

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### A. Tanah Lempung

Dalam klasifikasi tanah secara umum, partikel tanah lempung memiliki diameter 2  $\mu\text{m}$  atau sekitar 0,002 mm (USDA, AASHTO, USCS). Namun demikian, pada beberapa kasus partikel berukuran antara 0,002 mm sampai 0,005 mm masih digolongkan sebagai partikel lempung (ASTM-D-653). Disini tanah diklasifikasikan sebagai lempung hanya berdasarkan ukuran saja, namun belum tentu tanah dengan ukuran partikel lempung tersebut juga mengandung mineral-mineral lempung. Jadi, dari segi mineral tanah dapat juga disebut sebagai tanah bukan lempung (*non clay soil*) meskipun terdiri dari partikel-partikel yang sangat kecil (partikel-partikel *quartz*, *feldspar*, mika dapat berukuran sub mikroskopis tetapi umumnya tidak bersifat plastis). Partikel-partikel dari mineral lempung umumnya berukuran koloid, merupakan gugusan kristal berukuran mikro, yaitu < 1  $\mu\text{m}$  (2  $\mu\text{m}$  merupakan batas atasnya). Tanah lempung merupakan hasil proses pelapukan mineral batuan induknya, yang salah satu penyebabnya adalah air yang mengandung asam atau alkali, oksigen, dan karbondioksida.

Hampir semua masalah yang berhubungan dengan tanah lempung disebabkan adanya interaksi antara air dan tanah. Peningkatan kadar air mengakibatkan penurunan kohesi tanah dan tanah mengembang. Jenis tanah tersebut mempunyai kapasitas dukung yang rendah dan akan terjadi pengembangan volume apabila pori terisi air dan akan menyusut dalam kondisi kering. Hal ini menjadikan tanah tidak stabil, sehingga tidak mampu mendukung suatu konstruksi pondasi bangunan.

Menurut Hardiyatmo (2002) tanah lempung merupakan tanah kohesif yang memiliki sifat sebagai berikut:

1. Kuat geser rendah, dan akan semakin rendah bila kadar air bertambah,
2. Bila basah bersifat plastis dan mudah turun,
3. Menyusut bila kering dan mengembang bila basah,
4. Kuat geser berkurang bila struktur tanah terganggu,

5. Kembang susut tinggi,
6. Material yang jelek untuk tanah urug, karena menghasilkan tekanan lateral yang tinggi.

Dari sifat-sifat tersebut dapat diketahui bahwa tanah lempung sangat buruk untuk menjadi dasar pemancangan fondasi atau dijadikan *embankment* pada jalan raya. Perancangan fondasi atau konstruksi *embankment* memerlukan banyak pertimbangan, karena kondisi atau jenis tanah tidak sama pada setiap daerah. Untuk mengetahui kondisi tanah di lapangan, berbagai test harus dilakukan sebelum merancang fondasi, baik di laboratorium maupun di lapangan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik tanah, mulai dari sifat fisis tanah hingga daya dukung tanah tersebut. Adapun jenis pengujian tanah yang dapat dilakukan pada tanah lempung antara lain:

1. Uji triaksial, uji triaksial bertujuan untuk mengetahui kuat geser lempung pada kondisi tak terdrainasi (*undrained*).
2. Uji tekan-bebas, dilakukan untuk mengetahui besar tekanan aksial maksimum lempung tersebut.
3. Uji geser kipas, dilakukan pada lempung yang tidak mengandung lanau atau pasir.

Setelah melakukan pengujian dan mendapatkan data-data pengujian maka tanah tersebut dapat digolongkan ke dalam jenis-jenis tanahnya. Jenis tanah berdasarkan nilai indeks kompresi ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Jenis tanah berdasarkan nilai indeks kompresi (Cc)

Jenis tanah	Cc
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. Geosintetik

Geosintetik adalah bahan sintesis yang digunakan dalam pekerjaan teknik yang berhubungan dengan tanah. Pemakaian material geosintetik untuk mempermudah dan meningkatkan kualitas konstruksi sudah lama dikenal dan mendapat reaksi yang baik dari kalangan profesional di bidang teknik sipil. Geosintetik penggunaannya dapat diterapkan pada hampir semua jenis tanah, batu, dan air tanah atau aktivitas lainnya yang saling berhubungan. Dikarenakan variatif dan fleksibilitasnya untuk diterapkan di hampir setiap kondisi tanah, geosintetik sangat diterima dalam bidang ilmu teknik sipil.

### 1. Sifat geosintetik

Pada dasarnya, penggunaan geosintetik dalam konstruksi perkuatan tanah adalah memanfaatkan kuat geser dan kuat tarik bahan geosintetik dengan tanah guna melawan gaya-gaya yang bekerja. Tanah secara umum mempunyai kekuatan tarik yang sangat rendah atau dapat dikatakan nol. Oleh karena itu geosintetik hanya dapat digunakan pada struktur dimana stabilitas tidak dapat dipertahankan terhadap tarik yang diberikan oleh tanah. Geosintetik diaplikasikan pada tanah sebagai kekuatan tarik dalam struktur tanah yang merupakan salah satu cara mengurangi kelemahan tanah tersebut.

Menurut Widiyanti (2006), sifat-sifat geosintetik digolongkan kedalam empat sifat, yaitu: sifat fisik, sifat mekanik, sifatkimiaawi dan sifat hidrolik.

a. Sifat fisik

- 1) Ringan dan tipis, sehingga mudah dalam pemakaian dan pemasangannya.
- 2) Permanen/tahan terhadap cuaca, iklim, perubahan suhu dan sinar ultra violet.
- 3) Sulit terbakar, karena memiliki titik leleh  $> 200^{\circ}\text{C}$ .
- 4) Tahan terhadap serangan bakteri dan mampu menghambat pertumbuhan lumut sehingganya secara tidak langsung akan memperpanjang umur konstruksi.

b. Sifat mekanik

- 1) Ketahanan dari tarik dan geser cukup besar.
- 2) Bersifat lentur, mampu mengalami perpanjangan dengan kemuluran maksimum sampai putus antara 10%-140%.
- 3) Ketahanan dari bahaya sobek dan tembus akibat penetrasi batuan cukup besar.
- 4) Tahan dari keausan akibat pengaruh mekanik yang terjadi di atas bahan.

c. Sifat kimiawi

- 1) Tahan terhadap larutan/senyawa kimia yang banyak terkandung di dalam tanah, baik senyawa kimia organik maupun anorganik.
- 2) Tahan terhadap air laut yang konsentrasi garamnya cukup tinggi.

d. Sifat hidrolis

- 1) Bahan yang permeable mampu melewatkan air tanah dengan hanya sedikit mengandung butiran-butiran halus yang terlarut.
- 2) Dapat mencegah terjadinya bahaya *piping*.
- 3) Dapat mengalirkan air menuju tempat pengaliran yang disediakan (sebagai aluran drainasi).
- 4) Bahan yang impermeable (rapat air) mampu menahan aliran air sehingga melindungi bagian yang tidak boleh dilewati air.

## 2. Karakteristik geosintetik

Widianti (2006) menyebutkan bahwa karakteristik geosintetik adalah sebagai berikut :

### a. Karakteristik fisis (*physical characteristics*)

#### 1) Tebal geosintetik ( $T_g$ )

Tebal geosintetik sangat bervariasi, umumnya disesuaikan dengan peran dan fungsi dari bahan tersebut serta dibedakan berdasarkan tipe dari geosintetik. Besarnya berkisar antara 1,0 – 10 mm, untuk geokomposit bisa sampai 30 mm.

#### 2) Massa per unit luas ( $\mu_g$ )

Merupakan massa dari lembaran geosintetik per unit luas ( $\text{gr/m}^2$ ). Nilainya bervariasi, umumnya berkisar antara 50 – 70  $\text{gr/m}^2$  untuk geosintetik kelas ringan dan 700 – 800  $\text{gr/m}^2$  untuk tipe yang lebih berat, sedangkan untuk geokomposit berkisar antara 2000 – 3000  $\text{gr/m}^2$ .

#### 3) Massa per satuan volume ( $\rho$ )

Merupakan perbandingan antara massa geosintetik dengan volumenya.

#### 4) Porositas ( $n$ )

Karakteristik ini sangat penting dalam pemakaiannya untuk masalah-masalah hidrolis dan hanya digunakan untuk struktur kumpulan benang sintesis.

#### 5) Diameter serat-serat sintesis ( $d_{\text{tex}} = \text{decitex}$ )

Berlaku untuk struktur benang-benang sintesis. Pada geosintetik tipe nir-anyam, diameter serat-serat sintesis bervariasi antara 25 – 150  $\mu\text{m}$  (micrometer).

### b. Karakteristik mekanik (*mechanical characteristics*)

#### 1) Kuat geser

Nilainya bervariasi, dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut :

- a) Tipe dan kekasaran permukaan geosintetik
- b) Gradasi butir tanah

c) Bentuk butiran tanah (bulat, pecah)

d) Cara pemadatan

e) Beban vertikal yang akan bekerja

Jika permukaan geosintetik dan butiran tanahnya semakin kasar, nilai kuat geser akan semakin besar.

## 2) Kuat tarik

Kemampuan untuk menahan gaya tarik yang terjadi tergantung pada bahan dasar polimernya. Umumnya besarnya kuat tarik dinyatakan dalam modulus kuat tarik ( $\sigma$ ) dengan satuan kN/m panjang.

## c. Karakteristik hidrolis (*hydraulic characteristic*)

Sifat ini sangat erat hubungannya dengan peran bahan geosintetik dalam masalah-masalah filtrase dan drainase.

### 1) Berkaitan dengan peran sebagai drain

Dalam masalah drain, air mengalir melalui tampang geosintetik.

a) Kapasitas drainase ( $q_w$ )

b) Transmisivitas ( $\theta$ )

c) Pengaruh rangkai terhadap transmisivitas

### 2) Berkaitan dengan peran sebagai filter

a) Permittivitas ( $\Psi$ )

b) Ukuran /diameter lubang pori geosintetik

## 3. Keuntungan geosintetik

Menurut Suryolelono (1997) dalam Prasetya (2007), pemanfaatan geosintetik dalam bidang geoteknik memberikan banyak keuntungan-keuntungan antara lain :

a. Geosintetik relatif tidak mahal sebagai elemen perkuatan.

b. Pemanfaatan bahan tersebut dengan tanah setempat (di lokasi pekerjaan) dapat menghemat biaya 50% atau lebih dibandingkan dengan pemanfaatan beton/pasangan batu, selain keuntungan tambahan berupa penghematan sumber material batu.

- c. Geosintetik yang digunakan sebagai dinding penahan tanah dapat ditempatkan dekat permukaan tanah, yang akan mengurangi biaya galian dan mengurangi tinggi total konstruksi.
- d. Proses pelaksanaan relatif lebih cepat.
- e. Memberikan hasil yang lebih baik sebab arah gaya dapat disesuaikan dengan arah serat, sehingga deformasi dapat dikontrol dengan baik.

#### 4. Jenis geosintetik

Secara umum geosintetik dibagi menjadi empat jenis yaitu : geotekstil, geogrid, geomembran, dan geokomposit yang masing-masing mempunyai bentuk dan fungsi sendiri-sendiri.

##### a. Geotekstil

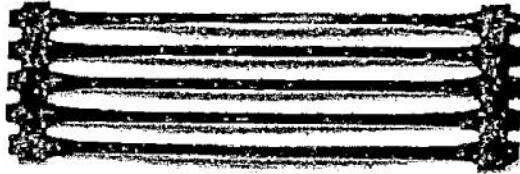
Geotekstil merupakan salah satu jenis geosintetik yang terbuat dari serat-serat sintetis dan tahan terhadap pembusukan. Geotekstil terbagi atas dua macam yaitu geotekstil anyaman (*woven geotextile*) yang berupa serat-serat polimer berbentuk benang atau elemen-elemen pipih yang dianyam menjadi seperti tikar, dan geotekstil tidak dianyam (*non-woven geotextile*) dimana serat-serat dijadikan lembaran secara random. Keduanya merupakan lembaran fleksibel dan porous sehingga dapat melewatkan air dengan relatif mudah dan juga dapat menghantarkan air dengan tingkat yang berbeda di sepanjang geotekstil itu sendiri. Dalam Nograho, dkk (2010) disebutkan bahwa fungsi dari geotekstil umumnya digunakan untuk lima tujuan dasar, yaitu sebagai :

- 1) Pengalir air tanah yang baik (*drainage*),
- 2) Penyaring dan penahan partikel tanah halus supaya tidak terbawa oleh aliran rembesan air (*filtration*),
- 3) Pemisah dua lapisan supaya tidak bercampur (*separation*),
- 4) Pencegah erosi dan gerusan (*protection dan erosion control*),
- 5) Penguat dan pemegang tanah (*reinforcement*).

b. Geogrid

Geogrid adalah salah satu jenis material geosintetik yang mempunyai bukaan yang cukup besar, dan kekakuan badan yang lebih baik dibanding geotekstil. Geogrid merupakan polimer dengan bentuk seperti jala dengan fungsi utama sebagai bahan perkuatan dan sangat jarang digunakan sebagai pemisah. Material dasar Geogrid bisa berupa : *polypropylene*, *polyethylene* dan *polyester* atau material polimer yang lain. Geogrid digolongkan dalam beberapa bentuk, diantaranya:

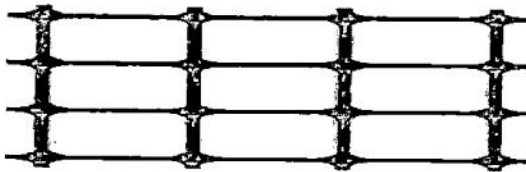
- a. Geogrid yang mempunyai bentuk bukaan tunggal dalam satu segmen (geogrid *uniaxial*), seperti pada pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Geogrid *uniaxial* (<http://geotextile.web.id>)

Geogrid jenis ini berfungsi sebagai material perkuatan pada sistem konstruksi dinding penahan tanah (*Retaining Wall*) dan perkuatan lereng (*Slope reinforcement*).

- b. Geogrid yang mempunyai bukaan berbentuk persegi (geogrid *biaxial*), seperti pada pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Geogrid *biaxial* (<http://geotextile.web.id>)

Geogrid jenis ini berfungsi sebagai stabilisasi tanah dasar. Seperti pada tanah dasar lunak (*soft clay* maupun tanah gambut). Metode kerjanya adalah interlocking, artinya mengunci agregat yang ada di atas Geogrid sehingga lapisan agregat tersebut lebih kaku, dan mudah dilakukan pemadatan.



- c. Geogrid yang mempunyai bukaan berbentuk segitiga (geogrid *triax*), seperti pada pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Geogrid *triax* (<http://geotextile.web.id>)

Fungsinya sama dengan Biaxial sebagai material stabilisasi tanah dasar lunak, hanya saja kemampuannya lebih baik. Hal ini disebabkan bentuk bukaan segitiga lebih kaku sehingga penyebaran beban menjadi lebih merata.

c. Geomembran

Geomembran adalah polimer plastik atau karet berupa membran yang tidak tembus air atau zat cair (*impervious*) dengan fungsi utama sebagai pelapis kedap air. Aplikasi bahan tersebut pada bidang teknik sipil di antaranya sebagai pelapis dasar pada kolam penampung limbah cair, konstruksi jalan raya, dan bendungan. Termasuk golongan impermeable geosintetik yang umumnya terbuat dari HDPE (*High Density Polyethylene*) sejenis polymer dengan ketebalan rata-rata 1 mm atau lebih. Selain itu, GCL (*Geosynthetic Clay Liner*) juga merupakan geosintetik jenis impermeable dengan fungsi yang sama dengan geomembran yaitu *lining / sealing*. Yang membedakan 2 material ini adalah komposisi, karakteristik fisik dan jenis desain infrastruktur. Kelebihan geomembran sendiri adalah:

- 1) Tahan terhadap larutan kimia seperti  $H_2SO_4$ .
- 2) Daya tahan terhadap elongasi / kemuluran akibat deformasi tanah dasar.
- 3) Tahan terhadap retak / pecah dan anti ultraviolet.
- 4) Indeks leleh yang relatif tinggi.
- 5) Dapat dikombinasikan dengan berbagai desain struktur.

Namun demikian, geomembran juga rentan terhadap kerusakan fisik akibat penetrasi benda tajam seperti batu / kerikil, api dan kesalahan instalasi / perawatan akibat alat berat. Kerusakan ini dapat menimbulkan lubang atau sobek pada bagian-bagian tertentu dimana lebih dari 75% diakibatkan oleh tekanan material di atasnya. Hal ini dapat diatasi dengan pemberian lapisan pelindung yang sesuai. Umur layan dari material ini juga sangat dipengaruhi oleh proses pembuatan dan komposisi materialnya. Suatu geomembran yang memenuhi tes beban ASTM D 5397 diperkirakan secara ekstrapolasi akan berumur 1000 tahun pada suhu 20<sup>0</sup> C.

#### d. Geokomposit

Geokomposit merupakan kombinasi dari material-material di atas, dapat berupa kombinasi geotekstil dengan geogrid dan geomembran. Geokomposit dapat berfungsi sebagai pemisah, perkuatan, penyaring, drainase, dan pencegah kelembaban.

Ada beberapa kelebihan yang menjadi pertimbangan dalam perencanaan struktur yang melibatkan geokomposit ini, diantaranya:

- a. Struktur / bentuk material
- b. Karakter stress-strain
- c. Ketahanan mekanis dan kimia
- d. Kekuatan desain
- e. Interaksi antara geokomposit dengan tanah

Material geokomposit ini memiliki beberapa fungsi, yaitu:

- a. Perkuatan (*Reinforcement*), berfungsi untuk meratakan tegangan pada struktur tanah dengan mengurangi tegangan vertikal menjadi tegangan horizontal dan mengurangi diferensial settlement pada permukaan struktur tanah.
- b. Lapisan pemisah (*Separation*), berfungsi untuk memisahkan dua median yang berbeda untuk mencegah terjadinya pencampuran kedua median tersebut.

- c. Penyaring (Filtrasi), berfungsi untuk menyaring partikel-partikel halus agar tidak terbawa air.
- d. Perlindungan (Proteksi), berfungsi untuk melindungi suatu material agar tidak rusak akibat benturan, gesekan atau impact, dalam hal ini dapat dikatakan sebagai sealing material.

Selain pemasangannya yang mudah (tidak memerlukan alat berat), geokomposit juga merupakan solusi ekonomis apabila ketersediaan material timbunan atau material pilihan bersifat terbatas dan mahal. Solusi geokomposit bisa dipadukan bersama metoda konvensional sebagai salah satu kombinasi baru dalam perencanaan dan pembangunan jalan raya. Desain struktur jalan yang tersusun dari beberapa lapisan yang ditambah dengan geokomposit dan dipasang diatas tanah dasar atau tanah pilihan dapat menambah durabilitas jalan tanpa mengurangi beban keekonomisan struktur.

### C. Geotekstil untuk Perkuatan Tanah

Tjandrawibawa dan Patmadjaja (2002) melakukan penelitian pemodelan pondasi dangkal dengan menggunakan lapis geotekstil di atas tanah lunak. Dengan model pondasi berukuran  $5 \times 5 \times 2 \text{ cm}^3$ . Dalam penelitiannya dibuat 5 uji model yang berbeda, yaitu tanah lempung lunak saja, tanah lempung lunak dan lapisan sirtu, tanah lempung lunak dan sirtu dengan 1 lapis geotekstil, tanah lempung lunak dan sirtu dengan 2 lapis geotekstil dan tanah lempung lunak dan sirtu dengan 3 lapis geotekstil. Hasil penelitian di laboratorium menunjukkan bahwa dengan pemberian lapisan sirtu di bawah pondasi, maka kuat dukung meningkat sebesar 69%. Dengan pemasangan satu, dua dan tiga lapis geotekstil masing-masing meningkatkan kuat dukung sebesar 182,6%, 197,8% dan 241,3% dibanding tanah lunak saja. Pembacaan beban ultimit diambil pada beban yang mengakibatkan penurunan sebesar 10% lebar pondasi (10% B).

Muntohar (2005) melakukan penelitian dengan menggunakan model *embankment* sederhana di laboratorium untuk mempelajari karakteristik 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 : 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 terjadi 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 pada bangunan ringan dengan pondasi telapak. Pengujian pendahuluan dilakukan pada tanah gambut. Jenis penelitian tanah gambut meliputi *specific gravity*, batas atterberg, kadar serat dan kadar abu. Pengujian utama dilakukan pada tanah gambut di dalam bak uji berukuran 90 cm x 90 cm x 150 cm dengan model pondasi berupa pelat baja berukuran 15 cm x 15 cm x 0,2 cm. Pengujian pembebanan dilakukan dengan memberikan beban pada model pondasi dengan *hydraulic jack*, kemudian dicatat *dial* beban dan *dial* penurunannya. Sedangkan untuk geotekstil yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Geotex nonwoven geotextiles*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin dalam perkuatan diletakkan dalam tanah maka semakin rendah nilai daya dukung tanah tersebut. Nilai daya dukung terbesar terjadi pada kedalaman 0,25B pada setiap dimensi perkuatan yang digunakan dengan daya dukung maksimal sebesar 40,00 kPa atau dengan persentase kenaikan daya dukung sebesar 303,03% terjadi pada variasi lebar 4B, kedalaman 0,25B.

Alihudien, dkk (2012) meneliti dengan metode eksperimen di laboratorium. Eksperimen dilakukan dengan 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). Hasil penelitian

menunjukkan bahwa penggunaan geotekstil sebagai bahan perkuatan tanah di bawah pondasi dapat meningkatkan daya dukungnya. Pengaruh ukuran, spasi, dan kedalaman geotekstil terhadap dimensi dipelajari nilai BCRnya. Untuk pengaruh rasio kedalaman geotekstil dan lebar pondasi ( $z/B$ ) adalah semakin besar  $z/B$  maka BCR menurun. Pengaruh lebar geotekstil terhadap lebar pondasi adalah semakin besar  $d/B$  maka BCR tidak selalu naik karena sampai pada nilai tertentu. Semakin besar nilai  $d/B$  maka BCR akan mengalami kenaikan.

#### D. Daya Dukung Tanah

Daya dukung ultimit (*ultimit bearing capacity*) ( $q_u$ ) didefinisikan sebagai beban maksimum persatuan luas di mana tanah masih dapat mendukung beban tanpa mengalami keruntuhan.

Bila dinyatakan dalam persamaan, maka:

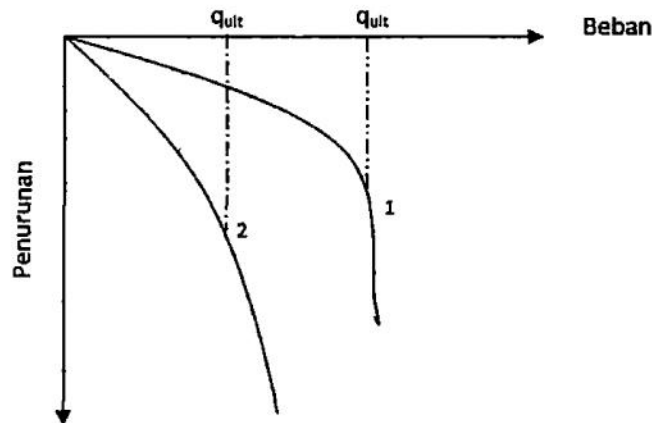
$$q_u = \frac{P_u}{A}$$

dengan

$q_u$  = daya dukung ultimit ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

$P_u$  = beban ultimit (kg)

$A$  = luas pondasi ( $\text{cm}^2$ )



Gambar 2.4. Hubungan antara beban dan penurunan (Hardiyatmo, 2003)

Pada Gambar 2.4 mula-mula, pada beban yang diterapkan, penurunan yang terjadi kira-kira sebanding dengan bebannya. Hal ini digambarkan sebagai kurva yang mendekati garis lurus, yang menggambarkan hasil distorsi elastis dan pemampatan tanahnya. Bila beban bertambah terus, pada kurva terjadi suatu lengkungan tajam yang dilanjutkan dengan bagian garis lurus kedua dengan kemiringan yang lebih curam. Penentuan daya dukung *ultimit* merupakan keharusan dalam menganalisa data pembebanan. Daya dukung *ultimit* diperlukan untuk keperluan mendesain pondasi. Berdasarkan data hasil uji pembebanan yang dilakukan, seringkali terjadi hambatan dalam menentukan daya dukung *ultimit* pada tanah. Pengujian pembebanan memberikan hasil berupa grafik hubungan  $q_{ult}$  vs penurunan. Dari grafik tersebut kemudian dilakukan interpretasi untuk mendapatkan nilai daya dukung aksial pondasi yang diuji. Terdapat beberapa metode interpretasi untuk mendapatkan nilai daya dukung tanah tersebut diantaranya yaitu : a) Metode Beban P-S atau Beban Kritis; b) Davisson 72; c) Chin 70 dan 72; d) De beer 67; e) Hansen 90%; f) Mazurkiewicz 72; g) Fuller and hoy 70; h) Butler and hoy 77; i) Van der Veen; g) Hansen 80% (Surjandari, 2008, dalam Nugroho, 2011).

#### E. *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, dkk, 2012).

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

dengan :

BCR = *Bearing Capacity Ratio*

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

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