

PENGARUH PENAMBAHAN CLEAN SET CEMENT (CS-60) PADA STABILISASI TANAH GAMBUT TERHADAP PARAMETER KUAT GESERNYA

Mirnasari Daulay

Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VII
Direktorat Jenderal Bina Marga
Kementerian Pekerjaan Umum
Jl. H. Hasan Basry Komp. Bina Marga No. 13
Banjarmasin
Tel: (0511) 3304036 Fax: (0511) 3303805
ms.mirnasari@gmail.com

Abstract

In Kalimantan Island as other islands in Indonesia, there are located peat land or peaty land. One of the nature of peat land is that peat land has a very low bearing capacity. Therefore if civil structures such as a highway, dam, railway, airport and seaport, and buildings built on them, then the peat land must be improved or stabilized to increase the technical properties of the peat land.

To increase the technical properties the peat land can be stabilized by adding additive namely clean set cement type CS-60. 5%, 10% and 15%. Curing time varied from 1 day, 3 days, 7 days. There are two variables that must be tested namely inner shear and cohesion. Those variables are tested through Direct Shear and UU Triaxial Tests.

From those tested it was found very high water content (w), low weight of volume (γ), low specific gravity (Gs). Based on USCS Classification, the peat land is classified as peat land with high organic content namely as A-8 group in AASHTO chart. Also it was found that there were a significant increase in direct shear and triaxial for peat land mixed with clean set cement CS-60 type.

Key words: stabilization, peat land, clean set cement.

PENDAHULUAN

Mengingat luasnya lahan tanah gambut di tanah air, sering terjadi bahwa keberadaan tanah gambut tidak dapat dihindari sehingga teknologi penanganan bangunan sipil di atas tanah gambut mutlak harus dikuasai. Untuk itu, aspek ekonomis yaitu penggunaan material setempat untuk mengurangi biaya pembuatan konstruksi bangunan sipil di atas tanah gambut perlu dikaji. Pada penelitian ini dicoba digunakan *clean set cement (CS-60)* sebagai bahan untuk menstabilkan dan memperbaiki karakteristik tanah gambut tersebut.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh pencampuran *clean set cement (CS-60)* pada tanah gambut terhadap parameter kuat geser. Melalui penelitian ini diharapkan dapat menambah pemahaman tentang karakteristik dan sifat-sifat tanah gambut serta dapat melengkapi pengetahuan dan wawasan yang ada tentang penggunaan *clean set cement (CS-60)* sebagai alternatif bahan campuran tanah gambut, sehingga dapat diaplikasikan dalam kasus-kasus geoteknik lain yang ada di lapangan.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah gambut yang berasal dari Kalimantan Tengah, pada lokasi jalan Trans Kalimantan Lintas Selatan km. PLK 84+000, Kabupaten Pulang Pisau, sedangkan bahan stabilisator *clean set cement* tipe CS-60. Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Pada penelitian ini yang ingin diketahui adalah seberapa besar pengaruh kuat geser tanah gambut setelah dicampur dengan *clean set cement (CS-60)* dengan kadar campuran 5%, 10% dan 15% dari berat kering tanah, dengan waktu perawatan kering (*curing time*) masing-masing 1 hari, 3 hari dan 7 hari.

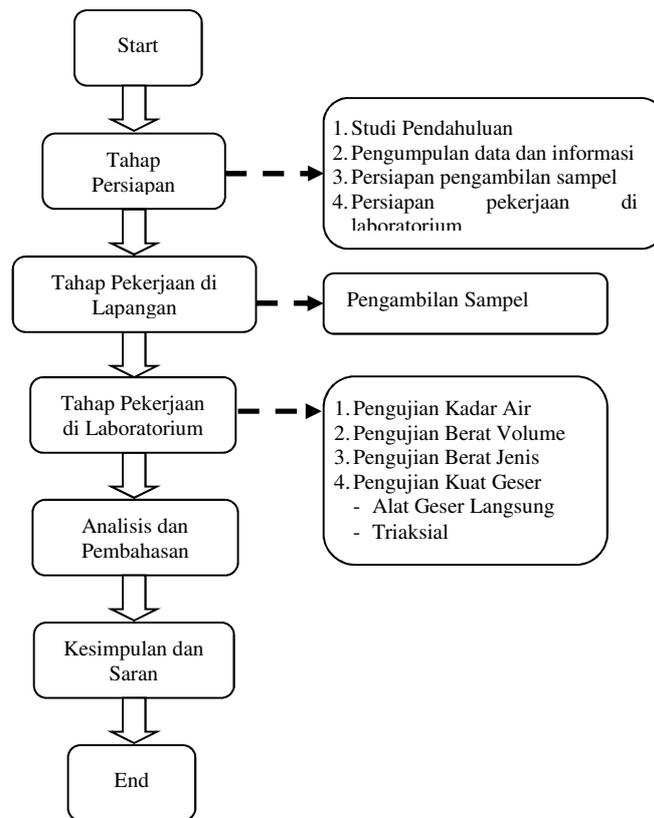
Penelitian ini dimulai dengan pengambilan sampel di lapangan kemudian dibawa ke laboratorium untuk diteliti. Untuk jelasnya dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini : Bagan alir pelaksanaan studi

PELAKSANAAN PEKERJAAN

Tahap Persiapan

Beberapa tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah tahap persiapan, tahap pekerjaan lapangan dan tahap pekerjaan di laboratorium. Tahap persiapan merupakan pekerjaan awal yang meliputi : studi

pendahuluan, pengumpulan informasi dan data mengenai tanah gambut dan *clean set cement*, melakukan koordinasi untuk pengambilan benda uji di lapangan dan persiapan untuk pekerjaan di laboratorium.



Gambar 1: Bagan alir pelaksanaan penelitian

Tahap Pekerjaan di Lapangan

Setelah melakukan tahap persiapan, dilanjutkan dengan tahap pekerjaan di lapangan yang meliputi pengambilan sampel tanah gambut dan *clean set cement*. Pekerjaan ini diawali dengan observasi lahan atau lokasi tempat pengambilan sampel tanah, yaitu dengan mengumpulkan data-data dari sekitar tempat pengambilan sampel.

Tahap Pekerjaan di Laboratorium

Dalam penelitian ini pekerjaan di laboratorium meliputi pengujian sifat tanah dan sifat mekanik tanah suatu sampel benda uji, dalam hal itu tanah gambut distabilisasikan dengan *clean set cement (CS-60)*.

Pengujian Sifat Fisik Tanah

Pengujian sifat fisik tanah ini terdiri dari :

1. Pemeriksaan Kadar Air Tanah (ASTM D 2216-71)

Pengujian ini bertujuan untuk memeriksa dan menentukan kadar air sampel tanah. Kadar air adalah nilai perbandingan antara berat air dalam satuan tanah dengan berat kering tanah tersebut.

Dari hasil pengujian kadar air didapat nilai kadar rata-rata yang sangat tinggi. Hal ini tidak mengherankan mengingat salah satu sifat dari tanah gambut adalah memiliki kadar air di atas 100%.

2. Pemeriksaan Berat Volume Tanah (ASTM D 2980-71 (1996))

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai perbandingan berat tanah termasuk berat air yang dikandungnya dengan volume seluruhnya.

Dalam pengujian ini sampel yang diteliti merupakan tanah yang tidak terganggu (*undisturbed*) dan tanah terganggu (*disturbed*). Didapat hasil bahwa rata-rata berat volume tanah yang rendah.

3. Pemeriksaan Berat Jenis Tanah (ASTM D 854-72)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat jenis suatu sampel, yaitu nilai perbandingan berat butiran tanah dengan berat air destilasi di udara dengan volume yang sama pada temperatur tertentu, biasanya diambil pada suhu 27,5°C. Dari pengujian ini didapat nilai rata-rata berat jenis (G_s) tanah yang rendah.

4. Klasifikasi Tanah Gambut (ASTM D 2488)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan jenis tanah yang diteliti. Untuk tanah gambut pengujiannya dilakukan secara visual, yaitu dengan mengidentifikasi tekstur, warna, bau, kadar air, berat jenis, berat volume, partikel tumbuhan serta tanah mineralnya. Tanah gambut yang berasal dari Kalimantan Tengah ini secara visual, sampel tanah yang diuji berwarna coklat, struktur tanahnya banyak rongga yang ditempati serat-serat yang berasal dari pembusukan dedaunan, akar, ranting pohon, maupun rumput liar, serta memiliki kadar air yang sangat tinggi, nilai berat jenis dan berat volumenya sangat ringan, sehingga apabila dicampur dengan air, tanah gambut tersebut akan mengapung atau berada di atas permukaan air. Tanah gambut ini mudah terbakar. Berdasarkan klasifikasi AASHTO, tanah dibagi menjadi 8 kelompok, yaitu dari kelompok A-1 sampai A-8. A-8 adalah kelompok tanah organik yang pada revisi terakhir AASHTO diabaikan, karena kelompok tanah ini tidak stabil sebagai bahan lapisan konstruksi perkerasan jalan.

Berdasarkan data sifat fisik dari hasil penelitian bahwa tanah yang dimaksud adalah tanah yang *saturated* yang mempunyai kadar air yang tinggi yakni lebih dari 100% dan dengan berat volume yang sangat ringan. Data tersebut tidak mengherankan mengingat tanah yang menjadi sampel dalam percobaan ini adalah tanah gambut. Data tersebut mengindikasikan bahwa sifat-sifat teknisnya dari sudut pandang teknik sipil yakni daya dukungnya akan sangat rendah sehingga perlu dilakukan penanganannya untuk memperbaikinya.

Pengujian Sifat Mekanis Tanah

1. Uji Proktor Standar (ASTM D 698-70)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan hubungan antara kadar air dan berat volume kering tanah dengan cara memadatkan tanah di dalam silinder berukuran tertentu menggunakan alat penumbuk. Dari pengujian ini akan diperoleh nilai dari berat volume kering maksimum (*Maximum Dry Density/MDD*) dan kadar air optimum (*Optimum Moisture Content/OMC*). Material yang dipergunakan sebagai sampel dalam pengujian ini adalah tanah yang dikeringkan terlebih dahulu kemudian dilakukan penyaringan. Sampel yang digunakan adalah material yang lolos saringan No.4, dimana tiap sampel beratnya adalah 1000 gr sebanyak 5 buah. Dari pengujian proktor standar ini diperoleh nilai rata-rata berat volume kering tanah maksimum ($\gamma_{k \text{ maks}}$) yang sangat ringan, dan nilai kadar air optimum (w_{opt}) yang tinggi. Hasil pengujian ini digunakan sebagai dasar untuk penghitungan pengujian Geser Langsung dan uji Triaksial UU untuk pembuatan sampel tanah dengan campuran *clean set cement*.

Dari kedua parameter hasil pengujian proktor standar yakni $\gamma_{k \text{ maks}}$ dan w_{opt} dapat disimpulkan bahwa sifat mekanis dari sampel dalam penelitian ini yakni tanah gambut dari Kalimantan Tengah relatif labil sehingga tanah ini sangat terbatas penggunaannya dalam bangunan teknik sipil maka dari itu perlu distabilisasi untuk meningkatkan daya dukungnya. Melihat kadar air optimum yang sangat besar maka dapat dipastikan bahwa butiran tanah yang lolos saringan nomor 200 sangat dominan. Demikian pula dengan parameter berat volume tanah yang sangat rendah maka dapat dipastikan bahwa tanah ini akan sulit dipadatkan. Dari kedua parameter tersebut dapat disimpulkan bahwa dari kaca mata teknik sipil tanah percobaan merupakan tanah yang sulit ditangani.

2. Uji Geser Langsung (ASTM D 3080)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan besarnya parameter geser tanah dengan alat geser langsung pada kondisi “*Unconsolidated – Undrained*”. Parameter tanah terdiri dari sudut geser dalam (ϕ) dan kohesi (c), yang dapat mempengaruhi besar kecilnya perhitungan daya dukung tanah.

Pengaruh aditif yakni *clean set cement* tipe CS-60 yang dicampurkan kepada sampel mampu memperbaiki sifat-sifat teknis dari tanahdan mengurangi kemampuan tanah untuk mengembang (*swelling*) karena *clean set cement* dapat mengikat air sehingga memberikan peningkatan parameter mekanis tanah. Perbaikan sifat-sifat teknis tanah tersebut dapat dilihat dari peningkatan nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) yang dihasilkan pada penggunaan *clean set cement*. Meningkatnya nilai kohesi dan sudut geser dalam akan meningkatkan besarnya kapasitas dukung tanah. Hal ini sesuai dengan analisis Terzaghi, yang menyatakan bahwa besarnya kapasitas dukung suatu tanah merupakan fungsi dari ϕ . (*Hary Christady H*).

Berdasarkan pengujian Geser Langsung terlihat bahwa penggunaan *clean set cement* dapat meningkatkan nilai kohesi (c) tanah. Penambahan persentase *clean set cement* dan penambahan lama waktu pemeraman berbanding lurus dengan peningkatan nilai kohesi tanah. Sebagai contoh pada persentase *clean set cement* 5% dan lama pemeraman 1 hari didapat nilai kohesi sebesar 0,235 kg/cm². Selanjutnya dengan persentase penggunaan *clean set cement* yang sama yakni 5% tetapi dengan menambah lama pemeraman dari 1 hari menjadi 3 hari terdapat kenaikan nilai kohesi sebesar 25,53% dari nilai kohesi dengan lama pemeraman 1 hari. Seterusnya dengan menambah lama pemeraman menjadi 7 hari dengan persentase *clean set cement* yang sama terdapat kenaikan nilai kohesi dari nilai kohesi dengan lama pemeraman 1 hari. Demikian juga halnya dengan penambahan persentase campuran *clean set cement* akan meningkatkan nilai kohesi dari tanah. Dengan kadar *clean set cement* 5% dan lama pemeraman 3 hari didapat nilai kohesi sebesar 0,295 kg/cm², sedangkan dengan persentase *clean set cement* 10% dan lama pemeraman 3 hari terdapat kenaikan nilai kohesi sekitar 15% dari nilai kohesi dengan tambahan aditif 5%. Nilai kohesi tertinggi terjadi pada penambahan kadar aditif 15% dengan masa pemeraman 7 hari. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penggunaan *clean set cement* dapat meningkatkan nilai kohesi dari tanah gambut. Peningkatan persentase *clean set cement* dan penambahan masa pemeraman berbanding lurus dengan peningkatan nilai kohesi tanah gambut.

Dari hasil pengujian Geser Langsung terlihat bahwa terjadi peningkatan nilai sudut geser dalam dengan penggunaan bahan aditif yakni *clean set cement* pada tanah gambut. Penambahan kadar *clean set cement* dan penambahan lama pemeraman berbanding lurus dengan peningkatan nilai sudut geser dalam. Nilai sudut geser dalam tertinggi didapat pada campuran *clean set cement* 15% dan dengan lama pemeraman 7 hari.

3. Uji Triaksial UU (ASTM D 2850)

Pengujian triaksial UU adalah pengujian tanah dengan tiga dimensi tekanan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan sudut geser dalam tanah (ϕ) dan kohesi tanah (c), serta akan diperoleh daya dukung tanah (q_u).

Sebagaimana yang telah dijelaskan, tujuan penelitian adalah untuk mengetahui besarnya kuat geser tanah yang distabilisasi dengan penambahan *clean set cement* tipe CS-60. Kuat geser tanah didapat melalui pengujian sifat fisik dan mekanik tanah yang meliputi pengujian Geser Langsung (*Direct Shear Test*) dan Uji Triaksial UU (*Triaxial Test*), baik tanpa maupun dengan campuran *clean set cement* dengan variasi lama pemeraman 1 hari, 3 hari dan 7 hari.

Dari hasil pengujian Triaksial UU terlihat bahwa terjadi perbaikan sifat-sifat mekanis tanah dengan adanya penambahan bahan aditif yakni *clean set cement* pada tanah gambut asal Kalimantan Tengah. Juga peningkatan persentase *clean set cement* terhadap tanah dan penambahan lama pemeraman akan meningkatkan parameter kuat geser baik nilai sudut geser dalam maupun nilai kohesinya. Mengamati data hasil pengujian terutama hasil sudut geser dalam terlihat bahwa terdapat kerancuan pada hasil pengujian.

Dari hasil pengujian Triaksial UU pada tanah gambut yang dicampur dengan bahan aditif yakni *clean set cementCS-60* dan dengan lama pemeraman tertentu akan diperoleh peningkatan nilai kohesi tanah. Peningkatan nilai kohesi ini terjadi seiring dengan penambahan persentase *clean set cementCS-60*. Dengan menambah lama pemeraman, dengan persentase *clean set cementCS-60* yang sama akan terjadi peningkatan nilai kohesi tanah. Dengan kadar *clean set cementCS-60* 5% dan dengan lama pemeraman 7 hari terjadi peningkatan nilai kohesi sebesar 85% dari nilai kohesi pemeraman 1 hari. Nilai kohesi tertinggi didapat pada tanah gambut dengan campuran *clean set cementCS-60* sebesar 15% serta waktu pemeraman 7 hari.

Mencermati hasil uji Triaksial UU khususnya terhadap parameter sudut geser dalam (ϕ) terlihat bahwa terjadi fluktuasi nilai sudut geser dalam. Secara logika nilai sudut geser dalam akan bertambah nilainya berbanding lurus dengan peningkatan kadar campuran *clean set cement* pada tanah. Demikian juga lama pemeraman akan mempengaruhi nilai sudut geser dalam tanah dimana makin lama masa pemeraman maka makin tinggi pula nilai sudut geser dalam tanah. Namun yang terjadi dalam pengujian ini khusus pada parameter nilai sudut geser dalam adalah ketidakteraturan nilai sudut geser dalam bila dikaitkan dengan kadar *clean set cement* dan lama pemeraman. Sebagai contoh, pada sampel dengan kadar *cleanset cementCS-60* 5% dan dengan lama pemeraman 1 hari nilai sudut geser dalam adalah $20,4^\circ$ dan dengan lama pemeraman 7 hari kadar *clean set cement* tetap 5% nilai sudut geser dalam didapat sebesar $18,33^\circ$. Nilai sudut geser dalam tertinggi didapat pada penambahan aditif 15% dan lama pemeraman 3 hari. Adapun beberapa kemungkinan terjadinya hal tersebut antara lain adalah sebagai berikut ini :

1. Terjadinya ketidakteraturan pencampuran antara *clean set cement* dengan tanah gambut yang menyebabkan pada sebagian sampel kadar aditif relatif tinggi sedangkan pada sebagian lainnya sebaliknya dan hal ini tentunya akan sangat mempengaruhi hasil pengujian.
2. Terjadi kebocoran pada membran pada saat melakukan pengujian sehingga air yang seharusnya tidak dapat masuk ke dalam sampel (benda uji) dapat masuk ke dalam sampel tersebut.
3. Kurangnya ketelitian dalam melakukan pembacaan dial.
4. Faktor usia alat yang digunakan dalam melakukan pengujian.

KESIMPULAN

Dari uraian tersebut di atas dapat disimpulkan sebagai berikut ini :

1. Sampel tanah yang digunakan dalam percobaan ini diambil pada lokasi Km.84+000 jalan lintas Kalimantan Poros Selatan di Kabupaten Pulang Pisau, Provinsi Kalimantan Tengah. Dalam pengklasifikasian tanah secara *USCS*, sampel termasuk ke dalam tanah gambut (*peat*) secara visual memiliki tekstur yang berserat dan berwarna coklat. Sifat fisik tanah gambut asli yang digunakan memiliki kadar air (w) yang sangat tinggi, berat jenis (G_s) yang ringan, dan berat volume (γ) yang ringan. Secara *AASHTO* tanah termasuk ke dalam kelompok A-8 yaitu tanah organik.
2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan yang signifikan terhadap parameter kuat geser tanah gambut yang dicampur dengan *clean set cement* tipe *CS-60* yang diukur dengan uji geser langsung dan uji Triaksial UU.
 - a. Geser Langsung
 - (1) Sudut geser dalam (ϕ) benda uji meningkat secara signifikan, dimana sudut geser dalam tertinggi dengan kadar *clean set cement* 15% dan lama pemeraman 7 hari.
 - (2) Nilai kohesi (c) benda uji juga meningkat secara signifikan dengan nilai kohesi tertinggi terjadi pada pencampuran dengan kadar *clean set cement* 15% dengan lama pemeraman 7 hari.
 - b. Triaksial UU
 - (1) Terjadi peningkatan nilai sudut geser dalam (ϕ) yang signifikan pada sampel tanah gambut yang distabilisasi dengan *clean set cement* tipe *CS-60*. Nilai sudut geser dalam (ϕ) tertinggi terjadi pada penambahan aditif sebesar 15% dengan lama pemeraman 3 hari.
 - (2) Nilai kohesi (c) meningkat secara signifikan dimana pada kadar *cleanset cement* 15% dan lama pemeraman 7 hari.

Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjut dengan menambah kadar *clean set cement* di atas 15%, misalnya dengan variasi 20% dan 25%, dengan lama pemeraman 7 hari. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan nilai sudut geser dalam dan kohesi yang optimal dengan penambahan *clean set cement* ini.
2. Perlu dilanjutkan dengan percobaan skala penuh di lapangan, misalnya dengan panjang 500 meter dan lebar 10 meter. Terhadap hasil percobaan di lapangan tersebut kiranya dilakukan pengamatan secara intensif untuk mengetahui sifat-sifat teknisnya di lapangan baik nilai sudut geser dalam, kohesi maupun besaran lainnya.
3. Perlu diperhatikan kerataan atau homogenitas campuran karena hal ini akan sangat mempengaruhi hasil atau kinerjanya. Pada bagian yang tinggi kadar *clean set cement*nya akan mempunyai nilai parameter teknis yang tinggi dan sebaliknya.
4. Perlu kehati-hatian dalam melaksanakan penanganan di tanah gambut karena pada musim kemarau daerah atau kawasan lahan gambut sangat rentan terhadap bahaya kebakaran, tidak terkecuali pada tanah gambut yang distabilisasi dengan *clean set cement* ini.
5. Perlu dilakukannya kalibrasi alat uji secara berkala.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinugroho, W.C dkk, *Panduan Pengendalian Kebakaran Hutan dan Lahan Gambut*, Bogor, 2005.
- Bowles, J. E., *Sifat-sifat dan Geoteknis Tanah*, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1986.
- Das, B.M dkk, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) jilid 1 dan 2*, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1993.
- Dunn, I.S dkk, *Dasar-Dasar Analisis Geoteknik*, Penerbit IKIP Semarang Press, Semarang, 1980.
- Hardiyatmo, HC, *Mekanika Tanah I*, cetakan ke IV, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 2006.
- Najiyati, Sri dkk, *Pengelolaan Lahan Gambut untuk Pertanian Berkelanjutan*, Bogor, 2005.
- Shirley L.H, *Geoteknik dan Mekanika Teknik (Penyelidikan Lapangan dan Laboratorium)*, Penerbit Nova, Bandung, 1987.
- Sukirman, Silvia, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Penerbit Nova, Bandung, 1999.
- Terzaghi, Karl dan Ralph B. Peck, *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa jilid1*, Penerbit Erlangga, 1967.
- Wesley, L.D, *Mekanika Tanah*, cetakan ke VI, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta, 1977.
- Wibisono, I.T.C dkk, *Panduan Rehabilitasi dan Teknik Silvikultur di Lahan Gambut*, Bogor, 2005.
- _____, *Pedoman - Teknis "Clean Set"*, PT. INDO CLEAN SET CEMENT, Jakarta, 1991.
- _____, *Panduan Praktikum Mekanika Tanah*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- _____, *Buku Pedoman Tugas Akhir dan Praktik Kerja*, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- _____, *Strategi dan Rencana Tindakan Nasional Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan*, Jakarta, 2006.