

# ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN GEOTEKSTIL TERHADAP PENINGKATAN DAYA DUKUNG FONDASI DANGKAL PADA TANAH LEMPUNG DI KOTA SAMARINDA

Agmi Dimas Isbusandi<sup>1)</sup>, Masayu Widiastuti<sup>2)</sup>, Heri Sutanto<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup> Teknik Sipil Universitas Mulawarman

Jl. Sambaliung No.9, Kampus Gunung Kelua, Samarinda - 75119

email: dekan@ft.unmul.ac.id

## ABSTRACT

Dalam perencanaan suatu bangunan haruslah diperhatikan kemampuan tanah tersebut dalam memikul gaya-gaya di atasnya, sehingga kegagalan konstruksi akibat keruntuhan tanah dapat dihindari. Untuk mengatasi masalah tersebut, perlu dilakukan suatu perkuatan tanah sehingga dapat meningkatkan daya dukung tanah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis tanah yang diuji berdasarkan sistem klasifikasi Unified dan AASHTO, mengetahui nilai daya dukung ultimit ( $q_{ult}$ ) untuk tanpa perkuatan, 1 lapis serta 2 lapis geotekstil, dan mengetahui persentase peningkatan daya dukung tanah lempung pada fondasi dangkal ditinjau dari nilai *Bearing Capacity Ratio* (BCR).

Geotekstil merupakan salah satu jenis geosintetik yang berfungsi untuk memperbesar daya dukung tanah. Dalam penelitian ini, prosedur yang dilakukan adalah pengujian sifat fisis tanah untuk memastikan sampel tanah yang diuji merupakan tanah lempung sesuai sistem klasifikasi Unified dan AASHTO. Uji pembebanan fondasi dangkal dilakukan dengan menggunakan tiga model uji yang berbeda untuk masing-masing tanah sampel, untuk mendapatkan kapasitas daya dukung dari pemodelan yang dibuat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel tanah yang digunakan termasuk tanah lempung sesuai sistem klasifikasi Unified dan AASHTO. Sampel tanah yang menggunakan perkuatan 1 lapis dan 2 lapis geotekstil mengalami peningkatan daya dukung ultimit dibandingkan dengan sampel tanah tanpa perkuatan, yang juga dapat dilihat dari nilai *Bearing Capacity Ratio* (BCR).

## ABSTRACT

*In designing a building, the ability of soil to bear loads from the proposed building should be considered and calculated to avoid construction failure caused by soil collapse. Soil reinforcement is executed to enhance bearing capacity of that soil. This research is aimed to find out the type of soils used in this experiment according to Unified and AASHTO classification system, to determine ultimate bearing capacity ( $q_{ult}$ ) without reinforcement, 1-layer and 2-layers of geotextile, and to figure out the improvement percentage of clay soil bearing capacity of shallow foundations shown by Bearing Capacity Ratio (BCR) value.*

*Geotextile is one type of geosynthetics which being used to enhance bearing capacity of soil. In this research, the procedures are run by testing physical properties of soil to ensure the tested sample is clay soil and fulfilling Unified and AASHTO soil classification system. Loading test on shallow foundation is run by using three different models to obtain bearing capacity for each sample used.*

*Research findings convey that all soil samples used is categorized as clay soil based on Unified and AASHTO soil classification system. Bearing capacity of samples that used one layer and two layers of geotextile reinforcement are improved compared to sample with no reinforcement, which also shown by Bearing Capacity Ratio (BCR) value.*

**Keywords:** *Bearing Capacity Ratio (CBR), Ultimate Bearing, Geotextile, Soil Clay*

## 1. PENDAHULUAN

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah

melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut. Tanah berfungsi juga sebagai pendukung fondasi dari bangunan yang berguna sebagai tempat penyaluran

gaya-gaya di atasnya berupa beban bangunan sampai kebawah melalui fondasi. Proses penurunan fondasi sendiri diakibatkan oleh terkompresinya lapisan tanah di bawah fondasi akibat beban struktur. Oleh karena itu, dalam perencanaan suatu bangunan sipil haruslah diperhatikan kemampuan tanah tersebut dalam memikul gaya-gaya di atasnya, sehingga kegagalan konstruksi akibat keruntuhan tanah dapat dihindari. Pada daerah tertentu sering dijumpai tanah dengan kondisi yang kurang baik, dalam hal ini berhubungan dengan daya dukungnya. Untuk mengatasi masalah tersebut, perlu dilakukan suatu perkuatan tanah sehingga dapat meningkatkan daya dukung tanah tersebut.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk perkuatan tanah adalah dengan menggunakan bahan geosintetik, semisal geotekstil. Geotekstil berfungsi untuk memperbesar daya dukung tanah. Pada umumnya, geotekstil digunakan pada pekerjaan-pekerjaan timbunan untuk meningkatkan stabilitas timbunan dan untuk perbaikan tanah di bawah fondasi. Parameter yang mempengaruhi hasil pemasangan geotekstil sebagai bahan perkuatan pada tanah adalah jumlah lapisan geotekstil yang digunakan. Hal ini menjadi dasar dilakukannya penelitian ini, yakni untuk menganalisa pemanfaatan geotekstil terhadap kapasitas dukung tanah lempung terhadap fondasi dangkal pada tanah di Kota Samarinda, dimana dalam penelitian ini sampel diambil dari Jalan Joyo Mulyo dan Jalan Drs. Anang Hasyim, Samarinda.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis tanah yang diuji berdasarkan sistem klasifikasi Unified dan AASHTO, mengetahui nilai daya dukung ultimit ( $q_{ult}$ ) masing-masing tanah lempung tanpa perkuatan, dengan perkuatan 1 lapis, dan 2 lapis geotekstil, serta mengetahui persentase peningkatan daya dukung tanah lempung pada model pengujian ditinjau dari nilai *Bearing Capacity Ratio* (BCR).

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Definisi Tanah

Tanah berguna sebagai bahan bangunan pada berbagai macam pekerjaan teknik sipil, di samping itu tanah berfungsi juga sebagai pendukung dari fondasi bangunan [6].

### 2.2. Karakteristik Tanah

Sesuai dengan klasifikasi *Unified Soil Classification System*, ukuran tekstur tanah seperti dibawah ini:

1. Kerikil (*gravel*), partikel tanah kasar yang berukuran 4,76 mm (tertahan saringan no.4) sampai 75 mm (lolos saringan No.3);
2. Pasir (*sand*), partikel tanah berbutir kasar yang ukurannya 0.075 mm (tertahan saringan no. 200) sampai 4,76 mm (lolos saringan No.4). Berkisar dari kasar (3 sampai 5 mm) sampai halus (< 1 mm);
3. Lanau (*silt*), partikel batuan yang berukuran dari 0,002 mm sampai 0,075 mm (lolos saringan no. 200);
4. Lempung (*clay*), partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel-partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi pada tanah yang kohesif;
5. Koloid (*colloids*) : yaitu partikel mineral yang diam, berukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

### 2.3. Klasifikasi Tanah

Terdapat dua sistem klasifikasi yang sering digunakan untuk klasifikasi tanah, yaitu *Unified Soil Classification System* dan AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*).

#### a. *Unified Soil Classification System*

Pada sistem Unified, tanah diklasifikasikan ke dalam tanah berbutir kasar (kerikil dan pasir) jika kurang dari 50% lolos saringan no. 200, dan sebagai tanah berbutir halus (lanau atau lempung) jika lebih dari 50% lolos saringan no. 200. Selanjutnya, tanah diklasifikasikan dalam sejumlah kelompok dan subkelompok.

#### b. AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO membagi tanah ke dalam 8 kelompok, A-1 sampai A-8 termasuk sub-sub kelompok. Tanah-tanah dalam tiap kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompoknya yang dihitung dengan rumus-  
rumus empiris. Indeks kelompok (*group index*) (GI) digunakan untuk mengevaluasi lebih lanjut tanah-tanah dalam kelompoknya, dengan persamaan.

$$GI = (F - 35) [0,2 + 0,005 (LL - 40)] + 0,01 (F - 15) (PI - 10)$$

dimana,

GI = indeks kelompok (*group index*)

F = persen butiran lolos saringan no. 200

LL = batas cair

PI = indeks plastisitas

### 2.4. Uji-Uji Sifat Fisis Tanah

#### Kadar Air Tanah

Kadar air ( $w$ ) merupakan perbandingan antara berat air dengan berat butir tanah dimana nilainya dinyatakan dalam persen (%).

$$w = \frac{Ww}{Ws} \times 100$$

dimana,

- w = kadar air (%)
- Ww = berat air (gram)
- Ws = berat butiran padat (gram)

#### Berat Jenis Tanah

Berat jenis tanah (*specific gravity*) adalah perbandingan antara berat isi butir tanah terhadap berat isi air pada temperatur dan volume yang sama.

$$Gs = \frac{(W3 - W1)}{(W2 + (W3 - W1)) - (W4)}$$

dimana,

- Gs = berat jenis tanah
- W1 = berat piknometer (gram)
- W2 = berat piknometer dan air (gram)
- W3 = berat piknometer dan tanah (gram)
- W4 = berat piknometer, air, dan tanah (gram)

#### Batas-Batas Atterberg

Atterberg memberikan cara untuk menggambarkan batas-batas konsistensi dari tanah tersebut dengan mempertimbangkan kandungan kadar air tanah. Batas-batas tersebut adalah batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*), dan batas susut (*shrinkage limit*).

Batas cair (LL) didefinisikan sebagai kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis (batas atas dari daerah plastis). Batas plastis (PL) adalah kadar air pada batas bawah daerah plastis, yaitu kondisi terendah kadar air ketika tanah dalam keadaan plastis.

Batas susut (SL) 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 tanah.

#### Indeks Plastisitas

Indeks Plastisitas adalah selisih antara batas cair dan batas plastis. Indeks plastisitas merupakan interval kadar air tanah yang masih bersifat plastis dan perhitungannya ditunjukkan, dengan rumus:

$$PI = LL - PL$$

#### Analisis Ukuran Butiran Tanah

Analisis ukuran butir dilakukan untuk menentukan distribusi ukuran butir-butir tanah. Pengujian ini dilakukan di laboratorium untuk mendapatkan nilai gradasi suatu tanah. Pengujian ini dilakukan dalam dua tahapan pekerjaan yaitu analisis hidrometer dan analisis saringan.

#### Analisis Hidrometer

Metode ini didasarkan pada hukum Stokes, yang berkenaan dengan kecepatan mengendap butiran pada larutan suspensi.

$$v = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{18\mu} D^2$$

$$D \text{ (mm)} = K \sqrt{\frac{L \text{ (cm)}}{T \text{ (menit)}}}$$

$$K = \sqrt{\frac{30\mu}{(Gs - 1)}}$$

dimana,

- v = kecepatan, sama dengan jarak/waktu (L/t)
- $\gamma_w$  = berat volume air ( $\text{g/cm}^3$ ) = 1  $\text{g/cm}^3$
- $\gamma_s$  = berat volume butiran padat ( $\text{g/cm}^3$ )
- $\mu$  = kekentalan air absolut ( $\text{g.det/cm}^2$ )
- D = diameter butiran tanah (mm)

#### Untuk hidrometer 151 H

$$P = \frac{1606 (R-1)a}{M} \times 100 \%$$

dimana,

- P = persentase tanah terurai dalam suspensi yang lebih kecil dari D (%)
- R = pembacaan hidrometer terkoreksi (R1-R2)
- M = berat tanah asli yang terurai (gram)
- a = angka koreksi untuk hidrometer 152 H berdasarkan nilai Gs

#### Analisis Saringan

Analisis saringan fraksi lolos saringan no.10 dilakukan analisis hidrometer terlebih dahulu dan setelahnya ditentukan jumlah dan distribusi butirnya dengan menggunakan rangkaian saringan dari no.10 (2,00 mm) sampai saringan no.200 (0,075 mm).

Analisis bagian butir yang tertahan saringan no. 200 dengan cara dihitung massa bagian yang lewat masing-masing saringan yang digunakan[9]. Apabila massa bagian yang tertahan pada saringan dengan nomor 10; 30; 40; 50; 100; dan 200 berturut-turut masing-masing adalah b1; b2; b3; b4; b5; dan b6 gram, maka jumlah massa bagian lewat masing-masing saringan seperti pada Tabel 2.2. Dihitung persentase massa lewat masing-masing saringan terhadap massa kering seluruh contoh tanah yang diperiksa M, seperti ditunjukkan pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2.** Analisis Bagian Butir Tertahan Saringan no. 200[10]

Saringan	Jumlah Massa lewat Saringan
No. 200	c6 = B2
100	c5 = c6 + b6

50	$c_4 = c_5 + b_5$
40	$c_3 = c_4 + b_4$
30	$c_2 = c_3 + b_3$
10	$c_1 = c_2 + b_2$

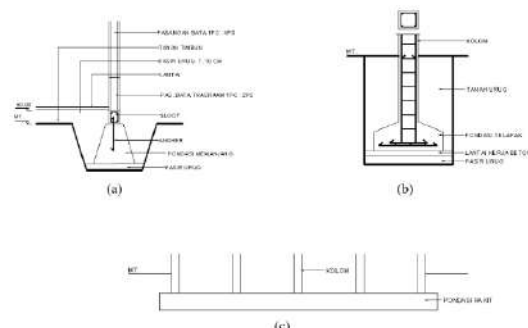
## 2.5. Fondasi

Fondasi adalah suatu bagian dari konstruksi bangunan yang berfungsi meletakkan bangunan dan meneruskan beban bangunan atas (*upper structure/superstructure*) ke dasar tanah yang cukup kuat mendukungnya[8].

## 2.6. Fondasi Dangkal

Fondasi dangkal adalah fondasi yang ditempatkan dengan kedalaman D dibawah permukaan tanah yang kurang dari lebar minimum fondasi (B), fondasi dangkal merupakan fondasi yang kedalamannya dekat dengan permukaan tanah ( $D / B \leq 1$ ). Fondasi dangkal sebagai fondasi yang mendukung bebannya secara langsung, dimana di dalam mendukung beban bangunan mengandalkan tahanan ujung dan tahanan gesek dindingnya[5], yakni:

- Fondasi telapak (*spread footing*) yaitu fondasi yang berdiri sendiri dalam mendukung kolom (Gambar 2.1a);
- Fondasi memanjang (*continuous footing*) yaitu fondasi yang digunakan untuk mendukung dinding memanjang atau digunakan untuk mendukung sederetan kolom-kolom yang berjarak sangat dekat (Gambar 2.1b);
- Fondasi rakit (*raft foundation* atau *mat foundation*) yaitu fondasi yang digunakan untuk mendukung bangunan yang terletak pada tanah lunak atau digunakan bila susunan kolom-kolom jaraknya sedemikian dekat disemua arahnya (Gambar 2.1c).

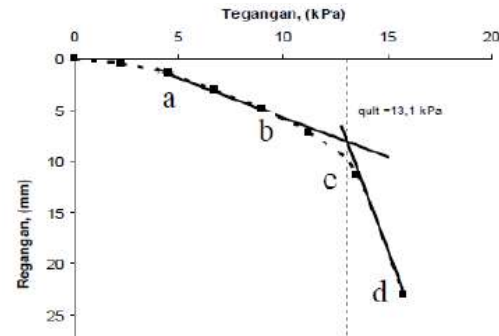


**Gambar 2.1.** Fondasi dangkal: (a) Fondasi memanjang, (b) Fondasi telapak, dan (c) fondasi rakit.

## 2.7. Kapasitas Dukung Fondasi

Untuk menghitung kapasitas dukung fondasi digunakan model grafik yang menghubungkan antara tegangan yang diberikan (pembebanan) terhadap

model fondasi dan besarnya penurunan[2][3], dimana untuk mendapatkan nilai daya dukung ultimit diambil secara konservatif pada perpotongan diantara dua garis lurus yang ditarik dari kurva yang ada[1].



**Gambar 2.2.** Grafik penentuan daya dukung ultimit dari data penelitian

## 2.8. Bearing Capacity Ratio (BCR)

*Bearing Capacity Ratio* (BCR) sebagai rasio antara daya dukung ultimit tanah fondasi yang diperkuat dengan daya dukung ultimit tanah fondasi yang tidak diperkuat yang dinyatakan dalam persen (%) [3]. Nilai BCR ini nantinya digunakan untuk mengetahui kinerja perkuatan dalam menaikkan daya dukung tanah fondasi. *Bearing Capacity Ratio* dinyatakan dalam persamaan berikut:

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

dimana,

BCR = Bearing Capacity Ratio (%)

$q_r$  = Daya dukung ultimit tanah Fondasi yang diperkuat (kPa)

$q_o$  = Daya dukung ultimit tanah Fondasi yang tidak diperkuat (kPa)

## 2.9. Geosintetik

Geosintetik adalah suatu produk buatan pabrik dari bahan polymer yang digunakan dalam sistem / struktur yang berhubungan dengan tanah, batuan, atau bahan rekayasa geoteknik lainnya[7]. Geosintetik mempunyai beberapa fungsi utama, seperti:

- Pemisah atau separasi (*separation*);
- Filtrasi (*filtration*);
- Drainase;
- Tulangan atau perkuatan (*reinforcement*);
- Fungsi proteksi;
- Gabungan fungsi-fungsi.

## 2.10. Geotekstil

Geotekstil adalah material lembaran yang dibuat dari bahan tekstil polymeric, bersifat lolos air, yang dapat berbentuk bahan nir-anyam (*non woven*),

rajutan atau anyaman (*woven*) yang digunakan dalam kontak dengan tanah/batu dan/atau material geoteknik yang lain di dalam aplikasi teknik sipil[7].

### Geotekstil sebagai *Reinforcement* (Tulangan)

Tanah hanya mempunyai kekuatan untuk menahan tekan, tetapi tidak dapat menahan tarik. Kelemahan terhadap tarik ini dipenuhi oleh geotekstil. Geotekstil yang mempunyai kemampuan menahan tarik dapat memberikan perkuatan dalam bentuk tulangan (seperti halnya tulangan beton) dalam berbagai macam bentuk. Material ini dapat diletakkan di bawah timbunan yang dibangun di atas tanah lunak, dapat digunakan untuk membangun penahan tanah, dan dapat pula digunakan untuk perkuatan bahan susun perkerasan jalan beserta tanah dasarnya[7].

## 3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Sampel tanah terbagi atas dua, yakni:

1. Sampel Tanah A untuk lokasi pengambilan di Jalan Joyo Mulyo, Kel. Lempake, Kec. Samarinda Utara;
2. Sampel Tanah B untuk lokasi pengambilan di Jalan Drs. H. Anang Hasyim, Kel. Air Hitam, Kec. Samarinda Ulu.

### 3.1 Pengujian Sifat Fisis Tanah

Terdapat beberapa pengujian yang dilakukan untuk mengetahui sifat fisis dari masing-masing sampel, yakni pengujian kadar air, pengujian berat jenis, pengujian batas-batas konsistensi (Atterberg), dan pengujian analisis butir tanah. Hasil dari masing-masing pengujian ditabulasikan sebagai berikut:

**Tabel 3.1.** Rekapitulasi hasil pengujian sifat fisis

Parameter	Sampel A	Sampel B
Kadar Air (w)	39,67	22,57
Berat Jenis (Gs)	2,66	2,59
Batas Cair (LL)	50,202	38,172
Batas Plastis (PL)	34,65	27,46
Batas Susut (SL)	36,589	27,935
Indeks Plastisitas (PI)	15,554	10,712
Lolos Saringan 200	52,17	59,17
Grain Size – Pasir	0	0
Grain Size – Lanau	47,83	40,83
Grain Size Lempung	52,17	59,17

Secara kasat mata, tanah sampel A lebih plastis dibandingkan tanah sampel B, yang dapat dilihat pula pada nilai batas plastis dimana sampel tanah A memiliki batas plastis sebesar 34,65 % dibandingkan tanah sampel B yang memiliki batas plastis sebesar 27,46 %. Hal ini juga dilihat dari tingkat kadar air masing-masing tanah, dimana tanah sampel A cenderung lebih basah dibandingkan tanah sampel B. Hal ini dapat dilihat dari tingkat kadar air pada

masing-masing sampel. Tanah sampel A memiliki kadar air sebesar 39,67%, sementara itu tanah sampel B memiliki kadar air sebesar 22,57.

### Klasifikasi Tanah

Untuk mengetahui jenis tanah maka dilakukan klasifikasi tanah dengan metode *Unified Soil Classification System* dan AASHTO menggunakan data hasil pengujian sifat fisis. Klasifikasi untuk masing-masing sampel dapat dilihat pada Tabel 3.2.

**Tabel 3.2.** Rekapitulasi hasil klasifikasi tanah

Sampel	<i>Unified</i>	AASHTO
Tanah A	OH	A-7-5
Tanah B	CL	A-6

OH yaitu lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi, sementara itu CL merupakan lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus. Subkelompok A-7-5 termasuk tanah berlempung, sementara A-6 termasuk pula di tanah berlempung. Dapat disimpulkan dari klasifikasi tanah berdasarkan sistem *Unified* dan AASHTO maka kedua sampel tanah yang diuji merupakan tanah lempung yang sesuai dengan objek penelitian yang ingin diteliti.

### 3.2 Pengujian Sifat Mekanis Tanah

Pembebanan yang dilakukan pada model pengujian menggunakan beban yang dinyatakan dalam satuan kilogram (kg). Beban yang diberikan bekerja pada bidang alas fondasi yang dinyatakan dalam satuan sentimeter persegi (cm<sup>2</sup>). Pada grafik hubungan antara pembebanan dan penurunan, digunakan satuan kilopascal (kPa) untuk menyatakan satuan dari pembebanan yang diberikan terhadap pemodelan. Untuk keperluan perhitungan, maka dilakukan konversi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Luas alas model fondasi} &= p \times l \\ &= 5 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \\ &= 25 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Untuk 1 kg beban yang bekerja pada bidang alas, maka nilai tegangan (*stress*) adalah sebesar:

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Pembebanan (kg)}}{\text{Luas penampang (cm}^2\text{)}} \\ &= \frac{1 \text{ kg}}{25 \text{ cm}^2} = 0,04 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Seluruh beban yang diberikan pada model pengujian dengan satuan massa kilogram (kg) akan dikonversi ke kg/cm<sup>2</sup>, untuk kemudian dikonversikan ke satuan kPa, dimana konversi dari 1 kg/cm<sup>2</sup> =

98,0665 kPa. Konversi dapat dilakukan dengan persamaan:

$$\text{kg/cm}^2 \rightarrow \text{kPa} = \frac{m}{25} \times 98.0665$$

dimana,

m = massa beban yang diberikan (kg)

Nilai  $q_{ult}$  dapat diketahui dengan menarik perpotongan antara dua garis lurus dari kurva secara konservatif, dimana garis lurus tersebut dibuat dengan melihat bagian kurva yang memiliki kecenderungan lurus terpanjang pada masing-masing ujungnya. Untuk mengetahui nilai  $q_{ult}$  dari hasil penarikan perpotongan garis dapat digunakan interpolasi dua nilai tegangan pada axis Y grafik yang berada di sisi kiri dan kanan garis bantu penarikan perpotongan.

### Daya Dukung Sampel Tanah A

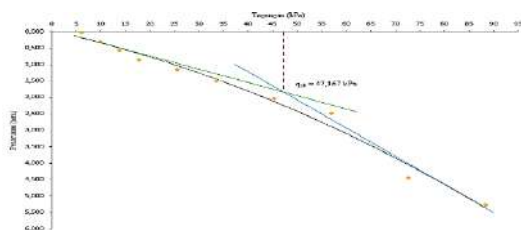
Sampel tanah dari Joyo Mulyo, Samarinda Utara dikelompokkan sebagai berikut:

1. Sampel A.1, tanpa perkuatan;
2. Sampel A.2, dengan perkuatan 1 lapis geotekstil;
3. Sampel A.3, dengan perkuatan 2 lapis geotekstil

Berdasarkan tabulasi penurunan fondasi pada tanah sampel A.1 (lihat Tabel 3.2), dibuat grafik hubungan antara pembebanan dan penurunan untuk menentukan daya dukung ultimit ( $q_{ult}$ ) tanah tersebut, yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.

**Tabel 3.2.** Tabulasi pembebanan dan penurunan pada tanah sampel A.1

Tegangan (kPa)	Penurunan Rata-Rata (mm)
5,88	0
9,81	0,295
13,73	0,56
17,65	0,85
25,50	1,14
33,34	1,485
45,11	2,02
56,88	2,475
72,57	4,43
88,26	5,265



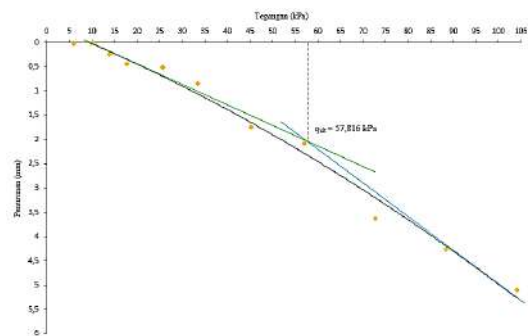
**Gambar 3.1.** Grafik hubungan tegangan dan penurunan sampel A.1

Berdasarkan tabulasi penurunan fondasi pada tanah sampel A.2 (lihat Tabel 3.4), dibuat grafik hubungan antara pembebanan dan penurunan untuk

menentukan daya dukung ultimit ( $q_{ult}$ ) tanah tersebut, yang dapat dilihat pada Gambar 3.2.

**Tabel 3.3.** Tabulasi pembebanan dan penurunan pada tanah sampel A.2

Tegangan (kPa)	Penurunan Rata-Rata (mm)
5,88	0
9,81	0,003
13,73	0,218
17,65	0,42
25,50	0,495
33,34	0,83
45,11	1,725
56,88	2,06
72,57	3,615
88,26	4,25
103,95	5,085

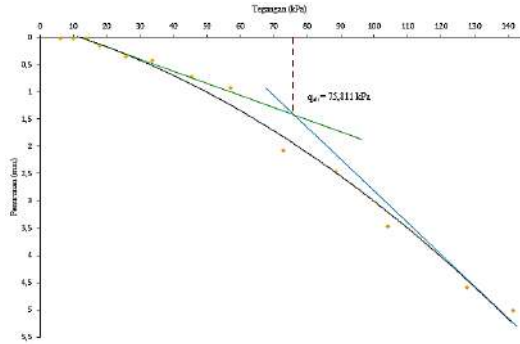


**Gambar 3.2.** Grafik hubungan tegangan dan penurunan sampel A.2

Berdasarkan tabulasi penurunan fondasi pada tanah sampel A.3 (lihat Tabel 3.5), dibuat grafik hubungan antara pembebanan dan penurunan untuk menentukan daya dukung ultimit ( $q_{ult}$ ) tanah tersebut, yang dapat dilihat pada Gambar 3.3.

**Tabel 3.4.** Tabulasi pembebanan dan penurunan pada tanah sampel A.3

Tegangan (kPa)	Penurunan Rata-Rata (mm)
5,88	0
9,81	0
13,73	0
17,65	0,14
25,50	0,345
33,34	0,42
45,11	0,71
56,88	0,915
72,57	2,055
88,26	2,44
103,95	3,455
127,49	4,575
141,22	5,005



**Gambar 3.3.** Grafik hubungan tegangan dan penurunan sampel A.3

Berdasarkan Gambar 3.1, Gambar 3.2, dan Gambar 3.3 didapatkan bahwa nilai daya dukung ultimit ( $q_{ult}$ ) pada masing-masing sampel tanah A adalah sebagai berikut:

**Tabel 3.5.** Nilai  $q_{ult}$  pada sampel tanah A

Sampel	$q_{ult}$ (kPa)
A.1 (Non-geotekstil)	47,167
A.2 (1 lapis geotekstil)	57,816
A.3 (2 lapis geotekstil)	75,811

#### Bearing Capacity Ratio Sampel Tanah A

Nilai *Bearing Capacity Ratio* (BCR) dari sampel dengan perkuatan 1 lapis geotekstil terhadap sampel tanah A tanpa perkuatan adalah:

$$BCR = \frac{q_r}{q_o} = \frac{57,816}{47,167} = 1,226 \rightarrow 22,58 \%$$

Nilai *Bearing Capacity Ratio* (BCR) dari sampel dengan perkuatan 2 lapis geotekstil terhadap sampel tanah A tanpa perkuatan adalah:

$$BCR = \frac{q_r}{q_o} = \frac{75,811}{47,167} = 1,607 \rightarrow 60,73 \%$$

#### Daya Dukung Sampel Tanah B

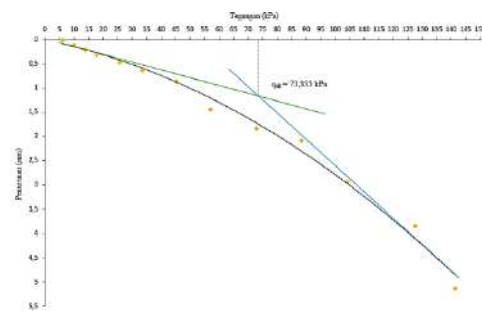
Sampel tanah Drs. Anang Hasyim, Samarinda Ulu dikelompokkan sebagai berikut:

1. Sampel B.1, tanpa perkuatan;
2. Sampel B.2, dengan perkuatan 1 lapis geotekstil;
3. Sampel B.3, dengan perkuatan 2 lapis geotekstil

Berdasarkan tabulasi penurunan fondasi pada tanah sampel B.1 (lihat Tabel 3.7), dibuat grafik hubungan antara pembebanan dan penurunan untuk menentukan daya dukung ultimit ( $q_{ult}$ ) tanah tersebut, yang dapat dilihat pada Gambar 3.4.

**Tabel 3.6.** Tabulasi pembebanan dan penurunan pada tanah sampel B.1

Tegangan (kPa)	Penurunan Rata-Rata (mm)
5,88	0
9,81	0,1
13,73	0,195
17,65	0,295
25,50	0,45
33,34	0,625
45,11	0,85
56,88	1,43
72,57	1,825
88,26	2,07
103,95	2,925
127,49	3,83
141,22	5,12

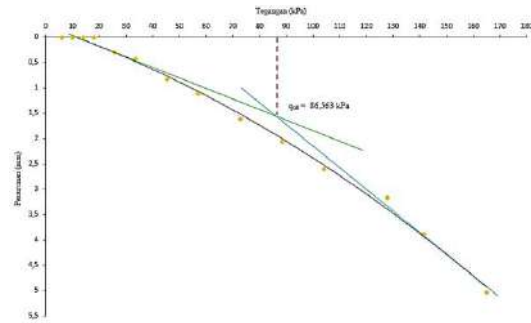


**Gambar 3.4.** Grafik hubungan tegangan dan penurunan sampel B.1

Berdasarkan tabulasi penurunan fondasi pada tanah sampel B.2 (lihat Tabel 3.8), dibuat grafik hubungan antara pembebanan dan penurunan untuk menentukan daya dukung ultimit ( $q_{ult}$ ) tanah tersebut, yang dapat dilihat pada Gambar 3.5.

**Tabel 3.7.** Tabulasi pembebanan dan penurunan pada tanah sampel B.2

Tegangan (kPa)	Penurunan Rata-Rata (mm)
5,88	0
9,81	0
13,73	0
17,65	0
25,50	0,295
33,34	0,415
45,11	0,82
56,88	1,1
72,57	1,6
88,26	2,045
103,95	2,59
127,49	3,15
141,22	3,88
164,75	5,025

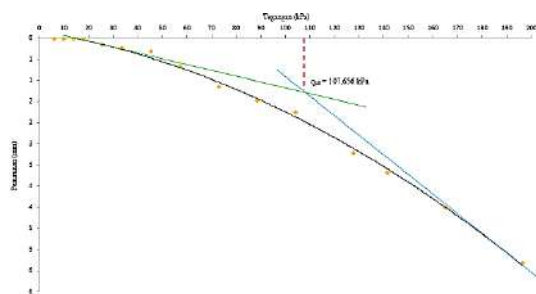


Gambar 3.5. Grafik hubungan tegangan dan penurunan sampel B.2

Berdasarkan tabulasi penurunan fondasi pada tanah sampel B.3 (lihat Tabel 3.9), dibuat grafik hubungan antara pembebanan dan penurunan untuk menentukan daya dukung ultimit ( $q_{ult}$ ) tanah tersebut, yang dapat dilihat pada Gambar 3.6

Tabel 3.8. Tabulasi pembebanan dan penurunan pada tanah sampel B.3

Tegangan (kPa)	Penurunan Rata-Rata (mm)
5,88	0
9,81	0
13,73	0
17,65	0
25,50	0,14
33,34	0,22
45,11	0,30
56,88	0,66
72,57	1,13
88,26	1,47
103,95	1,75
127,49	2,70
141,22	3,17
164,75	3,99
196,13	5,30



Gambar 3.6. Grafik hubungan tegangan dan penurunan sampel B.3

Berdasarkan Gambar 3.4, Gambar 3.5, dan Gambar 3.6 didapatkan bahwa nilai daya dukung ultimit ( $q_{ult}$ ) pada masing-masing sampel tanah B adalah sebagai berikut

Tabel 3.9. Nilai  $q_{ult}$  pada sampel tanah B

Sampel	$q_{ult}$ (kPa)
B.1 (Non-geotekstil)	73,333
B.2 (1 lapis geotekstil)	86,563
B.3 (2 lapis geotekstil)	107,656

### Bearing Capacity Ratio Sampel Tanah A

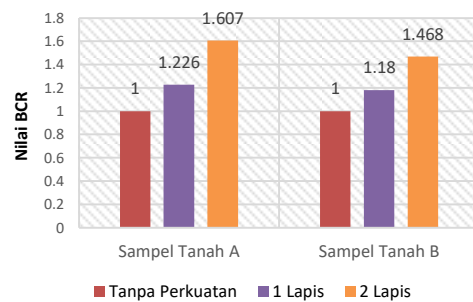
Nilai *Bearing Capacity Ratio* (BCR) dari sampel dengan perkuatan 1 lapis geotekstil terhadap sampel tanah A tanpa perkuatan adalah:

$$BCR = \frac{q_r}{q_o} = \frac{86,563}{73,333} = 1,180 \rightarrow 18,04 \%$$

Nilai *Bearing Capacity Ratio* (BCR) dari sampel dengan perkuatan 2 lapis geotekstil terhadap sampel tanah A tanpa perkuatan adalah:

$$BCR = \frac{q_r}{q_o} = \frac{107,656}{73,333} = 1,468 \rightarrow 46,80 \%$$

### Perbandingan Nilai BCR



Gambar 3.7. Grafik perbandingan nilai BCR terhadap jumlah lapis geotekstil

Penggunaan geotekstil sebagai lapis perkuatan pada sampel tanah A memberikan penambahan daya dukung tanah yang lebih besar persentasenya dibandingkan pada sampel tanah B. Apabila ditinjau dari sifat fisis masing-masing sampel tanah yang diuji, sampel tanah A memiliki nilai kadar air, batas plastis dan indeks plastisitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampel tanah B. Penggunaan geotekstil sebagai perkuatan dapat digunakan pada tanah lempung yang memiliki karakteristik berupa sifat fisis yang beragam, dimana penggunaan geotekstil tersebut akan menjadi lebih efektif apabila digunakan pada tanah yang memiliki sifat fisis serupa atau yang mendekati sifat fisis dari sampel tanah A. Penggunaan geotekstil ini diharapkan menjadi tindakan preventif terhadap penurunan fondasi dangkal setelah periode tertentu di masa depan akibat kondisi fisis tanah lempung yang memungkinkan terjadinya penurunan dikarenakan beban mati dan beban hidup yang bekerja terhadap fondasi dangkal.



#### 4. PENUTUP

##### Kesimpulan

1. Jenis tanah berdasarkan sistem klasifikasi Unified untuk sampel tanah A adalah OH yaitu lempung organik dan sampel tanah B adalah CL yaitu lempung tak organik. Sementara itu, berdasarkan klasifikasi tanah sistem AASHTO, tanah sampel A termasuk dalam sub-kelompok tanah A-7-5 berupa tanah berlempung dan untuk sampel tanah B termasuk dalam sub-kelompok tanah A-6 berupa tanah berlempung;
2. Sampel tanah A yang tidak mendapat perkuatan (A.1), dengan perkuatan 1 lapis geotekstil (A.2), dan dengan perkuatan 2 lapis geotekstil (A.3) memiliki daya dukung ultimit masing-masing sebesar 47,167 kPa, 57,816 kPa dan 75,811 kPa. Sampel tanah B yang tidak mendapat perkuatan (B.1), dengan perkuatan 1 lapis geotekstil (B.2), dan dengan perkuatan 2 lapis geotekstil (B.3) memiliki daya dukung ultimit masing-masing sebesar 73,333 kPa, 86,563 kPa dan 107,656 kPa.
3. Persentase peningkatan daya dukung ultimit tanah lempung ditinjau dari nilai *Bearing Capacity Ratio* (BCR) untuk sampel tanah A dengan 1 lapis geotekstil adalah sebesar 22,58% dan sebesar 60,73% untuk 2 lapis geotekstil. Sementara itu, untuk sampel tanah B dengan 1 lapis geotekstil mengalami peningkatan sebesar 18,04% dan sebesar 46,80% untuk 2 lapis geotekstil.

##### Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya, agar dapat melakukan variasi dalam jarak antar lapisan geotekstil dengan permukaan tanah beserta jumlah lapis geotekstil yang digunakan;
2. Agar dapat menggunakan alat pembebanan berupa pompa hidrolis yang dilengkapi dengan *data logger* untuk melakukan pencatatan secara *real time*.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Adams, M.T, Collins, J.G., 1997, *Large Model Spread Footing Load Tests on Geosynthetic Reinforced Soil Foundations*, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, vol. 123, pp. 66-72
2. Nugroho, S.A., 2011, *Studi Daya Dukung Pondasi Dangkal pada Tanah Gambut dengan Kombinasi Geotekstil dan Grid Bambu*, Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil, vol. 18, no.1, pp. 31-40
3. Ramli, F., 2014, *Penggunaan Terpal dan Grid Bambu sebagai Alternatif Perbaikan Tanah Terhadap Penurunan Pondasi Dangkal pada Tanah Gambut*. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, vol. 2, no. 3, pp. 343-349
4. Tjandrawibawa, S., Patmadjaja, H., 2002, *Pemodelan Fondasi Dangkal dengan Menggunakan Tiga Lapis Geotekstil di Atas Tanah Liat Lunak*, Dimensi Teknik Sipil, vol 4, no. 1, pp. 15-18
5. Hardiyatmo, H.C., 2006, *Teknik Fondasi 1*, edk 3, Beta Offset, Yogyakarta
6. Hardiyatmo, H.C., 2012, *Mekanika Tanah 1*, edk 6, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
7. Hardiyatmo, H.C., 2017, *Geosintetik untuk Rekayasa Jalan Perancangan dan Aplikasi*, edk 2, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
8. Halibu, E.Z., 2015, *Perencanaan Fondasi Bored Pile dan Metode Pelaksanaan pada Proyek Pembangunan Gedung RSJ Prof. Dr. V.L. Ratumbusang Manado*, Politeknik Negeri Manado, Manado
9. Badan Standarisasi Nasional, 2008, *Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah*, Badan Standarisasi Nasional, SNI 3423-2008
10. Fakultas Teknik Universitas Mulawarman, 2006, *Panduan Praktikum Laboratorium Rekayasa Sipil*