

PENGARUH PENAMBAHAN ECOCURE²¹ DAN SEMEN TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS TANAH GAMBUT

oleh :

Irwandy Muzaidi

Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Banjarmasin
Email : irwann.muzaidi@gmail.com

Muhammad Fitriansyah

Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Banjarmasin
Email : fitriansyahm3@gmail.com

Dyah Pradhitya Hardiani

Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Banjarmasin
Email : dyah_hardiani@yahoo.com

Abstrak: Tanah gambut adalah jenis tanah yang terbentuk dari sisa-sisa tumbuhan yang membusuk dan terjadi bertahun-tahun sebelumnya. Tanah gambut memiliki kandungan organik yang tinggi dan mempunyai karakteristik yang berbeda dengan tanah lempung, lanau, dan pasir. Tanah gambut Indonesia termasuk dalam jenis gambut tropis. Metode perbaikan tanah gambut (*peat soil improvement*) telah banyak dilakukan diantaranya dengan melakukan pengelupasan (*replacement*) tanah gambut jika mempunyai kedalaman rendah (*shallow & moderate peat*) dan diganti dengan material tanah yang lebih baik. Alternatif lain untuk mengatasi permasalahan yang terjadi pada kestabilan tanah adalah menggunakan bahan stabilisasi yaitu *Ecocure*²¹. *Ecocure*²¹ merupakan produk dari Jepang, yang berupa bahan stabilisasi dan pemadatan tanah, dan juga sebagai zat aditif untuk mempertahankan fungsi tanah terutama kesuburannya. Perbaikan tanah gambut dengan menggunakan bahan aditif *Ecocure*²¹ selama ini belum pernah dituangkan dalam sebuah penelitian. Penelitian bahan *Ecocure*²¹ selama ini hanya dilakukan pada tanah lempung saja. Hal ini yang membuat peneliti melakukan penelitian tentang pengaruh penambahan bahan aditif *Ecocure*²¹ terhadap stabilisasi dengan tanah gambut. Penelitian ini diharapkan menjadi salah satu solusi alternatif dalam perbaikan tanah gambut dan dapat meningkatkan kualitas tanahnya. Dari penelitian ini diketahui bahwa dengan adanya penambahan semen dan *Ecocure*²¹ dapat memperbaiki sifat fisis dan mekanis tanah dilihat dari pengujian kadar air, berat jenis (Gs) dan pengujian kuat geser tanah.

Kata Kunci : tanah gambut, *Ecocure*²¹, lempung, kuat geser tanah

Abstract: Peat soils are soils formed from the remnants of decaying plants and occurred many years earlier. Peat soils have high organic content and have different characteristics with clay, silt, and sand. Indonesia's peat lands included in these types of tropical peat. Peat soil improvement methods have been carried out include making exfoliation peat if it has a shallow depth and replaced with better soil material. Another alternative to overcome the problems that occur on the stability of the soil is to use a stabilizing agent that is *Ecocure*²¹. *Ecocure*²¹ is a product of Japan, the form of the stabilization and soil compaction, and also as an additive to preserve soil functions mainly fertility. Peat soil improvement using additive materials *Ecocure*²¹ has not been outlined in a study. *Ecocure*²¹ material research has been done only on clay soil only. This makes the researchers conducted a study on the effect of the addition of additives to the stabilization *Ecocure*²¹ with peat. This research is expected to be one of the alternative solutions in the improvement of peat soil and can improve the quality of the soil. From this research it is known that with the addition of

cement and Ecocure²¹ can improve the physical and mechanical properties of the soil viewed from the testing of water content, specific gravity (Gs) and soil shear strength testing.

Keywords: *peat soil, Ecocure²¹, clays, shear strength*

Pendahuluan

Pembangunan di Indonesia yang selalu dilakukan salah satunya adalah di bidang transportasi yaitu pembangunan jalan raya. Dalam suatu pembangunan konstruksi jalan raya, hal yang harus selalu diperhatikan adalah jenis tanah apa yang akan digunakan sebagai lapisan tanah dasarnya (*subgrade*). Lapisan tanah dasar inilah yang mempunyai peran penting sebagai pemikul beban statis maupun beban dinamis di atasnya.

Akan tetapi dalam prakteknya di lapangan, sering dijumpai masalah-masalah teknis yang berkaitan dengan tanah. Pembangunan jalan raya sering mengalami masalah pada saat pembangunannya, diantaranya pada daerah berjenis tanah ekspansif, *swelling soils* dan tanah gambut. Di Kalimantan umumnya masalah yang sering dihadapi adalah pembangunan jalan raya di atas tanah gambut, dikarenakan jenis tanah Kalimantan sebagian besar adalah tanah gambut.

Tanah gambut adalah jenis tanah yang terbentuk dari sisa-sisa tumbuhan yang membusuk dan terjadi bertahun-tahun sebelumnya. Tanah gambut memiliki kandungan organik yang tinggi dan mempunyai karakteristik yang berbeda dengan tanah lempung, lanau, dan pasir. Tanah gambut Indonesia termasuk dalam jenis gambut tropis, karena hanya dua iklim yang mempengaruhi terbentuknya tanah gambut tersebut, jenis tumbuhan yang terurai terdiri atas berbagai macam jenis rumput, paku-pakuan, bakau, pandan, pinang, serta tumbuhan rawa lainnya (Van de Meene, 1982). Luas lahan gambut di

Indonesia yang mencapai 15,96 juta Ha (Wijaya, Adhi Dkk, 1992) atau menempati 47,8% luas rawa di Indonesia merupakan areal yang tidak mungkin dihindari dalam pengembangan wilayah untuk pemerataan pembangunan.

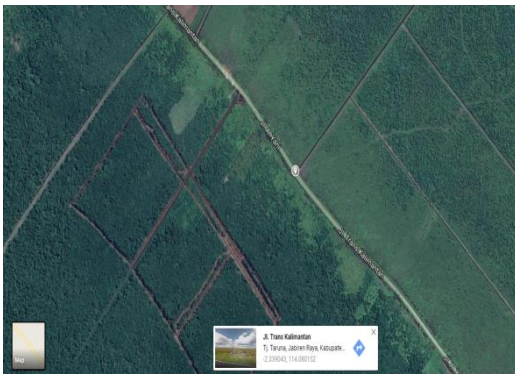
Metode perbaikan tanah gambut (*peat soil improvement*) telah banyak dilakukan diantaranya dengan melakukan pengelupasan (*replacement*) tanah gambut jika mempunyai kedalaman rendah (*shallow & moderate peat*) dan diganti dengan material tanah yang lebih baik.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mencari alternatif perbaikan tanah dasar. Contoh-contoh penelitian yang telah dilakukan antara lain adalah pencampuran kapur pada tanah ekspansif dalam keadaan *liquid limit* (Kusuma, 2001), pengaruh kadar kapur, waktu perawatan dan perendaman terhadap kuat dukung tanah lempung (Wiqoyah, 2006), dan stabilisasi tanah ekspansif dengan menggunakan campuran *fly ash* dan kapur (Welly, 2002).

Perbaikan tanah gambut dapat dilakukan secara fisik maupun kimiawi. Perbaikan secara kimiawi dapat menggunakan bahan berupa semen, kapur, bio-cat, geosta, atau bahan-bahan kimia lain.

Alternatif lain untuk mengatasi permasalahan yang terjadi pada kestabilan tanah adalah menggunakan bahan stabilisasi yaitu *Ecocure²¹*. *Ecocure²¹* merupakan produk dari Jepang, yang berupa bahan stabilisasi dan pemadatan tanah, dan juga sebagai zat aditif untuk mempertahankan fungsi tanah terutama kesuburannya. *Ecocure²¹* terbuat dari komposisi logam dan garam anorganik. (Yunaefi, 2010).

Perbaikan tanah gambut dengan menggunakan bahan aditif *Ecocure*²¹ selama ini belum pernah dituangkan dalam sebuah penelitian. Penelitian bahan *Ecocure*²¹ selama ini hanya dilakukan pada tanah lempung saja. Hal ini yang membuat peneliti melakukan penelitian tentang pengaruh penambahan bahan aditif *Ecocure*²¹ terhadap stabilisasi dengan tanah gambut. Penelitian ini diharapkan menjadi salah satu solusi alternatif dalam perbaikan tanah gambut dan dapat meningkatkan kualitas tanah gambut tersebut.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Benda Uji Tanah Gambut

(Sumber : Google Maps 2017)

Penelitian ini difokuskan pada:

1. Tanah gambut untuk benda uji yang digunakan diambil dari di daerah Tumbang Nusa Kabupaten Pulang Pisau, Kalimantan Tengah.
2. Analisis pengaruh tanah gambut yang distabilisasi dengan bahan aditif *Ecocure*²¹ + semen terhadap sifat fisis, mekanis dan kimiawinya.
3. Analisis pengaruh tanah gambut yang distabilisasi dengan semen terhadap sifat fisis, mekanis dan kimiawinya.
4. Analisis terhadap korelasi hasil uji sifat fisis dan mekanis tanah gambut dengan adanya penambahan bahan aditif *Ecocure*²¹ dan semen.

Sasaran Penelitian

Sasaran dari penelitian ini adalah melihat perubahan kualitas tanah gambut baik dari sifat fisis maupun sifat mekanis dengan adanya penambahan *Ecocure*²¹ dan semen. Perubahan kualitas diharapkan dapat memberikan dampak positif dalam peningkatan kualitas tanah gambut untuk pembangunan jalan raya.

Tinjauan Pustaka

Tanah mempunyai sifat struktur yang bermacam-macam, hal itu disebabkan karena tanah mempunyai banyak sifat-sifat fisis yang berbeda. Sifat-sifat fisis meliputi berat isi, angka pori, nilai sudut geder, dan berat volume. Berat isi adalah perbandingan berat tanah termasuk air dan udara dengan volume total. Sudut geser terbentuk akibat dari gerak antara butiran-butiran tanah (Firdaus, 2017).

Secara umum hasil dari survey lapangan dan tes laboratorium tanah memiliki sifat-sifat sebagai berikut (Das, 1998):

1. Permeabilitas tanah
2. Kemampatan dan konsolidasi tanah
3. Kekuatan tegangan geser tanah
4. Klasifikasi tanah

Ukuran partikel tanah dapat bervariasi dari lebih besar dari 100 mm sampai dengan lebih kecil dari 0,001 mm (Hardiyatmo, 1992).

1. Kerikil (*gravel*), yaitu kepingan bantuan yang kadang juga partikel mineral *quartz* dan *feldspar*.
2. Pasir (*Sand*), yaitu sebagian besar mineral *quartz* *feldspar*.
3. Lanau (*Silt*), yaitu sebagian besar fraksi mikroskopis (yang berukuran sangat kecil) dari tanah yang terdiri dari butiran-butiran *quartz* yang sangat halus, dan dari pecahan-pecahan mika.

4. Lempung (*clay*), yaitu sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopis (yang berukuran sangat kecil) dan sub-mikroskopis (tak dapat dilihat, hanya dengan mikroskop). Berukuran lebih kecil dari 0,002 mm (2 *micron*).

Tanah dapat diklasifikasikan berdasarkan sifat lekatnya, yaitu tanah kohesif, tanah tidak kohesif (*granular*) dan tanah organik. Sifat-sifat dapat dilihat sebagai berikut:

1. Tanah kohesif adalah tanah yang mempunyai sifat lekatan antara butir-butirnya seperti lempung.
2. Tanah non kohesif adalah tanah yang tidak mempunyai atau sedikit sekali lekatan antara butir-butirnya atau hampir tidak mengandung lempung misalnya pasir.
3. Tanah organik adalah tanah yang sifatnya sangat dipengaruhi oleh bahan-bahan organik (sifat tidak baik) seperti sisa-sisa hewani maupun tumbuhan.

Tanah Gambut

Tanah memiliki konsep dasar yang terdiri dari tiga fase, yaitu fase padat (*solid*), fase cair (*liquid*), dan fase gas. Konsep tersebut berlaku juga untuk tanah gambut tidak berserat (*amorphous granular peat*) dan tanah gambut berserat (*fibrous peat*). Akan tetapi, pada tanah gambut berserat fase padat tidak selalu merupakan bagian yang padat karena serat-seratnya berisi air dan atau gas (Rusdiansyah, 2003). Ciri khas dari tanah gambut adalah mengandung serat, kadar organik tinggi dan berwarna coklat sampai kehitaman. Tanah gambut mempunyai berat jenis yang kecil sehingga sangat ringan. Umumnya tanah gambut mempunyai sifat sebagai koloid kuat yang mampu mengikat air sehingga tanah gambut mempunyai kemampuan menyerap air yang tinggi. Klasifikasi tanah gambut menurut ASTM dibedakan berdasarkan kadar serat,

kadar abu, daya serap air dan bahan pembentuknya.

Selain sifat fisis tanah, sifat teknis juga sangat penting untuk diketahui. Salah satu parameter dari sifat teknis tanah yang penting untuk penentuan daya dukung pondasi dalam adalah K_0 , K_0 adalah koefisien tekanan tanah kesamping/lateral dalam kondisi tidak ada deformasi lateral atau pada kondisi keseimbangan elastis tanpa adanya pergerakan massa tanah ke arah horizontal.

Harga K_0 tanah gambut berserat telah distudi oleh Edil dan Dhowian (1981) dan Mochtar, N.E, dkk (1998); hasil studi menunjukkan bahwa harga K_0 untuk tanah gambut selalu lebih kecil dari pada tanah anorganik (lempung dan pasir). Tanah gambut tak berserat mempunyai harga K_0 lebih tinggi dari pada gambut berserat.

Pemadatan

Derajat pemadatan suatu tanah diukur dalam berat volume kering. Pada saat pemadatan air berfungsi sebagai pelunak (*softening agent*). Pada mulanya saat kadar air 0% berat volume sama dengan berat volume kering. Jika kadar air bertambah maka berat volume akan bertambah pula, tapi pada batas tertentu (OMC dan MDD) apabila kadar air ditambah lagi berat volume akan menurun. Hal ini disebabkan apabila sudah padat diberi air lagi partikel tanah akan bergerak dan rongga akan diisi air.

Dari pengujian pemadatan (*moisture density testing*), dapat dicari hubungan antara kadar air dan berat volume kering. Berdasarkan grafik hubungan ini, dapat diperoleh kadar air optimumnya. Karakteristik kepadatan tanah dapat dinilai dari pengujian standar laboratorium yang disebut uji *proctor*.

Kuat Geser (*Vane Shear*)

Kuat geser tanah adalah kemampuan tanah melawan tegangan geser yang terjadi pada saat terbebani. Kenruntuhan geser (*shear failure*) tanah terjadi bukan disebabkan karena hancurnya butir-butir tanah tersebut tetapi karena adanya gerak relatif antara butir-butir tanah tersebut. Pada peristiwa kelongsoran suatu lereng berarti telah terjadi pergeseran dalam butir-butir tanah tersebut.

Pada umumnya kekuatan geser tanah *undrained* tanah sangat bervariasi di lapangan dengan kedalaman tanahnya. Uji geser *vane* sangat berguna dalam waktu singkat kita dapat menentukan pola perubahan harga c_u tanah menurut kedalaman. Bjerrum (1974) telah membuktikan bahwa bila harga plastisitas tanah relatif tinggi, harga c_u yang di dapat dari uji geser *vane* mungkin dapat terlalu besar dari pada yang sebenarnya.

Ada beberapa cara untuk menentukan kuat geser tanah, antara lain: uji geser langsung (*direct shear test*), uji triaksial (*triaxial test*), uji tekan bebas (*unconfined compression test*), dan uji kipas geser (*vane shear test*). Dalam penelitian ini di uji kuat geser yang di lakukan adalah *vane shear test*.

Ecocure²¹

Ecocure²¹ adalah bahan stabilisasi dan pemadatan (solidifikasi) tanah dan juga sebagai zat additif untuk mempertahankan fungsi tanah terutama kesuburannya, produk ini berupa material serbuk halus/tepung terdiri dari komposisi logam dan garam atau mineral anorganik seperti natrium khlorida, kalium khlorida, magnesium khlorida, kalsium khlorida, kalsium posphate, natrium sulfat, dan lain-lain, bersumber dari air laut, aman untuk makhluk hidup dan ramah lingkungan.



Gambar 2. Bentuk Ecocure²¹
(sumber: PT. Ecocure Indonesia)

Aplikasi Ecocure²¹

Ecocure²¹ dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas dari lapisan tanah di beberapa konstruksi, seperti:

1. Pembuatan jalan tanah, landasan pacu pesawat terbang dan lahan parkir,
2. Pembentukan bantalan rel kereta,
3. Pembuatan areal lahan yang luas di kawasan perumahan (tempat bermain dan taman),
4. Pembuatan lantai gudang dan pabrik,
5. Pembuatan paving untuk pejalan kaki/trotoar dan kendaraan bermotor,
6. Pembentukan tanah padat untuk areal fasilitas olah raga, seperti lapangan tenis, sepeda balap dan jalan setapak di lapangan,
7. Konstruksi *sub base* jalan untuk lapisan di bawah aspal hotmix
8. Konstruksi *sub base* jalan pada areal jalan yang tergenang air atau di rawa.

Scanning Electron Microscope (SEM)

Scanning Electron Microscope (SEM) adalah salah satu jenis mikroskop elektron yang menggunakan berkas elektron untuk menggambarkan bentuk permukaan dari material yang dianalisis. Scanning Electron Microscope (SEM) merupakan mikroskop elektron yang banyak digunakan untuk analisa permukaan material karena perbesaran 10 – 3.000.000 kali, *depth of field*

4 – 0.4 mm dan resolusi sebesar 1 – 10 nm. Kombinasi dari perbesaran yang tinggi, *depth of field* yang besar, resolusi yang baik, kemampuan untuk mengetahui komposisi dan informasi kristalografi membuat SEM banyak digunakan untuk keperluan penelitian dan industri (Prasetyo, 2011). Prinsip kerja dari SEM ini adalah dengan menggambarkan permukaan benda atau material dengan berkas elektron yang dipantulkan dengan energi tinggi. Permukaan material yang disinari atau terkena berkas elektron akan memantulkan kembali berkas elektron atau dinamakan berkas elektron sekunder ke segala arah.

Metodologi Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah model eksperimen, yaitu dengan mengambil sampel tanah gambut di lokasi pengambilan sampel dan kemudian dilakukan uji laboratorium. Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah terganggu (*disturb*). Tanah digali dengan menggunakan cangkul dan tanah dimasukkan ke dalam karung, lalu sampel tanah tersebut langsung dibawa ke laboratorium mekanika tanah untuk dilakukan pengujian. Sebagai pembandingan dilakukan pengambilan sampel tanah tak terganggu (*undisturb*) untuk mengetahui kondisi kadar air lapangan pada tanah asli. Metode pengambilan benda uji terganggu adalah sebagai berikut:

1. Membersihkan lapisan humus yang berada di lapisan atas.
2. Setelah titik pengambilan dibersihkan, maka tanah dicangkul kemudian dimasukkan ke dalam plastik *polybag* besar.

Pembuatan benda uji pada penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu, benda uji tanah asli bercampur semen dan tanah asli

bercampur semen + *Ecocure*²¹. Berat Semen (%) diambil dari berat kering tanah asli sedangkan berat (%) *Ecocure*²¹ diambil dari berat semen. Berikut komposisi campuran yang akan digunakan pada pembuatan benda uji.

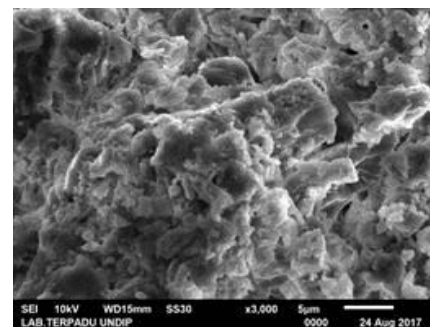
1. Tanah asli bercampur semen
 - a. Tanah asli + 3% semen
 - b. Tanah asli + 7% semen
 - c. Tanah asli + 10% semen
2. Tanah asli bercampur semen + aditif
 - a. Tanah asli + 3% semen + 0,5% aditif
 - b. Tanah asli + 7% semen + 1% aditif
 - c. Tanah asli + 10% semen + 1,5% aditif

Karakteristik Tanah Gambut

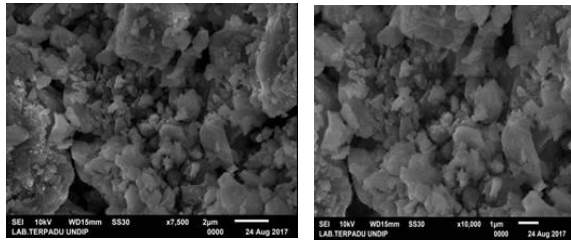
Berdasarkan pengujian kadar serat tanah gambut Tumbang Nusa yaitu didapatkan nilai kadar serat sebesar 32,221%. Menurut ASTM, tanah gambut yang mempunyai nilai kadar serat < 33% termasuk jenis tanah gambut *sapric*. Sehingga dapat diketahui bahwa tanah gambut Tumbang Nusa adalah termasuk klafikasi tanah gambut *sapric*.

Hasil Observasi Mikroskopik SEM

Dari hasil scanning pada Gambar 3. Terlihat partikel-partikel tanah memiliki ukuran yang seragam. Hal ini dapat dilihat pada perbesaran gambar 7500x dan 10000x.

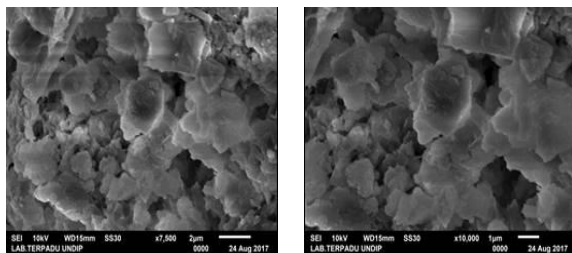


Gambar 4. SEM benda uji tanah gambut asli



Gambar 5. SEM benda uji tanah gambut ditambah semen dengan perbesaran 7500x dan 10000x

Hasil obeservasi Mikroskopik dapat dilihat bahwa semakin banyak kadar semen maka semakin rapat pori porositas antara partikel tanah akibat pemadatan. Hal tersebut disebabkan terjadinya pembentukan gumpalan partikel tanah (flokulasi) akibat reaksi hidrasi semen pada butiran tanah gambut. Hal tersebut dapat lihat pada Gambar 5, dengan perbesaran gambar 7500x dan 10000x dimana partikel tanah terlihat membesar dan menghitam seiring semakin banyaknya penambahan semen.



Gambar 6. SEM benda uji tanah gambut ditambah semen + Ecocure²¹ dengan perbesaran 7500x dan 10000x

Hasil obeservasi Mikroskopik dapat dilihat bahwa semakin banyak kadar semen dan Ecocure²¹ maka semakin rapat pori-pori partikel tanah akibat pemadatan. Hal tersebut disebabkan terjadinya pembentukan gumpalan partikel tanah (flokulasi) akibat reaksi hidrasi semen dan Ecocure²¹ pada butiran tanah gambut. Hal tersebut dapat lihat pada Gambar 6. dengan perbesaran gambar 7500x dan 10000x dimana partikel tanah terlihat membesar

dan warna partikel tanah terlihat lebih cerah seiring semakin banyaknya penambahan semen dan Ecocure²¹. Terlihat lebih cerahnya partikel-partikel pada tanah di sebabkan karena terbentuknya kristal-kristal akibat adanya reaksi semen Ecocure²¹ dan air pada tanah gambut.

Hasil Pengujian Kadar Air

Hasil pengujian kadar air dari tanah asli gambut, tanah asli gambut ditambah semen dan tanah gambut ditambah semen dan Ecocure²¹ disajikan pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Kadar Air Tanah Asli Bercampur Semen dan Ecocure²¹

No.	Variasi Campuran	Kadar Air (%)	Persentase Penurunan (%)
1	Tanah Asli	404,8	-
2	Tanah Asli + Semen (150 gr)	242,4	40,12
3	Tanah Asli + Semen (350 gr)	202,8	49,90
4	Tanah Asli + Semen (500 gr)	196,3	51,51
5	Tanah Asli + Semen + Ecocure ²¹ (25 gr)	337,7	16,58
6	Tanah Asli + Semen + Ecocure ²¹ (50 gr)	288,7	28,68
7	Tanah Asli + Semen+ Ecocure ²¹ (75 gr)	239,8	40,76

Dari Tabel 1. diatas dapat diketahui bahwa pengujian kadar air tanah asli gambut adalah 404,8%, campuran tanah asli dengan 150 gr semen didapatkan nilai kadar air sebesar 242,4%, pada campuran tanah asli dengan 350 gr semen menghasilkan nilai kadar air sebesar 202,8% dan pada campuran tanah asli ditambah dengan 500 gr semen didapatkan kadar asli sebesar 196,3 %. Sedangkan pada campuran tanah asli ditambah semen dan 25 gr Ecocure²¹ didapatkan kadar air sebesar 337,7 %, pada campuran tanah asli ditambah semen dan 50 gr Ecocure²¹ didapatkan nilai kadar air sebesar 288,7 % dan pada campuran tanah asli ditambah dengan semen dan 75 gr Ecocure²¹ didapatkan nilai kadar air sebesar

239,8 %. Dari hasil pengujian ini dapat disimpulkan bahwa dengan adanya penambahan semen dan Ecocure²¹ dapat menurunkan nilai kadar air dari tanah gambut tersebut.

Hasil Pengujian Berat Jenis (Gs)

Hasil pengujian berat jenis (Gs) menunjukkan bahwa nilai berat jenis tanah asli gambut adalah sebesar 1,404. Pada campuran pertama dengan komposisi tanah asli dan semen terjadi perubahan nilai berat jenis (Gs). Pada komposisi campuran tanah asli dan 150 gr semen didapat nilai berat jenis sebesar 1,494, campuran tanah asli ditambah 350 gr semen nilai berat jenis berubah menjadi 1,520, sedangkan pada komposisi campuran terakhir yaitu tanah asli ditambah 500 gr semen nilai berat jenis mengalami peningkatan menjadi 1,575. Dari hasil pencampuran pertama terlihat bahwa dengan adanya penambahan semen dapat merubah nilai berat jenis tanah gambut menjadi lebih besar.

Komposisi campuran kedua pada penelitian ini adalah dengan menggunakan tanah asli ditambah semen dan Ecocure²¹. Pada campuran kedua ini. Yang divariasikan adalah komposisi Ecocure²¹ yaitu dari 25 gr, 50 gr dan 75 gr. Nilai dari pengujian berat jenis (Gs) pada campuran tanah asli dan semen serta 25 gr Ecocure²¹ adalah 1,471, campuran tanah asli dan semen serta 50 gr Ecocure²¹ adalah 1,492, sedangkan pada campuran tanah asli dan semen serta 75 gr Ecocure²¹ sebesar 1,514. Sama seperti campuran pertama, ternyata pada campuran kedua nilai berat jenis (Gs) tanah gambut mengalami peningkatan dari berat jenis tanah aslinya. Hasil pengujian berat jenis kedua campuran dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Berat Jenis Tanah Asli Bercampur Semen dan Ecocure²¹

No.	Variasi Campuran	Gs	Persentase Peningkatan (%)
1	Tanah Asli	1.407	-
2	Tanah Asli + Semen (150 gr)	1.494	5,82
3	Tanah Asli + Semen (350 gr)	1.520	7,43
4	Tanah Asli + Semen (500 gr)	1.575	10,67
5	Tanah Asli + Semen + Ecocure (25 gr)	1.471	4,35
6	Tanah Asli + Semen + Ecocure (50 gr)	1.492	5,70
7	Tanah Asli + Semen + Ecocure (75 gr)	1.514	7,07

Dari penelitian berat jenis ini dapat diketahui bahwa dengan penambahan semen dan juga Ecocure²¹ dapat meningkatkan nilai dari berat jenis secara signifikan. Apabila hasil ini dihubungkan dengan hasil pengujian SEM dapat diambil kesimpulan bahwa semakin meningkatnya nilai berat jenis tanah gambut (Gs) maka butiran tanah akan semakin padat membesar dan membentuk kristalisasi pada butiran tanah.

Pengujian Sifat Kimia Tanah Gambut

Pada pengujian kadar keasaman (pH), kadar organik dan kadar abu yang diteliti adalah variasi campuran tanah asli dengan kadar semen yang tertinggi dan juga tanah asli dengan semen dan kadar Ecocure²¹ yang tertinggi. Hal ini dilihat dari hasil pengujian sifat fisis dan mekanis dari variasi campuran tersebut. Semakin banyak campuran semen dan Ecocure²¹ maka akan semakin tinggi juga hasil sifat fisis dan mekanisnya.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sifat Kimia Tanah Gambut

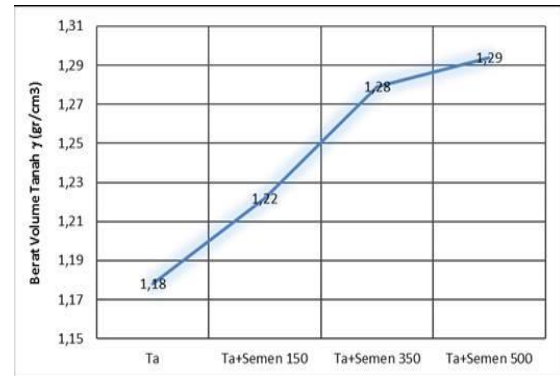
Variasi	Kadar Keasaman (pH)	Kadar Organik (%)	Kadar Abu (%)	Waktu Pemeraman (hari)
Tanah Asli	3.59	73,29	13.12	14
Tanah Asli + Semen	10.21	66,35	12.54	14
Tanah Asli + Semen + Ecocure ²¹	10.17	61,77	6.32	14

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa kadar keasamaan tanah gambut (pH) pada tanah asli adalah 3,59, tanah asli bercampur semen sebesar 10,21 dan tanah asli bercampur semen dan Ecocure²¹ sebesar 10,17. Dari hasil pengujian kadar keasamaan ini dapat diketahui dengan adanya penambahan semen dan campuran semen dengan Ecocure²¹ dapat mengubah kadar keasaman tanah gambut asli yang bersifat asam menjadi bersifat basa.

Hasil pengujian kadar organik tanah gambut diketahui bahwa kadar organik tanah asli gambut sebesar 73,29 %, campuran tanah asli dengan semen menurun menjadi 66,35% dan pada campuran tanah asli dengan semen dan Ecocure²¹ juga terjadi penurunan sebesar 61,77%. Sedangkan pada hasil pengujian kadar abu tanah gambut dapat diketahui kadar abu untuk tanah asli adalah sebesar 13,12%, campuran tanah asli dengan semen adalah sebesar 12,54% dan pada campuran tanah asli dengan semen dan Ecocure²¹ menurun menjadi 6,32%.

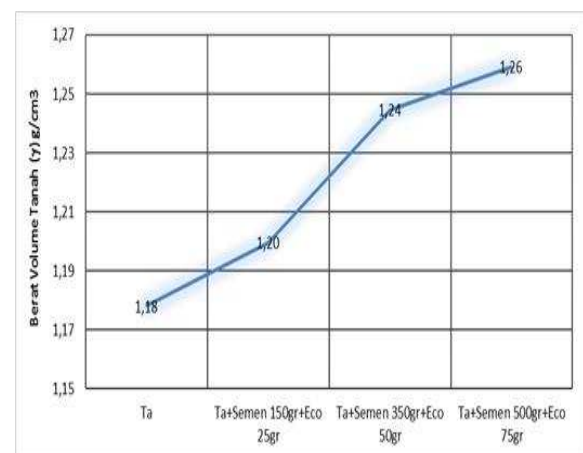
Pengujian Berat Volume Tanah (γ)

Dalam Gambar 7, dapat dilihat hasil pengujian berat volume tanah gambut asli sebesar 1,18 g/cm³. Tanah gambut setelah bercampur semen 150 gr berat volume tanah meningkat menjadi 1,22 g/cm³, kemudian tanah gambut bercampur semen 350 gr berat volume tanah meningkat menjadi 1,28 g/cm³. Sedangkan tanah gambut bercampur semen 500 gr berat volume tanah meningkat menjadi 1,29 g/cm³. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa pencampuran tanah gambut dengan semen dan kadar semen tertentu dapat meningkatkan berat volume tanah gambut.



Gambar 7. Berat Volume (γ) Tanah Gambut Bercampur Semen

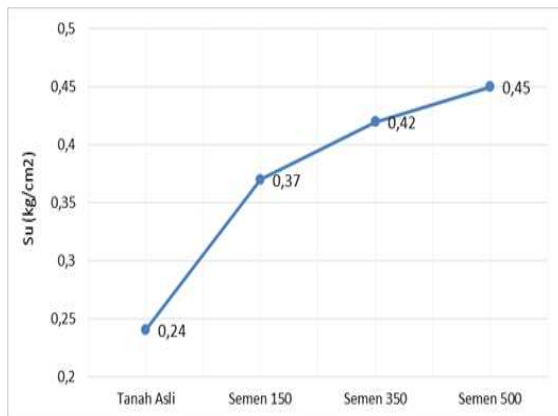
Dalam Gambar 8, dapat dilihat hasil pengujian berat volume tanah gambut asli sebesar 1,18 g/cm³. Tanah gambut setelah bercampur semen 150gr dan 25 gr Ecocure²¹ berat volume tanah meningkat menjadi 1,20 g/cm³, kemudian tanah gambut bercampur semen 350gr dan 50 gr Ecocure²¹ berat volume tanah meningkat menjadi 1,24 g/cm³. Sedangkan tanah gambut bercampur semen 500gr dan 75 gr Ecocure²¹ berat volume tanah meningkat menjadi 1,26 g/cm³. Dari hasil pengujian tanah gambut bercampur semen dengan kadar semen tertentu dapat meningkatkan berat volume tanah gambut.



Gambar 8. Berat Volume (γ) Tanah Gambut Bercampur Semen dan Ecocure²¹

Pengujian Mekanis Kuat Geser (Su)

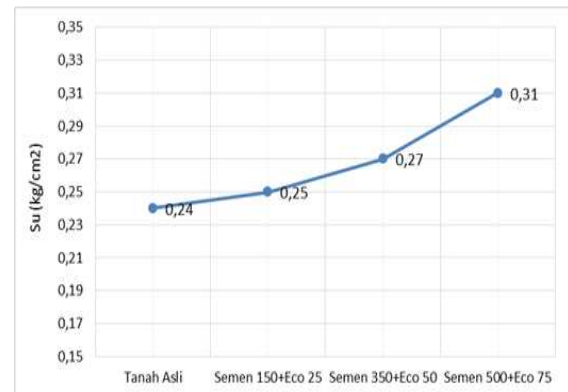
Dalam Gambar 9, dapat dilihat hasil pengujian kuat geser (Su) tanah gambut asli sebesar 0,24 kg/cm². Tanah gambut setelah bercampur semen 150 gr nilai Su meningkat menjadi 0,37 kg/cm², kemudian tanah gambut bercampur semen 350 gr nilai Su meningkat menjadi 0,42 kg/cm². Sedangkan tanah gambut bercampur semen 500 gr meningkatkan kuat geser tanah dengan nilai Su 0,45 kg/cm². Dari hasil pengujian tanah gambut bercampur semen dapat diketahui semakin meningkat kadar semen maka semakin meningkat kuat geser tanah gambut.



Gambar 9. Kuat Geser (Su) Tanah Gambut Bercampur Semen

Dalam Gambar 10, dapat dilihat hasil pengujian kuat geser (Su) tanah gambut asli sebesar 0,24 kg/cm². Tanah gambut setelah bercampur semen 150gr+Eco 25gr nilai Su meningkat menjadi 0,25 kg/cm², kemudian tanah gambut bercampur semen 350gr+Eco 50gr nilai Su meningkat menjadi 0,27 kg/cm². Sedangkan tanah gambut bercampur semen 500gr + Eco 75gr meningkatkan kuat geser tanah dengan nilai Su 0,31 kg/cm². Dari hasil pengujian tanah gambut bercampur semen dan Ecocure²¹ dapat diketahui semakin meningkat kadar

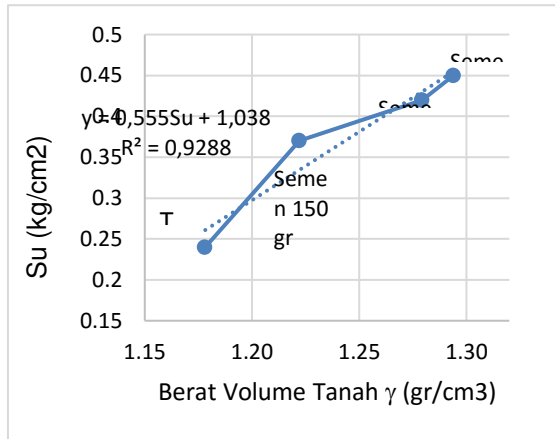
semen dan Ecocure²¹ maka semakin meningkat kuat geser tanah gambut.



Gambar 10. Kuat Geser (Su) Tanah Gambut Bercampur Semen dan Ecocure²¹

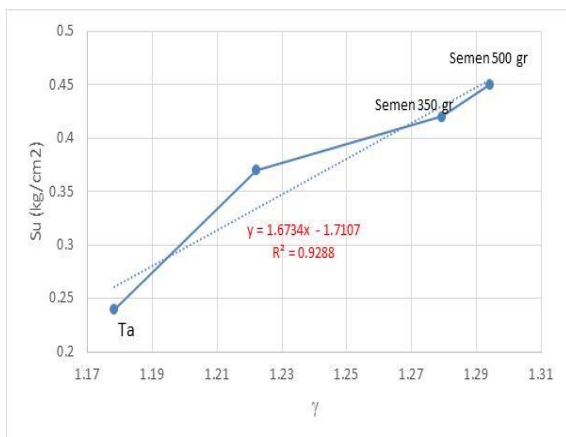
Korelasi Kuat Geser (Su) dengan Berat Volume (γ) Tanah Gambut

Dalam Gambar 11, dapat dilihat korelasi nilai kuat geser (Su) dengan berat volume tanah dengan seiring bertambahnya kadar semen pada tanah gambut. Penambahan semen pada tanah gambut dapat meningkatkan kuat geser tanah gambut (Su) dan berat volumen tanah, semakin meningkat kadar semen maka semakin meningkat pula kuat geser dan berat volume tanah gambut. Penambahan semen pada tanah asli nilai Su dan γ dikorelasikan dengan persamaan linear $y = 0,555Su + 1.038$ yaitu pada kondisi pemeraman 14 hari.



Gambar 11. Korelasi Kuat Geser Tanah (Su) Dengan Berat Volume (γ) Tanah Bercampur Semen

Dalam Gambar 12, dapat dilihat korelasi nilai kuat geser (Su) dengan berat volume tanah dengan seiring bertambahnya kadar semen dan Ecocure²¹ pada tanah gambut. Penambahan semen pada tanah gambut dapat meningkatkan kuat geser tanah gambut (Su) dan berat volumen tanah, semakin meningkat kadar semen maka semakin meningkat pula kuat geser dan berat volume tanah gambut. Penambahan semen pada tanah asli nilai Su dan γ dikorelasikan dengan persamaan linear $y = 1.1266Su + 0.9191$ yaitu pada kondisi pemeraman 14 hari.



Gambar 12. Korelasi Kuat Geser Tanah (Su) Dengan Berat Volume (γ) Tanah Gambut Bercampur Semen dan Ecocure²¹

Kesimpulan

Berdasarkan analisis terhadap data dan hasil pengolahan yang dilakukan dihasilkan beberapa kesimpulan yang sesuai dengan tujuan penelitian yaitu:

1. Pengaruh tanah gambut yang distabilisasi dengan bahan aditif Ecocure²¹ + semen terhadap sifat fisis, mekanis dan kimiawinya

a. Sifat Fisis

Dengan adanya penambahan semen dan bahan aditif Ecocure²¹ dengan kondisi pencampuran 75 gram Ecocure²¹ dapat menurunkan kadar air tanah gambut dari 404,8% menjadi 239,8%. Meningkatkan nilai berat jenis semula 1,404 menjadi 1,532. Meningkatkan nilai berat volume tanah dari 1,18 kg/cm² menjadi 1,29 kg/cm². Menurunkan kadar organik tanah gambut dari 19,27% menjadi 10,21% dan menurunkan nilai kadar abu dari 13,12% menjadi 6,32%.

b. Sifat Mekanis (*vane shear*)

Dengan penambahan semen dan Ecocure²¹ terhadap kondisi tanah asli gambut dapat menaikkan nilai Su tanah asli 0,24 kg/cm² menjadi 0,31%.

c. Sifat Kimia

Penambahan semen dan Ecocure²¹ sangat memberikan pengaruh terhadap nilai keasaman gambut yang semula mempunyai pH sebesar 3,59 menjadi 10,17. Pada pengujian SEM dapat diketahui bahwa dengan adanya penambahan semen dengan Ecocure²¹ partikel tanah terlihat membesar dan warna partikel tanah terlihat lebih cerah seiring semakin banyaknya penambahan semen dan Ecocure²¹, maka semakin rapat pori porositas partikel tanah gambut. Hal

tersebut disebabkan terjadinya pembentukan gumpalan partikel tanah (flokulasi) akibat reaksi hidrasi semen pada tanah gambut.

2. Pengaruh tanah gambut yang distabilisasi dengan semen terhadap sifat fisis, mekanis dan kimiawinya

a. Sifat Fisis

Dengan adanya penambahan 500 gram semen dapat menurunkan kadar air tanah gambut dari 404,8% menjadi 196,3%. Meningkatkan nilai berat jenis sebesar 1,565. Meningkatkan nilai berat volume tanah dari 1,18 kg/cm² menjadi 1,26 kg/cm². Menurunkan kadar organik tanah gambut dari 19,27% menjadi 14,98% dan menurunkan nilai kadar abu dari 13,12% menjadi 12,54%.

b. Sifat Mekanis (*vane shear*)

Dengan penambahan semen dan Ecocure²¹ terhadap kondisi tanah asli gambut dapat menaikkan nilai S_u tanah asli 0,24 kg/cm² menjadi 0,45%.

c. Sifat Kimia

Penambahan semen dan Ecocure²¹ sangat memberikan pengaruh terhadap nilai keasaman gambut yang semula mempunyai pH sebesar 3,59 menjadi 10,21. Pada pengujian SEM dapat diketahui bahwa dengan adanya penambahan semen maka akan menyebabkan semakin rapat pori porositas partikel tanah gambut. Hal tersebut disebabkan terjadinya pembentukan gumpalan partikel tanah (flokulasi) akibat reaksi hidrasi semen pada tanah gambut.

3. Korelasi hasil uji sifat fisis dan mekanis tanah gambut dengan adanya penambahan bahan aditif Ecocure²¹ dan semen dapat dilihat dari kuat geser

tanah dengan berat volume tanah gambut diketahui bahwa semakin meningkat kuat geser tanah maka berat volume semakin meningkat.

Daftar Pustaka

- ASTM D4427-84. (1989). *Organic Sedimen Reasrch Center (OSRC)*. The University of South Carolina. Das, B.M., 1987, "Advanced Soil Mechanics", Mc Graw Hill Int. Edit, New York.
- Deboucha, S., Roslan Hashim. "Engineering Properties of Stabilized Tropical Peat Soils". *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*. Vol 13.
- Fuchsman, Charles H. 1986. "Peat and Water: Aspects of Water Retention and Dewatering in Peat". Elsevier Applied Science Publishers. London and New York.
- Hardiyatmo, H. C. 2010. *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C. 2006. *Mekanika Tanah I*. Gama Press. Yogyakarta.
- Ingles, O.G., J.B. Metcalf. 1972. "Soil Stabilization: Principles and Practice". Butterworths Pty. Limited. Australia.
- Kalantari, B., Bujang B.K. Huat. 2008. "Peat Soil Stabilization, using Ordinary Portland Cement, Polypropylene Fibers and Air Curing Technique". *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*. Vol 13.
- Kusuma, L. 2001, "Pengaruh pencampuran tanah ekspansif dalam kondisi batas cair dengan kapur terhadap sifat kembang susut tanah". Tugas Akhir. Universitas Kristen Petra.
- Muzaidi, I. 2016. "Pengaruh Penggunaan Bahan Ecocure²¹ Terhadap Kestabilan Area Disposal dan Area Hauling Road PT. Adaro Indonesia Kalimantan Selatan". Master Tesis. Jurusan Teknik

Sipil FTSP Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

Teknik Sipil FTSP Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

- Nugroho, S. G. 2012. *Dinamika Teknik Sipil*/Vol. 12/No.2 Halaman: 151 – 156.
- Septawendar, Rifki, Nuryanto, Suhandi, Wahyudi, Kristanto. 2007. "Sifat Fisik Lempung Tanjung Morawa Dalam Transformasi Fasa Mineral Berdasarkan Investigasi Difraksi Sinar X". *Riset Geologi dan Pertambangan*: 11 – 19.
- Van D Meene. 1984. "Geological Aspects of Peat Formation in The Indonesian-Malyasin Lowlands". *Bulletin Geological Research and Development Centre*, 9. 20-31.
- Wijaya Adhi, dkk. "Pengelolaan Tanah dan Air Lahan Rawa: Suatu Tinjauan Hasil Penelitian Proyek Swamps II. Review Hasil-Hasil Penelitian Proyek Swamps II di Bogor 19-20 Februari 1993. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. 22 hal.
- Wiqoyah, Q. 2006. "Pengaruh kadar kapur, waktu perawatan dan perendaman terhadap kuat dukung tanah lempung". Tugas Akhir. Universitas Muhamadiyah Surakarta.
- Welly, B, Putu Dedy,W. 2002. "Stabilisasi tanah ekspansif dengan menggunakan campuran *fly ash* dan kapur". Tugas Akhir. Universitas Kristen Petra.
- Yunaefi. 2010. "Pengujian Kinerja Bahan Ecocure²¹ Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Untuk Lapisan Sub-Base Perkerasan Jalan". Master Tesis. Jurusan Teknik Sipil FTSP Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Yulianto, Faisal E. 2010. "Penggunaan Campuran Kapur (*Lime*) dan Abu Sekam Padi (*Rice Husk Ash*) Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Gambut untuk Konstruksi Jalan". Master Tesis. Jurusan