

PENGARUH VARIASI PANJANG LAPISAN DAN JARAK VERTIKAL ANTAR GEOTEKSTIL TERHADAP DAYA DUKUNG PONDASI MENERUS PADA PEMODELAN LERENG PASIR KEPADATAN 74%

Yosephine Diajeng Janur Prasasti, As'ad Munawir, Suroso

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: yosephinedajeng@gmail.com

ABSTRAK

Dewasa ini, dengan tuntutan pembangunan yang semakin bertambah dan harus terus berjalan seiring dengan perkembangan jaman, menyebabkan penggunaan tanah yang kurang baik pun mulai dilakukan. Salah satunya adalah penggunaan lahan lereng yang digunakan untuk bangunan tempat tinggal penduduk. Oleh karena itu, perlu diadakan suatu inovasi secara signifikan dalam suatu teknologi konstruksi terutama yang dapat meningkatkan daya dukung tanah secara signifikan. Salah satunya adalah dengan diadakan perkuatan tanah (reinforced soil) dengan menggunakan perkuatan geosintetik dengan salah satu jenisnya, yaitu geotekstil. Pada penelitian ini dipakai model test dengan ukuran panjang 1,50 m, lebar 1,0 m dan tinggi 1,0 m. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui lokasi pemasangan geotekstil yang maksimum pada saat jarak pondasi ke tepi lereng 12 cm dengan jumlah geotekstil 3 buah, dimana panjang lapisan geotekstil dipasang dengan tiga variasi berbeda dan dengan melakukan variasi jarak vertikal antar lapis geotekstil dengan tiga variasi berbeda pula. Hasil dari penambahan perkuatan geotekstil dalam penelitian ini menunjukkan bahwa model lereng mengalami peningkatan daya dukung secara signifikan. Dimana lokasi terbaik perkuatan geotekstil adalah pada pemasangan panjang dengan rasio $L/H = 0,59$ dan $Sv/H = 0,15$. Berdasarkan pengujian ini dapat disimpulkan bahwa semakin rapat jarak antar geotekstil, maka penambahan daya dukung semakin

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Salah satu cabang ilmu yang dibutuhkan dalam bidang konstruksi terutama dalam perkuatan tanah adalah mekanika tanah. Dewasa ini, dengan tuntutan pembangunan yang semakin bertambah dan harus terus berjalan seiring dengan perkembangan jaman, menyebabkan penggunaan tanah yang kurang baik pun mulai dilakukan. Salah satunya adalah penggunaan lahan lereng yang digunakan untuk bangunan tempat tinggal penduduk.

Lereng merupakan suatu permukaan tanah yang miring dengan sudut tertentu terhadap bidang horizontal (sudut inklinasi). Lereng dapat terjadi secara alamiah maupun buatan. Lereng alamiah biasanya dapat dijumpai pada perbukitan atau pegunungan yang terbentuk dari peristiwa-peristiwa alam. Sedangkan lereng buatan biasanya terjadi karena adanya kegiatan manusia seperti pembuatan timbunan atau galian tanah untuk jalan, bendungan, tanggul sungai, tanggul penahan air tebing kanal dan

sebagainya. Lereng alamiah sering mengalami kelongsoran apabila terjadi perubahan derajat kejemuhan akibat hujan deras secara terus menerus atau adanya getaran-getaran yang cukup besar seperti gempa. Oleh karena itu, perlu diadakan suatu inovasi secara signifikan dalam suatu teknologi konstruksi terutama yang dapat meningkatkan daya dukung tanah secara signifikan. Salah satunya adalah dengan diadakan perkuatan tanah (reinforced soil). Seperti yang diketahui bahwa tanah kuat terhadap tekan dan lemah terhadap tarik sehingga salah satu metode perkuatan lereng adalah mechanically stabilized earth (MSE) yaitu memberikan perkuatan tambahan pada tanah agar mempunyai kuat tarik. Bahan-bahan perkuatan dapat terbuat dari metal atau geosintetik (geogrid, geotekstil dan lain-lain).

Penggunaan geosintetik dalam perkuatan tanah merupakan suatu inovasi teknologi yang ditemukan dan telah banyak dipergunakan pada beberapa tahun belakangan ini. Salah satu jenis geosintetik yang sering digunakan adalah geotekstil yang bahannya mirip sejumlah anyaman dari bahan sintetis yang dalam

pembuatannya ditenun atau dirajut dan dipakai sebagai lapisan untuk memperkuat massa tanah atau dalam bentuk lembaran plastik, baik itu permeable atau tidak permeable. Geotekstil ini merupakan salah satu jenis geosintetik yang berfungsi sebagai perkuatan dan sebagai stabilisasi serta ada juga yang berfungsi sebagai drainase. Penggunaan geotekstil ini telah mencakup berbagai konstruksi mulai dari perkuatan timbunan tanah, perkuatan lereng, perkuatan tanah gambut, dan lain sebagainya.

Banyak peneliti di bidang geoteknik yang telah meneliti manfaat pemasangan geotekstil dalam meningkatkan daya dukung. Diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh A.N. Sommers dan B.V.S. Viswanadham (2009) dan Sabermahani et al (2009), dalam penelitiannya tersebut, mereka menyimpulkan bahwa pemasangan geosintetik jika panjang perkuatannya lebih panjang dari kritis panjang perkuatan, maka perkuatan yang diberikan kepada lereng tidak ada manfaatnya. Dan salah satu penelitian oleh Vafaeian dan Abbaszadeh (2006) yang mempelajari tentang perilaku lereng curam akibat pengaruh beban luar yang bekerja dipermukaan tanah dengan menggunakan model pengujian dengan skala kecil disimpulkan bahwa dengan meningkatkan jarak antar lapisan perkuatan akan mengurangi beban luar yang bekerja pada lereng yang mengakibatkan kegagalan/keruntuhan.

Terkait dengan masalah diatas, penulis tertarik untuk mendesain dan mempelajari pengaruh dari panjang perkuatan (L) dan spasi antara layer perkuatan (h) terhadap jumlah lapisan perkuatan (n) dan jarak pondasi terhadap tepi lereng (d) yang dilakukan pada lereng pasir buatan yang diperkuat. Bahan perkuatan yang digunakan adalah geotekstil dengan material tanah timbunan yang dipilih adalah pasir. Penelitian ini dilakukan pada pemodelan lereng yang menggunakan kepadatan yang telah ditetapkan yaitu kepadatan 74%.

TINJAUAN PUSTAKA

Daya Dukung Pondasi

Analisis daya dukung (bearing capacity) mempelajari kemampuan tanah dalam mendukung beban pondasi dari struktur yang terletak di atasnya. Daya dukung menyatakan tahanan geser tanah untuk melawan penurunan akibat pembebanan, yaitu tahanan geser yang dapat dikerahkan oleh tanah di sepanjang bidang-bidang gesernya. Analisis-analisis daya dukung dilakukan dengan cara pendekatan untuk memudahkan hitungan. Persamaan yang dibuat dikaitkan dengan sifat-sifat tanah dan bentuk bidang geser yang terjadi saat keruntuhan. Analisisnya dilakukan dengan menganggap bahwa tanah berkelakuan sebagai bahan yang bersifat plastis. Konsep ini pertama kali dikenalkan oleh Prandtl (1921), yang kemudian dikembangkan oleh Terzaghi (1943), Meyerhof (1955) dan lainnya (Hardiyatmo,H.C., 2011:110-111).

Daya Dukung Lereng tanpa Perkuatan

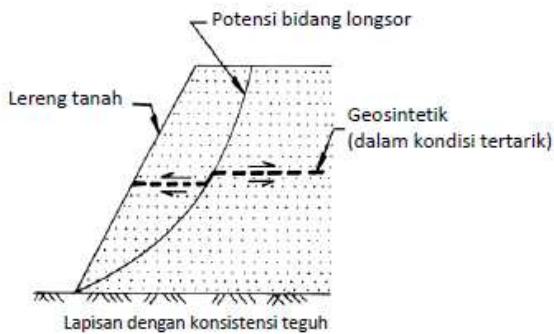
Permasalahan khusus yang cukup sering terjadi di dunia teknik sipil khususnya geoteknik adalah pondasi yang berlokasi di dekat atau diatas lereng. Ada banyak cara pendekatan analitis yang dapat dilakukan untuk menghitung daya dukung tanah untuk pondasi yang berlokasi di dekat atau diatas lereng tanpa perkuatan, yaitu dengan menggunakan metode Hansen dan Vesic, Shields (1990), Meyerhof (1957).

Mekanisme Kerja Geotekstil pada Tanah

Geosintetik memiliki banyak kegunaan dalam rekayasa teknik sipil. Salah satunya adalah sebagai fungsi stabilisasi tanah untuk meningkatkan sifat mekanis massa tanah, meningkatkan faktor keamanan lereng dan menstabilkan lereng dengan kemiringan curam (kurang dari 70°).

Lereng tanah yang diperkuat umumnya terdiri dari timbunan padat yang digabungkan dengan perkuatan geosintetik yang disusun kearah horisontal. Ketika tanah dan geosintetik digabungkan, material komposit (tanah yang diperkuat) tersebut menghasilkan kekuatan tekan

tarik tinggi sehingga dapat menahan gaya yang bekerja dan deformasi. Pada tahapan tersebut, geosintetik berlaku sebagai bagian tahanan tarik (gesekan, adhesi, saling mengikat (*interlocking*) atau pengurungan (*confinement*) yang digabungkan ke tanah/timbunan dan menjaga stabilitas massa tanah.



Gambar 1. Dasar Mekanisme Perkuatan Lereng Tanah dengan Geosintetik

Mekanisme Transfer Beban antara Geotekstil dengan Tanah

Menurut Mitchell dan Villet (1987), dalam suatu perkuatan tanah kombinasi antara material tanah dan perkuatan harus sedemikian rupa sehingga interaksi antara keduanya menghasilkan material komposit yang perilakunya jauh lebih baik. Tanah yang umumnya memiliki kekuatan tekan yang baik dan kemampuan tarik yang sangat lemah dapat diperbaiki perilakunya dengan menambahkan perkuatan yang memiliki kekuatan tarik. Kerjasama kedua material ini dapat menghasilkan material koheren dan memperbaiki perilaku teknis tanah asli. Perbaikan perilaku teknis tanah asli ini terjadi karena adanya transfer beban antara perkuatan dan tanah.

Mitchell dan Villet (1987) selanjutnya membagi perkuatan ke dalam dua golongan, yaitu extensible (dapat memanjang) dan inextensible (tidak dapat memanjang). Pada dasarnya, hamper semua material perkuatan adalah inextensible kecuali geotekstil. Oleh karena mareial perkuatan ini mempunyai modulus yang jauh lebih tinggi dibanding tanah, maka mampu menahan deformasi tanah dalam arah sejajar perkuatan. Sehingga keberadaan perkuatan ini dapat dianggap menaikkan kohesi tanah atau menambah *confining pressure*.

Transfer tegangan antara tanah dan perkuatan dapat terjadi melalui dua mekanisme, yaitu tahanan friksi dan tahanan pasif. Umumnya kedua mekanisme transfer beban ini bekerja bersama secara aktif. Perkuatan yang tergolong kedalam kategori friksi antara lainnya adalah *Reinforced Earth, Plastic Strip, Geotextile*.

Meskipun demikian, hanya geotekstillah yang bidang permukaannya halus. Sehingga hanya geotekstil saja yang transfer bebannya terjadi melalui friksi murni. Oleh karena sistem perkuatan yang lainnya tidak mempunyai permukaan yang rata dan halus, maka koefisien friksinya didapat dari pengukuran langsung.

Analisis *Bearing Capacity Improvement* (BCI)

Pengaruh adanya perkuatan baik menggunakan geotekstil ataupun perkuatan yang lain, digambarkan dalam bentuk besaran non-dimensional yang biasanya disebut BCI. *Bearing Capacity Improvement* (BCI) adalah suatu perbandingan rasio yang menjelaskan perbandingan antara daya dukung tanah saat diberi perkuatan dengan daya dukung tanah tanpa diberi perkuatan. Nilai BCI dapat ditentukan berdasarkan dua hal, yaitu daya dukung pada saat ultimit atau BCI_u (S.M. Marandi, 2008; P.K. Haripal dkk, 2008; E. C. Shin dkk, 2000; J. Thanapalasingam dkk, 2008; M.J. Kenny dkk, 1997) dan daya dukung pada penurunan yang sama atau BCIs (A. Zahmatkesh dkk, 2010; S. M. Marandi, 2008)

Dari penelitian ini dapat diketahui peningkatan daya dukung (*Bearing Capacity Improvement*) dengan membandingkan daya dukung dengan dan tanpa perkuatan geotekstil, sebagai berikut.

$$BCI = \frac{q}{q_0} \quad \dots (2.1)$$

Dimana,

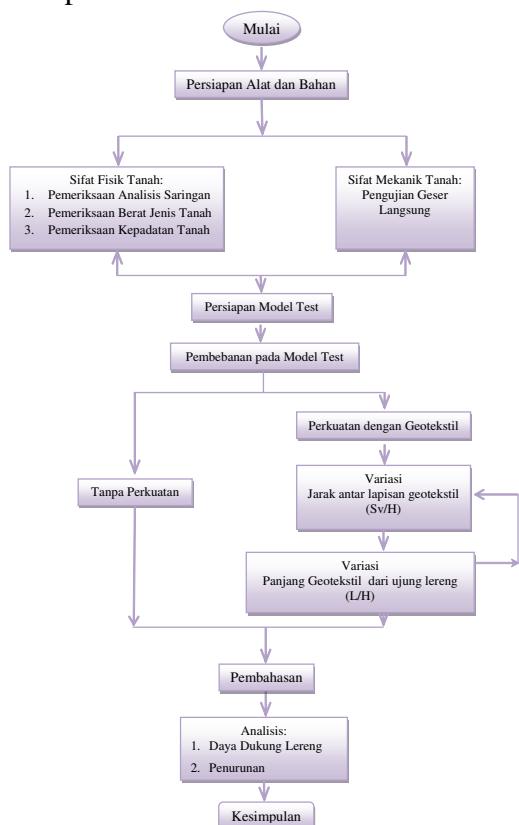
BCI = *Bearing Capacity Improvement*

q = daya dukung dengan geotekstil
menurut spasi dan panjang lapisan

q₀ = daya dukung tanpa geotekstil

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada **Gambar 2** berikut ini.



Gambar 2. Diagram alur penelitian

Elemen utama yang digunakan dalam penelitian ini antara lain box, terbuat dari *fiberglass* dengan ukuran panjang 100 cm x 100 cm x 70 cm. Dasar box menggunakan pelat baja tebal 1,2 cm. Penggunaan *fiberglass* diharapkan dapat digunakan supaya dapat diamati dan dilihat saat pelaksanaan. Gambar box terlihat seperti pada **Gambar 3** berikut ini.



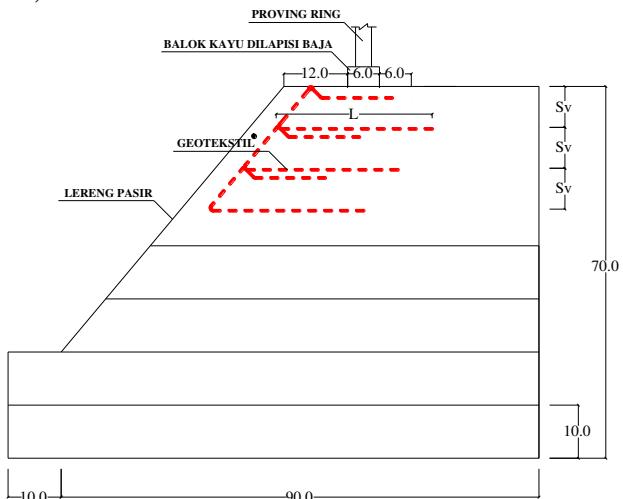
Gambar 3. Model box pengujian

Pembebaan dilakukan dengan menggunakan *hydraulic jack* (dongkrak hidrolik) berkapasitas 10 ton. Sebagai pengukur besarnya beban yang terjadi,

digunakan *load cell* dan untuk mengetahui penurunan yang terjadi digunakan *LVDT* yang dipasang pada tengah pondasi.

Beban yang diberikan adalah berupa beban merata yang diteruskan dari beban terpusat *hydraulic jack* melalui balok kayu berukuran 6 cm x 4 cm x 98,4 cm. Hal ini dilakukan agar beban yang diberikan dapat tersalur merata secara kaku (*rigid*). Beban diberikan setiap kelipatan 25 kg sampai lereng mengalami keruntuhan dan tidak mampu menahan beban yang diberikan.

Pada percobaan ini dibuat 9 buah benda uji untuk setiap jenis lereng dengan 3 variasi panjang geotekstil (*L*) dan 3 variasi jarak vertikal antar lapisan (*Sv*) dengan sudut kemiringan lereng $\alpha = 51^\circ$ serta jumlah lapisan 3 buah. Panjang penjangkaran yang digunakan sepanjang 15,4 cm.



Gambar 4. Pemodelan lereng

HASIL DAN PEMBAHASAN

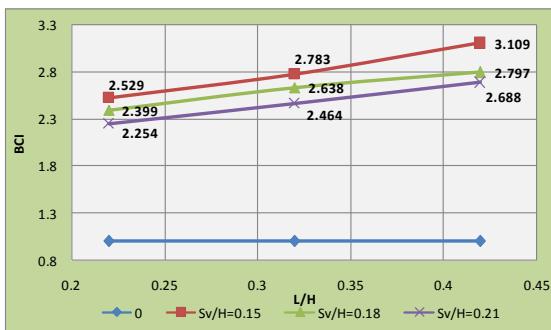
Analisa Bahan

Jenis material yang digunakan pada penelitian ini menggunakan pasir lepas dengan ukuran butiran seragam. Sebelum pasir tersebut digunakan, dilakukan pengujian dasar terlebih dahulu, meliputi analisis gradasi butiran, analisis *specific gravity*, uji *direct shear*, analisis pemeriksaan kepadatan tanah.

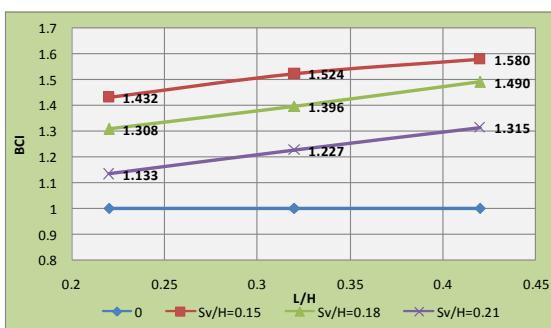
Hubungan Variasi Panjang Geotekstil terhadap Bearing Capacity Improvement (BCI)

Pengaruh dari penambahan nilai daya dukung ultimit pada lereng dengan

perkuatan geotekstil digambarkan dengan nilai BCI. BCI merupakan analisis perbandingan antara daya dukung lereng dengan menggunakan perkuatan dengan lereng tanpa menggunakan perkuatan. Untuk penelitian ini, digunakan 2 metode penentuan BCI yaitu berdasarkan pada beban ultimit $BCI_{(u)}$ dan pada level penurunan yang sama $BCI_{(s)}$.



Gambar 5. Grafik hubungan panjang geotekstil dengan $BCI_{(u)}$



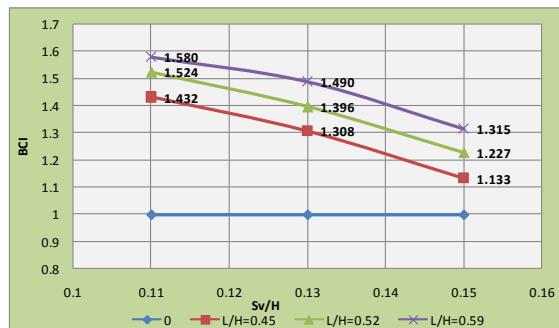
Gambar 6. Grafik hubungan panjang geotekstil dengan $BCI_{(s)}$

Hubungan Variasi Jarak Vertikal antarlapis Geotekstil terhadap Bearing Capacity Improvement (BCI)

BCI merupakan rasio perbandingan antara nilai daya dukung pada lereng dengan perkuatan dengan lereng tanpa perkuatan. Nilai BCI yang didapatkan merupakan rasio besarnya penambahan yang terjadi dengan adanya perkuatan. Nilai BCI yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan 2 metode yaitu berdasarkan pada beban ultimit $BCI_{(u)}$ dan pada rasio penurunan (s/B) yang sama $BCI_{(s)}$.



Gambar 7. Grafik hubungan jarak vertikal antarlapis geotekstil dengan $BCI_{(u)}$



Gambar 8. Grafik hubungan jarak vertikal antarlapis geotekstil dengan $BCI_{(s)}$

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dengan pengaruh variasi panjang lapisan dan jarak vertikal antarlapis perkuatan geotekstil pada pemodelan lereng pasir kepadatan 74%, didapatkan kesimpulan sebagai berikut.

- Daya dukung yang terjadi pada lereng dengan perkuatan geotekstil meningkat dibandingkan tanpa menggunakan perkuatan.
- Semakin panjang lapisan geotekstil yang digunakan, maka daya dukung yang mampu di tahan semakin bertambah.
- Semakin rapat jarak vertikal antarlapis geotekstil, maka beban runtuh yang mampu ditahan oleh tanah semakin besar pula.
- Dalam penelitian ini terlihat bahwa berdasarkan analisis nilai $BCI_{(u)}$ dan $BCI_{(s)}$ yang terjadi, penempatan lokasi geotekstil yang paling maksimum adalah saat pemasangan geotekstil pada rasio $L/H=0,59$ dan $Sv/H=0,15$.

SARAN

Analisis dalam penelitian ini merupakan hal kompleks yang harus sangat teliti dan terkontrol dalam pelaksanaannya, oleh karena itu untuk penelitian selanjutnya diharapkan penelitian ini dapat menjadi lebih sempurna dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

1. Diperlukan adanya variasi jarak antar lapis geotekstil lebih rapat lagi, karena dalam penelitian ini belum didapatkan hasil yang optimum.
2. Diperlukan adanya penambahan variasi panjang lapisan geotekstil yang lebih panjang dari rasio yang sudah ada, karena dalam penelitian ini belum didapatkan hasil yang optimum.
3. Diperlukan adanya variasi jumlah geotekstil yang digunakan dalam penelitian menjadi lebih banyak karena memungkinkan adanya penambahan daya dukung yang terjadi dalam penelitian ini belum optimal.
4. Perlu adanya peninjauan lebih lanjut perhitungan secara numerik, sehingga dapat dilihat secara pasti faktor-faktor mana yang lebih berpengaruh terhadap daya dukung yang terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- As'ad Munawir, Murni dewi, Yulvi Zaika, Agoes Soehardjono MD. 2013. Bearing Capacity on Slope Modeling with Composite Bamboo Pile Reinforcement. *Jurnal Terpublikasi: International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*
- A.N. Sommers, B.V.S. Viswanadham. 2009. Centrifuge Model Tests on The Behavior of Strip Footing on Geotextile-Reinforced Slopes. *Jurnal Terpublikasi: Department of Civil Engineering, Indian Institute of Technology, Bombay, Powai, Mumbai, India*
- S.V. Anil Kumar, K. Ilamaparuthi. 2009. Respon of Footing on Sand Slopes.

Jurnal Terpublikasi. Anna University Chennai, Chennai, India.

Bowles, J.E. 1993. Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah. Jakarta: Erlangga.

Das, Braja M, Foundation Engineering , Fourth Edition, PWS Publishing, New York 1998.

DPU. 2009. Pedoman Konstruksi Bangunan: Perencanaan dan Pelaksanaan Pekuan tanah dengan Geosintetik No. 003/BM/2009

Hardiyatmo, H.C. 1994. Mekanika Tanah 1. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Hardiyatmo, H.C. 1994. Mekanika Tanah 2. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

J. Thanapalasingam, C.T. Gnanendran. 2008. Predicting the Performance of Foundations Near Reinforced Sloped Fills. *Jurnal Terpublikasi. University of New South Wales at ADFA, Canberra, Australia.*

Qiming Chen. 2007. An Experimental Study on Characteristics and Behavior of reinforced Soil Foundation. Disertasi Terpublikasi: The Department of Civil and Environmental Engineering.

Suroso, As'ad Munawir, dan Herlien Indrawahyuni. Buku Ajar Teknik Pondasi. Malang: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Yulvi Zaika, Budi Agus Kombino. 2010. Penggunaan Geotekstil Sebagai Alternatif Perbaikan Tanah terhadap Penurunn Pondasi Dangkal. *Jurnal Terpublikasi: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang*

Yun Hu, Ga Zhang, Jian-Min Zhang, C. F. Lee. 2010. Centrifuge Modeling of Geotextile-Reinforced Cohesive Slope. *Jurnal Terpublikasi: State Key Laboratory of Hydroscience and Engineering, Tsinghua University, Beijing, China*

Zonberg, Jorge G. 2007. The Handbook of Groundwater Engineering. *Jurnal Terpublikasi : University of Texas at Austin*