

PENGARUH JUMLAH LAPIS GEOGRID DAN KEDALAMAN DENGAN LEBAR $B = 10$ CM TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH PASIR PADA PONDASI MENERUS DENGAN KEPADATAN RC 70%

(The Effect of The Number of Geogrid and The Depth with $B=10$ cm to Bearing Capacity of Strip Footing on The Sand Soil with RC 70%, Supervisors)

Irza Andys Satriaka., As'ad Munawir, Yulvi Zaika,
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya
Jalan Mayjen Haryono 167 Malang 65145 – Telp (0341) 567886
Email: irzaandys@gmail.com

ABSTRAK

Pada penelitian ini dilakukan uji model fisik pondasi menerus dengan perkuatan geogrid. Variasi yang digunakan pada pengujian sampel berupa jumlah lapis geogrid dan kedalaman pondasi. Sasaran utama dari penelitian ini adalah membandingkan nilai daya dukung tanah pasir pada pondasi menerus tanpa perkuatan geogrid terhadap daya dukung tanah pasir pada pondasi menerus dengan perkuatan geogrid. Penelitian ini dilakukan dengan pemodelan baja profil WF sebagai pondasi menerus dan menggunakan tanah pasir bergradasi buruk dengan RC 70%. Untuk sampel pengujian tanah dengan perkuatan geogrid juga digunakan variasi kedalaman $d/B = 0$; $d/B = 0,5$; dan $d/B = 1$. Perkuatan yang digunakan adalah dengan jumlah lapis geogrid $n = 1$, $n = 2$, dan $n = 3$. Pembebanan dilakukan menggunakan dongkrak hidrolik. Pembacaan beban dan penurunan pondasi dilihat melalui load cell dan LVDT. Pembacaan beban dan penurunan dilakukan tiap kenaikan 50 kg beban sampai benda uji mengalami keruntuhan yang ditetapkan sebesar 10%. Semua model variasi jumlah lapis geogrid dan kedalaman menggunakan lebar pondasi yang sama yakni sebesar 10 cm. Dari hasil penelitian didapatkan nilai daya dukung ultimit tertinggi pada rasio $d/B = 1$. Sementara untuk variasi jumlah lapis geogrid didapatkan nilai tertinggi pada $n = 3$.

Kata kunci: daya dukung, pondasi menerus, perkuatan geogrid, variasi jumlah lapis geogrid, variasi kedalaman pondasi.

ABSTRACT

In this research, the physical model of strip footing is tested with geogrid reinforcement. The variations used in the sample test are the number of layers of geogrid and the depth of the foundation. The main objective of this study was to compare the bearing capacity of strip footing on the sand soil without the reinforcement of geogrid and with geogrid reinforcement. This study was conducted by modeling the WF profile steel as a strip footing and using poorly graded sand soil with 70% relative compaction. For samples with geogrid reinforcement also used variation in depth $d/B = 0$; $d/B = 0.5$; And $d/B = 1$. The reinforcement is used by the number of geogrid $n = 1$, $n = 2$, and $n = 3$. The loading is using a hydraulic jack. Load readings and foundation decrement are seen through load cell and LVDT. Load and decrement is read every 50 kg load increase until the samples are set to collapse by 10%. All models vary the number of layers of geogrid and depth using the same foundation width by 10 cm. From the experiment is known that the highest value of ultimate bearing capacity is in $d/B = 1$. And for the variation of geogrid number the highest value is in $n = 3$.

Key words: bearing capacity, strip footing, geogrid reinforcement, variation of the number of geogrid, variation of the depth of foundation.

PENDAHULUAN

Pondasi adalah konstruksi bawah struktur yang berfungsi menerima dan meneruskan beban struktur ke tanah. Beban tersebut diteruskan tanpa mengakibatkan keruntuhan geser dan penurunan pondasi berlebih dengan meratakan beban terhadap tanah. Penurunan pondasi sangat berbahaya terhadap suatu bangunan bahkan terhadap bangunan lainnya di sekitarnya.

Pembangunan pondasi di atas tanah berpasir sangat perlu diperhatikan dalam perencanaannya. Daya dukung pondasi sangat dipengaruhi oleh

daya dukung dan kuat geser tanah. Peletakan beban pondasi dangkal pada tanah akan menyebabkan penurunan yang berbanding lurus dengan penambahan beban merata pondasi (q). Maka sifat tanah pasir inilah yang menjadi sebab penurunan pondasi yang besar.

Menurut Pontjo Utomo (2004) yang telah melakukan penelitian dengan beberapa parameter, pada penelitian tersebut pondasi diperlakukan dengan menaikkan rasio kedalaman pondasi disbanding lebar pondasi. Daya dukung terus meningkat seiring dengan membesarnya nilai rasio d/B .

Cara lain yang dapat dilakukan untuk meningkatkan karakteristik mekanisnya adalah dengan memberikan perkuatan tanah (soil reinforcement) berupa lembaran geosintetik yang diamparkan di atas tanah lunak sebagai tanah dasar (Suryolelono, 2000).

Mengacu pada beberapa penelitian di atas, maka dilakukan penelitian lebih lanjut dengan memperbesar ukuran boks uji, memperkecil ukuran lebar bukaan geogrid dan memperbesar kuat tarik geogrid dengan RC 70%. Variasi yang digunakan adalah rasio kedalaman pondasi dan jumlah lapis geogrid.

Dari hasil penelitian diharapkan didapat perbandingan antara daya dukung tanah tanpa geogrid dan tanah pasir dengan menggunakan perkuatan geogrid. Sehingga didapatkan bagaimana pengaruh penggunaan geogrid dan optimasi yang perlu dilakukan dalam penggunaan geogrid.

TUJUAN

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh dari variasi kedalaman (d/B) dan jumlah lapis geogrid (n). Daya dukung terbesar dengan variasi kedalaman (d/B) dan jumlah lapis geogrid (n) juga akan diketahui.

KAJIAN PUSTAKA

Pasir

Pasir adalah partikel-partikel batuan yang lolos saringan no. 4 (4,75 mm) dan tinggal dalam saringan no. 200 (0,075 mm).

Geogrid

Geogrid adalah bahan geosintetik yang digunakan untuk memperkuat tanah. Geogrid terbuat dari bahan polimer, seperti poliester, polietilena atau polypropylene. Fungsi utama geogrid adalah sebagai perkuatan.

Pola Keruntuhan Pondasi dengan Perkuatan

Qiming (2007) menjelaskan bahwa konsep dari keruntuhan pondasi dengan perkuatan adalah daya dukung yang berasal dari lebar pondasi di atas tanah perkuatan sama dengan pijakan yang lebar ($B + \Delta B$) pada kedalaman d . ΔB merupakan penambahan lebar pondasi akibat perkuatan yang diberikan dan berasal dari $(2 \times d \tan \alpha)$. Dengan α yang dimaksud ialah distribusi tegangan yang disebabkan oleh keruntuhan wide slab.

Pondasi Dangkal

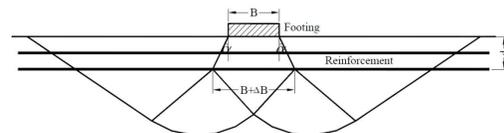
Pondasi dangkal adalah pondasi yang mendukung beban yang ditanggung secara langsung. Yang termasuk dalam pondasi dangkal adalah pondasi telapak, pondasi menerus, dan

pondasi rakit. Pondasi telapak (spread footing) adalah pondasi yang berdiri sendiri dalam menopang beban kolom. Pondasi menerus (strip footing) merupakan pondasi yang digunakan untuk mendukung sederet kolom berjarak dekat, sehingga tidak memungkinkan digunakan pondasi telapak karena sisi-sisinya akan berimpit satu sama lain. Sementara pondasi rakit (raft foundation atau mat foundation) merupakan pondasi yang digunakan pada tanah lunak, atau digunakan bila susunan jarak antar kolom sangat dekat di semua arah, sehingga bila digunakan pondasi telapak akan saling berimpit.

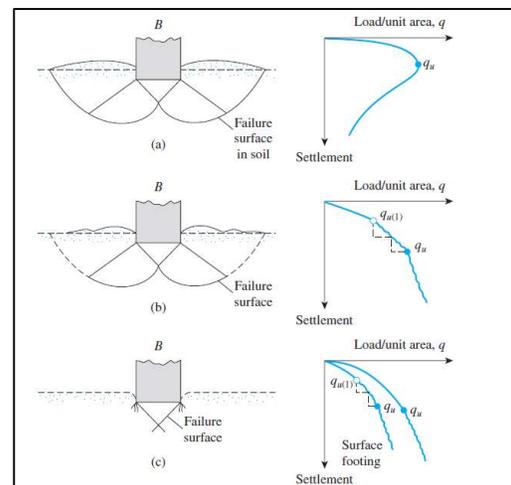
Pola Keruntuhan Pondasi Tanpa Perkuatan

Vesic (1963) menyebutkan ada tiga pola keruntuhan. Tiga pola keruntuhan tersebut adalah :

1. Keruntuhan geser umum (*general shear failure*)
2. Keruntuhan geser lokal (*local shear failure*)
3. Keruntuhan penetrasi (*penetration failure* atau *punching shear failure*)



Gambar 1. Mekanisme kegagalan wide-slab pada tanah dengan perkuatan



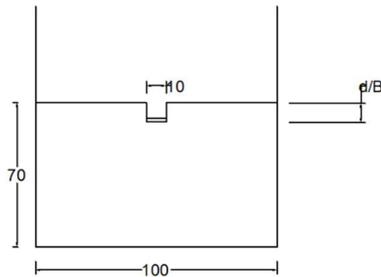
Gambar 2. Tiga macam keruntuhan pondasi (Vesic, 1963)

- (a) Keruntuhan geser umum
- (b) Keruntuhan geser pelat
- (c) Keruntuhan penetrasi

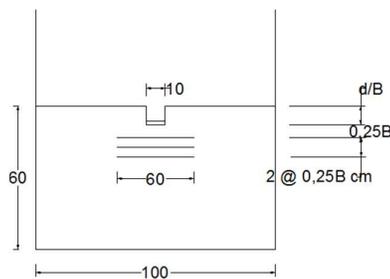
METODE PENELITIAN

Jumlah dan Perlakuan Benda Uji

Penelitian dilakukan dengan membuat 9 benda uji. Variasi yang digunakan adalah 3 variasi rasio d/b pondasi dan 3 variasi jumlah lapisan geogrid. Tanah dikondisikan dengan RC 70%. Pondasi yang digunakan merupakan pondasi menerus dan pengujian dilakukan di tengah boks penelitian. Rasio jarak pondasi ke lapis geogrid pertama 0,25 B. Rasio jarak antar geogrid 0,25B. Apabila terjadi penyimpangan dilakukan pengulangan dengan perlakuan benda uji yang sama.



Gambar 3. Sketsa perlakuan benda uji tanpa perkuatan



Gambar 4. Sketsa perlakuan benda uji dengan perkuatan

Pengujian Dasar

Pengujian dasar dilakukan terhadap tanah pasir, yaitu:

- Pemeriksaan *grain size* menurut ASTM C-136-46
- Pemeriksaan *specific gravity* menurut ASTM D-854-58
- Pemeriksaan kepadatan standar (compaction) menurut ASTM D-698-70 metode B
- Pemeriksaan *direct shear* menurut ASTM D-3080-72
- Pemeriksaan kadar air tanah mengikuti ASTM D-2216-90

Pengujian Pembebanan

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembebanan adalah sebagai berikut:

- Memasang pondasi pada permukaan tanah maupun pada kedalaman yang telah menjadi variabel. Lebar pondasi yang digunakan adalah 10 cm².
- Memasang load cell guna mengukur besarnya beban yang terjadi yang diterima tanah. Untuk memastikan bebansudah terletak di tengah pondasi dan tidak mengalami momen, dilakukan pengecekan dengan waterpass.
- Memasang dial LVDT dan LVDT digital pada pondasi seperti ilustrasi pada Gambar 3.4 guna mengetahui berapa penurunan selama pembebanan.
- Uji pembebanan dengan dongkrak hidrolik. Pembebanan dilakukan bertahap tiap 50 kg hingga beban tidak dapat ditambahkan lagi atau hingga pondasi mengalami keruntuhan.
- Mencatat berapa beban yang diberikan dan berapa penurunan yang terjadi pada benda uji.

Metode Analisis Data

Berdasarkan hasil uji pembebanan, didapat data beban serta penurunan yang terjadi pada pondasi. Data yang diambil merupakan data dari pondasi tanpa perkuatan dan pondasi dengan perkuatan dengan variasi kedalaman d/B. Daya dukung dihitung dengan Persamaan berikut:

$$q_u = \frac{P_u}{A}$$

Dimana,

P_u = beban maksimum yang dicatat saat uji pembebanan

A = luasan pondasi

PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Daya Dukung Tanah Pasir Tanpa Perkuatan

Salah satu tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui daya dukung maksimum yang terjadi. Dari percobaan pembebanan yang sudah dilakukan pada tanah tanpa perkuatan, hasil pengujian daya dukung yang diperoleh dengan melakukan eksperimen disajikan dalam Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Nilai Daya Dukung Berdasarkan Eksperimen Untuk Tanah Tanpa Perkuatan

Variabel	Penurunan	s/B	qu
	(mm)	(%)	(kN/m ²)
d/B=0	10	10	70,889
d/B=0,5	10	10	106,4
d/B=1	10	10	119,26

Hasil Pengujian Daya Dukung Tanah Pasir dengan Perkuatan

Pada pengujian yang dilakukan pada tanah dengan perkuatan geogrid dengan variasi d/B dan jumlah lapis geogrid didapatkan nilai daya dukung yang disajikan Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Pembebanan dengan Perkuatan

(d/B)	n	Beban (kg)	qu (kN/m ²)
0	1	775	86,125
	2	909	100,7629
	3	1090	121,150
0,5	1	1214	134,917
	2	1417	155,556
	3	1668	185,305
1	1	1734	191,272
	2	1918	207,515
	3	1951	216,766

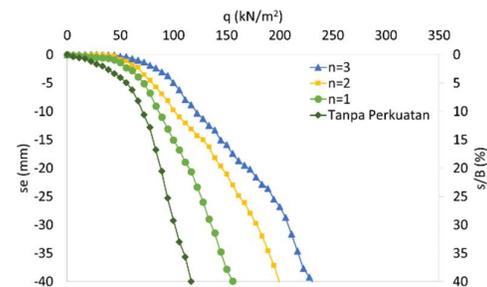
Dari hasil pengujian di atas semakin dalam kedalaman dari pondasi, maka daya dukung akan semakin besar. Untuk jumlah lapis geogrid, semakin banyak jumlah geogrid yang maka daya dukung juga semakin bertambah. Daya dukung terbesar berada pada kedalaman d/B = 1 dan jumlah lapis geogrid n = 3.

Perbandingan Hubungan Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Tanpa Perkuatan Dengan Menggunakan Perkuatan Geogrid

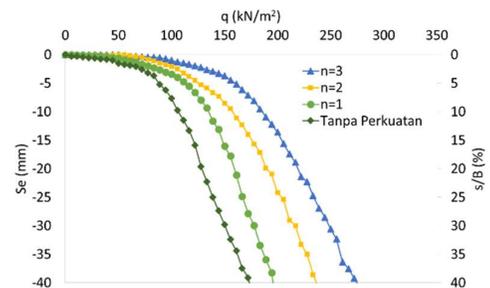
Berdasarkan hasil pembebanan yang dilakukan pada model pondasi menerus di laboratorium dengan kedalaman d/B=0; d/B=0,5; dan d/B=1 menggunakan variasi perkuatan n=1, n=2, dan n=3, serta pada pondasi menerus tanpa perkuatan. Maka didapatkan nilai daya dukung pada penurunan s/B 10% yang terjadi antara

pondasi menerus tanpa perkuatan geogrid dengan pondasi menerus dengan perkuatan geogrid. Hasil pembacaan tegangan dan penurunan untuk model pondasi menerus menggunakan variasi jumlah perkuatan dan tanpa perkuatan disajikan dalam grafik hubungan antara tegangan dan penurunan yang dapat dilihat pada **Gambar 5**.

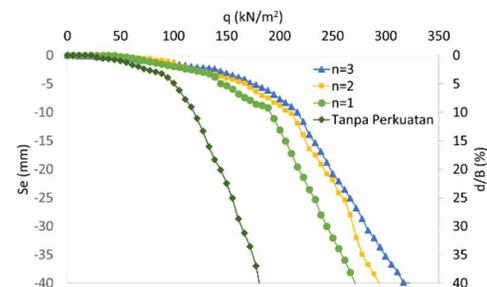
Dari **Gambar 5** terlihat bahwa pada tanah yang sudah diberikan perkuatan geogrid, daya dukung tanah yang terjadi pada pondasi menjadi lebih besar dibandingkan dengan tanah tanpa perkuatan. Semakin banyak jumlah geogrid maka daya dukung semakin besar.



(a)



(b)



(c)

Gambar 5. Grafik Daya Dukung – Penurunan

(a) d/B = 0

(b) d/B = 0,5

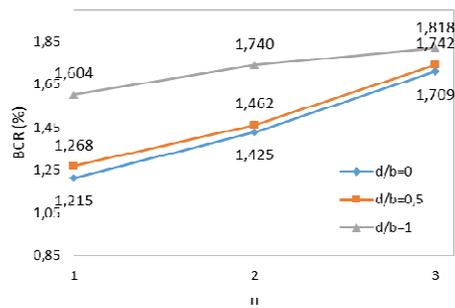
(c) d/B = 1

Analisis Bearing Capacity Ratio

Pembebanan yang dilakukan pada setiap variasi jumlah lapis geogrid didapatkan nilai *Bearing Capacity Ratio* (BCR) yang dapat dilihat pada **Tabel 3**. Untuk grafik perbandingan nilai BCR dengan variasi lapis geogrid pada tanah pasir dapat dilihat pada **Gambar 6**.

Tabel 3. Perbandingan Nilai Daya Dukung Tanah Dengan Menggunakan Perkuatan pada Variasi Jumlah Geogrid

d/B	Jumlah Lapis Geogrid (n)	qu Tanpa Perkuatan Geogrid (kN/m ²)	qu dengan Perkuatan Geogrid (kN/m ²)	BCR
0	1	70,889	86,125	1,215
	2	70,889	101,043	1,425
	3	70,889	121,149	1,709
0.5	1	106,395	134,917	1,268
	2	106,395	155,556	1,462
	3	106,395	185,305	1,742
1	1	119,259	191,272	1,604
	2	119,259	207,514	1,740
	3	119,259	216,766	1,818



Gambar 6. Perbandingan nilai BCR untuk variasi Jumlah Lapis Geogrid (n)

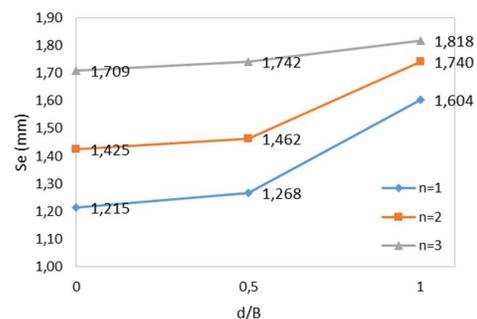
Dapat dilihat dari **Tabel 3** dan **Gambar 6** bahwa nilai daya dukung BCR terus mengalami peningkatan karena jumlah lapis geogrid yang digunakan paling banyak n=3. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian dari Atlas Demiroz dan Ozcan Tan yang menunjukkan bahwa akan ada peningkatan daya dukung hingga jumlah geogrid sebanyak 4 lapis, namun tidak terjadi penambahan yang signifikan lagi setelah dilakukan penambahan yang lebih. Nilai BCR maksimum pada n=3

diperoleh sebesar 1,709% pada d/B=0; 1,742% pada d/B=0,5; dan 1,818% pada d/B=1.

Sedangkan berdasarkan pengujian pembebanan yang telah dilakukan pada setiap variasi kedalaman pondasi, maka didapatkan nilai *Bearing Capacity Ratio* (BCR) seperti pada **Tabel 4** berikut dan grafik perbandingan nilai BCR untuk variasi kedalaman pondasi ditunjukkan pada **Gambar 7**.

Tabel 4. Perbandingan Nilai Daya Dukung Tanah Dengan Menggunakan Perkuatan pada Variasi Kedalaman (d/B)

Jumlah Lapis Geogrid (n)	d/B	qu Tanpa Perkuatan Geogrid (kN/m ²)	qu dengan Perkuatan Geogrid (kN/m ²)	BCR
0	0	70,889	86,125	1,215
	0,5	106,395	134,917	1,268
	1	119,259	191,272	1,604
1	0	70,889	101,043	1,425
	0,5	106,395	155,556	1,462
	1	119,259	207,514	1,740
2	0	70,889	121,149	1,709
	0,5	106,395	185,305	1,742
	1	119,259	216,766	1,818



Gambar 7. Perbandingan nilai BCR untuk variasi Kedalaman (d/B)

Dapat dilihat dari **Tabel 4** dan **Gambar 7** bahwa nilai daya dukung BCR terus mengalami peningkatan hingga kedalaman d/B=1. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian dari Pontjo Utomo dengan hasil nilai d/B optimal pada pondasi lajur berkisar pada nilai 1.5. Karena dalam penelitian ini d/B paling besar adalah 1, maka daya dukung terus meningkat dan belum mengalami penurunan. Nilai BCR maksimum pada d/B = 1 diperoleh sebesar

1,604% pada n=1; 1,740% pada n=2; dan 1,818% pada n=3.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. Daya dukung pada tanah pasir dengan perkuatan geogrid menghasilkan nilai yang lebih besar dibandingkan dengan tanah pasir tanpa perkuatan geogrid.
2. Untuk variasi jumlah lapis geogrid (n), peningkatan daya dukung terus meningkat dari jumlah geogrid n=1 sampai n=3 sehingga daya dukung maksimum terjadi pada variasi n=3.
3. Untuk variasi kedalaman (d/B), peningkatan daya dukung terus meningkat dari d/B=0 sampai d/B=1 sehingga daya dukung maksimum terjadi pada variasi d/B=1.
4. Peningkatan daya dukung maksimum pada pondasi menerus terjadi ketika nilai BCR maksimum. Nilai BCR maksimum terjadi pada jumlah lapis geogrid n=3. Sedangkan untuk kedalaman, BCR maksimum berada pada d/B=1. Daya dukung maksimum akan didapatkan pada jumlah lapis geogrid sebanyak n=3 dan kedalaman d/B=1.

SARAN

Pada penelitian ini membutuhkan ketelitian, waktu yang cukup, dan metode pelaksanaan yang baik untuk tercapainya kesempurnaan dalam hasil penelitian. Oleh karena itu, ada beberapa saran untuk penelitian selanjutnya yang sejenis antara lain sebagai berikut:

1. Metode dan pelaksanaan yang baik dalam proses pemadatan sangat diperlukan. Jika hasil pemadatan kurang baik maka dapat berakibat daya dukung dan penurunannya kurang sempurna.
2. Profil WF pada box uji perlu diperhatikan agar tidak terjadi kemiringan setelah dilakukan pembebanan.
3. Dasar box dapat melendut saat pembebanan. Oleh karena itu, perlu ditambahkan pengaku.
4. Pemberian beban pada sampel harus dilakukan konsisten dikarenakan kecepatan pompa berpengaruh terhadap keruntuhan pada sampel.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E. 1993. Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah. Jakarta: Erlangga.
- Chen, Qiming. 2007. An Experimental Study on Characteristics and Behavior of Reinforced Soil Foundation. Disertasi. Tidak dipublikasikan. China: Tongji University.
- Das, B.M. 1999. Shallow Foundations Bearing Capacity and Settlement. California: CRC Press LLC.
- Das, B.M. 2011. Principles of Foundation Engineering Seventh Edition. Stamford: Cengage Learning.
- Demiroz, A. & Tan, O. 2010. An Experimental Study for Settlement of Strip Foundation On Geogrid-Reinforced Sand. Scientific Research and Essays. Vol 5 (21) pp:3306-3312. Turki : Fakultas Teknik Universitas Selcuk
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2009. Modul Pelatihan Geosintetik. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2009. Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah Dengan Geosintetik. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga.
- Dinas Pekerjaan Umum. 2009. Modul Pelatihan Geosintetik Volume 1: Klasifikasi dan Fungsi Geosintetik. Jakarta : Dinas Pekerjaan Umum
- Hardiyatmo, H.C. 2002. Teknik Fondasi 1 Edisi Ketiga. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Hardiyatmo, H.C. 2011. Analisis dan Perancangan Fondasi I. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hausman, Manfred .1990. "Engineering Principles Of Ground Modification".Singapore: McGraw-Hill, Inc.