

STABILITAS TANAH PLASTISITAS TINGGI DENGAN SEMEN

Roni Indra Lesmana ¹⁾, Muhardi ²⁾, Soewignjo Agus Nugroho²⁾
¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil,
Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru 28293
E-mail : alkaline.roni@gmail.com

ABSTRACT

Ground high plasticity have the properties is bad so do not meet the technical requirements desired. The properties owned land in the form of low bearing capacity, compression (compressibility) high, swelling large, and difficult to carry out the work of compaction, it is necessary for the stabilization of the soil. One of the ways used to solve problems among other things stabilized with cement. The purpose of this study to determine the effect of OPC cement type or PCC at high plasticity ground against the carrying capacity of land, CBR and UCS. Testing was conducted on the physical and mechanical properties of soil, compaction parameters, CBR and UCS. The standard test used is ASTM. Variations cement used is the addition of 6%, 8%, 10% for each OPC cement and PCC. Curing is done before the test CBR and UCS, the curing time for 28 days on the condition of optimum water content. Results from the study showed that the increase in the maximum CBR value occurs in a mixture of 10% which is 139.70% to 116.43% OPC and for PCC. The maximum value of UCS also occur on the addition of cement by 10%. In the cement mixture with OPC, qu max by 1.44 MPa and 2.43 MPa with a mixture of cement PCC.

Keywords: *curing, high plasticity, stabilization, cement*

PENDAHULUAN

Sebagian besar wilayah Sumatera Indonesia ini diliputi oleh tanah plastisitas tinggi, volumenya akan berubah (mengembang) bila kadar air bertambah (berubah). Volumenya akan membesar dalam kondisi basah dan akan menyusut bila dalam kondisi kering (Andriani et al, 2012). Tanah ini memiliki sifat-sifat yang kurang baik sehingga tidak memenuhi persyaratan teknis yang dikehendaki. Sifat-sifat yang dimiliki tanah ini berupa daya dukung yang rendah, pemampatan (*compressibility*) yang tinggi, perubahan volume yang besar, serta sulit dalam melaksanakan pekerjaan pemadatan, untuk itu diperlukan

stabilisasi terhadap tanah lempung tersebut. Salah satu cara yang digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah menstabilkan tanah dengan stabilisasi tanah dengan semen.

Pemilihan semen sebagai bahan stabilisasi karena 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 (Takaendengan et al, 2013).

Penelitian-penelitian mengenai stabilisasi tanah dengan semen telah

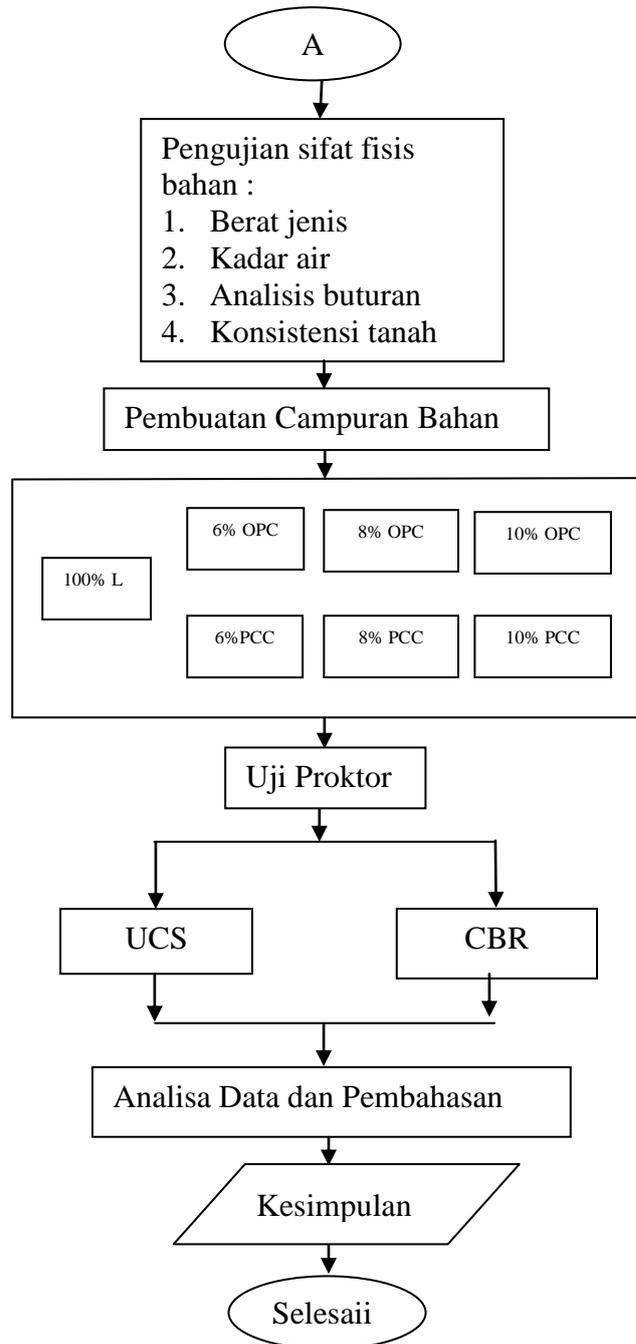
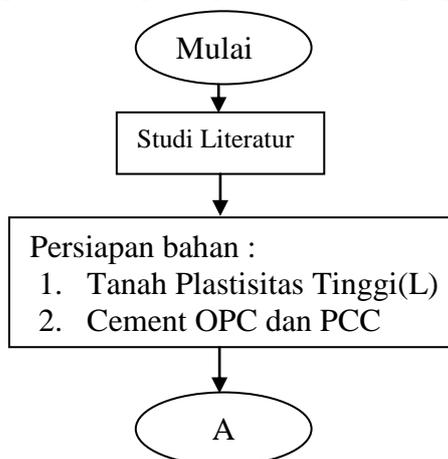
banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya, seperti yang telah dilakukan oleh Andriani et al, (2012) yang mempelajari pengaruh semen sebagai bahan stabilisasi pada tanah lempung ekspansif terhadap nilai CBR tanah. Semen yang digunakan Portland 1 Tonasia dengan variasi campuran 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Menghasilkan kesimpulan bahwa penambahan semen telah meningkatkan nilai daya dukung tanah secara signifikan dan nilai CBR semakin naik seiring dengan penambahan semen.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Berapa besar pengaruh semen OPC dan semen PCC terhadap kenaikan nilai CBR dan nilai UCS pada tanah plastisitas Tinggi.
2. Berapa kadar semen OPC dan PCC efektif untuk menstabilisasi tanah plastisitas Tinggi.
3. Membandingkan keefektifan antara semen OPC dan PCC berdasarkan hasil pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) dan pengujian UCS (*Unconfined Compression Strength*).

METODOLOGI PENELITIAN

Adapun sistematika alur penelitian dapat dilihat pada gambar di samping



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

TINJAUAN PUSTAKA

Tanah

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia)

satu sama lain dan dari 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).

Tanah adalah himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak diatas batuan dasar (*bedrock*). Ikatan anantara butiran yang relative lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap diantara partikel-partikel. Ruang diantara partikel-partikel dapat berisi air, udara, ataupun keduanya. Proses pelapukan batuan atau proses geologi lainnya yang terjadi di dekat permukaan bumi membentuk tanah (Hardiyatmo, 2002).

Tanah dapat dibedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan tingkat plastisitasnya dan Berat Jenis. Hubungan indeks plastisitas dengan jenis tanah dapat dilihat pada tabel 1. Batasan beberapa berat jenis dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1. Hubungan Indeks Plastisitas dan Jenis Tanah

Jenis Tanah	Keterangan	Tingkat Plastisitas
Pasir	IP = 0	Tidak Plastis
Lanau	$0 \leq IP \leq 7$	Plastis Rendah
Lempung berlanau	$7 \leq IP \leq 17$	Plastisitas sedang
Lempung	IP > 17	Plastisitas Tinggi

Sumber : Braja. M. Das, 1985

Tabel 2. Batasan berat jenis untuk beberapa jenis tanah

JenisTanah	Batas
Pasir	2,65 - 2,68

JenisTanah	Batas
Kerikil	2,65 - 2,68
Lanau Organik	2,62 - 2,68
Lempung Organik	2,58 - 2,65
Lempung Anorganik	2,68 - 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 - 1,80

Sumber : Braja. M. Das, 1985

Semen

Secara umum semen merupakan suatu bahan perekat yang dapat menyatukan benda padat menjadi satu kesatuan yang kokoh, yang terdiri dari senyawa oksida Calsium dengan oksida Silika. Semen umumnya berbentuk tepung dengan warna, jenis dan type semen bermacam-macam tergantung dari jenis bahan penyusunan serta kegunaan dalam konstruksi bangunan

Jika dalam pemakaiannya harus ditambah air, maka semen disebut semen hidrolis. Semen adalah perekat suatu yang berbentuk halus jika ditambahkan air akan terjadi reaksi hidrasi dan dapat mengikat bahan-bahan padat menjadi satu kesatuan massa yang kokoh.

Ordinary Portland Cement (OPC) adalah Semen Portland yang dipakai untuk segala macam kontruksi apabila tidak diperlukan sifat-sifat khusus, misalnya ketahanan terhadap sulfat, panas hidrasi, dan sebagainya. Semen PCC (*Portlant Composite Cement*) merupakan turunan oleh semen OPC yang bahan baku pembuatannya sama dengan bahan baku OPC tetapi pada tipe semen PCC ditambahkan pula aditif selain gypsum ada zat aditif lain yang ditambahkan yang tidak terdapat pada semen OPC yaitu : *Lime stone, Fly Ash* dan *Trass*

Stabilisasi Tanah

Dalam pengertian luas, yang dimaksud stabilisasi tanah adalah pencampuran tanah dengan bahan tertentu, guna memperbaiki sifat-sifat tanah, atau dapat pula, stabilisasi tanah adalah usaha untuk merubah atau memperbaiki sifat-sifat teknis tanah agar memenuhi syarat teknis tertentu (Hardiyatmo, 2010).

Proses stabilisasi tanah meliputi pencampuran tanah lain untuk memperoleh gradasi yang diinginkan, atau pencampuran tanah dengan bahan-tambah buatan pabrik, sehingga sifat-sifat teknis tanah menjadi lebih baik. Guna merubah sifat-sifat teknis tanah, seperti: kapasitas dukung, kompresibilitas, permeabilitas, kemudahan dikerjakan, potensi pengembangan dan sensitifitas terhadap perubahan kadar air, maka dapat dilakukan dengan cara penanganan dari paling yang mudah, seperti pemadatan samapai teknik yang lebih mahal, seperti: mencampur tanah dengan semen, kapur, abu terbang, injeksi semen (*grouting*) dan pemanasan dan lain-lain.

Stabilitas Tanah dengan Semen

Stabilisasi tanah dengan semen diartikan sebagai pencampuran antara tanah yang telah dihancurkan, semen dan air, yang kemudian dipadatkan sehingga menghasilkan suatu material baru disebut Tanah – Semen dimana kekuatan, karakteristik deformasi, daya tahan terhadap air, cuaca dan sebagainya dapat disesuaikan dengan kebutuhan untuk perkerasan jalan, pondasi bangunan dan jalan, aliran sungai dan lain-lain (Kezdi, 1979).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Andriyani et al, 2012 seiring penambahan semen pada tanah yang distabilisasi mampu meningkatkan nilai

daya dukung tanah pada pemeraman 3 hari secara signifikan. Reaksi sementasi yang terjadi pada campuran tanah-semen membentuk butiran baru yang lebih keras sehingga lebih kuat menahan beban yang diberikan.

Adapun pengaruh semen terhadap konsistensi tanah berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rina et al, 2012 bahwa emakin tinggi kadar semen batas plastis meningkat dan batas cair menurun, sehingga indeks plastisitas (IP) tanah menurun. Fenomena tersebut menunjukkan terjadinya pertukaran ion-ion K^+ (potassium) dan Na^+ (sodium) yang terkandung dalam tanah lempung oleh ion-ion Ca^{++} dan Mg^{++} yang terkandung didalam semen. Pertukaran kation pada partikel-partikel lempung membuat ukuran partikel menjadi bertambah besar dan mengurangi indeks plastisitas tanah yang kemudian diikuti oleh penurunan potensi pengembangan tanah. Penambahan semen juga akan meningkatkan derajat keasaman (pH) tanah yang berakibat pada peningkatan kapasitas pertukaran ion-ion positif (kation).

Pemadatan

Kepadatan tanah berpengaruh besar pada kuat geser dan daya dukung. Pada kepadatan tanah tertentu, kapasitas dukung ditentukan oleh kadar airnya, bila kadar air semakin tinggi, maka kapasitas dukung tanah semakin rendah. Bila tanah semakin padat, maka akan semakin kuat atau memiliki kapasitas dukung yang tinggi (Hardiyatmo, 2010).

Menurut Das (1985), tingkat pemadatan tanah diukur dari berat volume kering tanah yang dipadatkan. Bila air ditambahkan pada suatu tanah yang sedang dipadatkan, maka air tersebut akan berfungsi sebagai unsur

pembasah pada partikel-partikel tanah. Karena adanya air, partikel-partikel tanah tersebut akan lebih mudah bergerak dan bergeseran satu sama lain dan membentuk kedudukan yang lebih rapat/padat. Untuk usaha pemadatan yang sama, berat volume kering dari tanah akan naik bila kadar air dalam tanah (pada saat dipadatkan) meningkat dan setelah mencapai kadar air tertentu, berat volume kering justru cenderung menurun. Adapun tujuan pemadatan tanah antara lain untuk:

1. Meningkatkan kekuatan tanah.
2. Mengurangi sifat mudah mampat (kompresibilitas).
3. Mengurangi permeabilitas.
4. Mengurangi perubahan volume atau penurunan sebagai akibat pengaruh air.

CBR

Pengujian CBR merupakan cara untuk menilai kekuatan tanah dasar (*subgrade*) dari jalan yang hendak dipakai. Untuk pembuatan cara CBR ini dikembangkan pertama kalinya oleh *California State Highway Department* dan digunakan serta dikembangkan lebih lanjut oleh *U.S. Corps Of Engineers*.

Berdasarkan cara mendapatkan contoh tanahnya, pengujian CBR dapat dibagi atas :

1. Pengujian CBR lapangan
2. Pengujian CBR lapangan rendaman
3. Pengujian CBR rencana titik, dapat dibedakan atas 2 macam yaitu:
 - CBR laboratorium rendaman,
 - CBR laboratorium tanpa rendaman.

CBR tanpa rendaman (*unsoaked*) digunakan untuk mendapatkan nilai CBR asli di lapangan, sesuai dengan tanah dasar saat itu. Umumnya digunakan untuk perencanaan tebal lapisan perkerasan yang lapisan tanah

dasarnya tidak akan dipadatkan lagi, selain itu jenis CBR ini digunakan untuk mengontrol kepadatan yang diperoleh apakah sudah sesuai dengan yang diinginkan. CBR rendaman (*soaked*) digunakan untuk mendapatkan besarnya nilai CBR asli di lapangan pada keadaan jenuh air dan tanah mengalami pengembangan (*swelling*) yang maksimum.

Hitungan nilai CBR dari grafik yang telah dikoreksi, yaitu perbandingan antara tekanan penetrasi yang diperoleh terhadap tekan penetrasi standar, sebagai berikut:

1. Nilai CBR untuk tekanan penetrasi 0,254 cm (0,1") terhadap tekanan penetrasi standar yang besarnya 70,37 kg/cm² (1000 psi).

$$CBR = \frac{P_1}{70,37} \times 100\%$$

2. Nilai CBR untuk tekanan penetrasi pada penetrasi 0508 cm (0,2") terhadap tekan penetrasi standar yang besarnya 105,56 kg/cm² (1500 psi).

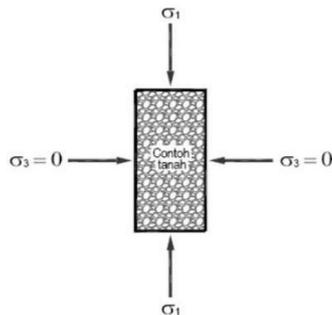
$$CBR = \frac{P_2}{105,56} \times 100\%$$

UCS (*Unconfined Compression Strength*)

Uji tekan bebas (UCS) adalah bentuk khusus dari uji unconsolidated undrained pada pengujian ini, tegangan penyekat (σ_3) adalah nol. Tegangan aksial dilakukan terhadap benda uji secara relatif cepat sampai mencapai keruntuhan. Pada titik keruntuhan harga tegangan utama kecil (total minor principle stress) adalah nol dan tegangan utama total besar adalah σ_1 , karena kekuatan geser, kondisi air termanfaatkan dari tanah dan tidak tergantung pada tegangan penyekat,

maka C_u dikenal sebagai tekanan tanah kondisi tak bersekap.

Gambar skematik dari prinsip pembebanan dalam percobaan ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini



Gambar 2 Skema Uji Tekan Bebas
(Sumber: Das,1998)

Adapun maksud dari pengujian ini adalah menentukan kuat tekan bebas tanah kohesif. Pemeriksaan kuat tekan bebas dapat dilakukan pada tanah asli atau contoh berupa buatan. Kuat tekan bebas adalah tekanan aksial yang diperlukan untuk menekan suatu silinder tanah sampai basah/pecah atau besarnya tekanan yang memberikan pemendekan tanah sebesar 20% tersebut tanah tidak pecah.

Untuk mendapatkan nilai kuat tekan bebas seperti pada persamaan berikut :

$$UCS = \frac{\text{Beban}}{\text{Luas}} = \frac{P}{A}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik Tanah Asli

Hasil pengujian sifat fisik dan mekanik tanah asli dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3 Hasil Pengujian Berat Jenis

Pengujian	Berat Jenis
-----------	-------------

Pengujian	Berat Jenis
Berat jenis	2,63 kg/cm ³
Batas Cair, LL	58,27 %
Batas plastisitas, PL	39,13 %
Indeks Plastisitas, IP	18,17 %
OMC	24,80 %
MDD	1,562 gr/cm ³

Dari hasil pengujian analisa butiran tanah ini termasuk dalam lanau berlempung. Dimana mengandung pasir 5,38%, lanau 58,12%, lempung 36,5% dan lolos saringan no.200 sebanyak 94,62%. Berdasarkan klasifikasi tanah USCS tanah ini termasuk dalam tanah berbutir halus, sedangkan berdasarkan ASHTO tanah ini termasuk dalam tanah berlempung (A-7-5). Disimpulkan bahwa tanah ini merupakan tanah lanau berlempung plastisitas tinggi.

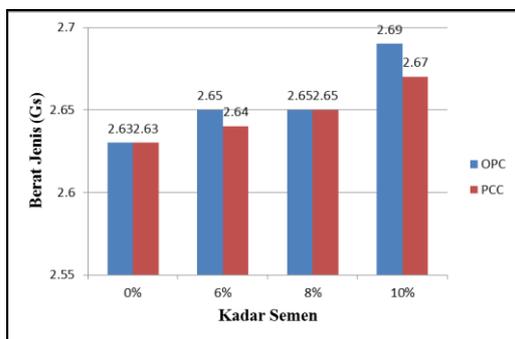
Berat Jenis Tanah campuran

Pengujian berat jenis ini sama dengan pengujian untuk berat jenis tanah asli, yang membedakan adalah adanya penambahan semen dengan persentase yang bervariasi. Hal ini dilakukan untuk melihat pengaruh variasi kadar semen terhadap nilai berat jenis tanah asli. Hasil dari uji berat jenis (Gs) untuk tiap campuran tanah dengan semen OPC dan PCC tercantum dalam Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4 Hasil Pengujian Berat Jenis (Gs) Campuran Tanah-Semen

Deskripsi Tanah	Batas Jenis (kg/cm ³)
100 % Lanau	2,63
94 % Lanau + 6% OPC	2,65
92 % Lanau + 8% OPC	2,65

Deskripsi Tanah	Batas Jenis (kg/cm ³)
90 % Lanau + 10% OPC	2,69
94 % Lanau + 6% PCC	2,64
92 % Lanau + 8% PCC	2,65
90 % Lanau + 10% PCC	2,67



Gambar 3 Pengaruh Penambahan semen OPC dan PCC terhadap nilai Gs

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa adanya kecenderungan bertambahnya berat jenis seiring bertambahnya kadar semen. Dimana berat jenis awal tanah asli 2,63 dan setelah penambahan semen OPC kenaikan maksimum berat jenis terjadi pada campuran 10% yakni 2,69, sedangkan pada penambahan semen PCC terjadi pada campuran 10% yakni 2,67. Hal ini terjadi karna bercampurnya berat jenis yang berbeda antara berat jenis semen dengan berat jenis tanah asli.

Menurut Andriani,dkk (2012) terjadinya kenaikan berat jenis tanah ini dikarenakan semen yang bercampur dengan tanah mengakibatkan terjadinya proses pertukaran kation alkali (Na⁺ dan K⁺) dari tanah digantikan oleh kation semen sehingga ukuran butiran lempung semakin besar (*flokulasi*).

Bertambahnya ukuran butiran ini akan mengakibatkan mikropori dan makropori yang ada pada tanah lempung meningkat seiring dengan bertambahnya kadar bahan stabilisasi.

Pengujian Pemadatan

Adapun hasil pengujian pemadatan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Pengujian Pemadatan

Campuran tanah	W _{opt} (%)	γ _{d max} (gr/cm ³)
100 % Lanau	24,80	1,562
94 % Lanau + 6% OPC	21,19	1,515
92 % Lanau + 8% OPC	20,10	1,548
90 % Lanau + 10% OPC	16,00	1,548
94 % Lanau + 6% PCC	21,33	1,513
92 % Lanau + 8% PCC	20,53	1,516
90 % Lanau + 10% PCC	20,46	1,517

Pada Tabel 5 menunjukkan bahwa penambahan semen mengakibatkan nilai Berat volume kering tanah menurun dibandingkan dengan tanah tanpa campuran semen, namun seiring penambahan semen nilai berat volume kering tanah meningkat. Kepadatan maksimum terbesar terjadi pada penambahan kadar semen sebesar 10% untuk semen OPC dan PCC. Pada campuran tanah-semen OPC memiliki nilai kenaikan maksimum berat volume kering pada persentase 10% semen OPC yaitu 1.548, sedangkan pada tanah-semen PCC memiliki nilai kenaikan berat volume kering pada persentase 10% semen PCC yaitu 1.517. Hal ini terjadi karna adanya proses sementasi

antara semen OPC ataupun PCC dengan partikel tanah asli.

Menurut Primadona (2014) yang telah melakukan penelitian terhadap pengaruh semen OPC dan PCC pada tanah lempung plastisitas rendah, bertambahnya kadar semen maka nilai \square dry tanah campuran semakin meningkat, dikarenakan terjadinya proses flokulasi oleh semen sehingga terjadinya peningkatan jumlah partikel yang berdampak pada peningkatan berat volume tanah kering.

Dari Tabel 5 juga dapat dilihat bahwa penambahan semen mengakibatkan nilai kadar air optimum (OMC) menurun dari tanah aslinya, dan seiring penambahan kadar semen nilai OMC juga terus menurun. Pada tanah-semen OPC penurunan kadar air berkisar 1-4%, sedangkan pada tanah-semen PCC penurunan berkisar 0,1%-3%. Penurunan nilai kadar air optimum (OMC) ini dikarenakan semen mengisi rongga pori tanah, yang pada kondisi tanah asli, rongga pori tanah terisi oleh air dan udara. Akibat adanya semen dalam rongga pori tanah asli, persentase air yang dikandung tanah menjadi berkurang.

Menurut Hariawan (2007), waktu pengikatan pada semen tipe PCC yaitu pada waktu pengikatan awal (initial set) sebesar 167 menit lebih lama jika dibandingkan dengan semen OPC yaitu sebesar 145 menit. Tetapi pada waktu pengikatan terakhir (final set) pada tipe semen PCC waktu pengikatannya lebih cepat bila dibandingkan dengan semen tipe OPC sebesar 285 menit dan 345 menit.

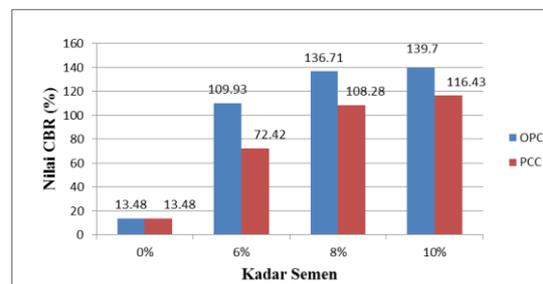
Pengujian CBR

Berdasarkan nilai OMC yang diperoleh pada masing-masing campuran tanah, maka nilai tersebut

digunakan sebagai kadar air untuk pemadatan pada pengujian CBR. Adapun hasil pengujian CBR dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Pengujian CBR

Variasi Campuran	Nilai CBR (%)
100 % Lanau	13,48
94 % Lanau + 6% OPC	109,93
92 % Lanau + 8% OPC	136,71
90 % Lanau + 10% OPC	139,70
94 % Lanau + 6% PCC	72,42
92 % Lanau + 8% PCC	108,28
90 % Lanau + 10% PCC	116,43



Gambar 4 Grafik Pengaruh Penambahan Semen Terhadap Nilai CBR dengan Pemeraman 28 Hari

Pada Gambar 4 dapat terlihat terjadinya peningkatan nilai daya dukung tanah pada pemeraman 28 hari secara signifikan. Pada tanah-semen OPC peningkatan nilai CBR maksimum terjadi pada campuran 10% yaitu 139,70%, sedangkan pada tanah-semen PCC peningkatan nilai CBR maksimum terjadi pada campuran 10% yaitu sebesar 116,43%. Hal ini terjadi karna proses sementasi selama pemeraman 28

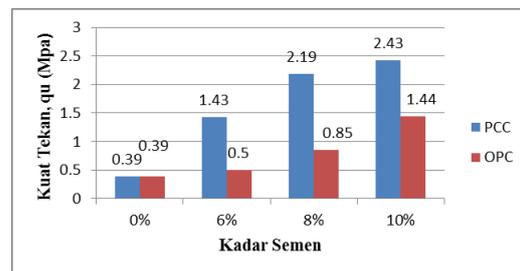
Hari telah membentuk partikel yang lebih keras sehingga campuran tanah dengan semen mampu menahan beban yang lebih besar dibandingkan tanah asli yang tidak dicampur dengan semen. Reaksi sementasi yang terjadi pada campuran tanah-semen membentuk butiran baru yang lebih keras sehingga lebih kuat menahan beban yang diberikan. Lamanya waktu pemeraman juga berpengaruh terhadap peningkatan daya ikat antar butiran. Peningkatan daya ikat antar butiran menyebabkan kemampuan saling mengunci antar butiran meningkat juga.

Pengujian UCS

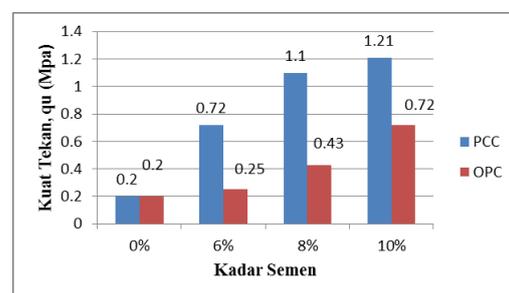
Adapun hasil pengujian UCS dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 6 Hasil Pengujian UCS (PCC)

Jenis Tanah	qu (Mpa)	Cu (Mpa)
100 % Lanau	0,39	0,20
94 % Lanau + 6% OPC	0,50	0,25
92 % Lanau + 8% OPC	0,85	0,43
90 % Lanau + 10% OPC	1,44	0,72
94 % Lanau + 6% PCC	1,43	0,72
92 % Lanau + 8% PCC	2,19	1,10
90 % Lanau + 10% PCC	2,43	1,21



Gambar 5 Grafik Pengaruh Penambahan Semen Terhadap Kuat Tekan, qu dengan Pemeraman 28 Hari



Gambar 6 Grafik Pengaruh Penambahan Semen Terhadap Kuat Tekan, Cu dengan Pemeraman 28 Hari

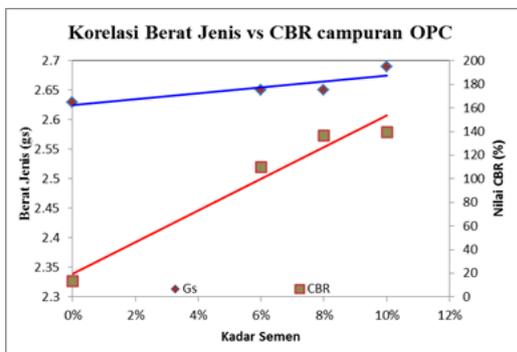
Berdasarkan Gambar 5 dan 6 diketahui bahwa campuran antara tanah dan semen OPC ataupun PCC pada pemeraman 28 hari mampu meningkatkan nilai kuat tekan (qu) dan Cu. Dimana untuk setiap penambahan persentase campuran nilai kuat tekan (qu) dan Cu juga akan semakin meningkat. Pada semen OPC nilai qu maksimum terdapat pada campuran 10% yaitu 1,44 MPa, sedangkan pada semen PCC nilai qu maksimum terdapat pada campuran 10% yaitu 2,43 MPa.

Hal ini terjadi akibat proses sementasi yang terjadi selama pemeraman 28 hari, sehingga tanah-semen mengalami proses sementasi yang maksimal dan membentuk butiran baru yang lebih keras dan kaku serta mampu menahan beban yang lebih keras dibandingkan tanah lanau asli. Peningkatan nilai UCS ini juga disebabkan meningkatnya ikatan antar

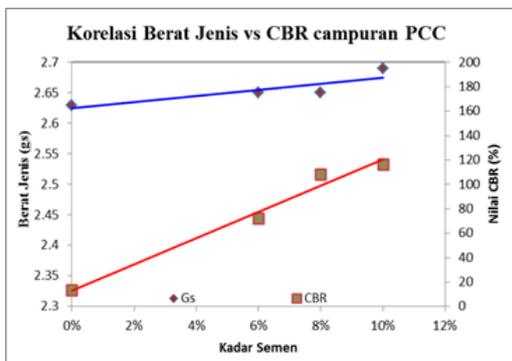
butiran karena proses sementasi, rongga-rongga pori yang ada akan dikelilingi bahan sementasi yang lebih keras, sehingga butiran tidak mudah hancur atau berubah bentuk.

Korelasi Berat Jenis dengan CBR dan UCS

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis, CBR dan UCS pada beberapa variasi tanah uji dihasilkan korelasi seperti Gambar 7 dan 8 dibawah ini.



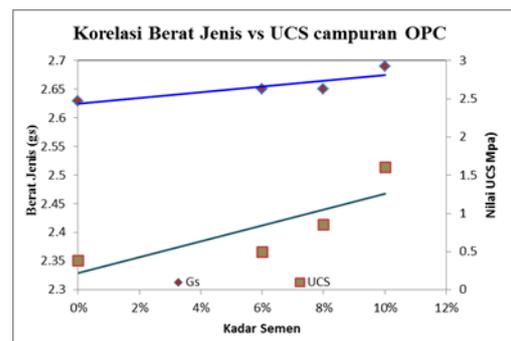
Gambar 7 Korelasi Berat Jenis dan CBR Tanah-Semen OPC



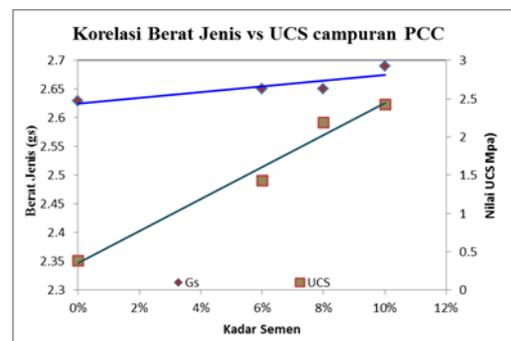
Gambar 8 Korelasi Berat Jenis dan CBR Tanah-Semen PCC

Berdasarkan Gambar 7 dan 8 terlihat bahwa tanah lanau plastisitas tinggi yang distabilisasi dengan semen OPC ataupun PCC, memiliki pengaruh yang berbeda terhadap nilai berat jenis dan nilai CBR. Terlihat bahwa semakin besar kadar semen yang digunakan sebagai bahan stabilisasi maka nilai

berat jenis dan nilai CBR juga semakin meningkat, sehingga dapat disimpulkan bahwa berat jenis dan nilai CBR memiliki perbandingan yang lurus, yaitu semakin tinggi nilai berat jenis maka nilai CBR akan semakin meningkat. Hal ini berlaku untuk kedua jenis semen OPC dan PCC.



Gambar 9 Korelasi Berat Jenis dan UCS Tanah-Semen OPC



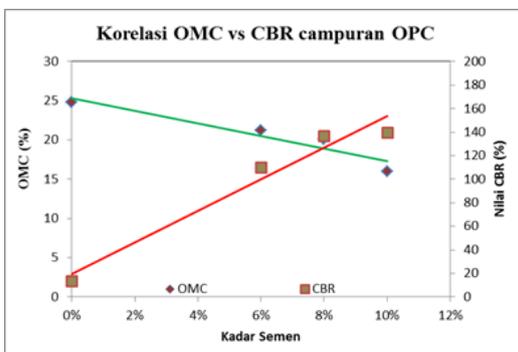
Gambar 10 Korelasi Berat Jenis dan UCS Tanah-Semen PCC

Berdasarkan Gambar 9 dan 10 terlihat bahwa tanah lanau plastisitas tinggi yang distabilisasi dengan semen OPC ataupun PCC, memiliki nilai UCS yang cenderung terus meningkat. Semakin besar nilai kadar semen yang digunakan sebagai bahan stabilisasi maka nilai UCS juga semakin meningkat. Dari gambar 4.10 dapat disimpulkan bahwa nilai berat jenis sebanding dengan kadar nilai UCS, dimana semakin meningkat nilai berat jenis maka nilai UCS juga semakin

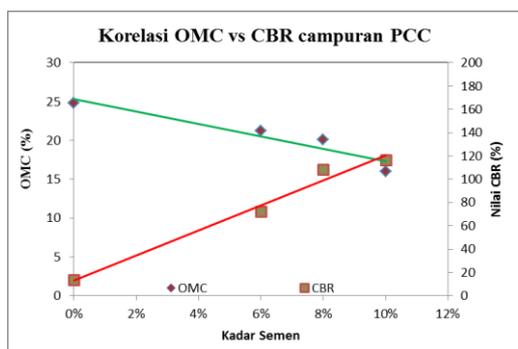
meningkat untuk semen OPC ataupun PCC.

Korelasi Nilai OMC dengan CBR dan UCS

Dari hasil uji proctor didapat nilai OMC untuk setiap variasi semen OPC ataupun PCC, yang mana dapat digambarkan hubungan antara nilai OMC dengan nilai CBR dan UCS. Korelasi antara OMC, CBR dan UCS tersebut dapat dilihat pada Gambar 11 dan 12 dibawah ini.



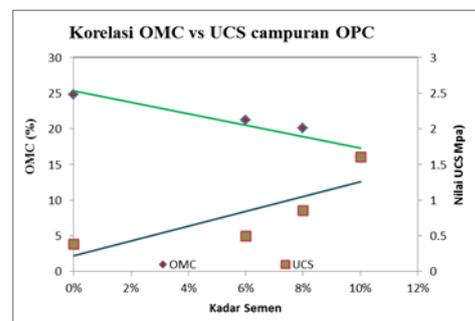
Gambar 11 Korelasi OMC dan CBR Tanah-Semen OPC



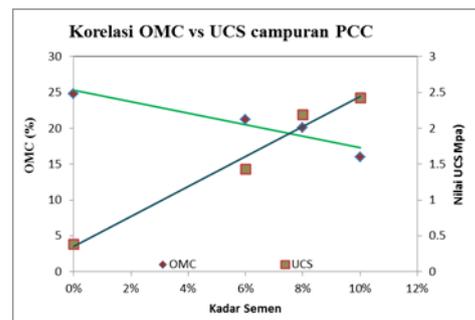
Gambar 12 Korelasi OMC dan CBR Tanah-Semen PCC

Dapat dilihat pada Gambar 11 dan 12 tanah lanau plastisitas tinggi yang dicampur dengan semen OPC ataupun PCC memiliki nilai OMC yang cenderung menurun, sedangkan nilai CBR yang cenderung meningkat seiring bertambahnya kadar semen OPC

ataupun PCC. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai OMC dan CBR memiliki perbandingan yang terbalik, yakni semakin kecil nilai OMC maka semakin besar nilai CBR.



Gambar 13 Korelasi OMC dan UCS Tanah-Semen OPC



Gambar 14 Korelasi OMC dan UCS Tanah-Semen PCC

Berdasarkan Gambar 4.12 diatas dapat dilihat bahwa tanah lanau yang dicampur dengan semen OPC ataupun PCC, memiliki nilai UCS yang cenderung meningkat namun nilai OMC yang cenderung menurun. Semakin rendah nilai OMC maka nilai UCS dari campuran OPC ataupun PCC cenderung semakin meningkat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai OMC dengan nilai UCS, memiliki hubungan yang terbalik. Hal ini berlaku untuk jenis semen OPC ataupun PCC.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan mengenai pengaruh

penambahan semen OPC dan PCC terhadap tanah lanau berlempung plastisitas tinggi, maka dapat diambil kesimpulan sesuai dengan tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Semakin bertambahnya persentase kadar semen OPC ataupun PCC dalam campuran tanah uji, maka nilai kadar air optimum (*OMC*) akan semakin menurun dan nilai berat volume kering maksimum ($\gamma_{dry\ maks}$) meningkat seiring bertambahnya kadar semen namun menurun dibandingkan nilai kadar air optimum (*OMC*) dengan tanah uji tanpa semen.
2. Nilai CBR hasil pemeraman 28 hari, terlihat bahwa nilai CBR semakin meningkat seiring bertambahnya kadar semen OPC ataupun PCC, dimana nilai maksimum CBR pada campuran semen OPC berada pada kadar semen 10% sebesar 139,7%, sedangkan pada campuran semen PCC nilai maksimum CBR berada pada kadar semen 10% sebesar 116,43%. Nilai CBR tanah uji yang dicampur dengan semen OPC lebih bagus daripada nilai CBR tanah uji yang dicampur dengan semen PCC.
3. Nilai UCS hasil pemeraman 28 hari, terlihat bahwa nilai UCS tanah meningkat seiring bertambahnya kadar semen OPC ataupun PCC, dimana pada penambahan semen OPC tanah uji mengalami peningkatan nilai UCS maksimum pada kadar semen 10% sebesar 1,44 MPa, sedangkan pada penambahan semen PCC tanah uji mengalami peningkatan nilai UCS maksimum pada kadar semen 10% sebesar 2,43 MPa. Dari nilai UCS tersebut

terlihat bahwa nilai UCS campuran semen PCC lebih baik dari nilai UCS campuran semen OPC.

4. Dari hasil pengujian CBR dan UCS untuk variasi semen OPC ataupun PCC, dapat disimpulkan bahwa semen PCC lebih efektif digunakan sebagai subbase struktur jalan, karna sudah memenuhi syarat kekuatan, lebih mudah didapat dan harganya lebih murah.

SARAN

Adapun saran yang dapat diberikan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya dapat mengkaji lebih lanjut mengenai pengaruh penambahan kadar semen OPC dan PCC terhadap tanah lempung plastisitas tinggi ditinjau dari *swelling*.
2. Perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan kadar semen OPC ataupun PCC terhadap tanah organik.
3. Untuk Untuk penelitian selanjutnya dapat mengkaji bagaimana pengaruh penambahan semen OPC dan PCC terhadap tanah lempung plastisitas tinggi ditinjau dari nilai CBR rendaman.
4. Pada Dapat dilakukan penelitian mengenai pengaruh waktu pemeraman terhadap tanah lempung plastisitas tinggi yang dicampur dengan semen OPC dan PCC.
5. Perlunya penelitian lebih lanjut dengan variasi kadar semen diatas

10%, sehingga didapat nilai efektif kadar semen.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani., Yuliet, Rina., Fernandez, Franky Leo. 2012. *Pengaruh Penggunaan Semen Sebagai Bahan Stabilisasi Pada Tanah Lempung Daerah Lambung Bukit Terhadap Nilai CBR Tanah*. Jurnal ISSN:1858-2133, Vol. 8, No. 1
- Bowles, J. E. 1989. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Edisi Kedua. Penerbit Erlangga: Jakarta
- Das, Braja M. 1985. *Mekaika Tanah, Jilid I*. Penerbit Erlangga: Jakarta
- Das, Braja M. 1988b. *Mekaika Tanah – Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis Jilid I*. PWS Publishers, 1985, terj. Penerbit Erlanga: Jakarta
- Desriantomy., Rahmani, Hudan., Purnama, Heny. 2009. *Analisis Pengaruh Penggunaan Portland Cement Type I Terhadap Daya Dukung Tanah*. Simposium XII FSTPT Universitas Kristen Petra Surabaya
- Hariawan, Julian Bagus. 2007. *Ordinary Portlant Cement (OPC) dan Portlamt Composite Cement (PCC) Terhadap Kuat Tekan Mortar*. Skripsi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Gunadarma
- Harry Christiady Hardiyatmo. 1996. *Mekanika Tanah I*. Penerbit Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta
- Kezdi, A. 1979. *Stabilized Earth Road*. Elsevier Scientific Publishing Company. Newyork
- Mitchell, J. K., Freitag, D. R. 1959. *A Review and Evaluation of Soil-Cement Pavement*. American Society of Civil Engineers. United States of America.
- Primadona. 2015. *Stabilitas Tanah Plastisitas Rendah dengan Semen*. Jurnal FTEKNIK Vol.2 No.2
- Takaendengan., Pretty Priscillia., Monintja, S., Tcoh, J. H., Sumampouw, J. R. 2013. *Pengaruh Stabilisasi Semen Terhadap Swelling Lempung Ekspansif*. Jurnal Sipil Statik Vol. 1 No. 6