

PERUBAHAN ANGKA PORI TANAH LUNAK TERSTABILISASI DENGAN SERBUK KACA DAN SERAT KARUNG PLASTIK

Dyah Pratiwi Kusumastuti, Irma Sepriyanna, Hastanto Sm

Jurusan Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi – PLN, Jakarta Barat
Menara PLN Jalan Lingkar Luar Barat, Duri Kosambi, Cengkareng, 11750
dyah.pratiwi@sttpln.ac.id

Abstrak

Tanah dasar berfungsi sebagai pondasi pada konstruksi jalan yang mampu memikul beban konstruksinya sendiri dan beban lalu lintas. Namun masalah yang seringkali dihadapi dalam merencanakan dan melaksanakan pekerjaan konstruksi jalan adalah karakteristik dan jenis tanah pada daerah setempat yang tidak memenuhi persyaratan kualitas dan mutu timbunan. Pada penelitian ini akan dibahas mengenai pengaruh stabilisasi tanah rawa yang merupakan tanah lunak (*soft soil*) dengan penambahan serbuk kaca dan serat karung plastik sebagai tanah timbunan. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah melihat perubahan angka pori dengan melakukan pengujian konsolidasi pada tanah asli maupun tanah terstabilisasi. Berdasarkan hasil pengujian, berat jenis tanah lunak minimum sebesar 1,863 yang merupakan tanah asli + 10% serbuk kaca + 0,5% serat karung plastik atau mengalami penurunan sebesar 9,387 % dibandingkan berat jenis tanah asli. Penambahan serbuk kaca dan serat karung plastik optimum pada kombinasi tanah asli + 10% serbuk kaca + 0,25% serat karung plastik dengan angka pori sebesar 0,76 atau mengalami penurunan sebesar 2,56% dibandingkan angka pori tanah asli pada pembebanan 16 kg.

Kata kunci: tanah lunak, serbuk kaca, serat karung plastik, angka pori

Abstract

The base soil serves as a foundation on road construction capable of carrying the load due to its own construction and traffic load. However, the problems often encountered in planning and carrying out road construction work are the characteristics and types of soil in the local area that do not meet the quality and quality requirements of the embankment. In this research will be discussed about the effect of soil swamp stabilization which is soft soil with the addition of glass powder and plastic sack fiber as the embankment. The method used in the research is by conducting consolidation test on the original soil and stabilized soil to see the change of void ratio. Based on the test results, the minimum soft soil type weight is 1.863 which is the original soil + 10% glass powder + 0.5% plastic sack fiber or decreased by 9.387% compared to the original soil weight. Addition of optimized glass powder and plastic sack fiber on original soil + 10% glass + 0.25% plastic sack with void ratio of 0.76 or decreased by 2.56% compared to original void ratio rate at 16 kg loading.

Keywords : *soft soil, void ratio, glass powder, plastic sack fiber*

PENDAHULUAN

Tanah memegang peranan penting dalam pekerjaan konstruksi karena tanah harus mampu menerima beban konstruksi yang ada di atasnya. Beberapa kriteria tanah sebagai tanah dasar yaitu memiliki daya dukung yang cukup serta penurunan yang terjadi masih dalam batas aman.

Namun masalah yang seringkali dihadapi dalam merencanakan dan melaksanakan pekerjaan konstruksi adalah karakteristik dan jenis tanah pada daerah setempat yang tidak memenuhi persyaratan kualitas dan mutu. Salah satunya adalah tanah lunak, selain memiliki daya dukung yang rendah juga penurunan yang terjadi cukup besar. Salah satu perencanaan

konstruksi yang berada di atas tanah yang persyaratan kualitas dan mutunya tidak memenuhi adalah proyek jalan raya yang menghubungkan Perumahan Green Lake, Perumahan Metland Puri, Perumahan Metro Permata menuju Jalan Tol Jakarta-Tangerang. Hal ini karena tanah di daerah tersebut merupakan tanah lunak.

Untuk menangani permasalahan tersebut, terdapat beberapa cara untuk mengurangi besarnya penurunan pada tanah lunak, antara lain stabilisasi terhadap tanah lunak. Beberapa penelitian dengan stabilisasi pada tanah lunak telah dilakukan dalam rangka mengurangi besarnya penurunan pada tanah lunak.

Menurut Ariyani (2007), tanah lempung anorganik dengan penambahan semen dan abu sekam padi dengan masa pemeraman 3 hari dapat menurunkan indeks plastisitas tanah selain itu penambahan semen dan abu sekam padi dengan pemeraman 3 hari juga dapat memperbaiki gradasi butiran tanah yang ditandai dengan berkurangnya prosentase butiran halus.

Bahan tambah yang digunakan dalam stabilisasi dapat juga berasal dari sampah atau hasil buangan rumah tangga. Beberapa bahan buangan yang mulai banyak digunakan dalam penelitian stabilisasi tanah adalah serbuk kaca dan cacahan plastik. Plastik menurut Hisyam dan Manalu (2014) mempunyai nilai kekuatan tersendiri, sehingga apabila disatukan dengan tanah lempung lunak dapat meningkatkan nilai kekuatan geser tanah. Serbuk kaca menurut Handayasari (2016) mempunyai kandungan silika sehingga dapat meningkatkan parameter kuat geser dan parameter fisik pada tanah TPA.

Hisyam dan Manalu (2014) menyatakan tanah asli dengan penambahan plastik berukuran 2 cm x 2 cm dapat meningkatkan angka keamanan lereng sebesar 3,35 atau peningkatan angka keamanan terhadap lereng sebesar 25,47 % dari nilai angka keamanan tanah asli. Sedangkan menurut Endaryanta dan Wibowo (2016), penambahan cacahan plastik sebanyak 1 % - 2% pada tanah lempung Wates dapat menaikkan nilai kuat tekan bebas dan penambahan cacahan plastik sebanyak 1% - 3% pada tanah lempung Wates dapat meningkatkan sudut geser dalam tanah.

Berdasarkan latar belakang dan penelitian sebelumnya, maka penelitian ini akan dibahas mengenai pengaruh stabilisasi tanah rawa yang

merupakan tanah lunak (*soft soil*) dengan penambahan serbuk kaca dan serat karung plastik sebagai tanah timbunan. Pada penelitian ini akan dilihat perubahan angka pori dari hasil pengujian konsolidasi tanah rawa sebelum distabilisasi dan sesudah distabilisasi.

Tanah Lunak

Menurut Pedoman Konstruksi dan Bangunan, 2005 dalam Tay dkk, tanah lunak adalah tanah yang memiliki kuat geser *undrained* lapangan kurang dari 40 kPa dan memiliki kompresibilitas yang tinggi bahkan menurut Pasaribu dan Iskandar, tanah lunak mempunyai kekuatan geser kurang dari 25 kPa. Tanah lunak merupakan jenis tanah berkohefif dengan penyusunnya sebagian besar adalah butiran-butiran halus atau berdiameter kurang dari 1 μ m seperti tanah lanau, tanah lempung dan tanah gambut. Jenis tanah yang dikategorikan sebagai tanah lunak antara lain :

1. Tanah lanau
Lanau adalah bahan yang merupakan peralihan antara lempung dan pasir halus. Kurang *plastis* dan lebih mudah ditembus air daripada lempung dan memperlihatkan sifat dilatansi yang tidak terdapat pada lempung. Lanau adalah material yang butiran-butirannya lolos saringan no.200.
2. Tanah lempung
Lempung terdiri dari butiran yang sangat kecil menurut Hardiyatmo (2013) partikel lempung mempunyai diameter butiran kurang dari 0,002 mm. Sifat yang khas dari tanah lempung adalah dalam keadaan kering akan bersifat keras, dan jika basah akan bersifat lunak plastis, kohesif, mengembang dan menyusut dengan cepat, sehingga mempunyai perubahan volume yang besar dan itu terjadi karena pengaruh air (Kurniawan, 2015). Tanah lempung terdiri dari mineral-mineral penyusun antara lain kaolinite, illite dan montmorillonite. Lempung yang terdiri dari mineral montmorillonite merupakan mineral lempung yang banyak mengakibatkan masalah seperti mudah mengembang atau ekspansif (Hardiyatmo, 2013).
3. Tanah gambut
Tanah gambut merupakan jenis tanah yang berasal dari penumpukan sisa tumbuhan yang setengah busuk/dekomposisi yang tak sempurna sehingga mempunyai

kandungan bahan organik yang tinggi ($O_c \geq 75\%$), sering mengandung serat dan berwarna gelap. Tanah gambut yang berserat memiliki sifat non plastis dan pemampatan yang dominan adalah pemampatan sekunder, sedangkan tanah gambut tak berserat memiliki sifat plastis dan perilaku pemampatannya seperti tanah lempung.

Limbah Serbuk Kaca

Kaca merupakan material padat yang bening dan transparan serta biasanya rapuh. Kaca terbuat dari 75% silikon dioksida (SiO_2) ditambah kandungan Na_2O dan CaO serta bahan lainnya (Purnomo dan Hisyam 2014). Secara umum, kaca komersial dapat dikelompokkan menjadi beberapa golongan (Kasiati, 2011), yaitu :

1. Silika lebur atau silika vitreo
2. Alkali silikat
3. Kaca soda gamping
4. Kaca timbal
5. Kaca borosilikat
6. Kaca khusus
7. Serat kaca (*fiber glass*)

Tabel 1. Komposisi Kimia Serbuk Kaca

Komposisi	%
SiO_2	61,72
Al_2O_3	3,45
Fe_2O_3	0,18
CaO	2,57

Sumber: Purnomo, 2014

Limbah Karung Plastik

Karung plastik merupakan kategori bahan non-organik yang banyak dipakai sebagai bahan pengemas, seperti sebagai karung beras, pupuk, dan makanan ternak (Diharjo, 2006). Karung plastik tersusun dari bahan-bahan berupa *polypropylene* (PP) yang mempunyai sifat tahan terhadap bahan kimia, sangat ringan, sangat kuat, dan tahan terhadap abrasi (Aisyiyati dkk).

Irmanzah (2014) menyatakan serat karung plastic merupakan bentuk uraian dari karung plastik. Karung plastik sendiri termasuk jenis sampah anorganik yaitu sampah yang sulit mengalami penguraian atau tidak dapat diurai dan tidak mengandung unsur karbon.

Karakteristik Tanah

Karakteristik yang dipergunakan sebagai acuan dalam penelitian ini adalah :

1. Kadar Air Tanah

Kadar air tanah merupakan nilai perbandingan antara berat air yang terdapat di dalam tanah (W_w) dengan berat butiran tanahnya (W_s) dan besarnya kadar air tanah dinyatakan dalam persen (%).

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \quad (1)$$

2. Berat Jenis Tanah

Berat jenis tanah merupakan nilai perbandingan antara berat volume butiran (γ_s) dengan berat volume air (γ_w) pada temperatur $4^\circ C$ dan berat jenis tidak memiliki satuan.

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \quad (2)$$

Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah usaha untuk memperbaiki sifat-sifat tanah yang ada, sehingga memenuhi syarat untuk lokasi suatu proyek (Ariyani, 2007). Menurut Hardiyatmo (2013) stabilisasi adalah pencampuran tanah dengan bahan tertentu, guna memperbaiki sifat-sifat teknis tanah agar memenuhi syarat teknis tertentu. Menurut Wahjoedi (2015) stabilisasi tanah untuk memperbaiki susunan tanah agar lebih kompak, juga agar susunan tanah butirannya lebih baik, yaitu ukuran butiran merata sehingga pori tanah menjadi kecil. Metode stabilisasi yang umumnya dilakukan adalah stabilisasi mekanis dan stabilisasi kimia.

1. Stabilisasi Mekanis

Stabilisasi mekanis dilakukan dengan cara mencampur atau mengaduk dua macam tanah atau lebih yang bergradasi berbeda guna memperoleh material yang lebih baik, sehingga memenuhi kekuatan tertentu (Hardiyatmo, 2013).

2. Stabilisasi Kimia

Stabilisasi kimia bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat teknis tanah dengan cara mencampur tanah dengan menggunakan bahan tambah dalam perbandingan tertentu (Hardiyatmo, 2013). Beberapa pertimbangan yang perlu dilakukan dalam memilih bahan-tambah, yaitu :

- a. Jenis tanah dan Jenis struktur
- b. Kekuatan tanah yang ingin dicapai

- c. Metode perbaikan yang ingin dilakukan
- d. Biaya yang tersedia
- e. Kondisi lingkungan

Uji Konsolidasi

Konsolidasi adalah suatu proses pengecilan volume secara perlahan-lahan pada tanah jenuh sempurna dengan permeabilitas rendah akibat pengaliran sebagian air pori. Proses tersebut berlangsung terus menerus sampai kelebihan tekanan air pori yang disebabkan oleh kenaikan tegangan total benar-benar hilang (Kurniawan dkk, 2015).

Hasil pengujian konsolidasi diinterpretasikan dalam bentuk grafik hubungan antara angka pori (e) dan tegangan dalam skala log ($\log \sigma$). Penggambaran grafik berasal dari data hasil uji konsolidasi laboratorium dengan urutan sebagai berikut :

- a. Hitung tinggi butiran dari tanah (H_s)

$$H_s = \frac{W_s}{A \cdot G_s \cdot \gamma_w} \quad (3)$$

- b. Hitung tinggi awal pori (H_v)

$$H_v = H - H_s \quad (4)$$

- c. Hitung angka pori awal (e_o)

$$e_o = \frac{V_v}{V_s} = \frac{H_v \cdot A}{H_s \cdot A} = \frac{H_v}{H_s} \quad (5)$$

- d. Hitung perubahan angka pori (Δe) akibat pemampatan tanah (ΔH)

$$\Delta e = \frac{\Delta H}{H_s} \quad (6)$$

Berdasarkan hasil pengujian konsolidasi terdapat dua hal yang perlu diketahui mengenai penurunan, yaitu (Apriyanto dkk., 2016) :

1. Besarnya penurunan yang akan terjadi
2. Kecepatan penurunan

METODE

Penelitian yang akan dilakukan bersifat eksperimental dimana penelitian dilakukan di laboratorium dan mencari sebab akibat. Pengujian yang dilakukan di laboratorium bertujuan untuk mendapatkan parameter sifat fisik dan mekanik tanah yang dibutuhkan dalam analisis.

Pada penelitian ini tanah lunak akan diberikan perlakuan atau penambahan serbuk kaca dan serbuk karung plastik. Untuk variasi penambahan serbuk kaca yang ditambahkan adalah 5% dan 10 % sedangkan serbuk karung plastik yang ditambahkan adalah 0,25% dan 0,5%.

Untuk mendapatkan parameter fisik dilakukan pengujian kadar air dan berat jenis, sedangkan parameter mekanik dilakukan pengujian konsolidasi. Dari hasil pengujian parameter fisik dan mekanik yang didapatkan akan dianalisa perubahannya dari tanah asli (inisial) dan tanah terstabilisasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Kadar Air

Kadar air merupakan nilai yang didapatkan dari perbandingan berat air dengan berat butiran tanah. Berat air didapatkan dari selisih berat tanah sebelum dan setelah dioven selama 24 jam.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kadar Air

No.	Keterangan	W_c
1	Tanah Inisial	33,072%
2	Berat Jenis Tanah Asli + 0% Serbuk Kaca + 0,25% Serat Karung Plastik	32,452 %
3	Berat Jenis Tanah Asli + 0% Serbuk Kaca + 0,5% Serat Karung Plastik	32,279 %
4	Berat Jenis Tanah Asli + 5% Serbuk Kaca + 0% Serat Karung Plastik	30,587 %
5	Berat Jenis Tanah Asli + 5% Serbuk Kaca + 0,25% Serat Karung Plastik	31,457 %
6	Berat Jenis Tanah Asli + 5% Serbuk Kaca + 0,5% Serat Karung Plastik	33,889 %
7	Berat Jenis Tanah Asli + 10% Serbuk Kaca + 0% Serat Karung Plastik	29,955 %
8	Berat Jenis Tanah Asli + 10% Serbuk Kaca + 0,25% Serat Karung Plastik	32,885 %
9	Berat Jenis Tanah Asli + 10% Serbuk Kaca + 0,5% Serat Karung Plastik	31,688 %

Sumber: Hasil penelitian

Berdasarkan hasil pengujian kadar air (Tabel 2), nilai terkecil sebesar 29,955% didapat pada pencampuran tanah asli dan 10% serbuk kaca tanpa penambahan serat karung plastik. Sedangkan nilai kadar air terbesar adalah 33,889% yang didapat pada pencampuran tanah asli dengan penambahan 5% serbuk kaca dan 0,5% serat karung plastik.

Pengujian Berat Jenis Tanah

Berat jenis tanah atau berat spesifik didapatkan dari perbandingan antara berat volume butiran solid (γ_s) dengan berat volume air (γ_w) pada temperatur 4 °C. Besarnya berat jenis tanah yang digunakan adalah pada kondisi benda uji contoh tanah inisial dan benda uji contoh tanah terstabilisasi.

Tabel 3. Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah

No.	Keterangan	G _s
1	Tanah Inisial	2,056
2	Berat Jenis Tanah Asli + 0% Serbuk Kaca + 0,25% Serat Karung Plastik	2,078
3	Berat Jenis Tanah Asli + 0% Serbuk Kaca + 0,5% Serat Karung Plastik	2,092
4	Berat Jenis Tanah Asli + 5% Serbuk Kaca + 0% Serat Karung Plastik	2,580
5	Berat Jenis Tanah Asli + 5% Serbuk Kaca + 0,25% Serat Karung Plastik	2,055
6	Berat Jenis Tanah Asli + 5% Serbuk Kaca + 0,5% Serat Karung Plastik	2,227
7	Berat Jenis Tanah Asli + 10% Serbuk Kaca + 0% Serat Karung Plastik	2,035
8	Berat Jenis Tanah Asli + 10% Serbuk Kaca + 0,25% Serat Karung Plastik	2,292
9	Berat Jenis Tanah Asli + 10% Serbuk Kaca + 0,5% Serat Karung Plastik	1,863

Sumber: Hasil penelitian

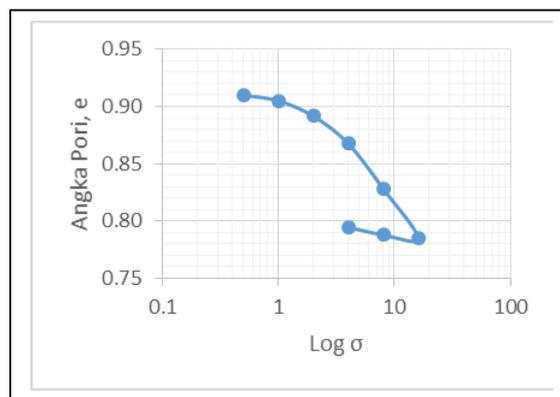
Berdasarkan hasil pengujian berat jenis (Tabel 3), nilai terkecil sebesar 1,863 didapat pada pencampuran tanah asli dengan penambahan 10% serbuk kaca dan 0,5% serat karung plastik. Sedangkan nilai berat jenis terbesar adalah 2,580 yang didapat pada pencampuran tanah asli dengan penambahan 5% serbuk kaca tanpa penambahan serat karung plastik.

Pengujian Konsolidasi

Pengujian konsolidasi pada penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan perubahan nilai angka pori tanah asli dan nilai angka pori tanah terstabilisasi. Hasil pengujian konsolidasi didapatkan nilai perubahan tegangan (ΔH)

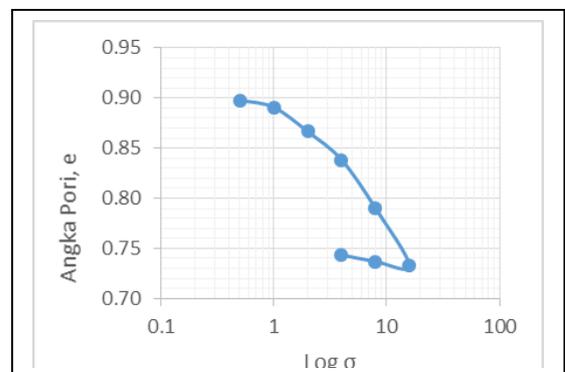
dengan penerapan beban 0,5; 1; 2; 4; 8 dan 16 kg.

Berdasarkan hasil pengujian konsolidasi, kemudian dihitung perubahan angka pori. Hasil perubahan angka pori tanah asli dapat dilihat pada Gambar 1 sampai dengan Gambar 9 berikut ini :



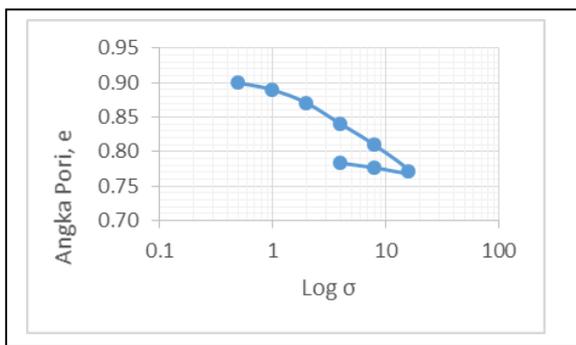
Gambar 1. Kurva Hubungan Log σ dengan Angka Pori Pada Tanah Asli

Gambar 1 menunjukkan nilai angka pori semakin kecil atau menurun seiring dengan penambahan tegangan atau beban yang diterapkan dalam pengujian konsolidasi. Angka pori akan mengalami peningkatan sedikit akibat pengurangan beban. Perubahan angka pori maksimum pada penambahan beban sebesar 16 kg yaitu 0,134 atau berkurang sebesar 0,043 dari beban 8 kg. Angka pori berkurang sebesar 0,14 dibandingkan angka pori awal 0,92. Berkurangnya angka pori disebabkan pori atau rongga di dalam tanah terisi oleh butiran tanah akibat pembebanan atau tanah mengalami pemampatan.



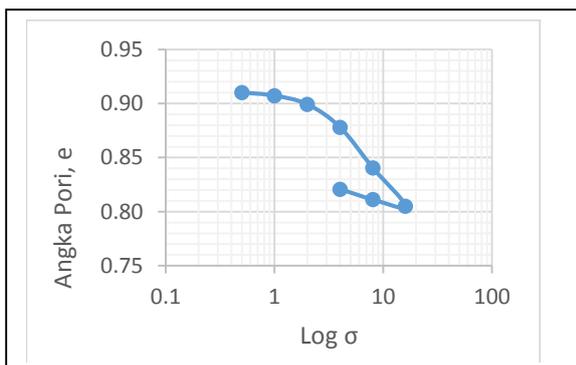
Gambar 2. Kurva Hubungan Log σ dengan Angka Pori Pada Tanah Asli + 0% Serbuk Kaca + 0,25% Serat Karung Plastik

Perubahan angka pori pada tanah terstabilisasi yaitu tanah asli + 0% serbuk kaca + 0,25% serat karung plastik dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2 besarnya angka pori semakin kecil atau menurun seiring dengan penambahan tegangan atau beban yang diterapkan dalam pengujian konsolidasi. Angka pori akan mengalami peningkatan sedikit akibat pengurangan beban. Perubahan angka pori maksimum pada penambahan beban sebesar 16 kg yaitu 0,187 atau berkurang sebesar 0,058 dari beban 8 kg. Angka pori berkurang sebesar 0,19 dibandingkan angka pori awal 0,92.



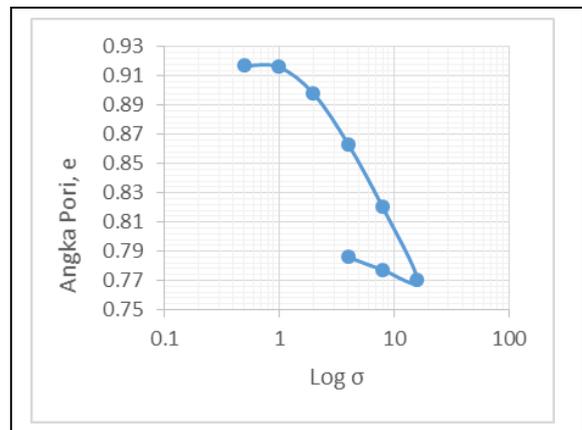
Gambar 3. Kurva Hubungan Log σ dengan Angka Pori Pada Tanah Asli + 0% Serbuk Kaca + 0,5% Serat Karung Plastik

Perubahan angka pori pada tanah terstabilisasi yaitu tanah asli + 0% serbuk kaca + 0,5% serat karung plastik dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3 besarnya angka pori semakin kecil atau menurun seiring dengan penambahan tegangan atau beban yang diterapkan dalam pengujian konsolidasi. Angka pori akan mengalami peningkatan sedikit akibat pengurangan beban. Perubahan angka pori maksimum pada penambahan beban sebesar 16 kg yaitu 0,148 atau berkurang sebesar 0,039 dari beban 8 kg. Angka pori berkurang sebesar 0,15 dibandingkan angka pori awal 0,92.



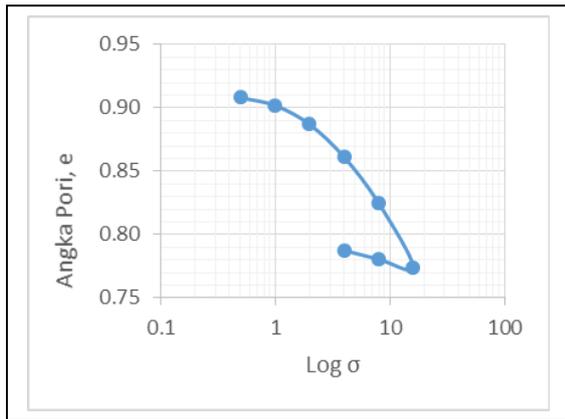
Gambar 4. Kurva Hubungan Log σ dengan Angka Pori Pada Tanah Asli + 5% Serbuk Kaca + 0% Serat Karung Plastik

Perubahan angka pori pada tanah terstabilisasi yaitu tanah asli + 5% serbuk kaca + 0% serat karung plastik dilihat pada Gambar 4. Berdasarkan Gambar 4 besarnya angka pori semakin kecil atau menurun seiring dengan penambahan tegangan atau beban yang diterapkan dalam pengujian konsolidasi. Angka pori akan mengalami peningkatan sedikit akibat pengurangan beban. Perubahan angka pori maksimum pada penambahan beban sebesar 16 kg yaitu 0,114 atau berkurang sebesar 0,036 dari beban 8 kg. Angka pori berkurang sebesar 0,12 dibandingkan angka pori awal 0,92.



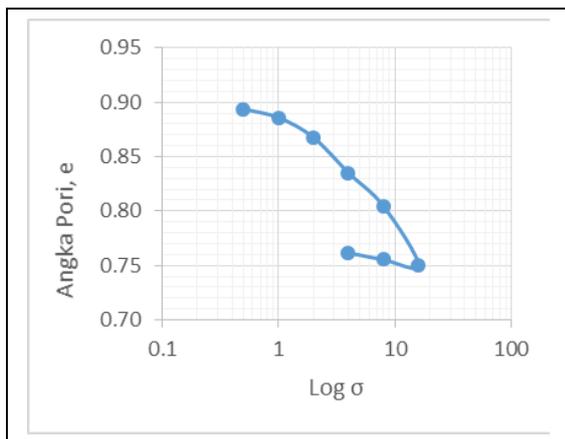
Gambar 5. Kurva Hubungan Log σ dengan Angka Pori Pada Tanah Asli + 5% Serbuk Kaca + 0,25% Serat Karung Plastik

Perubahan angka pori pada tanah terstabilisasi yaitu tanah asli + 5% serbuk kaca + 0,25% serat karung plastik dilihat pada Gambar 5. Berdasarkan Gambar 5 besarnya angka pori semakin kecil atau menurun seiring dengan penambahan tegangan atau beban yang diterapkan dalam pengujian konsolidasi. Angka pori akan mengalami peningkatan sedikit akibat pengurangan beban. Perubahan angka pori maksimum pada penambahan beban sebesar 16 kg yaitu 0,149 atau berkurang sebesar 0,050 dari beban 8 kg. Angka pori berkurang sebesar 0,12 dibandingkan angka pori awal 0,92.



Gambar 6. Kurva Hubungan Log σ dengan Angka Pori Pada Tanah Asli + 5% Serbuk Kaca + 0,5% Serat Karung Plastik

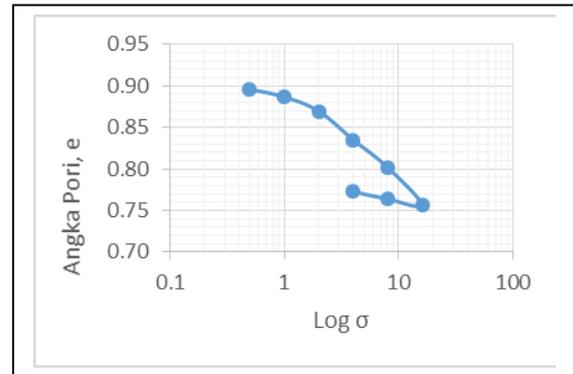
Perubahan angka pori pada tanah terstabilisasi yaitu tanah asli + 5% serbuk kaca + 0,5% serat karung plastik dilihat pada Gambar 6. Berdasarkan Gambar 6 besarnya angka pori semakin kecil atau menurun seiring dengan penambahan tegangan atau beban yang diterapkan dalam pengujian konsolidasi. Angka pori akan mengalami peningkatan sedikit akibat pengurangan beban. Perubahan angka pori maksimum pada penambahan beban sebesar 16 kg yaitu 0,145 atau berkurang sebesar 0,051 dari beban 8 kg. Angka pori berkurang sebesar 0,15 dibandingkan angka pori awal 0,92.



Gambar 7. Kurva Hubungan Log σ dengan Angka Pori Pada Tanah Asli + 10% Serbuk Kaca + 0% Serat Karung Plastik

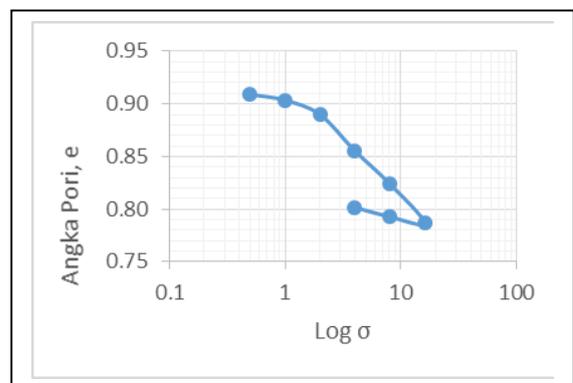
Perubahan angka pori pada tanah terstabilisasi yaitu tanah asli + 10% serbuk kaca + 0% serat karung plastik dilihat pada Gambar 7. Berdasarkan Gambar 7 besarnya angka pori semakin kecil atau menurun seiring dengan penambahan tegangan atau beban yang

diterapkan dalam pengujian konsolidasi. Angka pori akan mengalami peningkatan sedikit akibat pengurangan beban. Perubahan angka pori maksimum pada penambahan beban sebesar 16 kg yaitu 0,169 atau berkurang sebesar 0,054 dari beban 8 kg. Angka pori berkurang sebesar 0,17 dibandingkan angka pori awal 0,92.



Gambar 8. Kurva Hubungan Log σ dengan Angka Pori Pada Tanah Asli + 10% Serbuk Kaca + 0,25% Serat Karung Plastik

Perubahan angka pori pada tanah terstabilisasi yaitu tanah asli + 10% serbuk kaca + 0,25% serat karung plastik dilihat pada Gambar 8. Berdasarkan Gambar 8 besarnya angka pori semakin kecil atau menurun seiring dengan penambahan tegangan atau beban yang diterapkan dalam pengujian konsolidasi. Angka pori akan mengalami peningkatan sedikit akibat pengurangan beban. Perubahan angka pori maksimum pada penambahan beban sebesar 16 kg yaitu 0,163 atau berkurang sebesar 0,045 dari beban 8 kg. Angka pori berkurang sebesar 0,17 dibandingkan angka pori awal 0,92.



Gambar 9. Kurva Hubungan Log σ dengan Angka Pori Pada Tanah Asli + 10% Serbuk Kaca + 0,5% Serat Karung Plastik

Perubahan angka pori pada tanah terstabilisasi yaitu tanah asli + 10% serbuk kaca + 0,5% serat karung plastik dilihat Gambar 9. Berdasarkan Gambar 9 besarnya angka pori semakin kecil atau menurun seiring dengan penambahan tegangan atau beban yang diterapkan dalam pengujian konsolidasi. Angka pori akan mengalami peningkatan sedikit akibat pengurangan beban. Perubahan angka pori maksimum pada penambahan beban sebesar 16 kg yaitu 0,132 atau berkurang sebesar 0,037

dari beban 8 kg. Angka pori berkurang sebesar 0,17 dibandingkan angka pori awal 0,92.

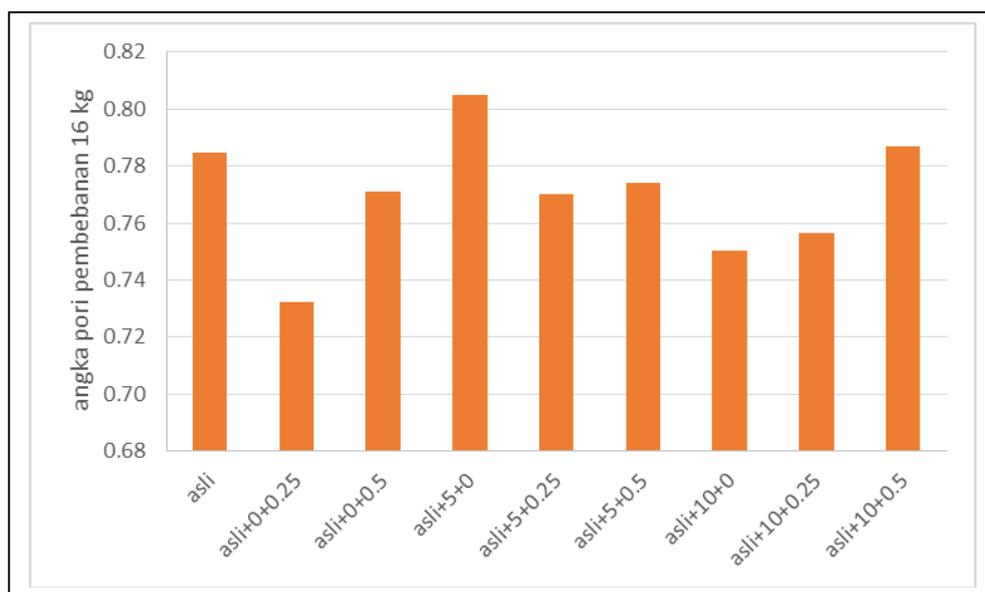
Perbandingan Angka Pori

Untuk melihat pengaruh penambahan serbuk kaca dan serat karung plastik terhadap perubahan angka pori, pada penelitian ini diambil nilai angka pori masing-masing variasi pada saat penerapan beban 16 kg. Hal ini disebabkan beban 16 kg merupakan beban maksimum yang diterapkan. Hasil perbandingan angka pori masing-masing variasi dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 10.

Tabel 3. Angka Pori Pada Pembebanan 16 kg

No.	Variasi Benda Uji	Angka Pori
1	Tanah asli	0,78
2	Asli + 0% serbuk kaca + 0,25 % serat karung plastik	0,73
3	Asli + 0% serbuk kaca + 0,5 % serat karung plastik	0,77
4	Asli + 5% serbuk kaca + 0 % serat karung plastik	0,80
5	Asli + 5% serbuk kaca + 0,25 % serat karung plastik	0,77
6	Asli + 5% serbuk kaca + 0,5 % serat karung plastik	0,77
7	Asli + 10% serbuk kaca + 0 % serat karung plastik	0,75
8	Asli + 10% serbuk kaca + 0,25 % serat karung plastik	0,76
9	Asli + 10% serbuk kaca + 0,5 % serat karung plastik	0,79

Sumber : Hasil Penelitian



Gambar 10. Perubahan Angka Pori Pada Pembebanan 16 kg

Pada Tabel 3 dan Gambar 10 dapat dilihat angka pori minimum sebesar 0,73 yang didapat pada tanah asli dengan penambahan 0,25 % serat karung plastik sedangkan pada kombinasi penambahan bahan stabilisasi, angka pori minimum sebesar 0,76 yang didapat pada tanah asli dengan penambahan 10% serbuk kaca dan 0,25% serat karung plastik. Hal ini disebabkan pori atau rongga tanah terisi butiran tanah dan serbuk kaca dan sebagian dari serat karung plastik.

SIMPULAN

Kesimpulan yang didapatkan pada penelitian ini adalah :

1. Berat jenis tanah lunak minimum sebesar 1,863 yang merupakan tanah asli + 10% serbuk kaca + 0,5% serat karung plastik atau mengalami penurunan sebesar 9,387 % dibandingkan berat jenis tanah asli.
2. Penambahan serbuk kaca dan serat karung plastik mempengaruhi angka pori. Angka pori cenderung mengalami penurunan akibat penambahan serbuk kaca dan serat karung plastik.
3. Penambahan serbuk kaca dan serat karung plastik optimum pada kombinasi tanah asli + 10% serbuk kaca + 0,25% serat karung plastik dengan angka pori sebesar 0,76 atau mengalami penurunan sebesar 2,56% dibandingkan angka pori tanah asli pada pembebanan 16 kg.

DAFTAR PUSTAKA

Apriyanti, *Peningkatan Nilai CBR Tanah Lempung dengan Menggunakan Semen Untuk Timbunan Jalan*.

Apriyanto, M. Ikhwani, Suradji Gandi, 2016, *Pengaruh Nilai Porositas Terhadap Nilai Konsolidasi dari Tanah Gambut*, Jurnal Proteksi Vol 2 No 2

Ariyani, Ninik; Prilani Dwi Wahyuni, 2007, *Perbaikan Tanah Lempung dari Grobogan Purwodadi dengan Campuran Semen dan Abu Sekam Padi*, Majalah Ilmiah UKRIM Edisi 1 Tahun XII, Hal. 1-17.

Aschuri, Imam, *Perbaikan Tanah Ekspansif dengan Menggunakan Garam Anorganik (Studi Kasus: Tanah Cikampek)*.

Diharjo, Kuncoro, 2006, *Kajian Pengaruh Teknik Pembuatan Lubang Terhadap*

Kekuatan Tarik Komposit Hibrid Serat Gelas Dan Serat Karung Plastik, Jurnal Teknoin Vol 11 No 1 Maret 2006.

- Endaryanta dan Dian Eksana Wibowo, 2016, *Pemanfaatan Dan Modifikasi Limbah Plastik Untuk Perbaikan Sifat Teknik (Kuat-Geser) Tanah Lempung*, Jurnal Inersia Vol XII No 2 Desember 2016.
- Gunawan, Sumiyati, 2011, *Perbaikan Dasar Pondasi dengan Tetes Tebu dan Kapur*, Prosiding Seminar Nasional-1 BMPTTSSI, KoNTekS 5, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Handayasari, Indah; Siklus, 2015, *Stabilisasi Tanah Pada Lahan Bekas Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah dengan Pemanfaatan Serbuk Limbah Kaca Sebagai Bahan Campuran*, Prosiding Seminar Nasional, UTA45, Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady, 2013, *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan*, Edisi kedua, Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hisyam, Endang Setyawati dan Donny F. M., 2014, *Pemanfaatan Limbah Plastik Untuk Stabilitas Lereng*, Jurnal Fropil Vol. 2 No. 2, Hal. 92-101.
- Ikhsan, Muhammad Nur, Hakas P dan Fadillawaty S., 2016, *Pengaruh Penambahan Pecahan Kaca Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus dan Penambahan Fiber Optik Terhadap Kuat Tekan Beton Serat*, Jurnal Ilmiah Semesta Teknik Vol. 19 No. 2.
- Irmanzah, R., 2014, *Pengaruh Serat Karung Plastik dan Kapur terhadap Perubahan Nilai CBR pada Tanah Lempung Lunak*, Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan Vol 2 No. 4 Desember 2014.
- Kasiati, E., 2011, *Pembuatan Paving Blok dengan Menggunakan Semen Portland dan Semen Pozzolan dengan Bahan Tambahan Serbuk Kaca dan Abu Batu*, Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana.
- Nurtjahjaningtyas, Indra, 2005, *Pemilihan Metode Perbaikan Tanah Untuk Kawasan Pantai (Studi Kasus: Di Wilayah Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya)*, Jurnal Media Sipi, Hal 65-70.

- Purnomo, Hendra dan Endang S. H., 2014, *Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen Pada Campuran Beton Ditinjau Dari Kekuatan Tekan dan Kekuatan Tarik Belah Beton*, Jurnal Fropil Vol. 2 No. 1, Hal: 45-55.
- Siska, Heldys Nurul dan Yuki Achmad Yakin, *Karakterisasi Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Lunak di Gedebage*, Jurnal Teknik Sipil Itenas Vol. 2 No. 4 Desember 2016, Hal. 1-12.
- Tay, Pretty Angelina, dkk., *Analisa Perkuatan Geotekstil Pada Timbunan Konstruksi Jalan dengan Plaxis 2D*.
- Utami, Sri Utami; Theresia MCA; Lucky Dwi Andriani, 2015, *Stabilisasi Tanah Dasar (Subgrade) dengan Menggunakan Pasir Untuk Menaikkan Nilai CBR dan Menurunkan Swelling*, Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III, ITATS, Surabaya.
- Wahjoedi, dkk., 2015, *Karakteristik Campuran Tanah Lempung Merah dengan Serbuk Batu Bata Pada Berbagai Porsi Campuran Untuk Peningkatan Daya Dukung Lapisan Tanah Dasar (Subgrade)*, Jurnal Wahana Teknik Sipil Vol. 20 No. 2, Hal. 93-102.
- Wibowo, Levin, 2013, *Pengaruh Penambahan Serbuk Kaca dan Water Reducing High Range Admixtures terhadap Kuat Desak dan Modulus Elastisitas pada Beton*, Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta: UAJY.
- Zaika, Yulvi; Budi Agus Kombino, 2010, *Penggunaan Geotextile Sebagai Alternatif Perbaikan Tanah Terhadap Penurunan Pondasi Dangkal*, Jurnal Rekayasa Sipil Vol. 4 No. 2, Hal 91-98