

# STUDI PEMODELAN DAYA DUKUNG FONDASI TELAPAK PADA TANAH LEMPUNG DENGAN PERKUATAN GEOTEKSTIL WOVEN

HENDRI GUSTI PUTRA, ANDRIANI\*, ABDUL HAKAM, VIOLLA DE BOYOSA

<sup>1</sup>Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas. Padang, Sumatera Barat.

\*Corresponding Author : ✉ [andriani@eng.unand.ac.id](mailto:andriani@eng.unand.ac.id)

Naskah diterima : 16 Desember 2023. Disetujui: 27 Desember 2023. Diterbitkan : 30 Desember 2023

---

## ABSTRAK

Salah satu hal penting dalam pengembangan lahan pemukiman yang layak adalah tersedianya bangunan, sarana dan prasarana yang aman dan nyaman untuk ditinggali. Namun dengan berkembangnya pemukiman dan lahan yang semakin mahal membuat pemanfaatan kawasan dengan kondisi tanah lunak tidak dapat dihindari. Pembangunan di atas tanah lunak menimbulkan banyak masalah, diantaranya adalah daya dukung tanah yang relatif rendah dan penurunan yang besar sehingga stabilitas tanah terganggu. Kuat geser tanah lempung yang rendah menyebabkan tegangan geser yang ditimbulkan oleh fondasi cukup besar sehingga menyebabkan bangunan konstruksi runtuh. Untuk mengatasi kondisi tanah tersebut, maka tanah lempung lunak distabilisasi terlebih dahulu. Salah Satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan menambahkan bahan perkuatan yaitu geotekstil. Geotekstil dapat mengembangkan kekuatan tarik yang sangat tinggi. Selain itu, geotekstil juga berfungsi sebagai penyaring dan menahan partikel halus agar tidak terbawa aliran rembesan air, memisahkan dua lapisan antara tanah dengan tanah ataupun tanah dengan air agar tidak tercampur satu dengan yang lain. Dalam penelitian ini akan dilakukan permodelan dengan variasi jumlah lapisan geotekstil, yaitu 1 lapis dengan kedalaman 5 cm, 1 lapis dengan kedalaman 10 cm, dan 2 lapis dengan kedalaman 5 & 10 cm, yang akan dibandingkan dengan tanpa menggunakan geotekstil. Hasil dari penelitian didapatkan daya dukung tanah di laboratorium dengan perkuatan geotekstil woven 2 lapis dengan kedalaman 5 & 10 cm memiliki nilai yang paling tinggi sebesar 9,723N/cm<sup>2</sup>. Serta daya dukung tanah pada software plaxis didapatkan daya dukung paling tinggi pada material model hardening soil dengan kedalaman 5 cm sebesar 46,402 N/cm<sup>2</sup>.

**Kata kunci** : tanah lunak, geotekstil woven, daya dukung tanah, plaxis

---

## 1. PENDAHULUAN

Penyebaran tanah lunak di sepanjang pantai timur pulau Sumatera akan menyebabkan permasalahan pada konstruksi akibat deformasi atau penurunan yang signifikan di bawah

beban struktural (Andriani dkk, 2020). Pada konstruksi tertentu fondasi dangkal dipilih karena biaya konstruksi yang lebih rendah dan kemudahan pelaksanaannya dibandingkan dengan fondasi dalam yang lebih dalam. Penggunaan fondasi yang tidak tepat pada tanah lunak dapat menyebabkan kerusakan struktural pada bangunan di atasnya yang mengakibatkan kegagalan konstruksi (Hardiyatmo, 1996; Hakam, 2008). Fondasi dangkal merupakan jenis fondasi yang diletakkan pada kedalaman yang relatif minim di bawah permukaan tanah dan umumnya diterapkan pada bangunan dengan beban ringan hingga sedang. Fondasi ini memiliki beberapa keunggulan, termasuk efisiensi biaya konstruksi yang lebih rendah, penyelesaian pemasangan yang lebih cepat, dan kemudahan pelaksanaan. Biasanya, fondasi dangkal digunakan pada tanah yang memiliki daya dukung yang memadai dan tidak mengalami pergerakan signifikan. Meskipun fondasi dangkal menawarkan manfaat tersebut, namun juga memiliki keterbatasan, seperti kemampuan terbatas dalam menanggung beban berat dan rentan terhadap perubahan volume tanah. Pada beberapa penelitian untuk mengatasi daya dukung yang kurang memadai pada fondasi dangkal maka digunakan perkuatan, salah satunya geotekstil. Untuk mengatasi tantangan ini penggunaan geotekstil telah menjadi solusi yang populer dalam teknik konstruksi (Ramli, 2014; Nugraha, 2021). Penggunaan geotekstil dapat menyediakan kekuatan tambahan daya dukung tanah dengan meningkatkan stabilitas, drainase, dan perlindungan lingkungan pada tanah yang memiliki karakteristik lunak.

Ketersediaan bangunan, sarana, dan prasarana yang aman dan nyaman untuk ditinggali merupakan faktor kunci tersedianya lahan hunian yang layak. Namun, dengan berkembangnya permukiman dan semakin mahalnya lahan, penggunaan kawasan dengan kondisi tanah yang lunak tidak dapat dihindari (Makinda dkk, 2023). Di sisi lain, pembangunan di atas tanah lunak menimbulkan banyak masalah, salah satunya adalah daya dukung tanah yang relatif rendah. Hal ini karena kuat geser tanah lempung rendah, sehingga tegangan geser yang ditimbulkan oleh fondasi besar sehingga menyebabkan bangunan konstruksi runtuh. Dengan kondisi tanah tersebut, tanah lempung lunak di stabilisasi terlebih dahulu sebelum dilakukannya pembangunan suatu konstruksi di atasnya (Andriani&Yuliet, 2012; Andriani dkk, 2019). Terdapat beberapa cara untuk dapat mengatasi permasalahan tersebut, salah satu adalah dengan menambahkan bahan perkuatan yaitu geotekstil (Nugroho, 2011).

Selain ringan dan kompresibilitas, geotekstil dapat mengembangkan kekuatan tarik yang sangat tinggi. Serta geotekstil berfungsi sebagai penyaring dan menahan partikel halus agar tidak terbawa aliran rembesan air, memisahkan dua lapisan antara tanah dengan tanah ataupun tanah dengan air agar tidak tercampur satu dengan yang lain (Widianti, 2012; Haza, 2017).

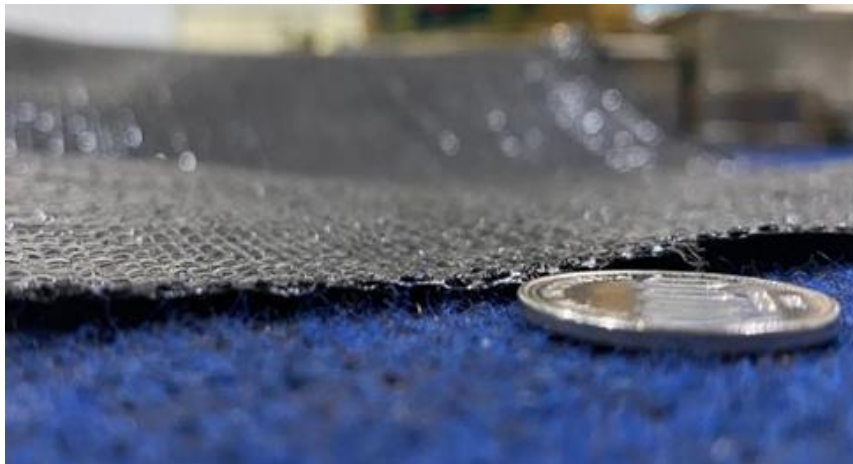
Banyak faktor yang berpengaruh terhadap penggunaan geotekstil sebagai bahan perbaikan pada tanah lempung lunak, salah satunya adalah jumlah lapisan dan kedalaman dari tanah dasar geotekstil yang digunakan (Tjandrawibawa & Patmadjaja, 2002; Yulianti, 2014) Untuk itu dalam penelitian ini akan di lakukan variasi jumlah lapisan geotekstil, yaitu 1 lapis dengan kedalaman 5 cm, 1 dengan lapis kedalaman 10 cm, dan 2 lapis dengan kedalaman 5 & 10 cm, yang akan di bandingkan dengan tanpa menggunakan geotekstil.

Dalam studi ini, fondasi dangkal pada tanah lunak dengan perkuatan geotekstil diuji dengan memodelkan daya dukung fondasi tanpa perkuatan dan pada tanah dengan perkuatan menggunakan software plaxis, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis daya dukung fondasi dangkal dengan perkuatan geotekstil berdasarkan variasi kedalaman dan jumlah lapisan geotekstil.

## 2. METODA PENELITIAN

### 2.1. BAHAN

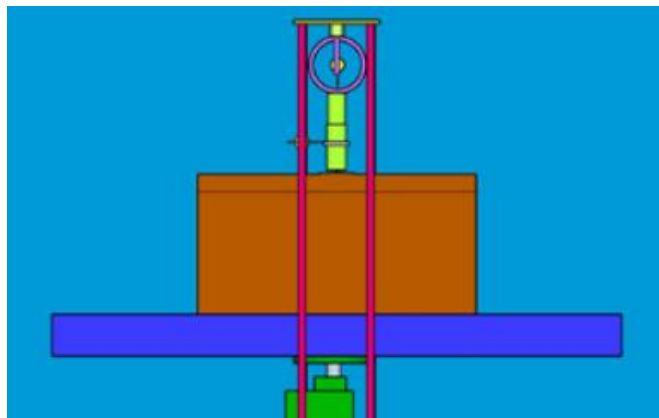
- Tanah yang diambil adalah tanah lempung lunak yang dijenuhkan berasal dari Jalan Badak Ujung Kecamatan Tenayan, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau.
- Geotekstil yang digunakan adalah jenis Woven PET 251G Produksi PT. Geoforce Indonesia (**Gambar 1**).



**Gambar 1.** Geotekstil Woven

### 2.2. Proses Pengujian di Laboratorium

- Alat utama yang digunakan adalah kotak model (80 cm x 40 cm x 10 cm) tanah dasar yang dilengkapi dengan rangka untuk uji pembebanan. Dapat dilihat pada **Gambar 2**.
- Pelat model fondasi yang terbuat dari pelat baja berbentuk bujur sangkar dengan ukuran (B) 10 x 9,5 cm<sup>2</sup> dan tebal 0,3 cm.



**Gambar 2.** Alat Uji Pembebanan

### 2.3. DESAIN PERKUATAN GEOTEKSTIL

Geotekstil dipotong berbentuk bujur sangkar dengan ukuran 80 cm x 40 cm. Geotekstil dipasang sebanyak 1 dan 2 lapisan. Dengan lapis pada jarak 5 cm dari dasar fondasi, 1 lapis

pada jarak 10 cm dari dasar fondasi dan 2 lapisan pada jarak 5 cm dan 10 cm dari dasar fondasi, seperti pada **Gambar 3** sampai **Gambar 6** berikut.



**Gambar 3.** Tanah Tanpa Perkuatan Geotekstil Woven



**Gambar 4.** Tanah dengan Geotekstil Woven kedalaman pada Box Uji 5 cm pada Box Uji



**Gambar 5.** Tanah dengan Geotekstil Woven kedalaman 10 cm



**Gambar 6.** Tanah dengan Geotekstil Woven 2 Lapis dengan Kedalaman 5 dan 10 cm Pada Box Uji

#### 2.4. ANALISIS DENGAN PLAXIS

Salah satu pemodelan numerik yang paling umum untuk analisis geoteknik menggunakan Plaxis, sehingga melihatsimulasikan perilaku tanah dan struktur di bawah beban statis atau dinamis berbagai skenario kondisi tanah dan metode perkuatan. Berikut adalah langkah-langkah umum untuk memodelkan fondasi dangkal dengan PLAXIS:

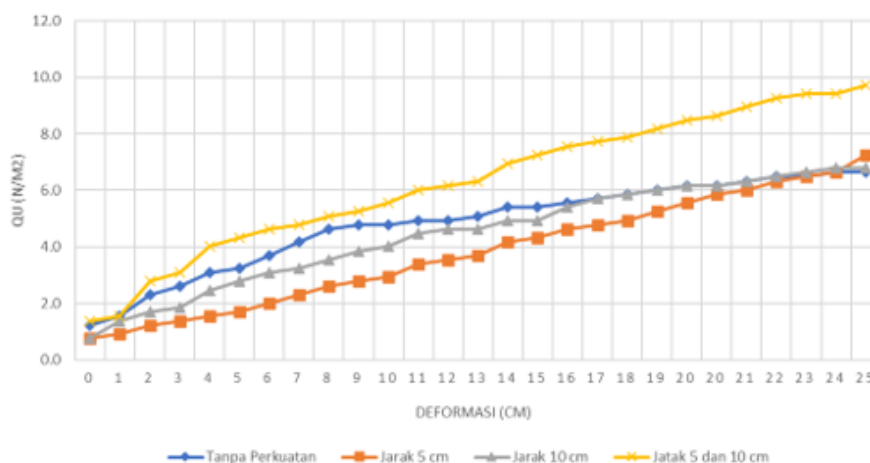
- Pemilihan tipe model: Pilih tipe model yang sesuai untuk mewakili perilaku tanah dan fondasi.
- Pengaturan geometri: dimensi dan kedalaman fondasi, tipe geotekstil yang digunakan.
- Menentukan properti material untuk tanah dan fondasi. Properti material tanah dapat mencakup modulus elastis, modulus Poisson, koefisien geser, dan parameter konsolidasi.
- Aplikasi Beban: Tentukan beban yang diberikan pada fondasi. Ini bisa berupa beban titik, beban distribusi, atau kombinasi dari keduanya.
- Pemilihan Batas: Atur batas dan kondisi pembatas yang sesuai untuk model. Ini termasuk pembatasan translasi, rotasi, dan perubahan volume di tepi model. Anda juga perlu menentukan kondisi batas untuk lapisan tanah yang berada di luar area model.
- Penyesuaian Parameter: Lakukan penyesuaian parameter model untuk memastikan model yang sesuai dengan kondisi lapangan yang sebenarnya. Ini mungkin melibatkan

kalibrasi parameter material dan pemodelan untuk mencocokkan hasil simulasi dengan data lapangan atau uji laboratorium.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. LABORATORIUM

Permodelan dilakukan dengan menggunakan 4 permodelan yaitu tanpa perkuatan, 1 lapis dengan kedalaman 5 cm, 1 lapis dengan kedalaman 10 cm dan 2 lapis dengan kedalaman 5 & 10 cm. Berikut hasil dari pengujian daya dukung di laboratorium dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Rekapitulasi Pengujian Daya Dukung di Laboratorium

#### 3.2. SOFTWARE PLAXIS 2D

Setelah parameter tanah diperoleh, selanjutnya pemodelan dilakukan menggunakan PLAXIS 2D versi 20. Hasil pemodelan yang akan ditinjau adalah besarnya penurunan dan beban fondasi. Parameter tanah untuk masing-masing soil model dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

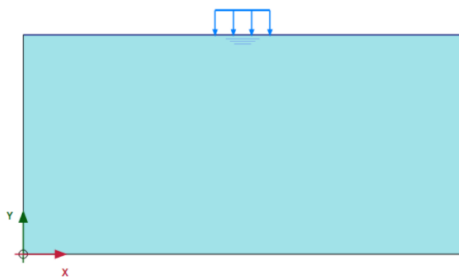
Tabel 1. Parameter Tanah Mohr-Coulomb

Parameter Tanah & Geotekstil	Lempung	Satuan
Model	Mohr Columb	-
Tipe Drainase	Undrained (A)	-
yunsat	0.010332	N/cm <sup>3</sup>
ysat	0.016	N/cm <sup>3</sup>
E	1775	N/cm <sup>2</sup>
$\nu$	0.4	-
C'	4.1286	N/cm <sup>2</sup>
$\theta$	2.660	°
EA	146600	N/cm
Berat Fondasi Telapak	75	N

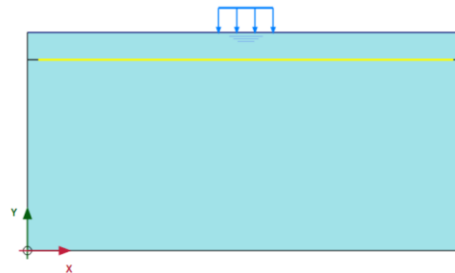
**Tabel 2.** Parameter Tanah Hardening Soil'

Parameter Tanah & Geotekstil	Lempung	Satuan
Model	Hardening Soil	-
Tipe Drainase	Undrained (A)	-
$\gamma_{unsat}$	0.010332	N/cm <sup>3</sup>
$\gamma_{sat}$	0.016	N/cm <sup>3</sup>
$E_{50\ ref}$	887.5	N/cm <sup>2</sup>
$E_{oed\ ref}$	1519	N/cm <sup>2</sup>
$E_{ur\ ref}$	1775	N/cm <sup>2</sup>
$\nu$	0.300	-
$C'$	4	N/cm <sup>2</sup>
$\theta$	2.66	°
EA	146600	N/cm
Berat Fondasi Telapak	75	N

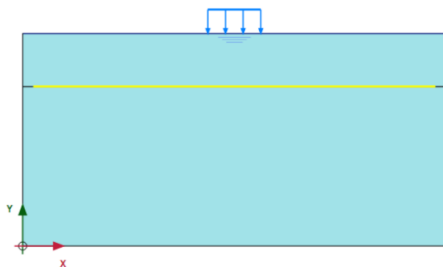
Gambar pemodelan tanah lempung Plaxis 2D dapat dilihat pada **Gambar 8**, **Gambar 9**, **Gambar 10**, dan **Gambar 11**. Berdasarkan data hasil running pemodelan numerik menggunakan Plaxis 2D, terdapat output yang akan ditinjau, yaitu besarnya penurunan (settlement) dan beban fondasi telapak. Hasil pemodelan Plaxis 2D, dengan perbandingan masing-masing soil model yang ditinjau pada setiap pembebanan menggunakan geotekstil maupun tanpa geotekstil.



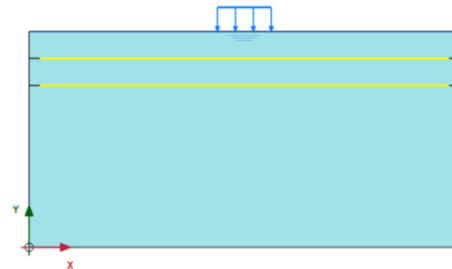
**Gambar 8.** Tanah Tanpa Perkuatan Geotekstil Woven



**Gambar 9.** Tanah dengan Geotekstil Woven kedalaman 5 cm

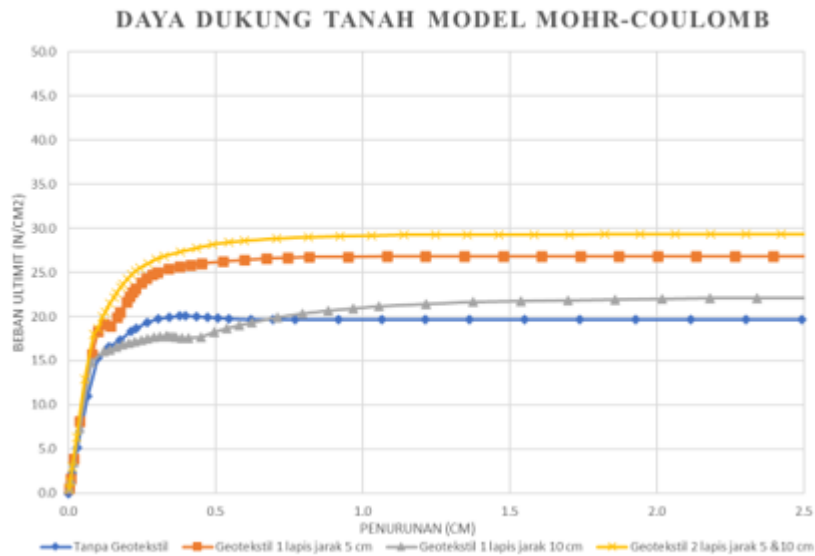


**Gambar 10.** Tanah dengan Geotekstil Woven kedalaman 10 cm



**Gambar 11.** Tanah dengan Geotekstil Woven 2 Lapis dengan Kedalaman 5 dan 10 cm Pada Box Uji

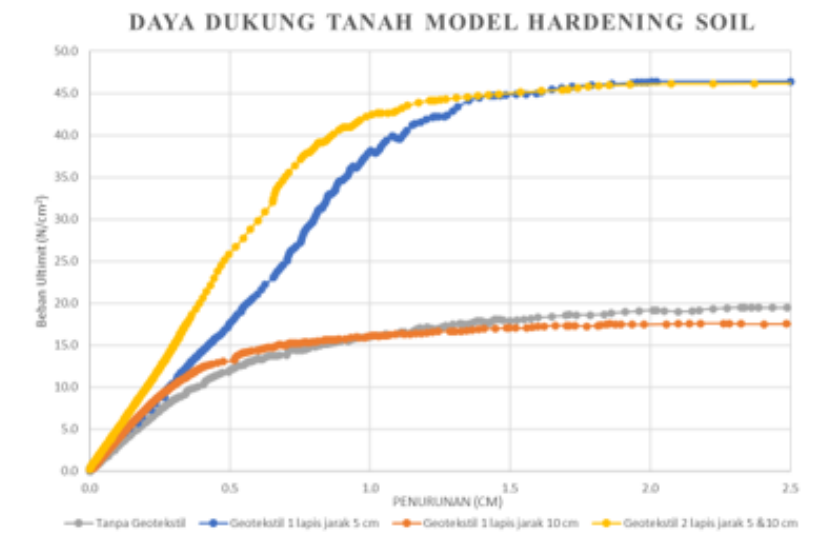
**a. Model Mohr Coulomb**



**Gambar 12.** Hasil Daya Dukung Tanah dari Plaxis Model Mohr Coulomb

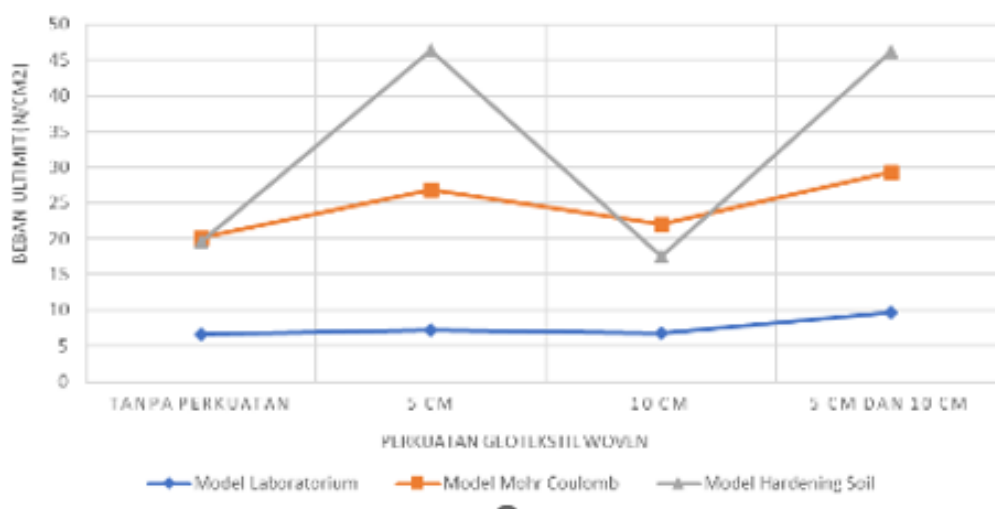
Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pemodelan plaxis model mohr-coulomb, geotekstil 2 lapis dengan jarak 5 cm dan 10 cm memiliki nilai daya dukung tanah yang paling besar yaitu 29.315 N/cm<sup>2</sup>.

**b. Model Hardening Soil**



**Gambar 13.** Hasil Daya Dukung Tanah dari Plaxis Model Hardening Soil

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pemodelan plaxis model hardening soil, geotekstil 1 lapis dengan jarak 5 cm memiliki nilai daya dukung tanah yang paling besar yaitu 46.402 N/cm<sup>2</sup>.



**Gambar 14.** Rekapitulasi Hasil Pemodelan Daya Dukung Tanah

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pemodelan, Hardening Soil menghasilkan penurunan yang paling besar pada kondisi 1 lapis geotekstil pada jarak 5 cm sebesar 46,402 N/cm<sup>2</sup>.

#### 4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilaksanakan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- Perkuatan dengan kedalaman perkuatan nilai daya dukung maksimum di laboratorium dihasilkan oleh perkuatan geotekstil woven 2 lapis dengan kedalaman 5 & 10 cm, yaitu sebesar 9,723 N/cm<sup>2</sup>.
- Perkuatan dengan kedalaman perkuatan geotekstil woven kedalaman 5 cm menghasilkan nilai daya dukung tertinggi dengan material model Hardening Soil yaitu sebesar 46,402 N/cm<sup>2</sup>.
- Jarak perkuatan geotekstil woven mempengaruhi daya dukung tanah, sehingga semakin jauh kedalaman perkuatan geotekstil woven pada struktur di atasnya akan mengurangi efisiensi fungsi perkuatan dan begitu juga sebaliknya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, A., Yuliet, R., & Fernandez, F.L. (2012). Pengaruh Penggunaan Semen Sebagai Bahan Stabilisasi Pada Tanah Lempung Daerah Lambung Bukit Terhadap Nilai CBR Tanah. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 8(1). <https://doi.org/10.25077/jrs.8.1.29-44.2012>.
- Andriani, Putra, H.G., & Hadie, M.S.N.(2019). Pengaruh Penambahan Tanah Mineral Dan Semen Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR) Tanah Gambut. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat AvoER XI tahun 2019 (Palembang, 23 Oktober 2019)*, 162-167. <http://ejournal.ft.unsri.ac.id/index.php/avoer/article/view/361/281>.
- Andriani, Hadie, M.S.N., & Asema, F. (2020). The Effect of Geotechnical Characteristics Toward Road Damage at Lowland Area. *IOP Journal of Physics: Conference Series (JPCS)*, 1500, <https://iopscience.iop.org/issue/1742-6596/1500/>.
- Hakam, A (2008). *Rekayasa Pondasi*. Padang: CV. Bintang Refika.
- Hardiyatmo, H. C. (1996). *Teknik Fondasi 1 Edisi Kedua*. In Gramedia Pustaka Utama
- Haza, Z. F. (2017). Analisis Numerik Penggunaan Geotekstil Di Lapisan Tanah Dasar Pada Proyek Pembangunan Jalan Poncosari-Greges (Kabupaten Bantul, Propinsi Di Yogyakarta). *Science Tech: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 3(1), 67-74.



- Makinda, J., Putri, E.E., Gungat, L., & Pin, W.H. (2023). Effects Of Filtration Using Soil And Fibre Mediums In Improving The Quality Of Stormwater. *Jurnal Bangunan: Konstruksi & Desain*, 1(1), 11-20. <https://doi.org/10.25077/jbkd.1.1.11-20.2023>
- Nugraha, S.D. (2021). Analisis Daya Dukung Fondasi Dangkal Pada Tanah Lempung Menggunakan Perkuatan Terpal dan Grid Bambu. *Bangka Belitung: Universitas Bangka Belitung*
- 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*, 18(1),31-40.
- Ramli, F. (2014). Penggunaan Terpal dan Grid Bambu sebagai Alternatif Perbaikan Tanah Terhadap Penurunan Pondasi Dangkal pada Tanah Gambut. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 2(3), 343-349.
- Tjandrawibawa, S., & Patmadjaja, H. (2002). Pemodelan Fondasi Dangkal dengan Menggunakan Tiga Lapis Geotekstil di Atas Tanah Liat Lunak, *Dimensi Teknik Sipil*, 4(1), 15-18.
- Widianti, A. (2012). Pengaruh Jumlah Lapisan dan Spasi Perkuatan Geosintetik terhadap Kuat Dukung dan Penurunan Tanah Lempung Lunak. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, 15(1), 90-97.
- Yulianti, P. (2014). Studi Pemodelan Perkuatan Pondasi Dangkal Pada Tanah Lempung Lunak Menggunakan Kombinasi Geotekstil Woven Dan Grid Bambu Dengan Bantuan Program Plaxis. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, Vol. 2(3).