

# STUDI MODEL PERKUATAN GEOTEKSTIL TERANYAM DENGAN NILAI KUAT TARIK BERVARIASI DI ATAS TANAH LEMPUNG LUNAK

**Anita Widianti**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Jl. Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, DIY. Telp 0274-387656  
Email: anita\_widianti2@yahoo.co.id

## Abstrak

Pemasangan geosintetik merupakan salah satu cara untuk meningkatkan kuat dukung tanah lunak yang akan digunakan sebagai dasar dari suatu struktur. Dalam penelitian ini akan dikaji pengaruh nilai kuat tarik geosintetik terhadap kuat dukung ultimit dan penurunan tanah lempung lunak. Penelitian ini menggunakan kotak model berukuran  $120 \times 120 \times 100 \text{ cm}^3$  berisi tanah lempung yang dibuat dalam kondisi lunak (dengan nilai indeks kompresi 0,70). Di dalamnya dipasang geosintetik berukuran  $60 \times 60 \text{ cm}^2$  sebanyak 1, 2, dan 3 lapisan. Geosintetik yang digunakan adalah 2 tipe geotekstil teranyam dengan kuat tarik arah warp yang berbeda, yaitu 20 kN/m dan 55 kN/m. Dalam proses pembebanan digunakan mesin penekan hingga tanah mencapai keruntuhan. Nilai penurunan diketahui dari pembacaan dial gauge indicator yang dipasang di bagian atas pelat model fondasi. Hasil penelitian menunjukkan kuat dukung ultimit tanah tanpa perkuatan sebesar  $0,19 \text{ kN/m}^2$  dan penurunan sebesar 13 mm (pada tekanan  $0,30 \text{ kN/m}^2$ ). Dengan pemasangan geotekstil teranyam berkekuatan tarik 20 kN/m dan 55 kN/m berturut-turut mampu meningkatkan kuat dukung ultimit tanah sebesar 136,8% dan 494,7% (untuk 1 lapis), 294,7% dan 663,2% (2 lapis), serta 636,8% dan 1084,2% (3 lapis) dari kuat dukung ultimit tanah tanpa perkuatan. Besarnya penurunan tanah berkurang sebesar 73,1% dan 80,8% (untuk 1 lapis), 85,4% dan 86,2% (2 lapis) serta 91,5% dan 95,4% (3 lapis) dari penurunan tanah tanpa perkuatan.

**Kata kunci:** geotekstil teranyam; lempung lunak; kuat dukung ultimit; kuat tarik; penurunan

## Pendahuluan

Tanah lempung lunak umumnya memiliki daya dukung rendah yang disebabkan karena kuat geser yang kecil, sehingga apabila tegangan geser yang ditimbulkan oleh fondasi besar, maka struktur yang dibangun di atasnya akan runtuh. Disamping itu pemampatan tanah lempung yang besar dapat menurunkan stabilitas struktur. Adanya perbedaan penurunan (*differential settlement*) antar fondasi yang terjadi akan menyebabkan keruntuhan struktur. Salah satu cara untuk menghindari resiko tersebut adalah dengan memberikan perkuatan geosintetik di bawah fondasi atau di bawah permukaan tanah lunak. Geosintetik yang digunakan sebagai bahan perkuatan umumnya adalah geogrid dan geotekstil teranyam. Kekuatan tarik yang dimiliki geosintetik akan melawan pergerakan tanah dasar, baik mengembang ataupun menyusut.

Studi tentang model fondasi dangkal pada tanah lunak yang diperkuat dengan geosintetik telah dilakukan oleh Krishnaswamy, et al. (2000), Tjandrawibawa dan Patmadjaja (2002), Utomo (2004), Nugroho dan Rachman (2009), Nugroho et al. (2010), Nugroho (2011), Alihudien et al. (2012) dan Widianti (2012). Dari penelitian-penelitian terdahulu secara umum menunjukkan bahwa pemasangan lapisan geosintetik pada tanah lunak terbukti mampu meningkatkan daya dukung dan mengurangi besarnya penurunan yang terjadi. Parameter yang mempengaruhi hasil pemasangan geosintetik sebagai bahan perkuat diantaranya adalah kualitas geosintetik, kedalaman pemasangan geosintetik dari dasar fondasi, jumlah lapisan geosintetik, spasi antar geosintetik, serta luasan geosintetik. Dalam penelitian secara eksperimental ini akan dikaji seberapa besar pengaruh kuat tarik geosintetik terhadap besarnya kuat dukung ultimit dan penurunan tanah dasar yang terjadi pada skala model laboratorium.

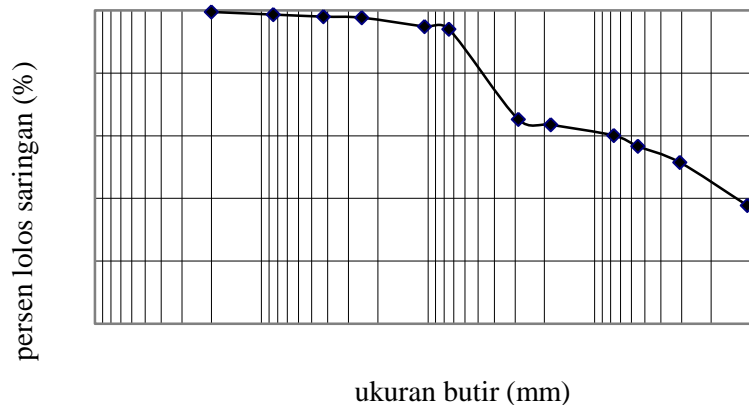
## Metode Penelitian

### Bahan

1. Tanah dari Wates, Kabupaten Kulon Progo, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Hasil uji awal sifat-sifat fisis tanah disajikan pada Tabel 1. Grafik gradasi butiran tanah disajikan pada Gambar 1.

Tabel 1. Hasil uji awal sifat fisis tanah

No	Parameter	Standar Pengujian	Hasil
1	Berat Jenis ( $G_s$ )	SNI 1964 : 2008	2,64
2	Kadar air ( $w$ )	SNI 1965 : 2008	43,53 %
3	Batas cair ( $LL$ )	SNI 1967 : 2008	75,50 %
4	Batas plastis ( $PL$ )	SNI 1966 : 2008	39,14 %
5	Indeks plastisitas ( $PI$ )	SNI 1966 : 2008	36,36 %



Gambar 1. Gradasi butiran tanah

2. Geosintetik jenis geotekstil teranyam sebanyak 2 tipe dengan kuat tarik yang berbeda, yaitu:
  - a. HRX 200 dengan kuat tarik *warp* = 20 kN/m dan kuat tarik *weft* = 16,5 kN/m.
  - b. HRX 300 dengan kuat tarik *warp* = 55 kN/m dan kuat tarik *weft* = 51 kN/m.

**Alat**

1. Kotak model yang terbuat dari pelat baja berukuran 120x120x100 cm<sup>3</sup> sebagai tempat tanah dasar fondasi.
2. Mesin penekan (*loading cell*), dilengkapi dengan *proving ring* berkapasitas 50 kN yang digerakkan secara mekanis dengan motor elektrik.
3. *Dial gauge indicator* untuk mengukur besarnya penurunan vertikal yang terjadi pada model fondasi pada saat pembebanan.
4. Pelat model fondasi berbentuk bujur sangkar yang terbuat dari pelat baja dengan sisi (B) 10 cm dan tebal 2 cm.
5. Rangka beban (*loading frame*) yang setiap elemennya terbuat dari baja L.70.70.7 dan baut pengaitnya berukuran  $\phi 1''$ .

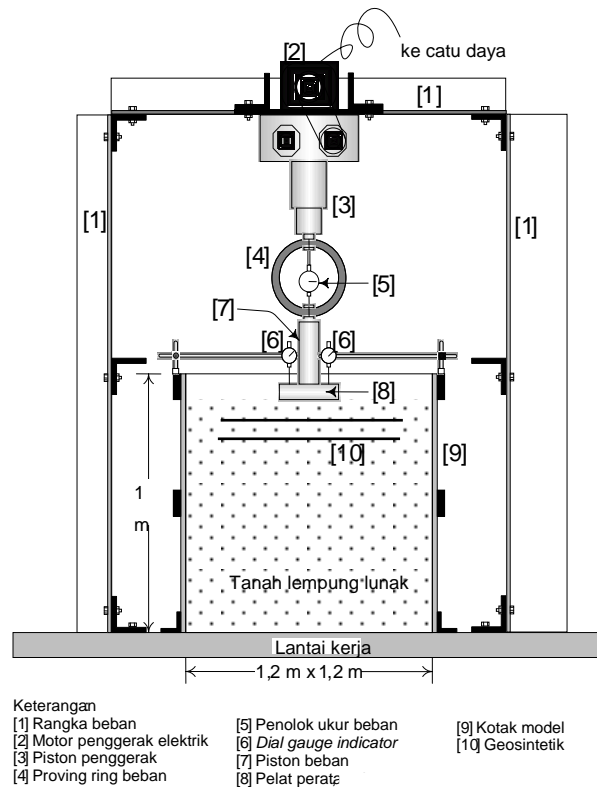
**Desain Perkuatan dan Pengujian**

Geotekstil teranyam dipotong berbentuk bujur sangkar dengan ukuran 60x60 cm<sup>2</sup> dan dipasang sebanyak 1 lapis, 2 lapis dan 3 lapis. Lapisan geotekstil yang pertama dipasang pada kedalaman 0,2 B (= 2 cm) dari dasar fondasi. Lapisan geotekstil kedua dan ketiga dipasang dengan spasi vertikal 0,4 B (= 4 cm) dari lapisan geotekstil di atasnya. Konfigurasi geotekstil saat pengujian dapat dilihat pada Tabel 2. Skema alat uji beban di laboratorium ditunjukkan pada Gambar 2.

Tabel 2. Variasi kuat tarik dan jumlah lapisan geotekstil saat pengujian

No	Konfigurasi	Spasi vertikal antar geotekstil
1	Tanpa geotekstil	-
2	Geotekstil HRX200 1 lapis	-
3	Geotekstil HRX200 2 lapis	0,4 B
4	Geotekstil HRX200 3 lapis	0,4 B
5	Geotekstil HRX300 1 lapis	0,4 B
6	Geotekstil HRX300 2 lapis	0,4 B
7	Geotekstil HRX 300 3 lapis	0,4 B

Keterangan : B (lebar model fondasi) = 10 cm.



Gambar 2. Skema alat uji beban di laboratorium.

### Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan tahapan sebagai berikut :

1. Persiapan bahan dan alat uji.
2. Pengujian sifat-sifat fisis tanah.
3. Persiapan tanah dasar.  
 Tanah dicampur dengan air hingga mencapai kondisi batas cairnya, kemudian dimasukkan ke dalam kotak model dan dipadatkan secara bertahap. Selanjutnya dilakukan uji konsolidasi untuk memastikan tanah dalam kondisi lunak (diperoleh nilai indeks kompresi sebesar 0,70).
4. Persiapan pengujian  
 Kotak model ditempatkan sedemikian rupa sehingga *proving ring* dari mesin penekan tepat di atasnya. Pada bagian atas tepat di tengah kotak model dipasang pelat model fondasi.
5. Pengujian beban (Gambar 3).  
 Uji beban pada kotak model dilakukan untuk mendapatkan karakteristik kuat dukung dan penurunan akibat penambahan beban. Beban yang diberikan dibaca dari *proving ring* untuk setiap perubahan penurunan 1 mm. Penurunan akan diketahui dari pembacaan *dial gauge indicator* yang dipasang pada bagian atas pelat model fondasi. Pembebanan dilakukan hingga fondasi telah mencapai keruntuhan secara pengamatan visual atau bila tidak lagi terjadi penambahan beban seiring dengan penurunan. Kecepatan pembebanan yang diberikan kepada benda uji selama pengujian berlangsung adalah 1 mm/menit atau 0,0167 mm/s.

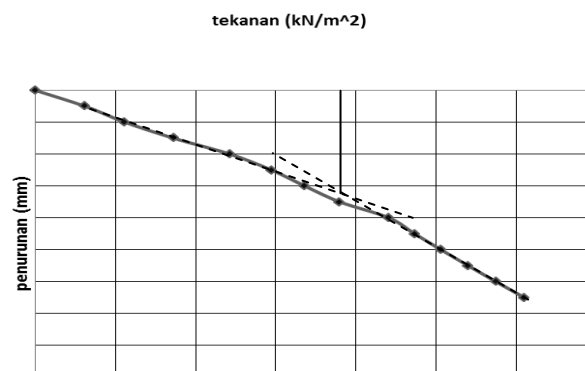


Gambar 3. Uji beban.

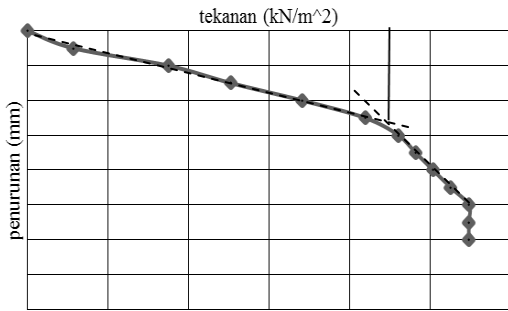
### Hasil dan Pembahasan

#### Pengaruh Kuat Tarik Geotekstil Teranyam terhadap Nilai Kuat Dukung Ultimit

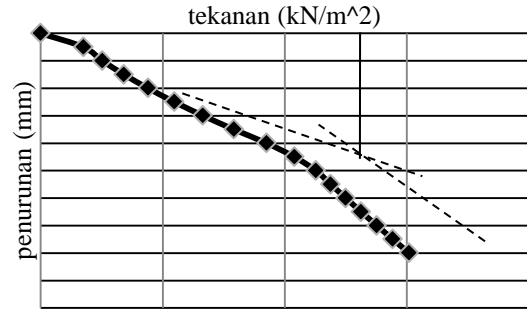
Hubungan antara tekanan dan penurunan pada tanah tanpa maupun menggunakan perkuatan geotekstil teranyam dengan nilai kuat tarik dan jumlah lapisan yang bervariasi dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5. Dari gambar tersebut dapat diperoleh nilai kuat dukung ultimit seperti yang disajikan dalam Tabel 3 dan Gambar 6.



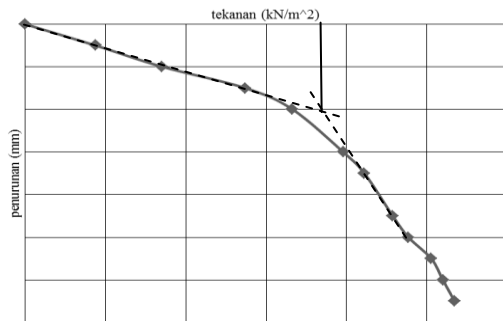
Gambar 4. Hubungan antara tekanan dan penurunan pada tanahtanpa perkuatan geotekstil.



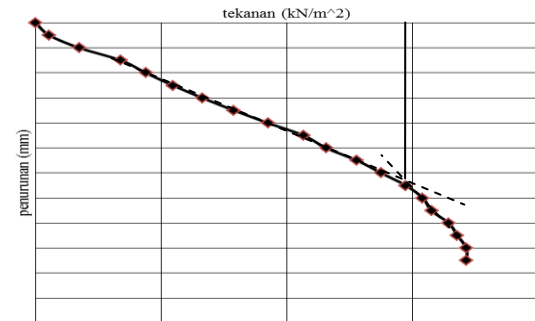
a. dengan perkuatan geotekstil HRX2001 lapis.



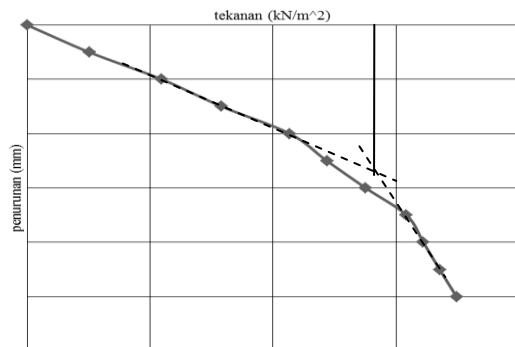
b. dengan perkuatan geotekstil HRX300 1 lapis.



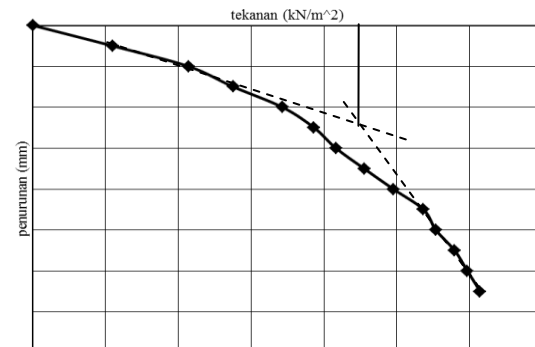
c. dengan perkuatan geotekstil HRX200 2 lapis.



d. dengan perkuatan geotekstil HRX300 2 lapis.



e. dengan perkuatan geotekstil HRX200 3 lapis.

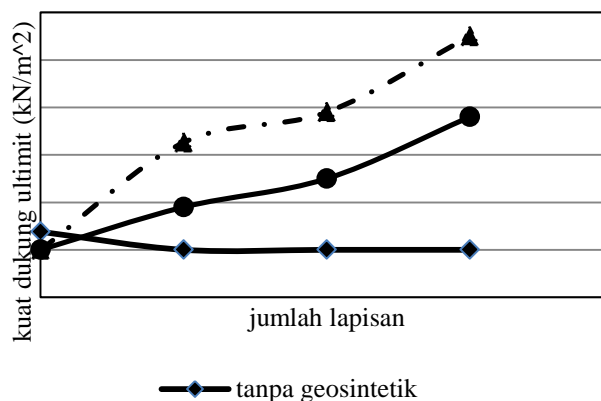


f. dengan perkuatan geotekstil HRX300 3 lapis.

Gambar 5. Hubungan antara tekanan dan penurunan pada tanah dengan perkuatan geotekstil.

Tabel 3. Kuat dukung ultimit tanah

No	Konfigurasi	Kuat dukung ultimit (kN/m <sup>2</sup> )
1	Tanpa geotekstil	0,19
2	Geotekstil HRX200 1 lapis	0,45
3	Geotekstil HRX200 2 lapis	0,75
4	Geotekstil HRX200 3 lapis	1,40
5	Geotekstil HRX300 1 lapis	1,13
6	Geotekstil HRX300 2 lapis	1,45
7	Geotekstil HRX 300 3 lapis	2,25



Gambar 6. Kuat dukung ultimit tanah.

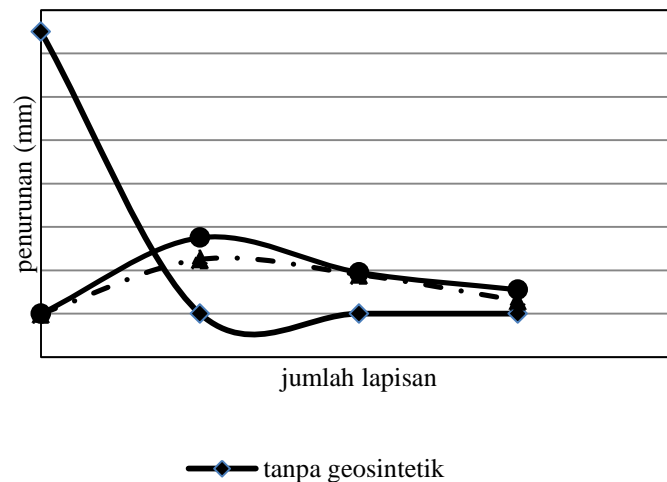
Dari Gambar 6 terlihat bahwa dengan pemasangan geotekstil berkekuatan tarik 20 kN/m dan 55 kN/m berturut-turut mampu meningkatkan kuat dukung ultimit tanah sebesar 136,8% dan 494,7% (untuk 1 lapis), 294,7% dan 663,2% (untuk 2 lapis) serta 636,8% dan 1084,2% (untuk 3 lapis) dari kuat dukung ultimit tanah tanpa perkuatan. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pemasangan lapisan geotekstil dengan nilai kuat tarik yang semakin tinggi dan jumlah lapisan yang semakin banyak mampu memberikan peningkatan nilai kuat dukung ultimit tanah yang cukup tinggi. Menurut Suryolelono (2000), konsep geosintetik sebagai perkuatan tanah adalah memanfaatkan kuat tarik dari geosintetik yang mampu memberikan perlawanan tarik yang tinggi melalui gesekan (*friction*) dan lekatan (*cohesion*) antara geosintetik dengan tanah untuk melawan gaya-gaya yang menyebabkan keruntuhan. Disamping itu geosintetik mampu memaksa bidang runtuh bergerak keluar, sehingga meninggikan tahanan geser tanah yang mengakibatkan kuat dukung meningkat (Hardiyatmo, 2008).

#### Pengaruh Kuat Tarik Geotekstil Teranyam terhadap Besarnya Penurunan

Dari hasil uji beban juga dapat dikaji karakteristik penurunan pada fondasi akibat beban yang bekerja di atasnya. Besarnya penurunan yang terjadinya akibat tekanan sebesar 0,30 kN/m<sup>2</sup> dapat disajikan pada Tabel 4 dan Gambar 7.

Tabel 4. Besarnya penurunan yang terjadi akibat tekanan sebesar 0,30 kN/m<sup>2</sup>.

No	Konfigurasi	Tekanan (kN/m <sup>2</sup> )	Penurunan (mm)
1	Tanpa geotekstil	0,30	13
2	Geotekstil HRX200 1 lapis	0,30	3,5
3	Geotekstil HRX200 2 lapis	0,30	1,9
4	Geotekstil HRX200 3 lapis	0,30	1,1
5	Geotekstil HRX300 1 lapis	0,30	2,5
6	Geotekstil HRX300 2 lapis	0,30	1,8
7	Geotekstil HRX 300 3 lapis	0,30	0,6



Gambar 7. Besarnya penurunan tanah akibat tekanan sebesar  $0,30 \text{ kN/m}^2$

Salah satu karakteristik tanah lempung lunak adalah memiliki pemampatan yang cukup besar. Akibatnya akan terjadi penurunan yang cukup besar pula. Dengan penambahan perkuatan berupa geotekstil teranyam, penurunan akan banyak berkurang. Menurut Hardiyatmo (2008), ketika beban bekerja di atas tanah lunak yang sudah diperkuat, geotekstil akan mengalami deformasi. Semakin besar deformasinya, semakin besar pula kuat tarik yang termobilisasi untuk melawan gaya geser yang menyebabkan terjadinya keruntuhan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketikatanah tanpa perkuatan mendapatkan tekanan sebesar  $0,30 \text{ kN/m}^2$  terjadi penurunan sebesar 13 mm. Dengan pemasangan geotekstil berkekuatan tarik 20 kN/m dan 55 kN/m berturut-turut mampu mengurangi besarnya penurunan tanah sebesar 73,1% dan 80,8% (untuk 1 lapis), 85,4% dan 86,2% (untuk 2 lapis) serta 91,5% dan 95,4% (untuk 3 lapis) dari penurunan tanah tanpa perkuatan. Tampak bahwa perbedaan nilai kuat tarik geotekstil tidak terlalu berpengaruh terhadap besarnya penurunan pada setiap jumlah lapisan yang sama.

### Kesimpulan

Dengan pemasangan geotekstil teranyam berkekuatan tarik 20 kN/m dan 55 kN/m terbukti:

1. mampu meningkatkan kuat dukung ultimit tanah sebesar 136,8% dan 494,7% (untuk 1 lapis), 294,7% dan 663,2% (untuk 2 lapis) serta 636,8% dan 1084,2% (untuk 3 lapis) dari kuat dukung ultimit tanah tanpa perkuatan.
2. mampu mengurangi besarnya penurunan tanah sebesar 73,1% dan 80,8% (untuk 1 lapis), 85,4% dan 86,2% (untuk 2 lapis) serta 91,5% dan 95,4% (untuk 3 lapis) dari penurunan tanah tanpa perkuatan.

### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan bantuan dana melalui Penelitian Strategis tahun 2012, Ir. Ricyantodari PT. Tetrasa Geosinindo yang telah membantu dalam pengadaan geotekstil teranyam, serta Rakhmad Ramdhani yang telah banyak membantu selama penelitian di laboratorium.

### Daftar Pustaka

- Alihudien, A., Kuswardani dan Rizal, N. S., (2012), "Pengaruh Ukuran, Kedalaman dan Spasi Perkuatan Geotekstil terhadap Daya Dukung Pondasi Telapak di Atas Tanah Lempung dengan Konsistensi Medium", *Prosiding Seminar Nasional VIII-2012 Teknik Sipil ITS Surabaya*.
- Hardiyatmo, H. C., (2008), "*Geosintetik untuk Rekayasa Jalan Raya*", Gadjah Mada University Press.
- Krishnaswamy N, R., Rajagopal, K., dan Madhavi Latha, G., (2000), "Model Studies on Geocell Supported Embankments Constructed Over a Soft Clay Foundation", *Geotechnical Testing Journal, GTJODJ*, Vol. 23, No. 1, pp. 45-54.
- Nugroho, S. A., (2011), "Studi Daya Dukung Pondasi Dangkal pada Tanah Gambut dengan Kombinasi Geotekstil dan Grid Bambu", *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 18 (1) pp. 31-40.
- Nugroho, S. A., Nizam, K. & Yusa, M., (2010), "Perilaku Daya Dukung Ultimit Pondasi Dangkal di Atas Tanah Lunak yang Diperkuat Geogrid", *Jurnal Media Teknik Sipil*, Volume X, pp. 22-27.

- Nugroho, S. A. & Rachman, A., (2009), "Pengaruh Perkuatan Geotekstil terhadap Daya Dukung Gambut pada Bangunan Ringan dengan Pondasi Dangkal Telapak", *Jurnal Sains dan Teknologi* Vol. 8 (2), pp 70-76.
- Suryolelono, K. B., (2000), *Geosintetik Geoteknik*, cetakan pertama, Percetakan dan Penerbitan Nafiri.
- Tjandrawibawa, S., & Patmadjaja, H., (2002), "Pemodelan Pondasi Dangkal dengan Menggunakan Tiga Lapis Geotekstil di Atas Tanah Liat Lunak", *Dimensi Teknik Sipil*, Vol. 4 (1) pp. 15-18.
- Utomo, P. (2004), "Daya Dukung Ultimit Pondasi Dangkal di Atas Tanah Pasir yang Diperkuat Geogrid", *Jurnal Dimensi Teknik Sipil*, Vol. 6 (2) pp. 15-20.
- Widianti, A., (2012), "Pengaruh Jumlah Lapisan dan Spasi Perkuatan Geosintetik terhadap Kuat Dukung dan Penurunan Tanah Lempung Lunak", *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika* Vol. 15 (1) pp. 90-97.