

PENGARUH STABILISASI TANAH MENGGUNAKAN KAPUR DAN MATOS TERHADAP KUAT GESER DAN KONSOLIDASI TANAH GAMBUT

Aris Prabowo¹, Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Islam Indonesia
Email: arisprabow@yahoo.co.id

²Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Islam Indonesia
Email: miftahul.fauziah@uii.ac.id

Abstract: *Soil is the place where foundation of many construction standing on in civil engineering. Many structure such as building construction dam construction, or road, which cause some distinctive problems frequently if the soil itself has characters such as high plasticity, high swelling potential, and very weak shear force.*

There are 2 phases that is tested in laboratory, they are physical and mechanical characters of the existing soil and also to know how that characters effect the cohesion, friction angle and consolidation coefficient after making some mixture of lime and matos soil stabilizer. The variation of content for the mixtures are 10% lime for all stabilization and 4%, 6%, 8% of matos soil stabilizer with 7, 14 and 30 days of curing period.

All the tests that have been done for peat soil of Rawapening conclude that the water content is in the amount of 551,326%, optimum water content is the amount of 127,5%, unit weight is in the amount of 1,03gr/cm³, particle density is in the amount of 1,12, fabric content is in the amount of 50,07%, ash content is in the amount of 22,75%, organic content is in the amount of 77,25% and number of void is in the amount of 7,112. Friction angle of peat soil before getting mixed is in the amount of 27,5189°, cohesion 0,6939 kg/cm², compression index is in the amount of 0,71437 with Pc value is in the amount of 1,375 kg/cm². After getting mixed by the variations of the stabilization above it is conclude that the mixtures have 58,2487° of friction angle, in 10% lime and 6% matos additions mixture with 7 days curing period, 0,9312 kg/cm² of cohesion in 10% of lime and 8% matos additions mixture, 0,4091617 of compression index in 10% lime and 6% matos additions mixture on 2,86 of Pc value.

Keywords: *Peat soil, Cohesion, Friction Angle, Consolidation, Lime, Matos*

1. Latar Belakang

Tanah adalah material yang terdapat di seluruh muka bumi. Di bidang teknik sipil tanah merupakan tempat berdirinya fondasi atau sebagai penahan dari bangunan yang berada di atasnya. Tanah merupakan tempat berdirinya berbagai macam jenis konstruksi atau struktur, baik struktur bangunan gedung, bendung, ataupun jalan, yang sering menjadi masalah jika tanah itu sendiri memiliki sifat-sifat buruk seperti plastisitas tinggi, potensi kembang susut yang tinggi,

kuat geser yang rendah. Tanah memiliki pengaruh besar terhadap segala jenis bangunan yang berada di atasnya, oleh karena itu tanah menjadi komponen yang perlu diperhatikan dalam perencanaan konstruksi.

Tanah gambut merupakan jenis tanah yang terbentuk dari sisa-sisa tumbuhan yang setengah membusuk. Jenis tanah ini terbentuk di lahan-lahan basah terutama daerah rawa-rawa. Tanah gambut merupakan tanah organik yang memiliki sifat fisik tanah yang rendah (angka pori

besar, kadar air tinggi, dan berat volume tanah kecil). Hal itu mengakibatkan daya dukung pada tanah gambut rendah. Tanah gambut juga merupakan tanah yang memiliki kohesi yang sangat rendah atau bisa dikatakan tanah non-kohesi (Idamastuti, 2013).

Menurut Idamastuti (2013), tanah gambut memiliki sifat berongga (porous) dan sangat ringan, sehingga mempunyai daya dukung yang relatif rendah. Tanah gambut memiliki kemampumampatan (kompresibilitas) yang sangat besar, sehingga jika menerima beban akan terjadi penurunan yang sangat besar dalam waktu yang relatif pendek. Tanah Gambut di Indonesia tersebar di pulau-pulau besar di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Papua dan sebagian kecil pulau Jawa (Hardiyatmo, 1992 dan Bowels 1984).

Begitu luasnya lahan tanah gambut yang ada di tanah air, maka bangunan sipil yang ada di atas tanah gambut harus diatasi. Untuk mengurangi biaya pembuatan konstruksi sipil di atas tanah gambut pada Tugas Akhir ini penyusun mencoba menambahkan suatu bahan untuk menstabilkan kondisi tanah gambut tersebut. Percobaan ini diharapkan dapat meningkatkan kekuatan tanah, didapat judul tugas akhir ini "Pengaruh Stabilisasi Tanah Menggunakan Kapur dan Matos Terhadap Kuat Geser dan Konsolidasi Tanah Gambut".

Matos adalah serbuk halus komposisi mineral aditif anorganik yang secara fisik dan kimia memperkuat dan menstabilkan tanah. Matos membantu memasok lebih banyak ion alternatif dan membentuk senyawa asam silika aluminium yang kemudian membentuk struktur sarang lebah 3 dimensi di antara partikel tanah dan membentuk rongga mikron yang dapat menyerap air (porositas), sehingga pembentukan asam sulfat yang menyebabkan retak tidak terjadi.

Stabilisasi Kapur adalah usaha untuk memperbaiki atau meningkatkan kapasitas dukung tanah, mengurangi sifat kembang susut tanah, memudahkan dalam pelaksanaan pekerjaan dan menambah

ketahanan terhadap pengaruh cuaca dengan cara tanah dicampur dengan kapur.

Tanah yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah tanah gambut yang berasal dari Jawa Tengah, yakni pada lokasi sekitar Rawa Pening, Ambarawa, lebih tepatnya didapat dari desa Sumerep, Kecamatan Tuntang, Kabupaten Semarang

2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah dikemukakan di atas, maka masalah yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana klasifikasi tanah gambut di sekitar Rawa Pening, Ambarawa berdasarkan nilai kadar serat, abu dan organiknya?
2. Berapa besar pengaruh pada tanah asli setelah distabilisasi menggunakan campuran gamping dan matos terhadap kohesi dan sudut geser dalam ?
3. Berapa besar pengaruh tanah asli setelah distabilisasi menggunakan campuran gamping dan matos terhadap nilai koefisien konsolidasi pada ?

3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut.

1. Mengetahui sifat fisik tanah gambut asli.
2. Mengetahui klasifikasi tanah gambut daerah Rawa Pening berdasarkan kadar serat, kadar abu dan kadar organiknya.
3. Mengetahui pengaruh campuran zat aditif kapur dan matos terhadap kuat geser tanah gambut sebelum dan sesudah terjadi penambahan.
4. Mengetahui pengaruh campuran zat aditif kapur dan matos terhadap nilai koefisien konsolidasi sebelum dan sesudah terjadi penambahan.

4. Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini diharapkan dapat diperoleh pengetahuan mengenai pengaruh yang ditimbulkan oleh penambahan zat aditif berupa matos dan kapur terhadap mekanisme pada sifat fisik dan mekanis

tanah gambut, dan mengetahui pengaruhnya terhadap kohesi, sudut geser dalam, dan koefisien konsolidasi. Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan dalam perancangan stabilisasi dan perkuatan tanah dasar pada daerah tanah gambut khususnya di daerah Rawa Pening, Ambarawa.

5. Batasan Penelitian

Untuk menghasilkan pemahaman dalam masalah ini maka diperlukan adanya batasan-batasan masalah. Adapun batasan-batasan masalah dalam hal ini adalah sebagai berikut.

1. Tanah yang digunakan dalam penelitian adalah tanah gambut yang berasal dari daerah Rawa Pening.
2. Sistem klasifikasi tanah yang dipakai adalah sistem klasifikasi tanah ASTM-4427 1992 berdasarkan kadar serat, abu dan organiknya.
3. Bahan stabilisasi yang digunakan adalah zat aditif matos stabilizer dan kapur.
4. Konsentrasi campuran yang digunakan yaitu 10% kapur terhadap berat kering tanah dengan variasi stabilizer matos sebesar 4%, 6%, dan 8% terhadap berat kapur dengan kadar air yang optimum.
5. Melakukan pemeraman selama 7, 14, dan 30 hari.
6. Zat aditif yang dipakai adalah matos dari PT. WATUKALI CAPITA CIPTAMA.
7. Kapur yang dipakai adalah kapur kiloan yang biasa ada di pasaran
8. Pengujian yang dilakukan pada tanah gambut asli meliputi uji kadar air, uji uji berat volume, specific gravity test, uji kepadatan tanah, uji geser langsung, dan uji konsolidasi.
9. Pengujian yang dilakukan pada tanah campuran meliputi uji geser langsung dan uji konsolidasi.
10. Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.

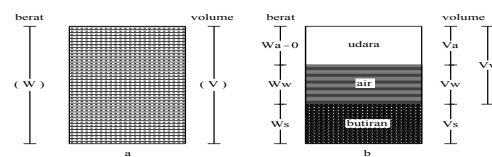
11. Reaksi kimia, nilai ekonomis dan pengaruh terhadap lingkungan tidak dibahas dalam penelitian ini.

6. LANDASAN TEORI

6.1 Tanah

Kerak bumi secara umum dibagi menjadi dua, yaitu : kategori tanah (*soil*) dan batuan (*rock*), sedangkan batuan adalah agregat mineral yang satu sama lainnya diikat oleh gaya-gaya kohesif yang permanen dan kuat geser (Terzaghi, 1991). Fungsi tanah ini sangat penting pada bermacam pekerjaan bangunan karena tanah berfungsi sebagai pendukung beban atau fondasi yang ada di atasnya, oleh karena itu tanah yang akan digunakan sebagai pendukung konstruksi harus dipersiapkan terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai tanah dasar (*subgrade*).

Pada umumnya tanah terdiri dari tiga wujud yaitu butiran padat (*solid*), air (*liquid*) dan udara (*void*). Pada tanah kering hanya akan terdiri dari dua bagian yaitu butir-butir tanah dan pori-pori udara. Begitupun pada tanah jenuh terdapat dua bagian, yaitu bagian padat atau butiran dan air pori. Pada keadaan tidak jenuh tanah terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian padat, pori-pori udara, dan air pori yang dapat dilihat pada Gambar 3.1. Gambar 3.1 (a) memperlihatkan elemen tanah yang memiliki volume V dan berat total W , dan Gambar 3.1 (b) memperlihatkan hubungan berat dengan volume.



Gambar 3.1 (a) Elemen Tanah
(b) Tiga Fase Elemen Tanah

6.2 Tanah Gambut

Tanah gambut (*peat soil*) dikenal sebagai tanah yang mempunyai karakteristik yang sangat berbeda, jika dibandingkan dengan tanah lempung. Perbedaan ini terlihat jelas pada sifat fisik dan sifat mekanisnya. Secara

fisik tanah gambut dikenal sebagai tanah yang mempunyai kandungan bahan organik dan kadar air yang sangat tinggi, angka pori yang besar, dan adanya serat-serat, sedangkan secara teknis yang sangat penting untuk tanah gambut adalah kompresibilitas yang tinggi, terjadinya kompresibilitas primer yang singkat, adanya kompresibilitas akibat *creep* (kompresibilitas yang terjadi pada tekanan efektif yang konstan), dan kemampuan mendukung beban yang rendah.

Menurut Darmawijaya (1990), tanah gambut dapat dibedakan menjadi tiga jenis antara lain sebagai berikut.

1. Fibric yaitu yang mengalami sedikit dekomposisi sehingga masih banyak mengandung serabut, berat jenisnya sangat rendah (kurang dari 0,1), kadar airnya tinggi, dan berwarna cokelat.
2. Hemic yaitu mengalami setengah dekomposisi dan merupakan peralihan dari fibric ke supric. Ciri-cirinya adalah masih mengandung serabut dengan berat jenis 0,07 sampai 0,18, kadar airnya tinggi, dan berwarna kelam.
3. Supric yaitu mengalami dekomposisi paling sempurna, kurang mengandung serabut, berat jenis 0,2 atau lebih, kadar air tidak terlalu tinggi dengan warna hitam atau cokelat kelam.

Menurut Affandi (2009) tanah gambut memiliki beberapa sifat fisik, antara lain sebagai berikut.

1. Kadar air

Tanah gambut memiliki kemampuan penyerapan air cukup tinggi, tergantung derajat dekomposisinya yang dapat mencapai 600%. Tetapi kadar air tersebut akan berkurang dengan drastis bila bercampur dengan bahan anorganik.

2. Susut

Apabila tanah gambut dalam keadaan kering maka tanah akan menjadi keras. Penyusutan yang terjadi dapat mencapai 50% (Colley, 1950). Apabila mengalami penyusutan maksimum, maka tanah hanya dapat menyerap air kembali 35%-55% dari volume awal air yang diserap (Futsel dan Byer, 1930).

3. Rembesan

Kemampuan rembesan tanah gambut tergantung kepada kandungan bahan mineral, derajat dekomposisi, dan derajat konsolidasi. Nilai kelolosan airnya berkisar antara 10-3-10-6 cm/detik.

4. Kadar gas

Walaupun terendam air, tanah gambut mengalami dekomposisi dan menghasilkan gas metana, sedikit nitrogen, dan gas karbon dioksida.

5. Berat volume

Nilai berat volume dari tanah gambut berkisar antara 0,9 t/m³ sampai dengan 1,25 t/m³.

6. Berat jenis / *specific gravity*

Nilai berat jenis (*specific gravity*) tanah gambut adalah lebih besar dari 1,0. Berat jenis rata-rata adalah 1,50 atau 1,60. Dan jika lebih besar dari 2,0 tanah gambut yang diteliti sudah tercampur dengan bahan anorganik.

7. Keasaman

Tanah gambut memiliki sifat *acidic reaction* karena adanya kandungan karbon dioksida dan *humid acid* hasil dari proses pembusukan. Air gambut memiliki pH antara 4-7 (Lea, 1956). Keasamannya bergantung pada musim dan bersifat korosif terhadap beton dan baja.

8. Angka pori

Nilai angka pori tanah gambut sangat besar yaitu berkisar antara 5 sampai dengan 15. Untuk tanah gambut berserat pernah ada yang mempunyai angka pori mencapai 25, sedang tanah gambut tak berserat (*armorphous granular*) mempunyai angka pori sangat kecil.

6.3 Stabilitas Tanah

Stabilisasi tanah atau perbaikan adalah usaha-usaha yang dapat dilakukan terhadap tanah yang mempunyai sifat teknis (*engineering properties*) yang bernilai rendah menjadi material yang layak digunakan sebagai material konstruksi (mempunyai sifat teknis yang lebih baik). Stabilisasi tanah dapat terdiri dari salah satu atau kombinasi dari pekerjaan berikut.

1. Mekanis, yaitu melakukan pemadatan dengan berbagai jenis peralatan mekanis seperti mesin gilas (*roller*), benda-benda berat yang dijatuhkan, eksplosif, tekanan statis, tekstur, pembekuan, pemanasan dan sebagainya.
2. Bahan pencampur (*additives*), mencampur bahan-bahan aditif seperti kerikil untuk tanah kohesif, lempung untuk tanah berbutir halus dan pencampur kimiawi seperti semen *portland*, gamping, abu batubara (produk samping dari pembakaran batubara), yang biasa dan sering digunakan adalah gamping dan/atau semen *portland*, semen aspal, sodium, kalsium klorida, limbah-limbah pabrik kertas dan lainnya (sodium silikat, polifosfat dan sebagainya) (Bowles, 1986).

6.4 Matos

Matos merupakan bubuk halus yang terdiri dari komposisi mineral aditif anorganik yang berfungsi untuk memperkuat dan menstabilkan tanah secara fisik dan kimia. Matos membantu menyuplai lebih banyak ion pengganti dan membentuk senyawa asam alumunium silica sehingga membentuk struktur sarang lebah 3 dimensi diantara partikel-partikel tanah. Dan membentuk rongga-rongga mikron yang bisa menyerap air (porositas), sehingga tidak akan terjadi pembentukan sulfuric acid yang menyebabkan terjadinya keretakan.

6.5 Kapur

Batu kapur atau gamping dalam bahasa Inggris disebut *limestone* merupakan sebuah batuan sedimen yang terdiri dari mineral kalsit dan argonit yang merupakan dua varian berbeda dari CaCO_3 (kalsium karbonat). Stabilisasi tanah kapur adalah usaha untuk memperbaiki sifat fisik tanah serta memudahkan dalam pelaksanaan pekerjaan dan menambah ketahanan terhadap pengaruh cuaca dengan mencampurkan kapur pada tanah.

Menurut SNI 03-4147-1996, jenis-jenis kapur dibagi menjadi 4 macam.

1. Kapur tipe I yaitu kapur yang mengandung kalsium hidrat tinggi dengan kadar magnesium oksida (MgO) paling tinggi 4 %
2. Kapur tipe II yaitu kapur magnesium atau dolomite yang mengandung magnesium oksida lebih dari 4 % dan maksimum 36 % berat
3. Kapur tohor (CaO), yaitu hasil pembakaran batukapur pada suhu $\pm 90^\circ \text{F}$ dengan komposisi sebagian besar kalsium karbonat (CaCO_3)
4. Kapur padam, yaitu kapur dari hasil pemadaman kapur tohor dengan air, sehingga terbentuk hidrat $\text{Ca}(\text{OH})_2$

6.6 Pengujian Laboratorium

Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian agar tujuan yang telah diuraikan diatas dapat terpenuhi. Berikut adalah pengujian yang akan dilakukan.

1. Pengujian kadar air (*moisture content test*)
2. Pengujian berat jenis (*specific gravity test*)
3. Pengujian kepadatan tanah (*proctor standard test*)
4. Pengujian geser langsung (*direct shear test*)
5. Pengujian konsolidasi satu dimensi.

6.7 Lokasi Pengambilan Sampel dan Penelitian

Data Lokasi pengambilan sampel tanah gambut diambil dari Desa Sumerep, Kecamatan Tuntang, Kabupaten Semarang. Selanjutnya dilakukan penelitian di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

7. METODE PENELITIAN DAN SAMPEL

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen bahan kapur atau gamping dan *stabilizer* berupa matos sebagai bahan tambah dalam stabilisasi tanah gambut. Penelitian ini terdiri dari satu faktor

yaitu pengaruh penambahan matos *stabilizer* pada stabilisasi tanah-kapur. Variasi campuran benda uji yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 7.1 Variasi Campuran Kapur dan Matos pada Tanah Gambut

Tipe	Variasi	Keterangan
A	Tanah Gambut Asli	
B	Tanah Gambut + Kapur 10%	% x Berat Kering Tanah
C	Tanah Gambut + Kapur 10% + 4% Matos®	% x Berat Kering Tanah
D	Tanah Gambut + Kapur 10% + 6% Matos®	% x Berat Kering Tanah
E	Tanah Gambut + Kapur 10% + 8% Matos®	% x Berat Kering Tanah

Penelitian ini melewati beberapa serangkaian pengujian demi mendapatkan hasil dan perbandingan dari campuran bahan tambah tersebut. Untuk mendapatkan perbandingan dan hasil yang sesuai pada campuran bahan tambah diperlukannya jumlah sampel untuk perbandingan, maka jumlah sampel pada masing-masing pengujian dibuat minimal 3 buah sampel. Berikut adalah tabel jumlah untuk masing-masing campuran.

Tabel 7.2 Jumlah Sampel pada Pengujian Tanah Asli

Parameter Pengujian	Pengujian yang Dilakukan	Jumlah Sampel
Sifat-sifat Tanah	1. Pengujian Kadar Air Tanah	2
	2. Pengujian Berat Jenis Tanah	2
	3. Pengujian Berat Volume Tanah	2
	4. Pengujian Kadar Abu	2
	5. Pengujian Kadar Serat	2
Pemadatan	Pengujian Proktor Standar	5
Parameter Kuat Geser	Pengujian Geser Langsung	2 x 3
Penurunan	Pengujian Konsolidasi	2
Total Benda Uji		23

Tabel 7.3 Jumlah Sampel Tanah Asli + Aditif Pemeraman 7 hari

No.	Variasi Campuran	Uji Geser Langsung	Uji Konsolidasi	Jumlah Sampel
1	Tanah Asli + 10% K + 0% M	2x3	0	6
2	Tanah Asli + 10% K + 4% M	2x3	0	6
3	Tanah Asli + 10% K + 6% M	2x3	0	6

4	Tanah Asli + 10% K + 8% M	2x3	0	6
TOTAL BENDA UJI				24

Tabel 7.4 Jumlah Sampel Tanah Asli + Aditif Pemeraman 15 hari

No.	Variasi Campuran	Uji Geser Langsung	Uji Konsolidasi	Jumlah Sampel
1	Tanah Asli + 10% K + 0% M	2x3	2	8
2	Tanah Asli + 10% K + 4% M	2x3	2	8
3	Tanah Asli + 10% K + 6% M	2x3	2	8
4	Tanah Asli + 10% K + 8% M	2x3	2	8
TOTAL BENDA UJI				32

Tabel 7.5 Jumlah Sampel Tanah Asli + Aditif Pemeraman 30 hari

No.	Variasi Campuran	Uji Geser Langsung	Uji Konsolidasi	Jumlah Sampel
1	Tanah Asli + 10% K + 0% M	2x3	0	6
2	Tanah Asli + 10% K + 4% M	2x3	0	6
3	Tanah Asli + 10% K + 6% M	2x3	0	6
4	Tanah Asli + 10% K + 8% M	2x3	0	6
TOTAL BENDA UJI				24

7.1 Bahan Penelitian

Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanah gambut dalam kondisi terganggu (*disturbed*), yaitu untuk sampel tersebut di ambil pada kedalaman ± 100 cm dari permukaan tanah atas dengan menggunakan cangkuk. Kemudian sampel tanah tersebut dikeringkan dengan cara menjemur sampel tanah dengan sinar matahari secara terbuka. Kemudian sampel tanah ditumbuk dengan palu kayu untuk mendapatkan tanah yang lolos saringan No. 4.

7.2 Alat Uji Penelitian

Alat-alat yang digunakan selama penelitian di antaranya adalah sebagai berikut.

1. Satu set alat uji kadar air
2. Satu set alat uji berat jenis
3. Satu set alat uji geser langsung
4. Satu set alat uji konsolidasi.

7.3 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian merupakan tahapan yang akan dilalui dalam penelitian ini. Berikut adalah tahapan pelaksanaan penillitian.

1. Pekerjaan persiapan

tanah gambut berasal dari Kabupaten Semarang, persiapan bahan stabilisasi yaitu produk Matos® dan kapur serta persiapan alat-alat pengujian di laboratorium.

2. Pengujian sifat fisik dan mekanik

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

- a. Pengujian kadar air (*moisture content test*)
- b. Pengujian berat jenis (*specific gravity test*)
- c. Pengujian kepadatan tanah (*proctor standard test*)
- d. Pengujian geser langsung (*direct shear test*)
- e. Pengujian konsolidasi.

3. Pemeraman sampel

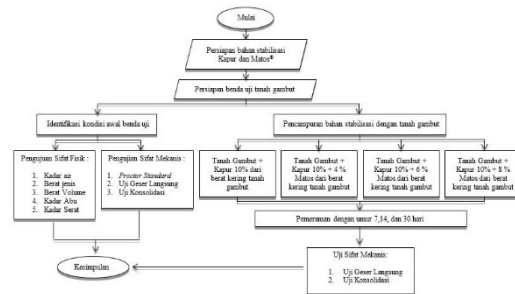
Sampel yang telah diberi bahan tambahan berupa Matos dan kapur dilakukan pemeraman selama 7, 15, dan 30 hari, setelah itu dilakukan uji geser langsung untuk mengetahui pengaruh lamanya pemeraman terhadap nilai kuat geser dan kepadatan tanahnya, serta uji konsolidasi satu dimensi untuk mengetahui kecepatan terperasnya air tanah.

4. Analisa dan pembahasan

Selanjutnya yang dilakukan adalah menganalisis data hasil pengujian yang telah dilakukan dan selanjutnya

Pekerjaan persiapan ini meliputi persiapan sampel benda uji yang berupa melakukan pembahasan terhadap data-data tersebut dalam bentuk tabel dan grafik agar mudah untuk dianalisis berdasarkan teori dan hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, untuk kemudian diambil suatu kesimpulan.

7.4 Bagan Alir Penelitian



Gambar 6.1 Bagan Alir Penelitian

8. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

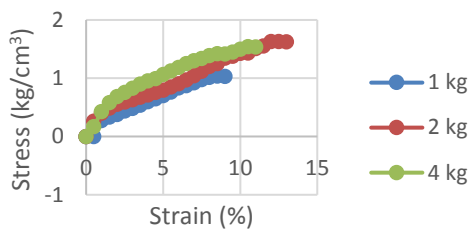
8.1 Pengujian Sifat Fisik dan Klasifikasi Tanah Asli

Berdasarkan hasil pengujian penulis tanah gambut rawa pening merupakan **gambut matang sedang** menurut klasifikasi ASTM D 4427 1992 dengan **kadar abu tinggi**, karena mengandung kadar serat sebesar 50,07% dan kadar abu sebesar 22,75%. Hasil pengujian sifat fisik tanah gambut ditunjukkan oleh tabel 7.1 berikut.

Tabel 8.1 Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah

No	Sifat Fisik	Satuan	Parameter*	Hasil Uji
1	Spesifik gravity (Gs)		1,25 – 1,8	1.12667
2	Berat volume basah (γ_{Unsat})	gr/cm ³	0,9 – 1,25	1,03
3	Berat volume kering (γ_d)	gr/cm ³	0,4 – 0,6	0,15819
4	Kadar air (w)	%	100 - 1500	551,12
5	Angka pori (e_0)		5 – 15	7,11230
6	Kadar abu (Ac)	%	1 – 15	22,,75
7	Kandungan Organik (Oc)	%	> 75	77,25
8	Kadar Serat	%		50,07

Pengujian geser langsung menggunakan 2 sampel pada tanah asli dan masing-masing variasi dengan persentase kapur sebesar 10% dan bahan stabilisasi kimiawi matos 0%, 4%, 6% dan, 8% dengan masa pemeraman selama 7 hari, 14 hari dan, 30 hari. Hasil pengujian geser langsung pada tanah asli sampel 1 dengan beban 1 kg dapat dilihat pada Gambar 7.1 berikut ini.



Gambar 8.1 Grafik Tegangan-Regangan Tanah Asli 1

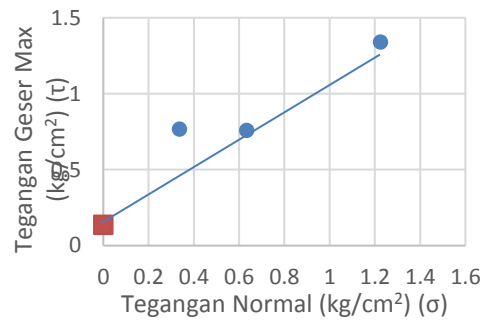
Berdasarkan Gambar 5.2 Grafik Tegangan-Regangan Tanah Asli 1 di atas kemudian dapat diambil nilai maksimal dari tegangan geser pada setiap pembebanan, yang dapat dilihat pada Tabel 5.4 tegangan geser maksimum – tegangan normal berikut ini.

Tabel 8.2 Tegangan Geser Maksimum – Tegangan Normal

Uji Geser	satuan	Sampel		
		1	2	3
Tegangan Normal	kg/cm ²	0.33627	0.63360	1.22472

Tegangan Geser Max.	kg/cm ²	0.76534	0.75857	1.33981
---------------------	--------------------	---------	---------	---------

Berdasarkan Tabel 5.3 tegangan geser maksimum – tegangan normal di atas dibuat grafik di mana keduanya saling berhubungan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.3 berikut ini.



Gambar 8.2 Grafik Hubungan Tegangan Geser Maksimum dan Tegangan Normal

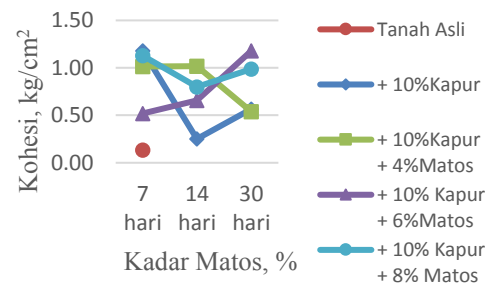
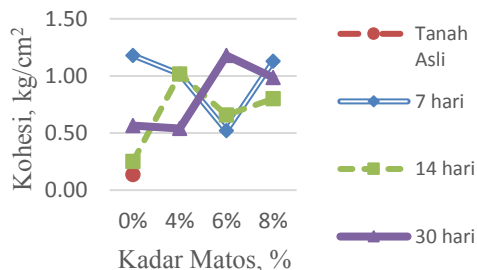
Berdasarkan grafik dan persamaan di atas dapat diambil nilai kohesi yang merupakan konstanta pada persamaan tersebut yaitu sebesar 0,7253 kg/cm², sementara nilai sudut geser dalam didapat dari *arc* tangen nilai *m* persamaan tersebut yaitu *arc* tangen dari 0,4861 sebesar 25,92434°.

Hasil pengujian geser langsung yang telah penulis lakukan dapat dilihat secara detail dan lengkap pada Lampiran, adapun rekapitulasi nilai kohesi dan sudut geser dalam rata-rata pada masing-masing sampel dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut ini.

Tabel 8.3 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kohesi, Sudut Geser Dalam dan Kuat Geser

Variasi Tanah Gambut	Masa Peram	Kohesi	Sudut Geser Dalam	Kuat Geser
Tanah Gambut Existing	Tanah Asli	0.13555	31.63348	1.11885
Tanah Gambut + Kapur 10% 7 hari	7 hari	1.17941	18.98019	1.25586
Tanah Gambut + Kapur 10% + 4%Matos 7 hari	7 hari	1.01564	11.77481	1.22410
Tanah Gambut + Kapur 10% + 6%Matos 7 hari	7 hari	0.51976	49.711935	1.71853
Tanah Gambut + Kapur 10% + 8%Matos 7 hari	7 hari	1.12801	24.512655	1.60289
Tanah Gambut + Kapur 10% 14 hari	14 hari	0.25127	48.37460	1.69682
Tanah Gambut + Kapur 10% + 4%Matos 14 hari	14 hari	1.01761	14.83159	1.26698
Tanah Gambut + Kapur 10% + 6%Matos 14 hari	14 hari	0.65750	45.479095	1.70481
Tanah Gambut + Kapur 10% + 8%Matos 14 hari	14 hari	0.79990	29.81331	1.37291
Tanah Gambut + Kapur 10% 30 hari	30 hari	0.56508	43.64862	1.52940
Tanah Gambut + Kapur 10% + 4%Matos 30 hari	30 hari	0.53933	49.891925	1.72704
Tanah Gambut + Kapur 10% + 6%Matos 30 hari	30 hari	1.17876	22.83131	1.60384
Tanah Gambut + Kapur 10% + 8%Matos 30 hari	30 hari	0.98648	15.56895	1.26510

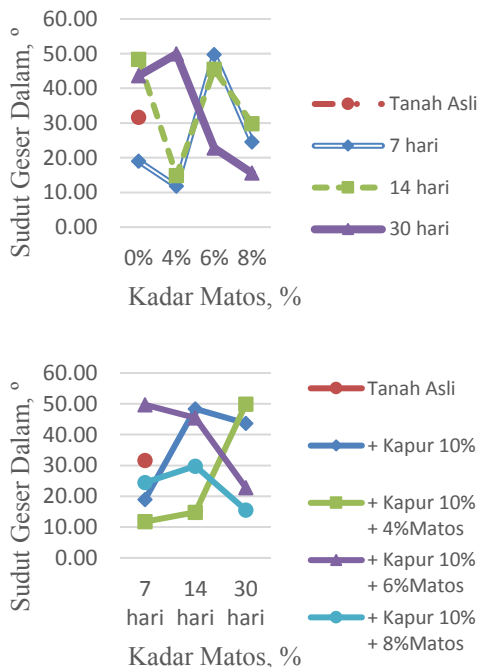
Berdasarkan Tabel 8.5 rekapitulasi hasil perhitungan kohesi di atas, maka dapat digambarkan grafik kohesi dan sudut geser dalam dengan pengaruh penggunaan kadar matos terhadap variasi pemeraman pada Gambar 8.4 dan Gambar 8.5 berikut ini.



Gambar 8.4 Pengaruh Kadar Matos terhadap Kohesi

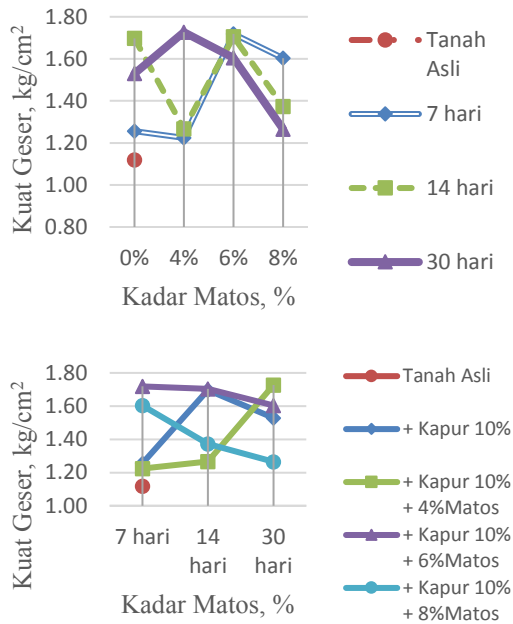
Berdasarkan Gambar 8.4 di atas secara keseluruhan penambahan kapur dan matos pada tanah meningkatkan kohesi pada tanah gambut hanya saja besar peningkatan nilai kohesi pada tanah gambut dibandingkan dengan kadar matos dan pemerannya bervariasi. Pada pemeraman campuran

selama 7 hari dengan penambahan 0% matos menghasilkan nilai kohesi tertinggi kemudian pada penambahan 4% nilai kohesi tanah gambut sedikit turun, kemudian turun lebih drastis pada penambahan 6% matos, lalu meningkat pada penambahan kadar 8% matos. Campuran tanah yang diperam selama 14 hari tanpa penambahan matos menunjukkan peningkatan nilai kohesi yang tidak besar, peningkatan yang cukup signifikan terlihat saat ditambahkan dengan matos dengan kadar sebesar 4%. Pada penambahan 6% matos nilai kohesinya turun, kemudian sedikit meningkat pada penambahan 8% matos. Nilai kohesi campuran yang diperam selama 30 hari tanpa menggunakan matos peningkatan yang ditunjukkan lebih besar daripada campuran dengan lama pemeraman 14 hari. Penambahan 4% matos pada campuran menunjukkan sedikit penurunan pada nilai kohesinya. Peningkatan yang cukup besar ditunjukkan pada penambahan matos sebesar 6% kemudian kembali turun pada penambahan 8% matos.



Gambar 8.5 Pengaruh Kadar Matos dan Lama Pemeraman terhadap Sudut Geser Dalam

Berdasarkan Gambar 8.5 di atas dapat dilihat bahwa lama pemeraman dan penambahan kadar matos pada stabilisasi tanah gambut dengan kapur menunjukkan pengaruh yang bervariasi ditinjau dari sudut geser dalamnya. Campuran yang diperam selama 7 hari tanpa penambahan matos menunjukkan nilai sudut geser dalamnya lebih kecil daripada tanah asli. Dengan penambahan 4% matos pada lama pemeraman yang sama nilai sudut geser dalamnya menunjukkan penurunan. Peningkatan nilai sudut geser dalam ditunjukkan pada penambahan 6% matos namun kembali menunjukkan penurunan pada penambahan 8% matos. Campuran dengan lama pemeraman 14 hari tanpa penambahan matos menunjukkan peningkatan yang besar. Penurunan nilai sudut geser dalam terjadi pada penambahan 4% matos pada lama pemeraman yang sama. Peningkatan nilai sudut geser dalam kembali terjadi pada penambahan 6% matos, namun kembali menunjukkan penurunan pada penambahan 8% matos. Campuran dengan lama pemeraman selama 30 hari tanpa penambahan matos memiliki nilai sudut geser dalam yang lebih besar dari pada tanah asli. Penambahan 4% matos pada lama pemeraman yang sama meningkatkan nilai sudut geser dalamnya. Penurunan nilai sudut geser dalam terjadi pada campuran dengan kadar matos sebesar 6%, kemudian sedikit menurun lagi pada penambahan 8% matos. Berdasarkan parameter kohesi dan sudut geser dalam di atas dapat dihitung nilai kuat geser dari tanah asli dan masing-masing variasi campuran dengan rumus $\tau = c + \delta \tan \phi$, di mana τ adalah kuat geser, c adalah kohesi, δ adalah tegangan normal yang digunakan sebesar 1 kg/cm² dan ϕ adalah sudut geser dalam. Hasil perhitungan dan perubahan kuat geser yang terjadi pada masing-masing variasi campuran stabilisasi dapat dilihat pada Gambar 8.6 berikut ini.



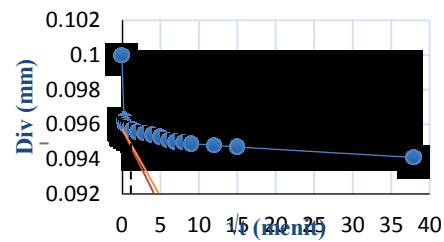
Gambar 8.6 Pengaruh Kadar Matos dan Lama Pemeraman terhadap Kuat Geser pada Tegangan Normal 1 kg/cm²

Berdasarkan Gambar 8.6 di atas secara keseluruhan, penambahan matos dan kapur pada tanah gambut meningkatkan nilai kuat geser tanah gambut. Peningkatan nilai kuat geser terbesar terjadi pada penambahan kadar matos sebesar 4% dengan pemeraman selama 30 hari. Kuat geser pada tanah asli adalah sebesar 1,11885 kg/cm² sedangkan kuat geser pada tanah gambut yang ditambahkan 10% kapur dan 4% matos yang diperam selama 30 hari adalah sebesar 1, 72704 kg/cm². Dengan kata lain peningkatan yang terjadi adalah sebesar 54,358%.

Pengujian konsolidasi menggunakan sebanyak 2 sampel pada tanah asli, 2 sampel tanah gambut dengan stabilisator 10% kapur, 2 sampel tanah gambut dengan stabilisator 10% kapur yang ditambah dengan 4%, 6% dan, 8% bahan stabilisasi matos. Masing-masing tanah dengan variasi campuran tersebut diperam selama 14 hari.

Data pengujian tanah asli 1 yang sudah diketahui kemudian siap untuk diuji. Berdasarkan hasil pengujian, terdapat perubahan tebal sampel yang berarti angka

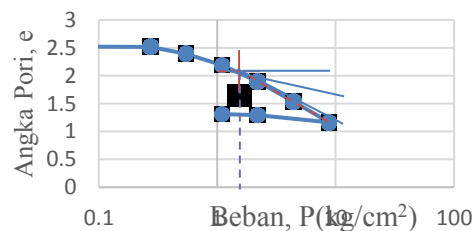
pori sampel tanah juga seiring dengan lama pembebanan kemudian dihasilkan grafik dengan sumbu x adalah akar waktu dan sumbu y adalah perubahan tinggi sampel seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.5 berikut ini adalah grafik akar waktu pada sampel tanah asli 1 dengan pembebanan 0,5 kg.



Gambar 8.7 Perubahan Tebal Berbanding Akar Waktu pada Tanah Asli 1 dengan beban 0,5 kg

Grafik di atas menunjukkan akar waktu penyusutan yang dibutuhkan tanah. Data yang digunakan adalah ketika penyusutan mencapai 90% kemudian didapat akar waktu sebesar 1.2 menit atau selama 86,4 detik. Grafik serupa juga dibuat untuk pembebanan lainnya dan masing-masing sampel tanah yang terdapat pada lampiran.

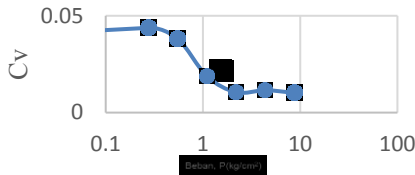
Dari beberapa tabel uji konsolidasi kemudian didapat beberapa grafik perbandingan yaitu perbandingan antara angka pori (e) dan log beban (P) sampel tanah asli 1 pada gambar 8.8 berikut ini



Gambar 8.8 Grafik Angka Pori (e) Berbanding Log Beban (P)

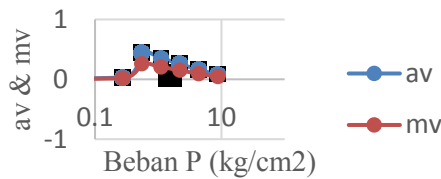
Berdasarkan gambar 8.8 grafik angka pori berbanding dengan log beban di atas didapat hasil berupa nilai Pc atau tekanan preconsolidation pressure 1,535 kg/cm². Selain itu dari hasil pengujian konsolidasi juga didapat grafik antara koefisien

konsolidasi berbanding dengan log beban, seperti yang ditunjukkan pada gambar 8.9 berikut ini.



Gambar 8.9 Koefisien Konsolidasi (Cv) Berbanding Log Beban (P)

Gambar 8.9 koefisien konsolidasi berbanding dengan Log beban di atas menunjukkan perubahan yang fluktuatif seiring dengan bertambahnya beban saat pengujian. Berdasarkan tabel 5.7 di atas juga dapat dibuat grafik antara koefisien kompresibilitas berbanding dengan log beban seperti yang ditunjukkan oleh gambar 8.10 berikut ini



Gambar 8.10 Koefisien Kompresibilitas (Av dan Mv) banding Log Beban (P)

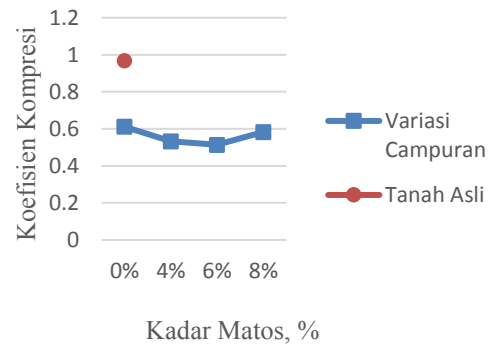
Perhitungan pada tabel 5.7 dan tiga grafik yaitu gambar 5.6, 5.7 dan 5.8 di atas juga diterapkan pada pengujian sampel tanah asli 2 dan sampel tanah yang sudah distabilisasi dengan kapur dan juga matos.

Perhitungan dan grafik yang ditunjukkan pada subbab sebelumnya juga diterapkan pada pengujian tanah asli 2, tanah yang distabilisasi dengan 10% kapur dan tanah yang distabilisasi dengan kapur ditambahkan dengan matos dengan kadar 4%, 6% dan 8%. Masing-masing stabilisasi tanah di peram selama 14 hari. Hasil rekapitulasi pengujian yang dihasilkan merupakan nilai Cc dan Pc sampel tanah rata-rata ditunjukkan pada tabel 5.8 berikut ini.

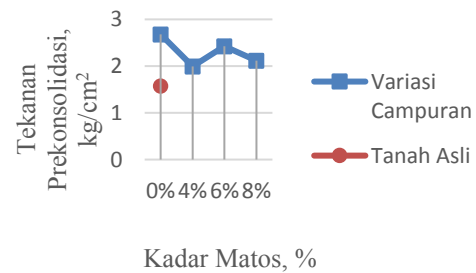
Tabel 5.6 Rekapitulasi Indeks Kompresi, Cc dan Preconsolidation Pressure, Pc

Sampel	Cc	Pc
		cm ² /detik
Tanah Asli	0.96858	1.5775
Tanah + 10% Kapur	0.61135	2.68
Tanah + 10%Kapur + 4%Matos	0.53227	1.995
Tanah + 10%Kapur + 6%Matos	0.51405	2.4225
Tanah + 10%Kapur + 8%Matos	0.58231	2.12

Berdasarkan tabel 5.6 rekapitulasi indeks kompresi dan preconsolidation pressure di atas agar lebih jelas dapat dibuat grafik pengaruh penambahan 10% kapur dan kadar matos sebesar 4%, 6% dan, 8% seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.11 di bawah ini.



Gambar 8.11 Pengaruh Penambahan Kadar Matos terhadap Koefisien Kompresi pada Stabilisasi Tanah Gambut dengan Kapur



Gambar 8.12 Pengaruh Penambahan Kadar Matos terhadap Tekanan Prekonsolidasi pada Stabilisasi Tanah Gambut dengan Kapur

Gambar 8.11 pengaruh penambahan kadar matos pada stabilisasi tanah gambut dengan kapur menunjukkan bahwa stabilisasi tanah gambut dengan kapur dapat menurunkan nilai koefisien kompresi sebesar 36,88% dibandingkan dengan nilai cc pada tanah asli sedangkan nilai *preconsolidation pressure* pada sampel tersebut menunjukkan kenaikan sebesar 69,89%. Pada penambahan 4% matos terjadi penurunan nilai cc sebesar 45,046% sedangkan nilai pc sampel tanah tersebut naik sebesar 26,466% dibandingkan dengan tanah asli. Pengujian pada sampel tanah dengan penambahan 6% matos mengalami penurunan nilai cc terbesar yaitu sebesar 46,927% dibandingkan dengan tanah asli, dan peningkatan nilai pc sampel tersebut adalah sebesar 53,566%. Sampel tanah dengan penambahan 8% matos mengalami penurunan nilai cc sebesar 39,88% dibandingkan dengan tanah asli, sedangkan peningkatan pc sampel tanah gambut tersebut sebesar 34,39%.

Pada pengujian konsolidasi ini penurunan nilai koefisien kompresi terbesar terbesar terjadi pada penambahan kadar matos 6% sebesar 46,927%. Penelitian mengenai penurunan koefisien konsolidasi sudah pernah dilakukan sebelumnya. Salah satunya dalam penelitian Febriani pada tahun 2015 yang berjudul "Penggunaan Campuran Kapur $CaOH_2$ dan *Fly Ash* sebagai Bahan Stabilisasi" menunjukkan nilai pemampatan turun sebesar 34,574%.

9. SIMPULAN

Berdasarkan studi kasus dan pembahasan yang telah disampaikan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan pengujian yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII maka jenis gambut Rawa pening memiliki kadar air yang tinggi sebesar 551,12%. Kadar bahan organik yang tinggi yaitu sebesar 77,25% yang berdampak pada berat volume tanah yang rendah sebesar 1,03 gram/cm³.

Sehingga angka pori yang terkandung di dalamnya sebesar 7,1123 yang menyebabkan tanah menjadi sangat gembur.

2. Tanah gambut Rawa pening merupakan tanah gambut matang sedang dengan kadar serat sebesar 50,07%, merupakan tanah gambut dengan kadar abu tinggi sebesar 22,75% karena lebu dari 15%. Tanah gambut tersebut juga merupakan gambut *hemic* dengan kadar air yang sangat tinggi dan berat jenisnya berkisar antara 0,07 sampai 0,18.
3. Hasil pengujian geser langsung pada tanah asli adalah nilai kohesi sebesar 0,13555 kg/cm² dan sudut geser dalam sebesar 31,63348° sehingga didapat nilai kuat geser tanah asli sebesar 1,11885 kg/cm². Peningkatan nilai kuat geser terbesar terjadi pada stabilisasi tanah gambut dengan 10% kapur dengan penambahan 4% matos yang diperam selama 30 hari sebesar 1,72704 kg/cm² atau sebesar 54,358% dengan nilai kohesi sebesar 0,53933 kg/cm² dan nilai sudut geser dalam sebesar 49,89193°.
4. Hasil pengujian konsolidasi pada tanah asli adalah nilai indeks kompresi Cc rata-rata sebesar 0,9686 dan nilai Pc rata-rata sebesar 1,5775 kg/cm². Dari pengujian sampel dengan 10% kapur dari berat tanah kering dan 4%, 6%, 8% matos dari berat kapur yang sudah dilakukan didapat hasil nilai indeks kompresi (Cc) minimal sebesar 0.51405 pada campuran dengan tambahan 10% kapur dan 6% matos, dan nilai Pc sebesar 2,4225.

10.SARAN

Berdasarkan pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian ini, dapat diambil beberapa saran yang perlu disampaikan untuk penelitian selanjutnya.

1. Perlu diidentifikasi lebih lanjut mengenai reaksi kimia yang terjadi antara kapur dengan tanah gambut serta reaksi matos terhadap kapur sehingga diketahui spesifikasi yang lebih mendalam.

2. Para peneliti yang ingin melaksanakan penelitian Tugas Akhir dapat menambahkan variasi campuran tambahan lain dan masa pemeraman yang berbeda sehingga semakin banyak variasi yang ditambahkan akan menjadi lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arianti, Dkk. 2013. *Pengaruh Penambahan Fly Ash dan Aditif (Matos[®] dan Semen) terhadap Kuat Geser Lempung Ekspansif*. Universitas Brawijaya. Malang.
- ASTM D4427-92. 1992. Standard Classification of Peat Samples by Laboratory Testing. *Annual Book of ASTM Standards*, Section 4, Volume 04.08 Soil and Rock, Philadelphia.
- Febriani, M. 2015. *Penggunaan Campuran Kapur CaOH₂ dan Fly Ash sebagai Bahan Stabilisasi*. Institut Sepuluh November. Surabaya.
- Hardiyatmo, H. C. 2008. *Mekanika Tanah II*. Edisi Ketiga. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- SNI 3420:2016. 2016. *Metode Uji Kuat Geser Langsung Tanah Tidak Terkonsolidasi dan Tidak Terdrainase*. Badan Standar Nasional. Jakarta.
- Yulianto, F. E. Harwadi, F. 2014. *Perilaku Tanah Gambut Berserat yang Distabilisasi dengan Campuran Kapur dan Abu Terbang*. Madura University. Madura