

PENGARUH VARIASI WAKTU PEMERAMAN TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH LUNAK GAMBUT KALIMANTAN SELATAN DISTABILISASI MENGGUNAKAN SEMEN PORTLAND

Akhmad Gazali^(1*), Robiatul Adawiyah⁽²⁾

Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin

^{*)}E-mail: akhmadgazali51@gmail.com

ABSTRAK

Stabilisasi merupakan usaha dalam memperbaiki sifat fisik dan mekanik tanah sehingga memenuhi persyaratan teknis tertentu. Salah satu cara stabilisasi adalah dengan penambahan zat aditif berupa semen portland. Penelitian ini bertujuan membandingkan nilai CBR tanah lunak gambut sebelum dan sesudah distabilisasi dengan semen portland serta mengetahui pengaruh variasi waktu pemeraman terhadap daya dukung tanah lunak gambut. Tanah lunak gambut yang digunakan diambil dari Kelurahan Handil Bakti, Kecamatan Alalak, Kabupaten Barito Kuala, Provinsi Kalimantan Selatan. Variasi penambahan kadar semen yang digunakan 5%, 10% dan 15%, sedangkan variasi waktu pemeraman dimulai dari 7 hari, 14 hari dan 21 hari. Pada hasil pengujian pemadatan *modified proctor*, penambahan kadar semen pada tanah lunak gambut terbukti meningkatkan nilai berat volume kering maksimum (γ_d) secara berlanjut. Sedangkan nilai kadar air optimum (ω_{opt}) mengalami penurunan yang tidak terlalu signifikan pada setiap penambahan kadar semennya. Untuk nilai berat jenis tanah lunak gambut yang dicampur semen mengalami kenaikan dibanding dengan berat jenis tanah aslinya. Pada pengujian CBR Laboratorium dengan menggunakan pemadatan *modified proctor* pada penambahan kadar semen 15% dan waktu pemeraman 21 hari didapatkan nilai CBR Laboratorium maksimum sebesar 18,039%. Penambahan semen portland terbukti dapat meningkatkan nilai CBR dan nilai daya dukung tanah.

Kata kunci: semen portland, tanah lunak gambut, daya dukung tanah, CBR.

PENDAHULUAN

Pembangunan transportasi di Kalimantan Selatan pada saat ini lebih ditekankan pada bidang pembangunan transportasi darat, hal ini dilakukan karena masih banyak daerah-daerah terpencil yang belum bisa dilewati lewat transportasi darat sedangkan lewat jalur sungai disamping biaya operasionalnya yang jauh lebih besar juga bila musim kemarau sungai menjadi dangkal tidak bisa dilewati alat transportasi air seperti kapal dan kelotok (perahu motor).

Hal penting yang terkait sangat penting dengan jalan adalah pondasi bawah jalan (*base*) yang sebagian besar umumnya di daerah Kalimantan Selatan daya dukungnya sangat lemah karena berada di dataran rendah, rawa bergambut dan rawa pasang surut, tanahnya terdiri dari tanah organik, tanah lanau berlempung dan tanah lempung berlanau berpasir yang apabila basah sangat lembek dan bila kering terurai menjadi butiran-butiran kecil dan debu yang tidak bisa dipadatkan dengan cara dan alat apapun sehingga akan menjadi sia-sia apabila dilaksanakan dengan lapisan aspal ATB (*Asphalt Treated Base*). Pertimbangan lain yang membuat pemikiran mencari upaya lain untuk mencari jalan agar tanah organik gambut ini bisa mempunyai daya dukung besar yang mampu menerima beban lalu lintas di atasnya.

Tanah sangat penting peranannya dalam sebuah konstruksi, yaitu konstruksi bangunan, jalan, jembatan, bendungan dan konstruksi-konstruksi lainnya, sehingga diperlukan tanah dengan sifat-sifat teknis yang memadai. Stabilitas konstruksi perkerasan secara langsung akan dipengaruhi oleh kemampuan tanah dasar dalam menerima dan meneruskan beban yang bekerja. Namun, tidak semua lapisan tanah dasar mampu menahan beban di atasnya. Hanya tanah yang memiliki klasifikasi baik yang mampu berfungsi sebagai daya dukung. Oleh karena itu dibutuhkan stabilisasi tanah yang merupakan salah satu cara untuk memperbaiki sifat-sifat fisis tanah.

Stabilisasi tanah dapat dilakukan secara mekanis dan kimia. Usaha untuk memperbaiki sifat-sifat tanah telah banyak dilakukan, antara lain dengan pemadatan atau mencampur bahan kimia yang dapat menambah kekuatan tanah. Para penelititerdahulu menyatakan bahwa penambahan bahan kimia tertentu bukansaja dapat mengurangi sifat pengembangan dan sifat plastisitas, tetapi juga

dapat meningkatkan kekuatandan mengurangi besarnya penurunan pada tanah. Tanah lempung merupakan salah satu tanah yang mempunyai sifat yang kurang baik. Jenis tanah ini mempunyai daya dukung yang rendah, sifat kembang susut yang besar dan sifat yang sangat kohesif serta deformasi yang terjadi sangat besar. Tanah lanau mempunyai sifat yang kurang baik yaitu mempunyaikuat geser rendah setelah dikenai beban, kapilaritas tinggi, permeabilitas rendah dan kerapatan relatif rendah dan sulit dipadatkan.

Untuk mencegah kerusakan tersebut dengan meningkatkan daya dukung tanah pondasi bawah jalan dilakukan usaha stabilitas tanah yaitu suatu usaha perbaikan tanah dengan penambahan zat aditif yaitu bahan *Portland Cement Type I* dicampur dengan tanah pada lokasi yang diteliti.

Secara khusus, tujuan dalam penelitian ini adalah untuk membandingkan nilai CBR tanah lunak gambut sebelum dan sesudah distabilisasidengan semenportland serta mengetahui seberapa besar pengaruh variasi waktu pemeraman terhadap daya dukung tanah lunak gambut. Dalam penelitian ini, permasalahan yang akan dibahas adalah perbandingan nilai CBR tanah lunakgambut sebelum dan sesudah distabilisasidengan semen portland. Dalam penelitian ini presentasi penambahan semen dibatasi sebesar 5%, 10% dan 15% dengan variasi waktu pemeraman mulai dari 7 hari, 14 hari dan 21 hari.

TINJAUAN PUSTAKA

Semen Portland

Semen adalah material yang mempunyai sifat-sifat adhesif dan kohesif sebagai perekat yang mengikat fragmen-fragmen mineral menjadi suatu kesatuan yang kompak. Semen dikelompokkan kedalam 2 (dua) jenis yaitu semen hidrolis dan semen non hidrolis (Istimawan Dipohusodo, 1999).

Semen hidrolis adalah suatu bahan pengikat yang mengeras jika bereaksi dengan air serta menghasilkan produk yang tahan air. Contohnya seperti semen Portland, semen putih dan sebagainya, sedangkan semen non hidrolis adalah semen yang tidak dapat stabil dalam air (Istimawan Dipohusodo, 1999).

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara mencampurkan batu kapur

yang mengandung kapur (CaO) dan lempung yang mengandung silica (SiO₂), oksida alumina (Al₂O₃) dan oksida besi (Fe₂O₃) dalam oven dengan suhu kira-kira 145°C sampai menjadi clinker. Clinker ini dipindahkan, digiling sampai halus disertai penambahan 3-5% gips untuk mengendalikan waktu pengikat semen agar tidak berlangsung terlalu cepat (Aman Subakti, 1994).

Menurut SK SNI S-04-1989-F sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen Portland dibagi dalam 5 jenis, yaitu:

1. Semen Portland Jenis I (*Ordinary Portland Cement-OPC*);
2. Semen Portland Jenis II;
3. Semen Portland Jenis III;
4. Semen Portland Jenis IV; dan
5. Semen Portland Jenis V.

Sifat-Sifat Semen Portland

Selain memenuhi persyaratan kimia dan fisik, semen portland juga mempunyai sifat-sifat lain seperti hidrasi semen, kekuatan pasta semen dan faktor air semen (Kardiyono Tjokrodinuljo, 1996).

a. Hidrasi Semen

Bilamana semen bersentuhan dengan air maka proses hidrasi berlangsung. Proses tersebut berlangsung antara 45-480 menit. Pada tahap selanjutnya pasta semen yang terdiri dari gel (suatu butiran yang sangat halus hasil hidrasi, memiliki luas permukaan yang besar) dan sisa semen yang tidak bereaksi, kalsium hidroksida (Ca(OH)₂), air dan beberapa senyawa lain. Senyawa itu membentuk kristal-kristal yang melekat dan mengisi ruangan yang semula ditempati air, lalu menjadi kaku dan munculah suatu kekuatan yang selanjutnya mengeras menjadi benda yang padat dan kuat.

b. Kekuatan Pasta Semen dan Faktor Air Semen

Jumlah air yang diperlukan untuk proses hidrasi selama pengadukan kira-kira 25% dari berat semennya. Akan tetapi diusahakan jumlah air sesedikit mungkin, agar kekuatan beton tidak terlalu rendah. Air yang berlebihan juga dapat mengurangi kekuatan beton setelah mengeras karena air tersebut tidak turut dalam reaksi hidrasi dan hanya memenuhi tempat serta menghambat ikatan selama pengerasan. Bila air yang berlebihan tersebut menguap, retak halus akan terjadi. Oleh

karena itu perbandingan air dan semen serendah mungkin. Meskipun demikian air harus cukup agar beton mudah di cor dan dapat mengisi ruangan tanpa kekosongan.

Hal yang penting mendapat perhatian adalah pengikatan dan pengerasannya. Pengikatan adalah peralihan dari keadaan keras, sedangkan pengerasan ialah penambahan kekuatan setelah pengikatan itu selesai. Pada proses pengikatan ada 2 (dua) tahap yaitu waktu awal pengikatan dan akhir pengikatan. Waktu awal pengikatan adalah waktu pada saat mulainya semen menjadi kaku terjadi dalam jam dan menit setelah semen itu diaduk dengan air. Waktu akhir pengikatan adalah waktu sampai mencapai pastinya menjadi massa yang keras. Pada semen portland, waktu awal pengikatan tidak boleh kurang dari 60 menit (1 jam) dan waktu ikatan akhir tidak boleh lebih dari 480 menit (8 jam) (Kardiyono Tjokrodinuljo, 1989).

Klasifikasi Tanah

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1988).

Sistem klasifikasi yang sering digunakan yaitu sistem klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification System*) dan sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*). Sistem-sistem ini menggunakan sifat-sifat indeks tanah yang sederhana, seperti distribusi ukuran butiran, batas cair dan indeks plastis (Hardiyatmo, 2002).

1. Sistem klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification System*).

Sistem klasifikasi USCS (*Unified Soil Classification System*) pada mulanya diperkenalkan oleh Casagrande pada tahun 1942, yang dikembangkan untuk pembangunan lapangan terbang. Selanjutnya pada tahun 1952, sistem ini disempurnakan oleh kelompok teknisi dari USBR (*United State Bureau of Reclamation*).

Pada sistem ini tanah diklasifikasikan atas 3 (tiga) kelompok besar sebagai berikut:

- a. Tanah berbutir kasar yaitu tanah kerikil dan pasir dimana $< 50\%$ dari berat total contoh tanah lolos saringan No. 200, secara visual butir-butir tanah berbutir kasar dapat dilihat oleh mata;
- b. Tanah berbutir halus yaitu tanah dimana $> 50\%$ dari berat total lolos saringan No.200, secara visual butir-butir tanah berbutir halus tidak dapat dilihat oleh mata; dan
- c. Tanah organik dapat dikenal dari warna, bau dan humus tumbuhan yang terkandung di dalamnya.

2. Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State High Way and Transportation Officials*).

Sistem klasifikasi ini pertama kali diperkenalkan oleh Hogentogler dan Terzaghi yang akhirnya diambil oleh Bureau of Public Roads (Sukirman, 1999). Dikembangkan pada tahun 1929 sebagai *Public Roads Administration Classification System*. Sistem ini sudah mengalami beberapa perbaikan dan versi yang berlaku saat ini adalah yang diajukan oleh *Committee on Classification of Materials for Subgrade and Granular Type Road of Highway Research Board* pada tahun 1945 (Das, 1988).

Sifat-Sifat Indeks Tanah

Sifat-sifat indeks tanah mencerminkan karakteristik tanah yang ditinjau, maka sifat-sifat ini menuntun dalam menentukan tanah-tanah serupa di tempat yang lain. Perbedaan sifat mekanik dua macam tanah yang berbeda lebih penting dan lebih besar, karena itu pencarian metode pembedaan tanah yang tergolong dalam suatu kategori tertentu merupakan salah satu tujuan utama dari berbagai usaha untuk mengurangi risiko dalam masalah tanah.

Stabilisasi Tanah Menggunakan Semen

Stabilisasi tanah dengan semen adalah campuran tanah dengan semen dan air dengan komposisi tertentu sehingga tanah tersebut mempunyai sifat lebih baik dari tanah semula. Tujuan tata cara ini adalah untuk mendapatkan komposisi dan mutu stabilisasi tanah dengan semen sesuai dengan ketentuan yang berlaku serta mencegah kegagalan dalam pelaksanaan di lapangan dalam pekerjaan konstruksi.

Penambahan semen terhadap tanah lanau dan lempung menyebabkan peningkatan tanah. Sifat bahan semen secara umum yang berbentuk butir halus ialah sangat kuat mengikat air karena kondisi mineralnya yang aktif. Sehingga menyebabkan proses pengerasan lebih cepat. Semen merupakan salah satu bahan stabilisasi yang mudah diperoleh dan efektif. Semen memiliki kemampuan mengeras dan mengikat partikel yang sangat bermanfaat untuk mendapatkan suatu masa tanah yang kokoh dan tahan terhadap deformasi.

Pemadatan Tanah (*soil compaction*)

Pemadatan merupakan suatu usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan pemakaian energi mekanis untuk menghasilkan pemampatan partikel atau suatu proses dimana partikel-partikel tanah diatur kembali dan dikemas menjadi bentuk yang padat dengan bantuan peralatan mekanik dan bertujuan untuk mengurangi porositas tanah sehingga memperbesar berat isi kering (*dry density*) tanah tersebut (Theodosius dkk, 2002).

Percobaan pemadatan di laboratorium dapat dibagi menjadi 2 (dua) macam yaitu:

- a) Percobaan pemadatan standard (*Standard Proctor Test*)

Pemadatan ini dikembangkan oleh R.R Proctor ketika sedang membangun bendungan untuk Los Angeles Water District di California pada akhir tahun 1920-an (Bowles. 1991).

Percobaan ini dilakukan dengan memadatkan tanah di dalam suatu cetakan (*mold*) dengan volume $1/30 \text{ ft}^3$ dengan menggunakan palu pemadat yang beratnya 5,5 Lb (2,5 kg) dan ketinggian jatuh palu 12 inch (30,5 cm). Cetakan diisi dengan tanah yang terdiri dari 3 (tiga) lapis, masing-masing lapisan dipadatkan sebanyak 25 kali tumbukan dengan syarat tanah yang digunakan harus lolos saringan No. 4.

- b) Percobaan pemadatan modified (*Modified Proctor Test*)

Cara melakukan percobaan ini kurang lebih sama dengan cara melakukan percobaan pemadatan standard. Ukuran cetakan dan jumlah tumbukan pada setiap lapisan sama

dengan percobaan pemadatan standard, yang berbeda hanyalah berat palu pemadat yaitu 10 Lb (5 kg), tinggi jatuh palu 18 inch (45 cm) dan jumlah lapisan tanah yang dipadatkan adalah 5 (lima) lapisan.

CBR (California Bearing Ratio) Tanah

CBR (*California Bearing Ratio*) adalah suatu perbandingan antara beban percobaan (*test load*) dengan beban standar (*standard load*) dan dinyatakan dalam persentase. Berdasarkan cara mendapatkan contoh tanahnya, CBR dapat dibagi menjadi:

1. CBR lapangan (*CBR in place* atau *field CBR*)

Umumnya digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan yang lapisan tanah dasarnya sudah tidak akan dipadatkan lagi. Pemeriksaan dilakukan dalam kondisi kadar air tanah tinggi (musim penghujan) atau dalam kondisi terburuk yang mungkin terjadi.

2. CBR lapangan rendaman (*undisturbed soaked CBR*)

Digunakan untuk mendapatkan besarnya nilai CBR asli di lapangan pada keadaan jenuh air dan tanah mengalami pengembangan (*swell*) yang maksimum.

3. CBR laboratorium/CBR rencana titik (*laboratory CBR/ design CBR*)

Tanah dasar pada konstruksi jalan baru dapat berupa tanah asli, tanah timbunan atau tanah galian yang sudah dipadatkan sampai mencapai kepadatan 95% kepadatan maksimum. Berarti nilai CBRnya adalah nilai CBR yang diperoleh dari contoh tanah yang dibuatkan mewakili keadaan tanah tersebut setelah dipadatkan, CBR ini disebut CBR laboratorium karena disiapkan di laboratorium atau disebut juga CBR rencana titik.

METODOLOGI PENELITIAN

Sampel Tanah

Sampel tanah yang akan diuji adalah jenis tanah lunak gambut di Kelurahan Handil Bakti, Kecamatan Alalak, Kabupaten Barito Kuala, Provinsi Kalimantan Selatan. Sampel tanah yang

akan diambil adalah sampel tanah terganggu (*disturbed soil*), yaitu tanah yang telah terganggu oleh lingkungan luar. Sampel tanah yang diambil merupakan sampel tanah yang mewakili tanah di lokasi pengambilan sampel.

Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat untuk uji analisis saringan, uji berat jenis, uji kadar air, uji batas-batas atterberg, uji proctor modified dan proctor standart, uji CBR dan peralatan lainnya yang ada di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat yang telah sesuai dengan standarisasi *American Society for Testing Material* (ASTM).

Benda Uji

Sampel tanah yang di uji pada penelitian ini yaitu tanah lunak gambut dengan klasifikasi lempung yang berasal dari daerah Kelurahan Handil Bakti, Kecamatan Alalak, Kabupaten Barito Kuala, Provinsi Kalimantan Selatan, bisa menggunakan air dari Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat. *Stabilizing agent* yaitu *Portland Cement*, semen yang dipakai yaitu semen Count dalam kemasan 50 kg.

Pelaksanaan Pengujian

Pelaksanaan pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil, Universitas Lambung Mangkurat. Pengujian yang dilakukan dibagi menjadi 2 bagian pengujian yaitu pengujian untuk tanah asli dan tanah yang telah dicampur dengan semen, adapun pengujian-pengujian tersebut adalah sebagai berikut :

1. Pengujian Sampel Tanah Asli:
 - a. Pengujian Analisis Saringan;
 - b. Pengujian Berat Jenis;
 - c. Pengujian Kadar Air;
 - d. Pengujian Batas Atterberg;
 - e. Pengujian Hidrometer;
 - f. Pengujian Pemadatan Tanah (*modified proctor*); dan
 - g. Pengujian CBR Laboratorium (*laboratory CBR*).
2. Pengujian pada tanah yang telah dicampur dengan semen:

- a. Pengujian Pemadatan Tanah (*modified proctor*); dan
- b. Pengujian CBR Laboratorium (*laboratory CBR*).

Pada pengujian tanah campuran, setiap sampel tanah dibuat campuran dengan semen dengan kadar 5%, 10%, dan 15% dari berat sampel dan juga dilakukan pemeraman dengan variasi waktu pemeraman yaitu 7 hari, 14 hari dan 21 hari sebelum dilakukan pengujian CBR dan pengujian yang lainnya.

Data Hasil Penelitian

Hasil dari pengujian sampel tanah asli yang didapat, ditampilkan dalam bentuk tabel dan digolongkan berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO. Dari hasil pengujian sampel tanah asli, didapatkan data pengujian seperti : uji analisis saringan, uji berat jenis, uji kadar air, uji batas atterberg, uji pemadatan tanah (*modified proctor*), uji CBR serta kadar air optimum untuk selanjutnya dilakukan pencampuran. Dari hasil pemadatan *modified proctor* pada tanah yang dicampur dengan semen didapatkan hasil pengujian dalam bentuk tabel dan grafik. Dari hasil pengujian parameter CBR Laboratorium, nilai kekuatan daya dukung tanah asli maupun tanah yang dicampur dengan semen akan ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik hubungan antara nilai peningkatan/penurunan nilai CBR Laboratorium dengan pemadatan *modified proctor*. Dari tabel dan grafik nilai CBR tersebut maka akan didapatkan penjelasan mengenai perbandingan kualitas daya dukung tanah yang terjadi pada masing-masing penetrasi.

HASIL PENELITIAN

Pengujian Tanah Asli

Pengujian tanah asli dilakukan untuk mendeskripsikan suatu jenis tanah. Pengujian tanah asli juga diperlukan sebagai pertimbangan untuk merencanakan suatu jenis pekerjaan konstruksi.

Sifat fisik tanah (*Index Properties*) yaitu sifat tanah dalam keadaan asli, yang digunakan untuk menentukan jenis tanah. Sedangkan sifat mekanik tanah (*Mechanical Properties*) bertujuan untuk mengetahui kekuatan dari jenis tanah yang diuji.

Dari hasil pengujian sampel tanah asli di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pengujian Sampel Tanah

No.	Jenis Pengujian	Hasil
1.	Kadar Air Optimum (<i>Water Content</i> %)	43,49
2.	Berat Volume Kering (<i>Density Test</i> gr/cm ³)	1,07
3.		2,42
4.	Berat Jenis (<i>Specific Gravity</i>)	42,03
	Batas-batas Atterberg (%)	34,00
	- LL (Batas Cair)	9,91
	- PL (Batas Plastis)	81,96
	- PI (Indeks Plastisitas)	
5.	- SL (Batas Susut)	13,55
	Analisa Saringan (<i>Sieve Analysis</i>):	86,45
	- Persentase Berat Tertahan di	22,1731
6.	Saringan No. 200 (%)	4,0639
7.	- Persentase Lolos Saringan No. 200 (F) (%)	
	Analisa Hidrometer (<i>Hydrometer Analysis</i>) (%) = Lempung	
	CBRLab maksimum dengan Waktu	
	Pemeraman 7 hari (%)	

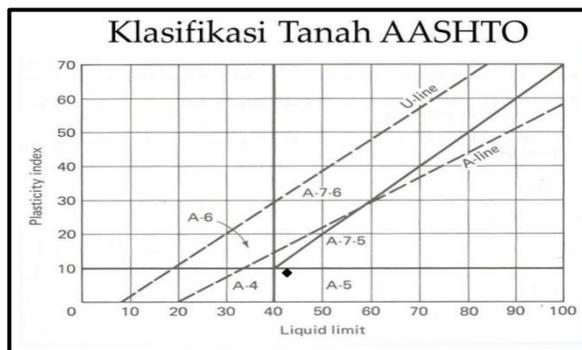
Klasifikasi Tanah

Sistem Klasifikasi AASHTO

Klasifikasi tanah berdasarkan sistem AASHTO mengikuti prosedur sebagai berikut:

- a. Dari hasil pemeriksaan analisa saringan, persentase material lolos saringan No. 200 (0,075 mm) = 86,45% > 35%, maka tanah tersebut termasuk dalam klasifikasi tanah berbutir halus (tanah-tanah lanau-lempung) kelompok A-4, A-5, A-6 dan A-7.
- b. Dari hasil pemeriksaan Batas-batas Atterberg didapat nilai Batas Cair (LL) = 42,03% > 40% dan Indeks Plastisitas (PI) = 9,91% < 10 %

maka tanah tersebut termasuk kelompok A-5 tanah berlanau (Gambar 1).



Gambar 1. Grafik Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem Klasifikasi AASHTO

Kelompok A-5 merupakan kelompok tanah lanau berlempung yang mengandung lebih banyak butir-butir pasir, sehingga sifat plastisitasnya lebih besar dari kelompok A-4.

Berdasarkan hasil pemeriksaan sifat fisik tanah pada Tabel 1, diperoleh nilai indeks kelompok (*group index*) tanah sebagai berikut:

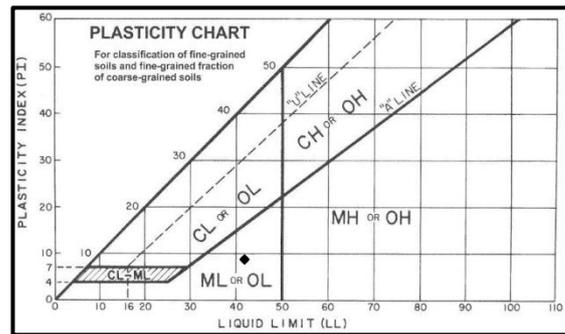
$$\begin{aligned}
 GI &= (F - 35) [0,2 + 0,005 (LL - 40)] + 0,01 \\
 &(F - 15) (PI - 10) \\
 &= (86,45 - 35) [0,2 + 0,005 (42,03 - 40)] \\
 &\quad + 0,01(86,45 - 15) - (9,91 - 10) \\
 &= 9,995 \approx 10
 \end{aligned}$$

Jadi tanah diklasifikasikan sebagai tanah lanau berlempung dalam kelompok A - 5 (10).

Sistem Klasifikasi USCS

Klasifikasi tanah berdasarkan sistem USCS mengikuti prosedur sebagai berikut:

- Dari hasil pemeriksaan analisa saringan, persentase material lolos saringan No.200 (0,075 mm) 86,45 > 50%, maka tanah tersebut termasuk ke dalam tanah berbutir halus.
- Dari hasil pemeriksaan batas-batas Atterberg didapat nilai Batas Cair (LL) = 42,03% < 50 %, maka tanah tersebut termasuk kelompok ML, CL dan OL.
- Dari grafik Batas Cair (LL) dan Indeks Plastisitas (PI) (Gambar 2) setelah nilai LL dan PI diplot, titik tersebut berada di bawah garis A, maka tanah tersebut termasuk kelompok ML dan OL.



Gambar 2. Grafik Klasifikasi Tanah Berdasarkan

Sistem Klasifikasi UNIFIED & ASTM

Kelompok ML merupakan kelompok lanau anorganik dan pasir sangat halus, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung dengan plastisitas rendah. Jadi tanah diklasifikasikan sebagai tanah lanau berlempung dalam kelompok ML.

Pengujian Pemadatan Tanah *Modified Proctor*

Pengujian pemadatan tanah yang telah dicampur dengan semen portland dilakukan dengan metode *modified proctor* serta dengan variasi kadar semen yang berbeda yaitu 5%, 10% dan 15%. Kemudian dilakukan pemeraman dengan durasi yang berbeda yaitu 7, 14 dan 21 hari. Hasil pengujian pemadatan tanah adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Nilai Kadar Air Optimum

Kadar Semen (%)	Kadar Air Optimum (%)
0	43,490
5	43,065
10	41,103
15	39,951

Tabel 3. Nilai Berat Volume Kering Maksimum

Kadar Semen (%)	Berat Volume Kering Maksimum (gr/cm ³)
0	1,070
5	1,102

Kadar Semen (%)	Berat Volume Kering Maksimum (gr/cm ³)
10	1,127
15	1,182

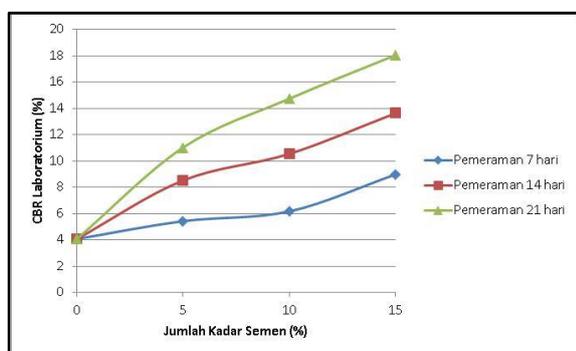
Dari Tabel 2 di atas dapat disimpulkan bahwa untuk nilai kadar air optimum mengalami penurunan pada pada setiap penambahan kadar semennya, namun penurunan yang terjadi tidak terlalu signifikan. Selain itu, pada Tabel 3 juga diperoleh suatu kesimpulan bahwa semakin bertambahnya kadar semen maka nilai berat volume kering maksimum (γ_d) semakin meningkat.

Pengujian CBR Laboratorium

Pengujian CBR Laboratorium pada penelitian ini menggunakan metode pemadatan *modified proctor*. Pengujian CBR ini dilakukan pada tanah yang telah dicampur semen dengan kadar mulai 5%, 10% dan 15%. Dari hasil pengujian CBR tersebut didapat data sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Pengujian CBR Laboratorium

Kadar Semen (%)	CBR Laboratorium (%)		
	7 Hari	14 Hari	21 Hari
0	4,0639	4,0639	4,0639
5	5,419	8,516	11,014
10	6,161	10,534	14,725
15	8,967	13,621	18,039



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Nilai CBR_{Lab}

Dengan Jumlah Kadar Semen

Dari grafik diatas terlihat bahwa nilai CBR Laboratorium mengalami kenaikan sesuai dengan peningkatan kadar semen yang digunakan, sehingga dapat disimpulkan bahwa seiring penambahan kadar semen telah meningkatkan nilai CBR dan nilai daya dukung tanah lunak gambut. Selain itu, juga dapat disimpulkan bahwasemakin lama waktu pemeraman, maka semakin meningkat pulanilai CBR dan nilai daya dukung tanah lunak gambut.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengujian sifat fisik, menurut AASHTO dan USCS tanah lunak gambut di Kalimantan Selatan dapat dikategorikan sebagai tanah lanau berlempung. Selain itu, berdasarkan hasil pengujian sifat mekanik diperoleh bahwa tanah lunak gambut di Kalimantan Selatan memiliki berat volume kering sebesar 1,07 gr/cm³ (< 1,5 gr/cm³ berarti daya dukung tanah rendah) dan CBR_{lab} sebesar 4,0639% (Nilai CBR < 6% berada pada kategori rendah), sehingga dikategorikan buruk dan perlu distabilisasi.
2. Dari hasil uji pemadatan *modified proctor*, penambahan campuran semen pada tanah lunak gambut terbukti meningkatkan nilai berat volume maksimum (γ_d) secara berlanjut dari kadar semen 5%, 10% dan 15%. Untuk nilai kadar air optimum terjadi penurunan pada pada setiap kadar semennya, namun penurunan yang terjadi tidak terlalu signifikan.
3. Dari hasil pengujian CBR Laboratorium dengan pemadatan *modified proctor* didapatkan peningkatan tertinggi nilai CBR pada tanah lunak gambut dengan campuran semen pada kadar semen 15% dalam durasi pemeraman 21 hari sebesar 18,039%.
4. Penambahan semen portland terbukti mampu meningkatkan daya dukung tanah karena semakin besar nilai CBR tanah, maka semakin besar pula nilai daya dukung tanah tersebut.

Saran

Melihat dari hasil penelitian ini bahwa peningkatan nilai CBR Laboratorium tidak terlalu berpengaruh signifikan dan cenderung peningkatannya kecil pada setiap penambahan kadar semen, sehingga muncul ide untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengetahui jenis zat aditif mana yang paling baik dan cocok digunakan dalam campuran tanah lunak gambut di Kalimantan Selatan yang dapat menghasilkan nilai CBR Laboratorium tertinggi. Adapun rencana jenis zat aditif lain yang digunakan adalah gamping/kapur, abu batubara (*fly ash*) dan abu sekam padi. Diharapkan penelitian lanjutan tersebut dapat lebih mendalam dan lebih lengkap lagi tentang khasanah keilmuan dan pengetahuan tentang daya dukung tanah lunak gambut di Kalimantan Selatan, serta kaitannya dengan pembangunan jalan sebagai sarana penunjang transportasi darat di Indonesia.

Subakti, Aman, (1994), *Teknologi Beton dalam Praktik*, FTS & ITS, Surabaya.

Tjokrodinuljo, Kardiyono, (1996), *Teknologi Beton*, Nafiri, Yogyakarta.

Wesley, L.D, (1977), *Mekanika Tanah*, Cetakan VI, Badan Pekerjaan. Umum, Jakarta Selatan.

DAFTAR PUSTAKA

Bowles, J. E., (1991), *Analisa dan Desain Pondasi*, Edisi keempat Jilid 1, Erlangga, Jakarta.

Das, B.M, (1988), *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik)*, Erlangga, Jakarta.

Dipohusodo, Istimawan, (1999), *Struktur Beton Bertulang*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta

Hardiyatmo, H.C., (2002), *Teknik Pondasi 2*, Edisi Kedua, Beta Offset, Yogyakarta.

Nakazawa, K. dan S. Sosrodarsono, (2000), *Mekanika Tanah & Teknik Pondasi*, Cetakan Ketujuh, PT. Pradnya Paramha, Jakarta.

Pandiangan, Bravo, dkk, (2016), *Pengaruh Variasi Waktu Pemeraman Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung dan Lanau yang Distabilisasi Menggunakan Semen pada Kondisi Tanpa Rendaman (Unsoaked)*, Jurnal JRSDD, Lampung.

Pumomo, E.S.J dan G.D. Soedarmo, (1997), *Mekanika Tanah 2*, Kanisius, Malang.

Silvia, Sukirman, (1999), *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung.