

ANALISA KUAT GHSR TANAH GAMBUT DI DAERAH UNDERALAYA.

DENGAN UJI TRIAXIAL



LAPORAN TUGAS AKHIR

Dibuat untuk memenuhi tugas mata kuliah geoteknik pada
Sarjana Teknik Sipil dan Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Singaperbangsa Karawang

Oleh :

RIDHO DWI SANTOSA

03111001059

Dosen Pembimbing :

1. YULINDASARI, S.T., M.ENG
2. RATNA DEWI, S.T., M.T

UNIVERSITAS SINGAPERBANGSA KARAWANG

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK SIPIL

AMF

S

624.107

Rid

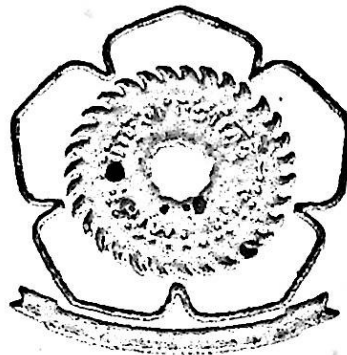
a

2015

28955/29537

ANALISA KUAT GESER TANAH GAMBUT DI DAERAH INDERALAYA

DENGAN UJI TRIAXIAL



LAPORAN TUGAS AKHIR

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

RIDHO DWI SANTOSA

03111001059

Dosen Pembimbing :

1. YULINDASARI, S.T, M.ENG
2. RATNA DEWI, S.T, M.T

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK SIPIL

2015

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : RIDHO DWI SANTOSA
NIM : 03111001059
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : ANALISA KUAT GESER TANAH GAMBUT DI DAERAH
INDERALAYA DENGAN UJI *TRIAXIAL*

Inderalaya, Agustus 2015

Ketua Jurusan



Ir. Hj. Ika Juliantina, MS
NIP. 196007011987102001

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : RIDHO DWI SANTOSA
NIM : 03111001059
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
**JUDUL : ANALISA KUAT GESER TANAH GAMBUT DI DAERAH
INDERALAYA DENGAN UJI TRIAXIAL**

Dosen Pembimbing I



Yulindasari, S.T, M.Eng
NIP. 197907222009122003

Inderalaya, Agustus 2015

Dosen Pembimbing II



Ratna Dewi, S.T, M.T
NIP. 197406152000032001

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

TANDA PENGAJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : RIDHO DWI SANTOSA
NIM : 03111001059
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : ANALISA KUAT GESER TANAH GAMBUT DI DAERAH
INDERALAYA DENGAN UJI *TRIAXIAL*

Inderalaya, Agustus 2015

Pemohon



Ridho Dwi Santosa
NIM. 03111001059

ABSTRAK

Inderalaya merupakan daerah dengan wilayah rawa-rawa mencapai sepertiga dari luas keseluruhan. Sebagian dari wilayah rawa-rawa di Inderalaya merupakan tanah gambut. Tanah gambut merupakan salah satu tanah yang memiliki masalah dengan kekuatannya dalam menahan konstruksi di atasnya. salah satu masalah tanah gambut dibidang konstruksi yaitu kuat gesernya (τ) yang sangat rendah. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian kuat geser (τ) dengan uji *Triaxial* kondisi *unconsolidated undrained* (UU) untuk mengetahui nilai parameter kuat geser, yaitu kohesi (C) dan sudut geser dalam (ϕ) tanah gambut berserat di Inderalaya. Sampel tanah gambut berserat diambil dengan metode *block sampling* yang telah dimodifikasi di daerah Palembang, Bumi Inderlaya Permai (BIP), dan Semambu. Hasil pengujian *Triaxial* kondisi UU diperoleh nilai kohesi (C) tanah gambut berserat di Inderalaya berkisar 3-7 kPa dan sudut geser dalam (ϕ) berkisar 3,5-8°. Selanjutnya dengan perhitungan matematis diperoleh nilai kuat geser (τ) tanah gambut berserat di Inderalaya berada pada interval 4-7 kPa.

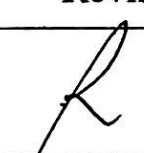
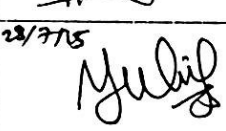
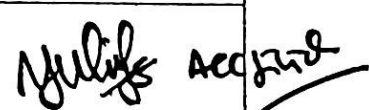
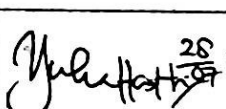
Kata kunci : Tanah gambut, kuat geser, Uji *Triaxial*, kohesi, sudut geser dalam

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : Ridho Dwi Santosa
Nim : 03111001059
Jurusan : Teknik Sipil
Judul Laporan : ANALISA KUAT GESER TANAH GAMBUT DI DAERAH INDERALAYA DENGAN UJI TRIAXIAL

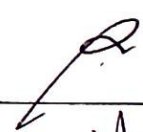
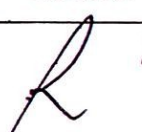
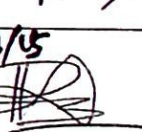
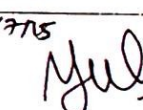
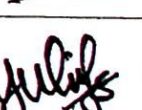
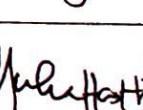
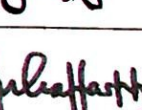
Dosen Pembimbing : 1. Yulindasari, S.T, M.Eng
2. Ratna Dewi, S.T, M.T

No	Tanggapan/saran	Tanda Tangan dan Nama Dosen Pembimbing/narasumber	
		Asistensi	Revisi
1	- Ruang lingkup - Bab IV, jenis tanah - Pembahasan, kesimpulan		 Ratna Dewi
2	penelitian sample ? mengapa ? sejarah ? penguatan ? liberat ? sample ? - 11 -		 4/8-2015
3			 9/8/15
4	- 800 -	 28/7/15 Yulif	 Yulif accepted
5	Idem	 28/07/15 Yuliffarth	 Yuliffarth 08/08/15
6			
Kesimpulan :		Ketua Jurusan  Ir. Hj. Ika Juliantina, MS NIP. 196007011987102001	

LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : Ridho Dwi Santosa
Nim : 03111001059
Jurusan : Teknik Sipil
Judul Laporan : ANALISA KUAT GESER TANAH GAMBUT DI DAERAH INDERALAYA DENGAN UJI TRIAXIAL

Dosen Pembimbing : 1. Yulindasari, S.T, M.Eng
2. Ratna Dewi, S.T, M.T

No	Tanggapan/saran	Tanda Tangan dan Nama Dosen Pembimbing/narasumber	
		Asistensi	Revisi
1	- Ruang lingkup - Bab IV, jenis tanah - Pembahasan, kesimpulan		 Revisi Revisi
2	penelitian sample ? selanjutnya ? pemeriksaan ? sample ? - II -		 4/8-2015
3			 9/8/15
4	-	28/7/15 	 28/7/15
5	Idem	 28/7/15	 28/7/15
6			
Kesimpulan :		Ketua Jurusan  Dr. Hj. Ika Juliantina, MS NIP. 196007011987102001	

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya.

Maksud dari penulisan Laporan Tugas Akhir ini adalah untuk melengkapi salah satu syarat mengikuti siding sarjana pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dan agar mahasiswa dapat menyelaraskan teori yang didapat di bangku perkuliahan dalam pelaksanaan sebuah proyek di lapangan.

Laporan ini disusun sebagai kelanjutan dari Proposal Laporan Tugas Akhir berdasarkan arahan dan bimbingan dari dosen pembimbing. Dalam penyajian yang sederhana, laporan ini masih memiliki banyak kekurangan yang disebabkan oleh keterbatasan ilmu pengetahuan dan wawasan penulis.

Setiap kritik dan saran yang bersifat positif akan diterima dengan segala kerendahan hati, karena hal ini merupakan suatu langkah untuk meningkatkan kualitas penulisan.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu jalannya laporan kerja praktek ini, mulai dari pelaksanaan hingga penyelesaian laporan ini, yaitu antara lain :

1. Kedua orang tua dan keluarga yang telah mendukung dan memajukan doanya.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Taufik Toha, D.E.A, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Ir. Hj. Ika Juliantina, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Yulindasari, S.T, M.eng, selaku Dosen Pembimbing utama yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing penulis sampai selesai Laporan Tugas Akhir ini.
5. Ibu Ratna Dewi, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing Pembantu
6. Kepala Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya bersama staf.
7. Kepala Laboratorium Ilmu Tanah Jurusan Ilmu Tanah Universitas Sriwijaya bersama staf.

8. Kepala Laboratorium Teknik Kimia Jurusan Teknik Kimia Politeknik Sriwijaya bersama staf.
9. Staf administrasi Jurusan Teknik Sipil atas informasi dan bantuannya selama Kerja Praktek.
10. Teman-teman Angkatan 2011 yang telah saling membantu dalam pembuatan Laporan ini.

Semoga Laporan ini dapat memberi manfaat bagi setiap pembacaanya dan dapat digunakan sebaik mungkin.

Indralaya, Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

UPT PBT UNIVERSITAS PADJADJARAN	
NO. DAFTAR	160280
TANGGAL	19 - 2 - 2016

HALAMAN JUDUL	i
TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	ii
TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR	iii
TANDA PENGAJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	iv
HASIL SIDANG LAPORAN TUGAS AKHIR.....	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Maksud dan Tujuan	2
1.4. Ruang Lingkup Penelitian	2
1.5. Sistematika Penulisan	2
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	 4
2.1. Tinjauan Penelitian Sebelumnya	4
2.2. Inderalaya	5
2.3. Tanah Gambut	6
2.3.1. Definisi Tanah Gambut.....	6
2.3.2. Sifat Fisik Tanah Gambut.....	6
2.3.3. Sifat Kimia Tanah Gambut.....	7
2.4. Pengujian Karakteristik Tanah Gambut.....	8
2.4.1. Kadar Air (<i>Water Content</i> , ω)	8
2.4.2. Berat Jenis Butiran Tanah (<i>Specific Gravity</i> , G_s).....	9
2.4.3. Kadar Organik (<i>Organic Content</i> , OC)	9
2.4.4. Kadar Abu (<i>Ash Content</i> , AC).....	10
2.4.5. Kadar Serat (<i>Fiber Content</i> , FC)	10

2.4.6. Derajat Keasaman (<i>Acidity Degree</i> , pH)	11
2.5. Analisa <i>Scanning Elektron Microscopy</i> (SEM) Tanah Gambut	11
2.6. Sistem Klasifikasi Tanah Gambut	12
2.6.1. Klasifikasi Tanah Gambut Menurut Mac Farlane (1969).....	12
2.6.2. Klasifikasi Tanah Gambut Menurut Von Post (1969)	12
2.6.3. Klasifikasi Tanah Gambut Menurut ASTM D: 2607-69	14
2.6.4. Klasifikasi Tanah Gambut Menurut ASTM D: 4427-84	14
2.7. Pengambilan Sampel (ASTM D: 7015-04)	15
2.8. Kuat Geser Tanah Gambut	16
2.9. Pengujian Laboratorium Parameter Kuat Geser	16
2.9.1. Pengujian Geser Langsung (<i>Direct Shear</i>)	17
2.9.2. Pengujian Triaxial	17
2.10. Uji Triaxial Kondisi <i>Unconsolidated Undrained</i> (UU).....	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1. Umum	21
3.2. Studi Literatur.....	22
3.3. Pekerjaan Lapangan.....	22
3.4. Pekerjaan Laboratorium.....	25
3.4.1. Pengujian <i>Index Properties</i>	25
3.4.2. Metode Persiapan Sampel.....	26
3.4.3. Pengujian Parameter Kuat Geser	28
3.5. Analisa Hasil dan Pembahasan.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1. Hasil Pengujian <i>Index Properties</i>	30
4.2. Hasil Analisa <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	31
4.3. Jenis Tanah Gambut	32
4.4. Hasil Pengujian <i>Triaxial</i> Kondisi UU Tanah Gambut Inderalaya.....	34
4.4.1. Kohesi (C).....	34
4.4.2. Sudut Geser Dalam (ϕ)	36
4.4.3. Kuat Geser (τ)	37
4.5. Pembahasan	40

BAB V PENUTUP	41
5.1. Kesimpulan	41
5.2. Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1. Peta Penyebaran Rawa di Inderalaya.....	5
Gambar II.2. Contoh Tekstur Tanah Gambut Berserat Daerah Tampan Riau.....	11
Gambar II.3. Skema Uji Geser Langsung	17
Gambar II.4. Alat Uji <i>Triaxial</i>	18
Gambar II.5. Contoh Lingkaran <i>Mohr</i>	19
Gambar III.1.Diagram Alir Penelitian	21
Gambar III.2.Denah Lokasi Pengambilan Sampel	22
Gambar III.3.Skema Letak Titik Pengambilan Sampel.....	23
Gambar III.4.Skema Penggalian Tanah.....	23
Gambar III.5.Skema Pengambilan Sampel.....	24
Gambar III.6.Skema Pemotongan Tabung Sampel	24
Gambar III.7.Skema Pelepasan Segel Lilin.....	27
Gambar III.8.Skema Pemasangan Ekstruder	27
Gambar III.9 Skema Pemotongan Sampel.....	27
Gambar IV.1 Tekstur Tanah Gambut Berserat Daerah Palembang, Bumi Inderalaya Permai, dan Semambu	32
Gambar IV.2 Lingkaran <i>Mohr</i> Tanah Gambut Palembang titik A	34
Gambar IV.3 Grafik Perbandingan Nilai Kohesi (C) Tanah Gambut Inderalaya...	36
Gambar IV.4 Grafik Perbandingan Sudut Geser Dalam (ϕ) Tanah Gambut Inderalaya.....	37
Gambar IV.5 Grafik Perbandingan Kuat Geser (τ) Tanah Gambut Inderalaya	39
Gambar IV.6 Grafik Perbandingan Kuat Geser (τ) Rata-rata Tanah Gambut Inderalaya	40

DAFTAR TABEL

Tabel II.1.	Komposisi Gambut	8
Tabel II.2.	Berat Jenis Butiran Tanah (<i>Spesific Gravity</i>)	9
Tabel II.3.	Kadar Organik (Oc) Tanah	10
Tabel II.4.	Klasifikasi Tanah Gambut (Von Post,1992).....	13
Tabel II.5.	Klasifikasi Tanah Gambut (ASTM D: 2607, 1969)	14
Tabel III.1.	Jumlah Sampel.....	26
Tabel IV.1.	Hasil Pengujian <i>Index Properties</i>	30
Tabel IV.2.	Jenis Tanah Gambut.....	33
Tabel IV.3.	Nilai Kohesi (C) Tanah Gambut Inderalaya	35
Tabel IV.4.	Nilai Sudut Geser Dalam (ϕ) Tanah Gambut Inderalaya	36
Tabel IV.5.	Nilai Kuat Geser (τ) Tanah Gambut Inderalaya	38
Tabel IV.6.	Rekapitulasi Nilai Kuat Geser (τ) Tanah Gambut di Inderalaya	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. ASTM D: 7015

Lampiran B. Hasil Pengujian Index Properties dan Analisa SEM

B-1. Hasil Pengujian Kadar Air (*Water Content*)

B-2. Hasil Pengujian Berat Jenis Butiran (*Specific Gravity*)

B-3. Hasil Pengujian Kadar Serat (*Fiber Content*)

B-4. Hasil Pengujian Kadar Organik dan Abu (*Organic and Ash Content*)

B-5. Hasil Analisa *Scanning Electron Microscopy* (SEM)

B-6. Perhitungan Angka Pori dan Berat Volume

Lampiran C. Hasil Grafik Pengujian Triaxial kondisi UU

Lampiran D. Dokumentasi Penelitian

D-1. Pekerjaan Lapangan

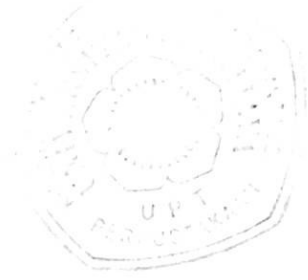
D-2. Pengujian *Index Properties*

D-3. Persiapan Sampel

D-4. Pengujian *Triaxial* Kondisi UU

BAB I

PENDAHULUAN



1.1. Latar Belakang

Inderalaya merupakan Ibukota Kabupaten Ogan Ilir dengan hamparan dataran rendah berawa yang sangat luas dan bertopografi datar sampai bergelombang dengan ketinggian sampai 14 meter dari permukaan air laut. Wilayah daratan Kabupaten Ogan Ilir mencapai 65 % serta wilayah berair dan rawa-rawa sekitar 35 % yang sebagian merupakan tanah gambut (Pemkab Ogan Ilir, 2012).

Tanah gambut adalah salah satu jenis tanah yang bermasalah. Menurut Andriesse, 1992 dalam Wiwik Hartatik, 2010, gambut adalah tanah organik (*organic soil*), tetapi tidak berarti tanah organik adalah tanah gambut. Sebagian petani menyebut tanah gambut dengan istilah tanah hitam, karena warnanya hitam dan berbeda dengan jenis tanah lainnya.

Perilaku tanah gambut sangat berbeda dengan tanah lempung, hal ini disebabkan tanah gambut mempunyai dua jenis pori, yaitu makropori yang berada di antara serat-serat dan mikropori yang berada di dalam serat (Mac Farlane, 1969 dalam Surta Ria N, 2013). Pengaruh kadar serat yang tinggi akan berdampak pada perilaku pemampatan tanah gambut jika dikenai beban di atasnya.

Sifat teknis tanah gambut yang paling menonjol yaitu daya dukungnya yang rendah, dan daya serap air yang baik. Kadar air tanah gambut berada pada kisaran 100-1300 % yang artinya tanah gambut mampu menyerap air 1 sampai 13 kali dari berat keringnya (Mutalib dkk, 1991 dalam Dariah, 2012), semakin besar kadar air yang terkandung dalam tanah gambut semakin kecil pula kekuatannya. Akibat dari tingginya kadar air pada tanah gambut menjadikan daya dukung tanah gambut sangat rendah.

Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk menahan tekanan atau beban bangunan pada tanah dengan aman tanpa menimbulkan keruntuhan geser dan penurunan berlebihan (Najjoan, T.F, 2002). Pada tanah gambut terdapat parameter penting untuk menentukan rancangan bangunan yang berhubungan dengan tanah, yaitu kuat geser tanah.

Kuat geser tanah merupakan kemampuan tanah melawan tegangan geser yang terjadi pada saat terbebani (Suprpto, 1998). Salah satu uji laboratorium yang dapat digunakan untuk mencari parameter kuat geser tanah yaitu uji *Triaxial*.

1.2. Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini adapun rumusan masalah yang akan dibahas yaitu bagaimana nilai kuat geser (τ) tanah gambut di Inderalaya dan jenis tanah gambut tersebut.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dari penulisan Laporan Tugas Akhir ini adalah untuk mengetahui kekuatan geser tanah gambut di Inderalaya dan menentukan jenis tanah gambut yang diuji.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup penelitian dari penulisan Laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai Berikut :

- 1) Tanah yang digunakan pada penelitian ini ialah sampel tanah gambut tak terganggu di Daerah Palembang, Bumi Inderalaya Permai (BIP), dan Semambu yang berada di Inderalaya.
- 2) Pengujian kadar air (ω), berat jenis butiran (G_s), kadar serat (F_c) dan pengujian *Triaxial* kondisi UU dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Pengujian kadar organik (O_c), kadar abu (A_c), dan pemeriksaan derajat keasaman (pH) dilakukan di Laboratorium Kimia, Biologi, dan Kesuburan tanah Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Sedangkan Analisa *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dilakukan di Laboratorium Kimia Jurusan Teknik Kimia Politeknik Sriwijaya.

1.5. Sistematika penulisan

Dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini dibagi menjadi 5 bab dengan sistematika pembahasan sebagai berikut :

1) Bab I Pendahuluan

Bagian ini membahas mengenai latar belakang disertai rumusan masalah yang akan dibahas, maksud dan tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

2) Bab II Tinjauan Pustaka

Dalam bab ini akan dibahas mengenai uraian secara umum tentang penelitian yang akan dilakukan, seperti pengertian umum dan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

3) Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian yang terdiri dari studi literatur, pengumpulan data, pengolahan data dan metode analisa data.

4) Bab IV Pembahasan

Pada bab ini berisikan mengenai analisa data pengujian dan hasil dari pengujian yang telah dilakukan.

5) Bab V Kesimpulan dan Saran

Dalam bab ini memuat tentang kesimpulan dan saran penulis tentang laporan dan pengujian yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Braja M. Das. 1998. *Mekanika Tanah 2*. Erlangga, Jakarta.
- Suprpto Heri dan Suryadi. 1998. *Mekanika Tanah Lanjutan*. Gunadarma, Depok.
- Dariah dkk. 2012. *Panduan Pengelolaan Berkelanjutan Lahan Gambut Terdegradasi*. Balai Penelitian Tanah, Bogor.
- Hartatik Wiwik. 2010. *Sifat Kimia dan Fisik Tanah Gambut*. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Ilyas Tommy dkk. 2008. *Studi Perilaku Kekuatan Tanah Gambut Kalimantan yang Di-Stabilisasi dengan Semen Portland*. Jurnal Teknologi : Edisi No. 1, Jakarta.
- Najoan T.F dan Soetjiono, C. 2002. *Pengaruh Akar Tanaman terhadap Kuat Geser Tanah*, Prosiding Seminar Nasional Slope. HATTI, GEC, UNIKA Parahyangan Bandung.
- Nair Ushaa. 2006. *Shear Strength Characteristics of Fibrous Peat Soil*. Universitas Teknologi Malaysia, Malaysia.
- Noor, E. M. 1997. *Perbedaan Perilaku Teknis Tanah Lempung dan Tanah Gambut (peat soil)*. Jurnal Geoteknik: Volume III. Bandung.
- Patri Esti. 2014. *Studi Daya Dukung Pondasi Dangkal pada Tanah Gambut Menggunakan Kombinasi Perkuatan Anyaman Bambu dan Grid Bambu dengan Variasi Jarak dan Jumlah Lapisan Perkuatan*. Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Ria Surta. 2013. *Kajian terhadap Nilai Kuat Geser Tanah Gambut Muara Batang Toru Sumatera Utara setelah Mengalami Pemampatan Awal*. Jurnal Rancang Sipil Volume 2 no.1, Medan.
- Kriteria Perencanaan Bagian Parameter Bangunan. 2009. *Standar Perencanaan Irigasi*. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Pedoman Kimpraswil. 2002. *Panduan Geoteknik: Penyelidikan Tanah Lunak*. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Jakarta.