

Pengaruh Ukuran dan Kedalaman Geotekstil Teranyam Tipe HRX 200 terhadap Daya Dukung Ultimit dan Penurunan Tanah Lempung Lunak

(The Effect of Dimention and Placement Depth of Woven Geotextile Type HRX 200 on Ultimate Bearing Capacity and Settlement of Soft Clay Soil)

ANITA WIDIANTI, AZMANIA, BUDI KURNIAWAN THIRAYO

ABSTRACT

Geotextile as one of improvement material in soft clay soil has been widely used. This study aims to examine the effect of geotextile dimention and placement depth on ultimate bearing capacity, settlement and Bearing Capacity Ratio of soft clay soil. This test was conducted on a series of square plate foundation loading of 10 cm width on clay soil sample and installing one layer of geotextile-improvement inside with several dimention variations and geotextile depth. Clay soil is on soft condition taken into a box model made of steel plate with the dimention of 120 cm x 120 cm x 100 cm. The result of this research shows that dimension and depth of geotextile affected the bearing capacity and settlement of soft clay soil. There were improvement in ultimate bearing capacity of as high as 3 times higher for geotextile 3Bx3B; 4 times higher for geotextile 4Bx4B; 5 times higher for geotextile 5Bx5B and 6 times higher for geotextile 6Bx6B comparing with bearing capacity of non supported-clay soil. Decreasing of settlement on clay soil was observed on the 3Bx3B improvement (twice lower), and 3 times lower, 4 times lower and 5 times lower for 4Bx4B, 5Bx5B, 6Bx6B, respectively. Geotextile which placed at a depth of 0.4 B and 0.8 B resulted in increased ultimate bearing capacity by 3.13 times. Dimension and depth geotextile also affect the value of BCR. The highest BCR was on the dimention 6Bx6B on the depth of 0.6 B.

Keywords: soft clay soil, geotextile, ultimate bearing capacity, settlement

PENDAHULUAN

Salah satu karakteristik tanah lempung lunak adalah indeks plastisitasnya yang tinggi serta perilakunya mengembang bila terkena air. Selain itu tanah lempung lunak juga memiliki daya dukung yang kecil dan kompresibilitasnya yang besar. Tentunya hal ini akan sangat membahayakan konstruksi yang akan dibangun di atasnya. Melihat kondisi tersebut bangunan yang didirikan di atas tanah lempung lunak harus memperhatikan dan memperhitungkan besarnya daya dukung dan penurunan tanah yang akan terjadi.

Geotekstil adalah bahan sintetis berbentuk lembaran yang dapat dipergunakan untuk memperbesar daya dukung tanah pada tanah yang bermasalah seperti tanah lempung lunak. Umumnya geotekstil dipakai pada pekerjaan-

pekerjaan timbunan untuk meningkatkan stabilitas timbunan, sedangkan untuk perbaikan tanah di bawah fondasi masih belum banyak dikembangkan.

Banyak parameter yang mempengaruhi hasil pemasangan geotekstil sebagai bahan perkuatan pada tanah lempung, diantaranya adalah kuat tarik geotekstil, kedalaman pemasangan geotekstil terhadap dasar fondasi, jarak antara geotekstil, dan lebar geotekstil.

Penelitian ini bertujuan mengkaji seberapa besar pengaruh ukuran dan kedalaman geotekstil terhadap besarnya kuat dukung ultimit dan penurunan serta nilai *Bearing Capacity Ratio* pada tanah lempung lunak.

Nugroho dan Rachman (2009) menyatakan bahwa pemasangan geotekstil dengan dimensi 4Bx4B yang dipasang pada kedalaman 0,25B menghasilkan daya dukung maksimal yang besarnya hingga mencapai 3 kali lipat daya

dukung tanah gambut tanpa perkuatan. Nugroho et al. (2010) melakukan penelitian serupa, namun menggunakan perkuatan kombinasi geogrid dan geotekstil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya dukung maksimal mencapai 4 kali lipat daya dukung tanpa perkuatan, yang terjadi pada geogrid berdimensi 5B yang diletakkan pada jarak 0,25B dari bawah pondasi dan rasio spasi vertikal geogrid dan geotekstil sebesar 0,25.

Alihudien et al. (2012) meneliti pengaruh perkuatan geotekstil teranyam terhadap daya dukung tanah lempung konsistensi medium. Pengujian utama menggunakan model fondasi telapak bujur sangkar dengan sisi (B) 5 cm. Geosintetik yang digunakan adalah geotekstil teranyam berbentuk bujursangkar dengan dimensi bervariasi, yaitu 1,5B, 2B dan 3B. Geosintetik dipasang pada kedalaman bervariasi, yaitu 0,25B, 0,5B dan 1B. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rasio kedalaman geotekstil dan lebar fondasi (d/B) yang semakin besar menyebabkan nilai *Bearing Capacity Ratio (BCR)*nya semakin rendah. Rasio lebar geotekstil dan lebar fondasi (l/B) yang semakin besar menyebabkan nilai BCR tidak selalu naik, karena sampai pada nilai tertentu akan turun. Rasio spasi geotekstil dan lebar fondasi (z/B) yang semakin besar menyebabkan nilai BCR semakin meningkat.

METODE PENELITIAN

Bahan

1. Tanah lempung, berasal dari Wates, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Material perkuatan tanah berupa geotekstil teranyam tipe HRX 200 dari PT. Tetrasa Geosinindo dengan kuat tarik 20 kN/m.

Alat

Secara rinci komponen peralatan diuraikan sebagai berikut:

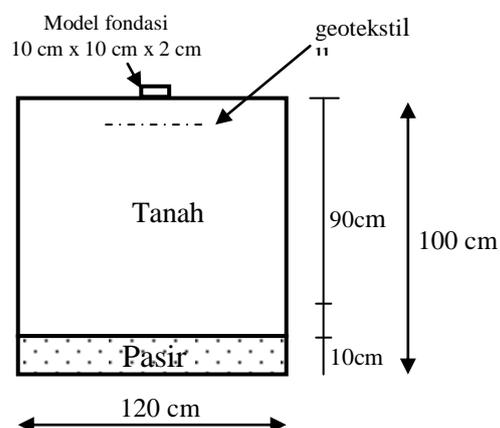
1. Kotak model (*model box*) yang terbuat dari pelat baja berukuran $120 \times 120 \times 100 \text{ cm}^3$ sebagai tempat tanah dasar fondasi. Kotak model dilengkapi rangka beban (*loading frame*) yang setiap elemennya terbuat dari baja L.70.70.7 dan baut pengaitnya berukuran $\varnothing 1''$.

2. Mesin penekan (*loading cell*) dilengkapi *proving ring* berkapasitas 50 kN yang digerakkan secara mekanis dengan motor elektrik. Kecepatan pembebanan yang diberikan kepada benda uji selama pengujian berlangsung adalah 1 mm/menit atau 0,0167 mm/detik.
3. *Dial gauge indicator* digunakan untuk mengukur besarnya penurunan vertikal (*vertical displacement*) yang terjadi pada model fondasi pada saat pembebanan vertikal. *Dial gauge indicator* dipasang pada sisi kanan dan kiri pada pelat model fondasi.
4. Model fondasi berbentuk bujur sangkar yang terbuat dari pelat baja dengan ukuran lebar (B) 10 cm dan tebal 2 cm.

Desain Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen di laboratorium berupa serangkaian pembebanan pelat fondasi pada benda uji tanah lempung lunak yang di dalamnya dipasang perkuatan geotekstil 1 lapis dengan berbagai variasi ukuran dan kedalaman. Dalam penelitian ini digunakan 4 variasi ukuran geotekstil (3B, 4B, 5B dan 6B) dan 6 variasi kedalaman pemasangan geotekstil (0B; 0,2B; 0,4B; 0,6B; 0,8B dan 1B dari dasar fondasi). Penggunaan 4 variasi ukuran dan 6 variasi kedalaman ini dimaksudkan untuk membandingkan daya dukung ultimit dan penurunan yang terjadi. Masing-masing variasi ukuran dan kedalaman geotekstil dilakukan pengujian sebanyak 2 kali.

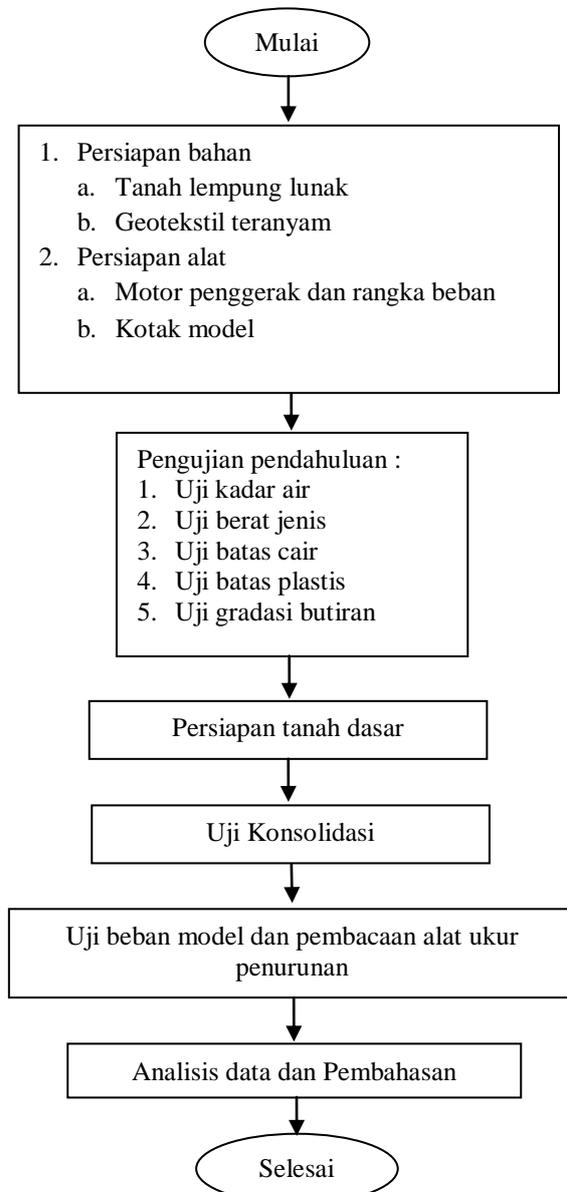
Skema pengujian model dapat dilihat pada Gambar 1.



GAMBAR 1. Skema pengujian model

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ditampilkan pada Gambar 2.



GAMBAR 2. Bagan alir tahapan penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Sifat Fisis Tanah

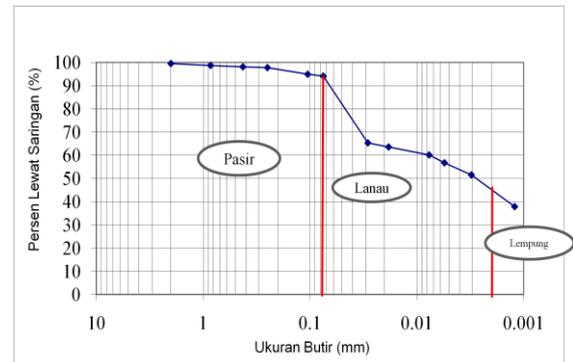
Hasil uji sifat fisis dari sampel tanah dapat dilihat dalam Tabel 1. Tanah yang digunakan terdiri dari butiran lempung sebanyak 37,77%, lanau sebanyak 56,23%, dan pasir sebanyak 6% (Gambar 3). Berdasarkan hasil batas cair dan batas plastis, dapat diketahui bahwa

sampel tanah yang diuji menurut USCS termasuk dalam klasifikasi OH dan menurut AASHTO termasuk dalam klasifikasi A-7-5.

Dari hasil pengujian konsolidasi, tanah memiliki indeks pemampatan (C_c) sebesar 0,533, yang menunjukkan bahwa tanah termasuk jenis tanah lempung lunak.

TABEL 1. Hasil uji sifat-sifat fisis tanah

| No. | Parameter | Hasil |
|-----|---------------------------|---------|
| 1. | Berat Jenis, Gs | 2,64 |
| 2. | Kadar air | 43,53% |
| 3. | Batas-batas konsistensi : | |
| | a. Batas cair, LL | 75,50 % |
| | b. Batas Plastis, PL | 39,14% |
| | c. Indeks plastisitas, PI | 36,36% |
| 4 | Konsolidasi : | |
| | Indeks kompresi (C_c) | 0,533 |



GAMBAR 3. Distribusi ukuran butiran tanah yang digunakan

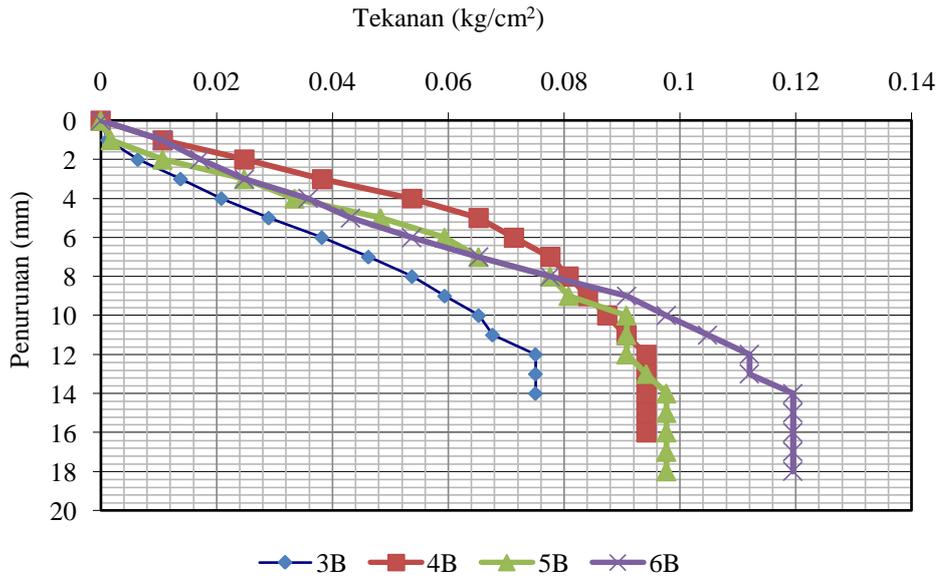
Hubungan Antara Tekanan dan Penurunan

Karakteristik penurunan pada fondasi akibat tekanan yang bekerja di atasnya dapat dikaji dari hasil uji beban. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5. Dari setiap pengujian diperoleh 2 hasil pembacaan penurunan yang kemudian diambil nilai rata-ratanya.

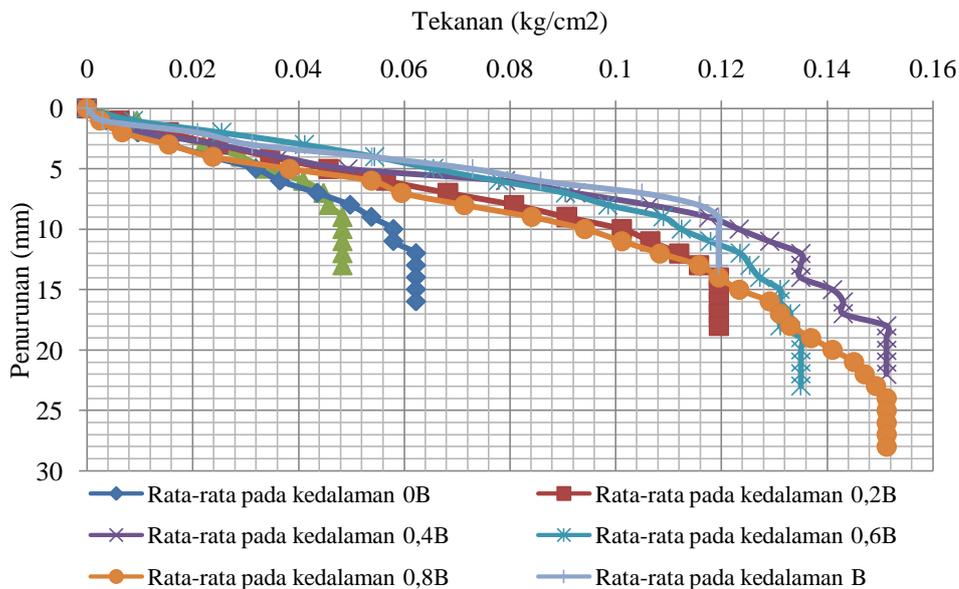
Pengaruh Ukuran Geotekstil terhadap Daya Dukung Ultimit dan Penurunan

1. Daya dukung ultimit

Dari Gambar 4 dapat diketahui bahwa fondasi dengan penambahan perkuatan geotekstil mampu menerima beban yang lebih tinggi dibanding dengan fondasi tanpa perkuatan geotekstil (tanah asli).



GAMBAR 4. Hasil uji pembebanan pada perkuatan geotekstil dengan ukuran yang bervariasi



GAMBAR 5. Hasil uji pembebanan pada perkuatan geotekstil dengan kedalaman yang bervariasi

Semakin besar ukuran geotekstil sebagai perkuatan, maka semakin besar daya dukung ultimit yang diperoleh. Peningkatan daya dukung ultimit terhadap fondasi tanpa perkuatan masing-masing sebesar 3 kali lipat lebih besar, 4 kali lipat lebih besar, 5 kali lipat lebih besar, dan 6 kali lipat lebih besar untuk geotekstil dengan ukuran 3B, 4B, 5B dan 6B. Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan ukuran geotekstil, maka semakin besar kekuatan geser antara serat-serat

geotekstil dan partikel-partikel tanah untuk melawan gaya yang menyebabkan keruntuhan.

2. Penurunan

Tekanan maksimum yang dapat diterima fondasi sebelum adanya perkuatan dari geotekstil adalah sebesar $0,017 \text{ kg/cm}^2$. Pada tekanan tersebut penurunan untuk fondasi tanpa perkuatan adalah sebesar 12 mm, sedangkan untuk fondasi dengan perkuatan 3B, 4B, 5B, dan 6B dapat dilihat pada Tabel 2.

TABEL 2. Hasil penurunan pada tekanan tertentu untuk variasi ukuran geotekstil

| Skema | Tekanan (kg/cm ²) | Penurunan (mm) | Keterangan |
|-----------------|-------------------------------|----------------|------------------------|
| Tanpa Perkuatan | 0,017 | 12 | Tekanan maksimum |
| Geotekstil 3B | 0,017 | 3,5 | Tekanan belum maksimum |
| Geotekstil 4B | 0,017 | 2,5 | Tekanan belum maksimum |
| Geotekstil 5B | 0,017 | 2,2 | Tekanan belum maksimum |
| Geotekstil 6B | 0,017 | 2 | Tekanan belum maksimum |

Berdasarkan Tabel 2 dapat disimpulkan bahwa pemberian lapisan perkuatan di bawah fondasi dapat mengurangi penurunan tanah. Pengurangan penurunan pada tanah lempung lunak dengan perkuatan berukuran 3B, 4B, 5B, dan 6B masing-masing sebesar 2 kali lipat, 3 kali lipat, 4 kali lipat dan 5 kali lipat lebih kecil dari penurunan tanpaperkuatan. Pengurangan besarnya penurunan ini menunjukkan bahwa adanya kontribusi kekuatan tarik dari geotekstil untuk melawan gaya geser yang menyebabkan terjadinya keruntuhan plastis.

Pengaruh Kedalaman Geotekstil terhadap Daya Dukung Ultimit dan Penurunan

1. Daya dukung

Pada Gambar 5 dapat diketahui bahwa geotekstil yang diletakkan pada kedalaman 0,4B dan 0,8B menghasilkan daya dukung ultimit paling besar. Peningkatan nilai daya dukung ultimit ini menunjukkan adanya kontribusi kekuatan tarik dari geotekstil untuk melawan gaya geser yang mengakibatkan keruntuhan plastis. Geotekstil yang diletakkan di bawah dasar fondasi dapat mengurangi tegangan-tegangan pada lapisan tanah di bagian bawah, yaitu ketika lapisan ini mengalami tarikan akibat beban yang bekerja. Dengan menempatkan geotekstil pada kedalaman tertentu, integritas struktur tanah lebih terjaga. Ketika tanah menerima tekanan, tekanan tersebut disebarkan ke area yang lebih luas dan dengan demikian geotekstil dapat mengurangi intensitas tekanan ke tanah yang ada di bawahnya.

Bila dibandingkan dengan daya dukung tanah tanpa perkuatan terdapat penambahan daya

dukung ultimit sebesar 1,3 kali lipat lebih besar untuk geotekstil pada kedalaman 0B; 2,5 kali lipat lebih besar untuk geotekstil pada kedalaman 0,2B; 3,13 kali lipat lebih besar untuk geotekstil pada kedalaman 0,4B; 2,8 kali lipat lebih besar untuk geotekstil pada kedalaman 0,6B; 3,13 kali lipat lebih besar untuk kedalaman 0,8B dan 2,5 kali lipat lebih besar untuk geotekstil pada kedalaman 1B.

2. Penurunan

Pada tekanan 0,017 kg/cm², penurunan untuk fondasi tanpa perkuatan adalah sebesar 12 mm. Untuk fondasi dengan kedalaman perkuatan sebesar 0B; 0,2B; 0,4B; 0,6B; 0,8B dan 1B, besarnya penurunan masing-masing dapat dilihat pada Tabel 3. Letak kedalaman geotekstil terbukti mempengaruhi besarnya penurunan tanah. Dari penelitian ini diketahui letak kedalaman yang menghasilkan nilai penurunan paling rendah adalah pada kedalaman 0,6B.

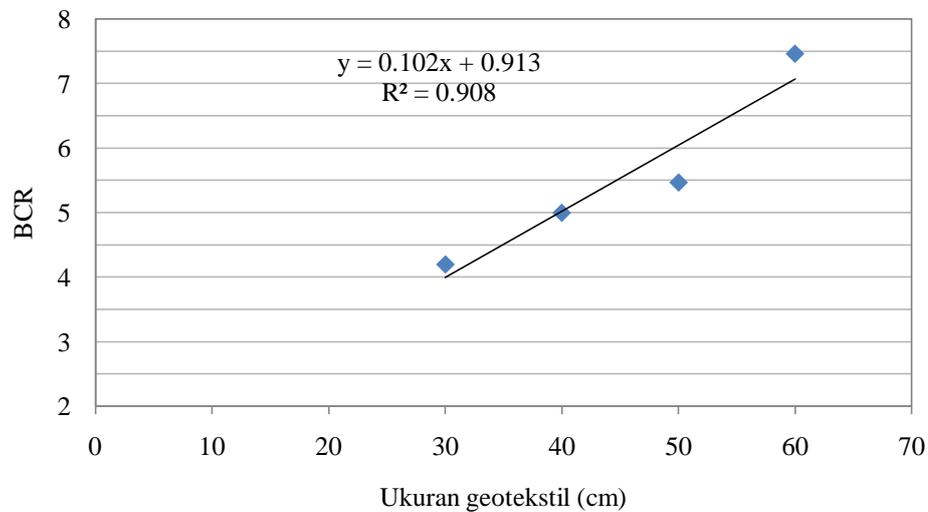
Bearing Capacity Ratio

Pengaruh ukuran dan kedalaman pemasangan geotekstil terhadap daya dukung ultimit pada tanah lempung lunak dapat juga dipelajari dari nilai *Bearing Capacity Ratio* (BCR). Analisis pengaruhnya digunakan analisis regresi seperti yang dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7.

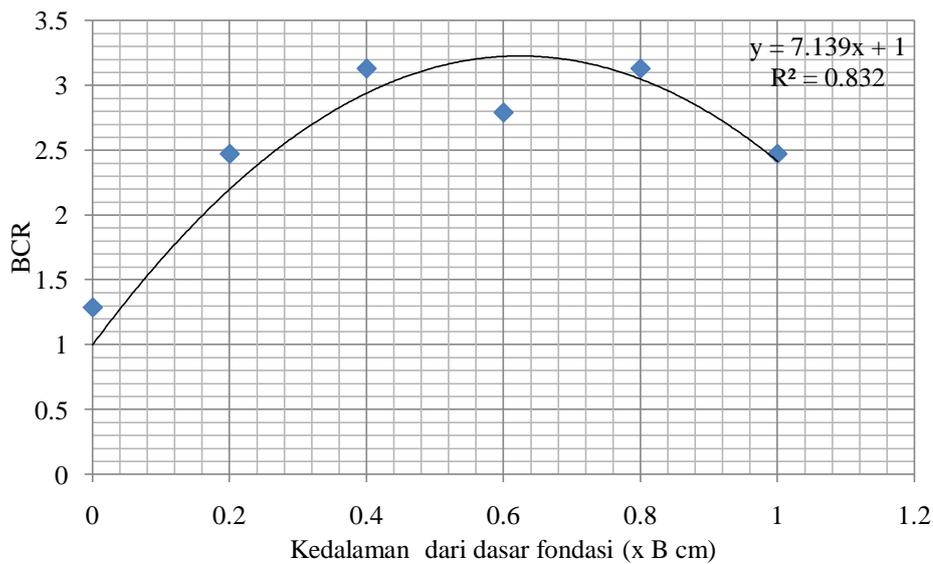
Dari analisis regresi tampak bahwa ukuran dan kedalaman geotekstil sangat berpengaruh terhadap BCR. Semakin besar ukuran geotekstil maka semakin tinggi nilai BCRnya. Sedangkan berdasarkan kedalamannya nilai BCR paling optimum berada pada kedalaman 0,6B.

TABEL 3. Hasil penurunan pada tekanan tertentu untuk variasi kedalaman pemasangan geotekstil

| Variasi | Tekanan (kg/cm ²) | Penurunan (mm) | Keterangan |
|--------------------------|-------------------------------|----------------|------------------------|
| Tanpa Perkuatan | 0,017 | 12 | Tekanan maksimum |
| Perkuatan kedalaman 0B | 0,017 | 7,5 | Tekanan belum maksimum |
| Perkuatan kedalaman 0,2B | 0,017 | 5 | Tekanan belum maksimum |
| Perkuatan kedalaman 0,4B | 0,017 | 4,75 | Tekanan belum maksimum |
| Perkuatan kedalaman 0,6B | 0,017 | 3,25 | Tekanan belum maksimum |
| Perkuatan kedalaman 0,8B | 0,017 | 5,5 | Tekanan belum maksimum |
| Perkuatan kedalaman B | 0,017 | 3,75 | Tekanan belum maksimum |



GAMBAR 6. Hubungan antara ukuran geotekstil dan nilai BCR



GAMBAR 7. Hubungan antara kedalaman geotekstil dan nilai BCR

KESIMPULAN

1. Peningkatan daya dukung ultimit dengan variasi ukuran terhadap fondasi tanpa perkuatan masing-masing sebesar 3 kali lipat lebih besar untuk geotekstil 3B; 4 kali lipat lebih besar untuk geotekstil 4B; 5 kali lipat lebih besar untuk geotekstil 5B dan 6 kali lipat lebih besar untuk geotekstil 6B.
2. Terjadi pengurangan penurunan pada tanah lempung lunak dengan perkuatan 3B sebesar 2 kali lipat lebih kecil dan untuk 4B, 5B, dan 6B masing-masing sebesar 3 kali lipat lebih kecil, 4 kali lipat lebih kecil, dan 5 kali lipat lebih kecil.
3. Geotekstil yang diletakkan pada kedalaman 0,4B dan 0,8B menghasilkan daya dukung ultimit paling optimum, yaitu sebesar 3,13 kali lipat dari daya dukung tanpa perkuatan.
4. Semakin besar ukuran geotekstil maka semakin tinggi nilai BCRnya. Nilai BCR paling optimum berada pada kedalaman 0,6B.

DAFTAR PUSTAKA

Alihudien, A., Kuswardani, & Rizal, N.S., (2012). Pengaruh Ukuran, Kedalaman dan Spasi Perkuatan

Geotekstil terhadap Daya Dukung Pondasi Telapak di Atas Tanah Lempung Dengan Konsistensi Medium. *Seminar Nasional VIII Teknik Sipil ITS*, hal 21-28

Nugroho, S.A., & Rachman, A., (2009). Pengaruh Perkuatan Geotekstil terhadap Daya Dukung Tanah Gambut Pada Bangunan Ringan dengan Pondasi Dangkal Telapak. *Jurnal Sains dan Teknologi* 8 (2), Hal 70-76.

Nugroho, S.A., Nizam, K., & Yusa, M., (2010). Perilaku Daya Dukung Ultimit Pondasi di Atas Tanah Lunak yang Diperkuat Geogrid. *Media Teknik Sipil*, Vol. X, No.1, Hal 22-27.

PENULIS:

Anita Widianti✉

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Bantul 55183, Yogyakarta.

✉Email: anita_widianti2@yahoo.co.id

Azmania, Budi Kurniawan Thirayo

Alumni Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Bantul 55183, Yogyakarta.