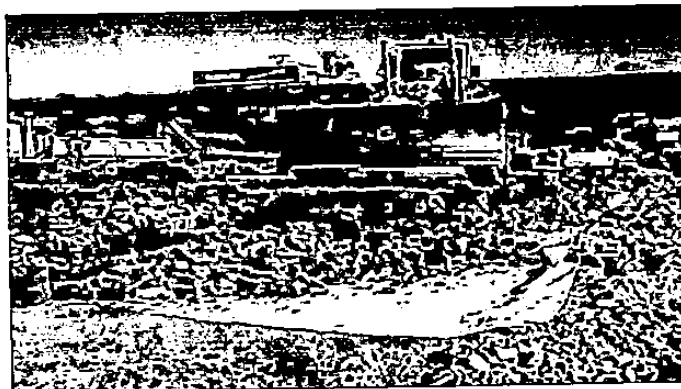
Ditinjau secara etimologi, geosintetik terdiri dari dua kata yaitu geo atau tanah dan sintetik yang berarti bahan tiruan atau buatan. Dapat diartikan tanah

tiruan, namun yang dimaksud lebih tepatnya adalah bahan sintetis yang digunakan untuk perbaikan tanah. Material sintetis merupakan hasil polimerisasi dari industri-industri kimia atau minyak bumi. Penggunaan bahan sintetis ini berkaitan dengan sifat ketahanan/perkuatan pada tanah dasar (*soil reinforcement*).

Ada empat jenis geosintetik yang umum digunakan dalam bidang teknik sipil, yaitu :

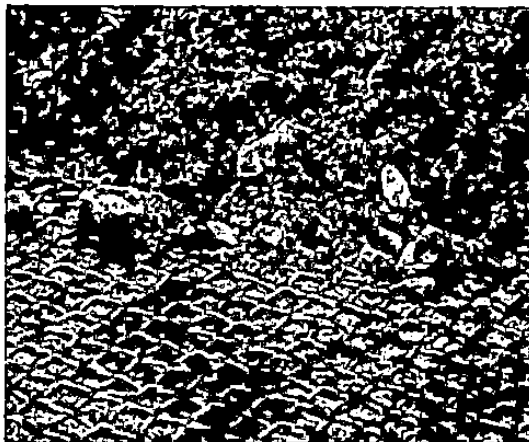
### 1. Geotekstil

Geotekstil adalah bahan lulus air dari anyaman (*woven*) atau tanpa anyaman (*non-woven*) dari benang-benang atau serat-serat sintetis. Tenun dihasilkan dari 'interlaying' antara benang-benang melalui proses tenun, sedangkan *non woven* dihasilkan dari beberapa proses seperti : *heat bonded* (dengan panas), *needle punched* (dengan jarum), dan *chemical bonded* (menggunakan bahan kimia). Baik *woven* maupun *non woven* dihasilkan dari benang dan serat polimer terutama polypropelene, poliester, polyethilene dan polyamide, (<http://rezacnc.blogspot.com/geosintetik>)



## 2. Geogrid

Geogrid adalah produk geosintetik yang memiliki lubang-lubang berbentuk segi empat (*geotextile grid*) atau lubang berbentuk jaring (*geotextile net*), biasanya terbuat dari bahan Polyester (PET) atau High Density Polyethylene (HDPE). Geogrid (*Enkagrid*) merupakan bahan geosintetik yang berfungsi sebagai lapisan perkuatan (*reinforcement*) untuk lereng jalan dan lain lain. Enkagrid mempunyai kuat tarik yang besar sampai 180 kN, sehingga produk jenis ini sangat sesuai untuk dipakai pada konstruksi jalan baru yang lapisan tanah dasarnya memiliki CBR rendah di bawah 2 %. Geogrid sangat baik digunakan pada jalan raya yang berada pada struktur tanah yang kurang stabil, sehingga jalan raya yang berlubang akan dapat teratasi.



Gambar 2.2. Geogrid (<http://rezacnc.blogspot.com/geosintetik>).

## 3. Geomembran

Geomembran adalah geosintetik yang bersifat *impermeable* atau tidak tembus air,

biasanya dibuat dari bahan High Density Polyethylene (HDPE). Geomembran

adalah jenis geosintetik yang kedap air, biasa digunakan sebagai *cut-offs* dan *liners*. Pada beberapa tahun terakhir kebanyakan geomembran digunakan sebagai kanal dan kolam *liners*.

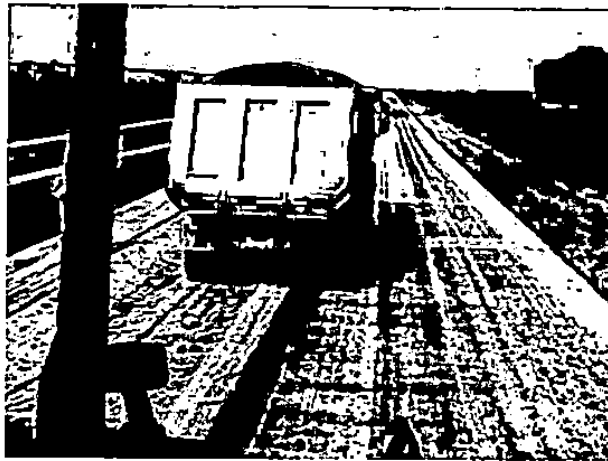


Gambar 2.3. Geomembran (<http://rezacnc.blogspot.com/geosintetik>).

#### 4. Geokomposit

Geokomposit adalah produk polymer yang dibuat dengan menghubungkan dua atau lebih jenis geosintetik, misalnya geogrid dengan *non-woven geotextile*. Digunakan baik untuk tanah (untuk separasi dan perkuatan) maupun untuk perkerasan jalan atau pengaspalan (perkuatan dan perbaikan tanah pondasinya). Perkuatan menggunakan geokomposit memanfaatkan keunggulan *non-woven geotextile* yang dikombinasikan dengan perkuatan *woven geotextile* yang dirajut atau disebut geogrid yang merupakan unit yang dibantu oleh jalinan atau

Disamping keempat jenis geosintetik konvensional di atas, masih banyak jenis geosintetik yang juga digunakan dalam bidang teknik sipil. Hal ini tergantung dari keperluan pemakaian dari geosintetik itu sendiri, sehingga memunculkan jenis geosintetik yang bervariasi.



Gambar 2.4. Geokomposit (<http://rezacnc.blogspot.com/geosintetik>).

#### **D. Perbaikan Tanah dengan Geosintetik**

Dalam usaha perbaikan tanah dengan geosintetik yang sering digunakan adalah sebagai perkuatan pada dinding penahan tanah, pangkal jembatan, timbunan badan jalan dan perbaikan stabilitas lereng. Pada prinsipnya usaha perbaikan tanah adalah untuk menambah daya dukung sehingga keruntuhan dapat diperkecil.

Muntohar (2005) melakukan penelitian dengan menggunakan model embankment sederhana di laboratorium untuk memaparkan keefektifan geosintetik

penurunan *embankment* di atas tanah lempung lunak yang diperkuat dengan lapisan geotekstil. Model *embankment* dibuat dari bahan *flexyglass* dan bersifat kaku (*rigid*) dengan skala dimensi 1:10. Parameter yang diteliti diantaranya adalah ketebalan lapisan tanah lempung (H) dan jumlah lapisan geotekstil yang digunakan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi pengurangan penurunan untuk tanah yang diperkuat dengan geotekstil sebesar 38% untuk 1 lapis, 46% untuk 2 lapis dan 51% untuk 3 lapis, jika dibandingkan dengan tanah tanpa perkuatan. Bila dibandingkan dengan kuat dukung tanah tanpa perkuatan terdapat penambahan kuat dukung ultimit tanah dasar sebesar 42% untuk 1 lapis, 53% untuk 2 lapis dan 79 % untuk 3 lapis. Bila diambil faktor keamanan (*factor of safety*, FS) terhadap keruntuhan *embankment* sebesar FS=1,5; maka dua lapis geotekstil telah cukup memberikan kuat dukung yang baik.

Nugroho dan Rachman (2009) meneliti pengaruh perkuatan geotekstil terhadap daya dukung tanah gambut. Pengujian utama menggunakan model pondasi telapak bujur sangkar dengan sisi (B) 15 cm yang diletakkan di atas bak uji berukuran 90x90x150 cm<sup>3</sup>. Geosintetik yang dipakai adalah geotekstil tidak teranyam berbentuk bujur sangkar dengan dimensi bervariasi, yaitu 2B, 3B, dan 4B. Geosintetik dipasang pada kedalaman yang bervariasi, yaitu 0,25B, 0,5B dan 1B. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya dukung meningkat sebanding dengan dimensi perkuatan yang semakin besar. Penambahan kedalaman (jarak dari pondasi ke lapisan perkuatan) menyebabkan pengurangan nilai daya dukung tanah. Dalam penelitian tersebut disimpulkan bahwa pemasangan geosintetik



dukung maksimal yang besarnya hingga mencapai 3 kali lipat daya dukung tanah gambut tanpa perkuatan.

Alihudien, et al (2012) meneliti tentang pengaruh ukuran, kedalaman dan spasi perkuatan geotekstil terhadap daya dukung pondasi telapak di atas tanah lempung dengan konsistensi medium. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh dari kedalaman pemasangan geotekstil ( $z$ ) terhadap dasar pondasi, jarak antara geotekstil ( $d$ ), serta lebar geotekstil ( $b$ ) terhadap dimensi pondasi ( $B$ ). Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen di laboratorium, yaitu dengan melakukan serangkaian pemodelan pembebanan plat pondasi terhadap benda uji lempung yang di dalamnya dipasang perkuatan geotekstil untuk berbagai ukuran lebar ( $b$ ), spasi ( $d$ ), dan kedalaman ( $z$ ). Untuk mengetahui kinerja geosintetik dalam menaikkan daya dukung tanah pondasi dilakukan analisis tanpa dimensi, untuk menghasilkan nilai Bearing Capacity Ratio (BCR) yang merupakan rasio antara daya dukung ultimit tanah pondasi yang diperkuat dengan daya dukung ultimit tanah pondasi yang tidak diperkuat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan geotekstil sebagai bahan perkuatan tanah di bawah pondasi dapat meningkatkan daya dukungnya. Semakin besar rasio kedalaman geotekstil dan lebar pondasi ( $d/B$ ), maka nilai *Bearing Capacity Ratio* (BCR) semakin menurun. Semakin besar rasio lebar ( $l$ ) geotekstil terhadap lebar pondasi maka nilai BCR tidak selalu naik karena sampai pada nilai tertentu akan menurun. Semakin besar rasio spasi ( $z$ ) geotekstil terhadap lebar pondasi maka nilai BCR akan semakin meningkat

### E. Daya Dukung Tanah

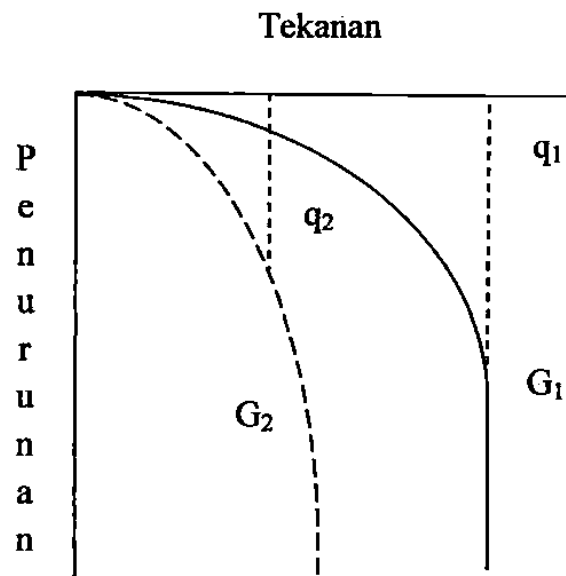
Menurut Wesley (1977) dalam perencanaan pondasi gedung atau bangunan lain ada dua hal utama yang harus diperhatikan, yaitu :

- a. daya dukung tanah yaitu apakah tanah yang bersangkutan cukup kuat untuk menahan tekanan pada pondasi tanpa terjadi keruntuhan akibat menggeser (*shear failure*). Tentu saja hal ini tergantung pada kekuatan geser tanah.
- b. penurunan yang terjadi, hal ini tergantung pada macam tanah.

Apabila tekanan di atas sebuah pondasi (seperti terlihat pada Gambar 2.5) ditambah sedikit demi sedikit maka pondasi tersebut akan turun. Besarnya penurunan pada setiap penambahan tekanan dapat ditentukan sehingga dapat dibuat grafik penurunan terhadap tekanan.

Apabila tanah tersebut agak keras atau padat maka grafik tersebut akan membentuk seperti garis  $G_1$ . Dalam hal ini ternyata bahwa tegangan terbesar yang dapat ditahan pondasi tersebut adalah sebesar  $q_1$ . Tegangan ini disebut daya dukung ultimit.

Apabila tanah tersebut lunak atau lepas maka bentuk grafik akan seperti garis  $G_2$ . Dalam hal ini daya dukung ultimit tidak mempunyai harga tertentu atau tidak mempunyai batas yang jelas. Biasanya dalam hal ini diambil harga tegangan pada titik dimana lengkungan maksimum dari grafik tersebut, yaitu dengan  $q_u$  dianggap sebagai daya dukung ultimit



Gambar 2.5. Hubungan antara tekanan dan penurunan pada pondasi (Wesley 1977).

#### ***F. Bearing Capacity Ratio***

Untuk mengetahui kinerja geotekstil dalam menaikkan daya dukung tanah pondasi dilakukan analisis tanpa dimensi, untuk menghasilkan nilai *Bearing Capacity Ratio* (BCR) yang merupakan rasio antara daya dukung ultimit tanah pondasi yang diperkuat dengan daya dukung ultimit tanah pondasi yang tidak diperkuat (Alihudien, et al, 2012).

$$BCR = \frac{q_r}{q_0}$$

dengan :

BCR = *Bearing Capacity Ratio*

$q_r$  = daya dukung ultimit tanah pondasi yang diperkuat ( $\text{kg/cm}^2$ )

$q_0$  = daya dukung ultimit tanah pondasi yang tidak diperkuat ( $\text{kg/cm}^2$ )