

EFFECT OF SAND COLUMN ON THE CONSOLIDATION OF SOFT CLAY SOIL

PENGARUH KOLOM PASIR TERHADAP KONSOLIDASI TANAH LEMPUNG LUNAK

Anto Budi Listyawan¹⁾, Qunik Wiqoyah²⁾, Renaningsih³⁾, Marten Ramadlan Widhi Satriyana⁴⁾

^{1,2,3)} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan 57102

e-mail: Anto.Budi@ums.ac.id

⁴⁾ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan 57102

ABSTRACT

The road weaving near Sragen city Central Java has been daily problem in last decade. The existing of high expansive clay soil in subgrade below the road foundation has been identified as the major cause of this problem. Sand Column become one solution to improve the subgrade since it can absorb the water from the void of clay soil and drain into the channel. The research develops a model of Sand column in laboratorium. The box of 1.0 m x 0.4 m x 0.4 m has been created. 15 cm diameter of sand column then installed at the toe and samples for consolidation test are taken from various distances from the centre of column (i.e. 16.67 cm; 33.33 cm; and 50 cm). The result shows that the Sand Column can improve the soft clay soil in terms of consolidation. The coefficient of consolidation increases as the compression index drops. Consequently, the consolidation settlement can be reduced significantly.

Keywords: consolidation, compression index, settlement, and column

ABSTRAK

Kerusakan jalan di sekitar Sragen Jawa Tengah telah menjadi masalah selama satu dekade terakhir yang dikarenakan tanah dasar di bawah fondasi jalan merupakan tanah lempung lunak yang memiliki sifat ekspansif. Penggunaan kolom pasir sebagai metode drainase vertikal menjadi salah satu solusi untuk mengurangi dampak negatif tanah lempung ekspansif, terutama ketika beban kendaraan di atasnya sangat berat. Penelitian ini dilakukan dengan memodelkan kolom pasir di laboratorium dengan menggunakan kotak uji ukuran 1,0m x 0,40m x 0,40m dan diameter kolom pasir 15cm. Tanah diambil dari desa Jono Kecamatan Tanon Kabupaten Sragen. Sampel tanah lempung lunak yang telah distabilisasi dengan kolom pasir diambil pada jarak 16,67cm; 33,33cm; dan 50 cm dari pusat kolom pasir untuk dilakukan pengujian konsolidasi. Secara umum penggunaan kolom pasir dapat meningkatkan nilai koefisien konsolidasi (C_v) dan menurunkan indeks kompresibilitas (C_c). Nilai maksimum C_v terjadi pada sampel tanah dengan stabilisasi kolom pasir dengan jarak pengambilan sampel 16,67cm dari kolom pasir. Nilai C_c terendah terjadi pada sampel tanah dengan menggunakan stabilisasi kolom pasir pada jarak pengambilan sampel 16,67 cm dari kolom pasir sebesar. Penurunan konsolidasi (S_c) mengalami penurunan terbesar dengan adanya kolom pasir pada jarak pengambilan sampel 16,67cm dari kolom.

Kata-kata kunci : konsolidasi, compression index, penurunan, kolom pasir

PENDAHULUAN

Menurut Bowles (1986), tanah adalah bahan konstruksi yang sudah tersedia di lapangan yang sangat ekonomis dan mudah didapatkan. Tanah bisa digunakan sebagai timbunan jalan raya, jalan kereta api, sebagai tanggul maupun bendungan. Meskipun mempunyai sifat ekonomis dan mudah didapat akan tetapi tanah juga harus diuji kualitasnya sebelum digunakan sebagai bahan konstruksi untuk menghindari kegagalan konstruksi. Fenomena jalan rusak banyak terjadi di beberapa daerah pulau Jawa. Sebagai contohnya adalah fenomena jalan rusak ini diakibatkan oleh kondisi tanah yang tidak stabil. Masalah yang sering muncul pada tanah yang tidak stabil ialah tanah yang mengembang (*expansive soils*). Tanah yang mengalami penyusutan pada saat kering dan mengembang pada saat basah disebut dengan tanah mengembang. Apabila suatu konstruksi dibangun di atas tanah yang mengembang (*expansive soils*) maka akan terjadi kerusakan-kerusakan konstruksi bangunan tersebut seperti retakan pada perkerasan jalan dan jembatan, kerusakan struktur plat, kerusakan pondasi, penurunan dan lain sebagainya. Bowles (1986,p.13).

Dari permasalahan di atas diperlukan adanya perbaikan untuk menghasilkan stabilitas tanah yang dikehendaki. Stabilitas tanah dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain dengan menggunakan metode *preloading*, *grouting*, pemadatan, kolom pasir dan lain-lain. Penelitian ini akan difokuskan pada stabilisasi tanah dengan metode kolom pasir.

Menurut buku ajar, penyelidikan dan perbaikan tanah teknik sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta, drainase vertikal adalah teknik perbaikan tanah yang bertujuan untuk mempercepat

konsolidasi. Dengan drainase vertikal diharapkan air akan keluar melalui dua arah, yaitu : melalui arah vertikal dan radial (horizontal). Drainase vertikal bisa terbuat dari bahan yang permeabel. Bahan-bahan yang biasa digunakan ialah pasir atau geosintetik. Drainase vertikal yang menggunakan bahan dari pasir, dibuat dengan cara membuat kolom yang berisi pasir sehingga sering disebut kolom pasir. Sedangkan drainase vertikal yang terbuat dari geosintetik dibuat dengan menancapkan lembaran geosintetik ke dalam tanah. Tetapi metode drainase vertikal dengan geosintetik membutuhkan biaya yang besar karena harga geosintetik yang mahal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan tanah lempung lunak dari Desa Jono Kecamatan Tanon Kabupaten Sragen dengan menggunakan kolom pasir dan tanpa menggunakan kolom pasir ditinjau dari nilai koefisien konsolidasi tanah (C_v), indeks pemampatan (C_c) dan penurunankonsolidasi (S_c) dengan variasi jarak pengambilan sampel.

LANDASAN TEORI

Tanah Lempung Lunak

Lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis dalam selang kadar kadar air sedang sampai luas. Dalam keadaan kering sangat keras, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah. Istilah "gumbo" digunakan, khususnya di Amerika bagian barat, untuk lempung yang keadaan plastisnya ditandai dengan wujudnya yang bersabun atau seperti terbuat seperti lilin, serta amat keras. Pada kadar air

yang lebih tinggi (basah) lempung tersebut bersifat lengket (Terzaghi dan Peck, 1993).

Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah suatu teknik yang dilakukan untuk merawat ataupun memperbaiki tanah supaya mempunyai sifat-sifat yang diinginkan agar sebuah konstruksi yang dibangun di atasnya tidak mengalami kegagalan konstruksi. Menurut Bowles (1986) stabilisasi bisa dilakukan dengan metode mekanis, pencampuran bahan *additives* atau dengan kombinasi stabilisasi mekanis dan pencampuran bahan *additives*. Stabilisasi dengan cara mekanis bisa dilakukan dengan berbagai peralatan seperti mesin gilas, pembekuan, pemanasan, penjatuh benda-benda berat, dan lain-lain. Sedangkan stabilisasi dengan pencampuran bahan *additives* bisa dilakukan dengan penambahan kerikil; pencampuran dengan semen *portland*, gamping, semen aspal kalsium, limbah-limbah pabrik, dan lain-lain.

Pasir

Pasir dan kerikil merupakan agregat tak berkoheisi yang tersusun dari fragmen-fragmen sub-angular atau angular, agaknya berasal dari batuan atau mineral dari batuan atau mineral yang belum mengalami perubahan. Partikel berukuran sampai 1/8 inci dinamakan pasir, dan yang berukuran 1/8 sampai 6 atau 8 inci disebut kerikil. Fragmen-fragmen bergaris tengah lebih besar dari 8 inci dikenal sebagai bongkah (*boulders*) (Terzaghi dan Peck, 1993).

Konsolidasi

Menurut Terzaghi dan Peck (1993), sedikit dari kelambatan penambahan beban pada saat pemampatan lempung dikarenakan adanya proses penempatan posisi-posisi butiran saat lempung mengalami tekanan yang semakin besar. Namun penyebab utama terjadinya kelambatan tersebut ialah permeabilitas yang rendah sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk mengeluarkan kelebihan air (*excess water*). Pengurangan kadar air yang terjadi secara perlahan dinamakan *konsolidasi*.

Koefisien konsolidasi (C_v) digunakan untuk menghitung tingkat kecepatan penurunan tanah. Parameter koefisien konsolidasi (C_v) dapat dicari dengan menggunakan grafik hubungan antara penurunan skala linier dan waktu skala logaritma. Koefisien konsolidasi dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$C_v = T_v \frac{H^2}{t_i} \quad (1)$$

dengan :

- T_v = "time factor" (bilangan tak berdimensi)
- t_i = waktu terjadinya konsolidasi (detik)
- C_v = "koefisien konsolidasi" (cm^2/detik)
- H = tebal tanah (cm)

Besarnya nilai C_c adalah kemiringan dari bagian lurus grafik $e - \log p'$ hasil pengujian konsolidasi di laboratorium yang dapat ditulis dalam persamaan :

$$C_c = \frac{\Delta e}{\Delta \log p'} = \frac{(e_1 - e_2)}{\log p'_2 - \log p'_1} \quad (2)$$

dengan :

- p'_1 = tekanan efektif pada tanah *compressible* awal pengujian (kg/cm^2)
- p'_2 = tekanan efektif pada tanah *compressible* akhir pengujian (kg/cm^2)
- e_1 = besarnya angka pori pada tegangan p'_1
- e_2 = besarnya angka pori pada tegangan p'_2

Apabila tanah kohesif (lempung) menerima beban tambahan maka akan terjadi konsolidasi. Kecepatan konsolidasi akan dipengaruhi oleh besarnya permeabilitas dan tebal tanah tersebut. Besarnya penurunan (*settlement*) setelah konsolidasi selesai dapat dirumuskan sebagai berikut :

24 Pengaruh Kolom Pasir terhadap Konsolidasi Tanah Lempung Lunak

$$S_c = H \frac{e_0 - e_1}{1 + e_0} \quad (3)$$

dengan :

- S_c = penurunan konsolidasi (cm)
- H = tebal lapisan (cm)
- e_0 = besarnya angka pori awal pengujian
- e_1 = besarnya angka pori akhir pengujian

METODE PENELITIAN

Demi memperoleh hasil penelitian yang baik maka penelitian ini menggunakan berbagai macam pemeriksaan untuk mendapatkan data-data yang diperlukan. Pemeriksaan yang akan dilakukan pada penelitian ini meliputi, pemeriksaan tanah yang belum distabilisasi menggunakan kolom pasir dan yang sudah distabilisasi menggunakan kolom pasir dengan pengujian nilai koefisien konsolidasi tanah (C_v), indeks pemampatan (C_c) dan penurunan konsolidasi (S_c).

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Sampel tanah diambil di Desa Jono Kecamatan Tanon Kabupaten Sragen, berdasarkan pengujian sebelumnya dari UMS diketahui bahwa tanah di daerah ini merupakan tanah lempung lunak ekspansif.

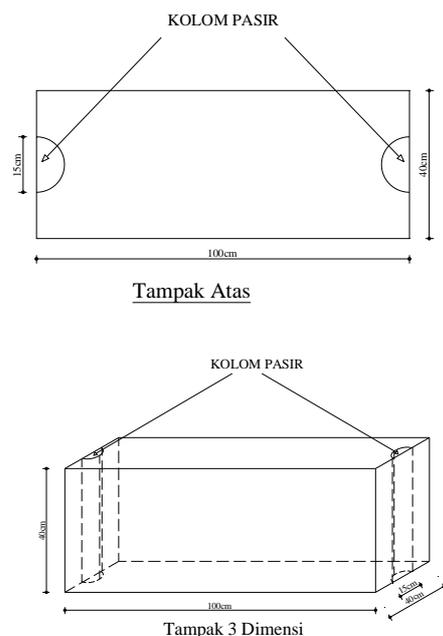
Bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan adalah tanah lempung ekspansif yang diambil di daerah Desa Jono Kecamatan Tanon Kabupaten Sragen sebanyak 2 m^3 dan pasir dari daerah Kaliworo Kecamatan Manisrenggo Kabupaten Klaten sebagai bahan stabilisasi.

Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- 1) Tempat pengujian berupa kotak yang terbuat dari lempeng-an baja dengan panjang 100cm, lebar 40cm dan tinggi 40cm. Dibagian bawah kotak pengujian diberi lubang yang dapat dibuka dan ditutup untuk memudahkan saat akan mengatur keluarnya air. Secara lebih rinci dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema kotak uji

- 2) Alat-alat bantu pengujian di laboratorium antara lain :
 - a) Satu unit alat konsolidasi.
 - b) *Trimmer*, alat potong berbentuk silinder untuk memotong contoh tanah dengan ukuran sesuai dengan benda uji.
 - c) *Spatula*, pisau yang digunakan untuk menyiapkan benda uji.
 - d) Beban-beban untuk pembebanan.
 - e) *Stop watch*.
 - f) *Oven* dengan temperature terpelihara suhunya $\pm 105^{\circ} \text{C}$.
 - g) Neraca/timbangan dengan ketelitian 0,1 %.
 - h) Cawan.

Tahapan Pengujian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Tahapan penelitian secara singkat dan rinci seperti yang dijelaskan di bawah ini :

1) Tahap I

Pada tahap pertama ini dilakukan penentuan lokasi dan pengambilan contoh tanah. Selain itu mempersiapkan alat-alat yang digunakan dalam penelitian dan membuat beban seberat 50 kg.

2) Tahap II

Pada tahap kedua ini akan dilakukan percobaan konsolidasi tanah lempung lunak tanpa kolom pasir dan dengan kolom pasir. Pada pengujian konsolidasi tanah lempung lunak tanpa kolom pasir, pada tahap pertama menyiapkan *box* pengujian lalu memasukkan pasir setebal 5cm pada dasar *box* pengujian sebagai drainase horisontal. Kemudian memasukkan sampel tanah hingga ketinggian tanah mencapai 25 cm padat secara bertahap 3 lapis dengan jumlah pukulan sebanyak 25 kali per lapis. Setelah itu sampel dijenuhkan dengan merendam air selama 4 hari. Setelah direndam selama 4 hari air dibuang dengan membuka pintu pembuangan dan didiamkan selama 24 jam. Lalu memasukkan pasir di atas tanah sampel dengan ketebalan 5 cm sebagai drainase horisontal. Kemudian meletakkan timbunan dengan berat 50 kg, lalu didiamkan selama 4 hari.

Setelah 4 hari timbunan dengan berat 50 kg dilepaskan kemudian diambil 2 sampel untuk dilakukan pengujian konsolidasi.

Pada pengujian konsolidasi tanah lempung lunak dengan kolom pasir, pada tahap pertama memasukkan pasir setebal 5 cm pada dasar *box* pengujian sebagai drainase horisontal lalu memasang cetakan kolom pasir yang terbentuk setengah lingkaran yang diletakan ditepi kanan dan kiri dari *box* pengujian. Kemudian memasukan sampel tanah hingga ketinggian tanah mencapai 25 cm padat secara bertahap 3 lapis dengan jumlah pukulan sebanyak 25 kali per lapis. Setelah itu sampel dijenuhkan dengan merendam air selama 4 hari. Setelah direndam selama 4 hari air dibuang dengan membuka pintu pembuangan dan ditunggu selama 24 jam.

Selanjutnya cetakan kolom pasir dicabut sehingga membentuk lubang, lalu memasukkan pasir yang telah disiapkan ke dalam lubang tersebut. Kemudian memasukkan pasir di atas tanah sampel dengan ketebalan 5cm sebagai drainase horisontal. Kemudian memasang timbunan dengan berat 50 kg.

Setelah 4 hari timbunan dengan berat 50 kg diangkat, kemudian diambil 5 sampel, yaitu sampel dengan jarak 16,67cm, 33,37cm dan 50cm dari tepi kanan dan kiri *box* uji untuk dilakukan pengujian konsolidasi.

3) Tahap III

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian konsolidasi tanah lempung lunak tanpa kolom pasir dan konsolidasi tanah lempung lunak dengan kolom pasir.

4) Tahap IV

Pada tahap ini dilakukan analisa data-data hasil pengujian yang dilakukan pada tahap I sampai tahap II. Analisis data dilakukan untuk mendapatkan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Sifat Fisis Tanah

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sulistio (2011), tanah Tanon, Sragen mempunyai sifat-sifat fisis yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian tanah Tanon

No	Pengujian	Nilai
1	Kadar air	46,46%
2	Berat jenis (<i>specific gravity</i>)	2,6
3	Batas cair (<i>liquid limit</i>)	75,9%
4	Batas palstis (<i>plastic limit</i>)	22,5%
5	Batas susut (<i>shrinkage limit</i>)	14,286%
6	Indeks plastisitas (<i>plasticity index</i>)	53,4%
7	<i>Sand</i>	15%
8	<i>Silt/clay</i>	87,78%
9	USCS	CH
10	GI	45
11	AASHTO	A-7

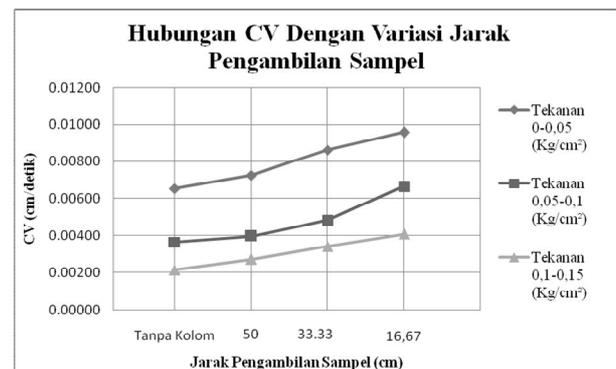
(Sumber: Slistio,2011)

Uji sifat mekanis tanah

Pengujian Konsolidasi

Pada pengujian sifat mekanis tanah dilakukan uji konsolidasi dilakukan terhadap sampel tanah Tanon yang telah distabilisasi dengan kolom pasir yang diambil dari jarak 16,67 cm; 33,33 cm dan 50cm dari kolom pasir. Selain itu uji konsolidasi juga dilakukan terhadap tanah Tanon yang tidak distabilisasi dengan kolom pasir. Pengujian konsolidasi dilakukan untuk menghitung koefisien konsolidasi.

Perbandingan nilai C_v untuk semua variasi pengambilan sampel disajikan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan C_v dengan variasi jarak sampel

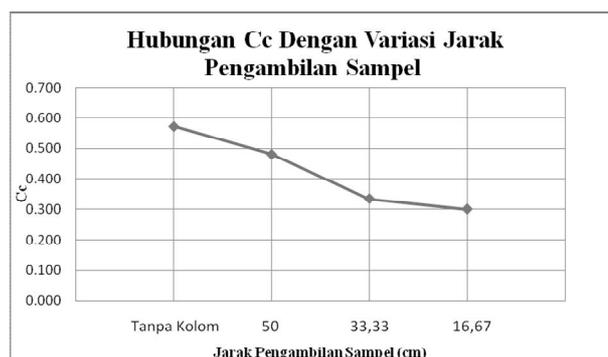
Gambar 2 menerangkan bahwa semakin jauh jarak pengambilan sampel dari kolom pasir maka nilai C_v semakin kecil. Pada sampel tanah dengan menggunakan kolom pasir nilai maksimum C_v pada tekanan 0–0,05 kg/cm^2 terjadi pada pengambilan sampel dengan jarak 16,67 cm dari kolom pasir sebesar (0,00960 cm^2/dt) dan nilai C_v terkecil terjadi pada pengambilan sampel dengan jarak 50 cm dari kolom pasir se-besar (0,00725 cm^2/dt). Sedangkan nilai C_v terkecil pada tekanan 0–0,05 kg/cm^2 terjadi pada sampel tanah tanpa menggunakan stabilitas kolom pasir yakni sebesar (0,00655 cm^2/dt). Pada sampel tanah dengan menggunakan kolom pasir nilai maksimum C_v pada tekanan 0,05–0,1 kg/cm^2 terjadi pada pengambilan sampel dengan jarak 16,67cm dari

kolom pasir sebesar (0,00667 cm²/dt) dan nilai Cv terkecil terjadi pada pengambilan sampel dengan jarak 50cm dari kolom pasir sebesar (0,00397 cm²/dt). Sedangkan nilai Cv terkecil pada tekanan 0,05–0,1kg/cm² terjadi pada sampel tanah tanpa menggunakan stabilitas kolom pasir yakni sebesar (0,00364 cm²/dt). Pada sampel tanah dengan menggunakan kolom pasir nilai maksimum Cv pada tekanan 0,1–0,15 kg/cm² terjadi pada pengambilan sampel dengan jarak 16,67 cm dari kolom pasir sebesar (0,00409 cm²/dt) dan nilai Cv terkecil terjadi pada pengambilan sampel dengan jarak 50 cm dari kolom pasir sebesar (0,00271 cm²/dt). Sedangkan nilai Cv terkecil pada tekanan 0–0,15 kg/cm² terjadi pada sampel tanah tanpa menggunakan stabilitas kolom pasir yakni sebesar (0,00214 cm²/dt).

Dari Tabel 2 menunjukkan bahwa kolom pasir dapat memperbesar nilai Cv (*Coefficient of Consolidation*). Semakin dekat jarak pengambilan sampel dari kolom pasir maka nilai Cv (*Coefficient of Consolidation*) cenderung naik hal ini disebabkan oleh air yang ada dalam pori-pori tanah terserap oleh kolom pasir sehingga menyebabkan waktu yang diperlukan untuk proses konsolidasi semakin cepat. Semakin dekat jarak pengambilan sampel dari kolom pasir maka air yang terserap semakin banyak.

Pengujian *Compression Index* (Cc)

Perbandingan nilai Cv untuk semua variasi pengambilan sampel disajikan dalam Gambar 3. Gambar 3 memperlihatkan bahwa semakin jauh jarak pengambilan sampel dari kolom pasir maka nilai penurunan konsolidasi (Sc) semakin besar. Pada sampel tanah dengan menggunakan kolom pasir nilai terkecil Sc terjadi pada pengambilan sampel dengan jarak 16,67 cm dari kolom pasir sebesar (0,296 cm) dan nilai Sc maksimum terjadi pada pengambilan sampel dengan jarak 50 cm dari kolom pasir sebesar (0,463 cm). Sedangkan nilai Sc terbesar terjadi pada sampel tanah tanpa menggunakan stabilitas kolom pasir yakni sebesar (0,542 cm). Dari Gambar 3 dan Tabel 4 menunjukkan bahwa kolom pasir dapat memperkecil nilai penurunan konsolidasi (Sc). Semakin dekat jarak pengambilan sampel dari kolom pasir maka nilai penurunan konsolidasi (Sc) cenderung turun hal ini disebabkan oleh air yang ada dalam pori-pori tanah terserap oleh kolom pasir sehingga menyebabkan pori tanah semakin memampat dan menyebabkan penurunan konsolidasi (Sc) yang terjadi tidak terlalu besar.



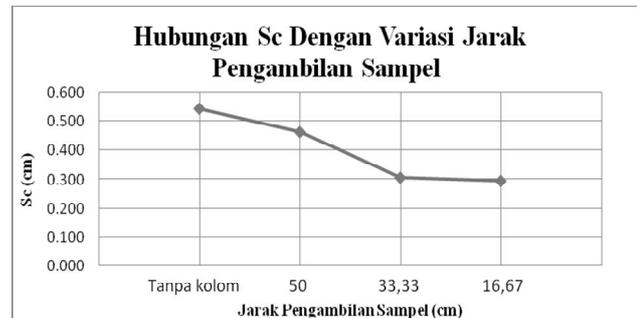
Gambar 3: Hubungan Cc dengan variasi jarak sampel

Compression Index (Cc) adalah kemiringan dari bagian lurus grafik e-log p. Pada sampel tanah yang diambil pada jarak 16,67 dari kolom pasir nilai Cc sebesar (0,301) seiring penambahan jarak pengambilan sampel dari kolom pasir maka nilai *Compression Index* (Cc) semakin besar. Nilai *Compression Index* (Cc) pada sampel tanah dengan menggunakan kolom pasir tertinggi terjadi pada pengambilan sampel dengan jarak 50 cm dari kolom pasir sebesar (0,481). Pada penelitian ini nilai *Compression Index* (Cc) tertinggi terjadi pada pengambilan sampel tanah tanpa stabilisasi kolom pasir sebesar (0,574). Dari Gambar

2 menunjukkan bahwa kolom pasir dapat memperkecil nilai *Compression Index* (Cc). Semakin dekat jarak pengambilan sampel dari kolom pasir maka nilai *Compression Index* (Cc) cenderung turun hal ini disebabkan oleh air yang ada dalam pori-pori tanah terserap oleh kolom pasir sehingga menyebabkan pori tanah semakin memampat karena butiran-butiran tanah mengisi ruang yang ditinggalkan oleh air .

Pengujian Penurunan Konsolidasi (Sc)

Perbandingan nilai Sc untuk semua variasi pengambilan sampel disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 4: Hubungan Sc dengan variasi jarak sampel

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian di laboratorium dan analisa data percobaan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Stabilisasi tanah lempung lunak dengan menggunakan kolom pasir dapat mempercepat proses konsolidasi.
2. Semakin dekat jarak pengambilan sampel dari kolom pasir maka nilai Cv (*Coefficient of Consolidation*) cenderung naik sehingga waktu yang diperlukan untuk proses konsolidasi semakin cepat. Nilai Cv (*Coefficient of Consolidation*) terkecil terjadi pada sampel tanah tanpa stabilisasi kolom pasir. Sedangkan nilai Cv (*Coefficient of Consolidation*) tertinggi pada sampel tanah dengan stabilisasi kolom pasir pada jarak pengambilan sampel 16,67 cm dari kolom pasir.
3. Stabilisasi tanah lempung lunak dengan menggunakan kolom pasir dapat menurunkan nilai *Compression Index* (Cc)
4. Semakin dekat jarak pengambilan sampel dari kolom pasir maka nilai *Compression Index* (Cc) cenderung turun. Nilai *Compression Index* (Cc) tertinggi terjadi pada pengambilan sampel tanpa menggunakan stabilitas kolom pasir. Sedangkan nilai *Compression Index* (Cc) terendah terjadi pada sampel tanah dengan menggunakan stabilitas kolom pasir pada jarak pengambilan sampel 16,67 cm dari kolom pasir.
5. Stabilisasi tanah lempung lunak dengan menggunakan kolom pasir dapat menurunkan nilai penurunan konsolidasi (Sc)
6. Semakin jauh jarak pengambilan sampel dari kolom pasir maka nilai penurunan konsolidasi (Sc) semakin besar. Nilai Sc terkecil terjadi pada sampel tanah dengan stabilisasi kolom pasir pada jarak pengambilan sampel 16,67 cm dari kolom pasir. Sedangkan nilai Sc terbesar terjadi pada sampel tanah tanpa menggunakan stabilisasi kolom pasir.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta atas pembiayaan yang telah diberikan demi terlaksananya penelitian ini, demikian juga kepada ketua Lembaga Penelitian dan pengabdian Masyarakat UMS atas kesempatan yang telah diberikan dalam program PEREKOM.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, J. A. (2010). *Perilaku Tanah Lempung Tanon yang Distabilisasi dengan Tanah Gadong dan Kapur (Studi Kasus Kerusakan Jalan Desa Jono, Tanon, Sragen)*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Anonim, (1996), *Annual Book of ASTM Standarts, Race Street, Philadelphia, PA 19103-1187 USA*.
- Anonim, Buku Ajar Penyelidikan dan Perbaikan Tanah Teknik Sipil UMS
- Apriyono A, Sumiyanto, Adhe Noor PSH 2008, *Studi Pengaruh Stabilsasi Tanah Lempung Lunak Menggunakan Kolom Kapur Terhadap Parameter Kecepatan Penurunan Tanah*, *Jurnal Dinamika Rekayasa*, Vol 4 No 1, pp. 1-5
- Bowles, J. E. (1986). *SIFAT - SIFAT FISIS DAN GEOTEKNIK TANAH*. (J. K. Hainim, Trans.) Jakarta: Erlangga.
- Das, B.M, 1994, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C, 2002, *Mekanika Tanah I* (edisi III), Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Nasution, S. *Perbaikan Tanah*. Bandung: ITB.
- Listyawan, B. A. *Buku Ajar Penyelidikan dan Perbaikan Tanah Teknik Sipil UMS*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Sulistio, T. A. (2011). *Pengaruh Penambatan Tanah Gadong Terhadap Penurunan Konsolidasi dan Kuat Dukung Tanah pada Tanah Lempung Tanon yang Distabilisasi dengan Semen*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.