

# PENGARUH DIAMETER PADA UJI MODEL SKALA KECIL KOLOM PASIR SEBAGAI DRAINASE VERTIKAL DUA ARAH

*Influence of Diameters in Small Scale Model of Sand Column as Two-way Vertical Drain*

## SKRIPSI

Disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik  
pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Sebelas Maret Surakarta

Disusun Oleh :

ANGGIT ANGGA SUKMA

I 0114011

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA**  
**2020**

*commit to user*

## HALAMAN PERSETUJUAN

# PENGARUH DIAMETER PADA UJI MODEL SKALA KECIL KOLOM PASIR SEBAGAI DRAINASE VERTIKAL DUA ARAH

*Influence of Diameters in Small Scale Model of Sand Column as Two-way Vertical Drain*

## SKRIPSI

Disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik  
pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Sebelas Maret Surakarta

Disusun Oleh :

ANGGIT ANGGA SUKMA

I0114011

Telah disetujui untuk dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi  
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Persetujuan dosen pembimbing

Dosen Pembimbing I

Dr. Bambang Setiawan, S.T., M.T.

NIP 19690717 199702 1 001

Dosen Pembimbing II

Dr. Niken Silmi Surjandari, S.T., M.T.

NIP 19690903 199702 2 001

commit to user

## HALAMAN PERSETUJUAN

### ~~EFFEKTUS DIAMETER PADA UJI MODEL SKALA KECIL KOLOM~~

### ~~PASIR SEBAGAI DRAINASE VERTIKAL DUA ARAH~~

*Influence of Diameters in Small Scale Model of Sand Column as Two-way Vertical Drain*

Disusun Oleh :

**ANGGIT ANGGA SUKMA**

NIM I 0114011

..... di hadapan Tim Pengudi Skripsi Program Studi Teknik Sipil Fakultas  
..... Sebelas Maret Surakarta.

Pada hari : **KAMIS**  
Tanggal : **30 Juli 2020**

Dr. Niken Setiawan, S.T., M.T.

NIP. 199702 1 001

Dr. Niken Silmi Surjandari, S.T., M.T.

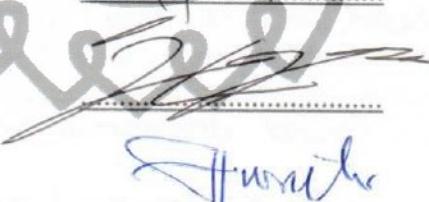
NIP. 199702 2 001

Dr. Niura Dumanjava Hesti I S.T., M.Eng.

NIP. 1997 201404 1 001

Dr. Parwanta, S.T., M.T.

NIP. 199702 1 001

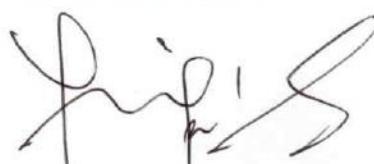


Disahkan, **02 NOV 2020**

Ketua Program Studi

Teknik Sipil

Fakultas Teknik UNS



**Dr. Niken Silmi Surjandari, S.T., M.T.**

NIP. 19690903 199702 1 001

## ABSTRAK

**Anggit Angga Sukma, 2020. Pengaruh Diameter pada Uji Model Skala Kecil Kolom Pasir Sebagai Drainase Vertikal Dua Arah, Skripsi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.**

Tanah merupakan salah satu faktor penting pada proses pelaksanaan konstruksi, namun demikian pada kondisi tertentu, tanah sering menimbulkan berbagai permasalahan. Salah satu permasalahan yang sering muncul adalah pekerjaan timbunan yang memerlukan banyak waktu untuk menunggu proses penurunan tanah. Metode yang sering digunakan untuk mengatasi permasalahan timbunan yaitu dengan menggunakan drainase vertikal dua arah dengan tujuan mempercepat proses konsolidasi. Prinsip penggunaan drainase vertikal ini adalah dengan terbentuknya saluran drainase dua arah yaitu vertikal dan horizontal sehingga diperoleh lintasan aliran air dalam tanah. Penelitian dilakukan untuk mengamati perilaku penambahan kolom pasir sebagai drainase vertikal yang dilihat dari besar penurunan per hari maupun penurunan akumulatif selama 28 hari dengan variasi diameter 40 mm pola pemodelan segi empat dan diameter 60 mm pola pemodelan segi empat, serta model tanpa drainase vertikal. Penurunan paling cepat terjadi pada pemodelan dengan diameter 60 mm yaitu lebih besar 64% dari pemodelan tanpa drainase vertikal dan 24% lebih cepat dari pemodelan dengan diameter 40 mm. Penurunan permukaan tanah diiringi dengan berkurangnya kadar air pada tanah dan meningkatnya kadar air pada pasir. Hasil uji konsolidasi memperlihatkan nilai indeks pemampatan ( $C_c$ ) dan koefisien konsolidasi ( $C_v$ ). Pemodelan tanpa drainase vertikal memiliki nilai  $C_v$  0,049 cm<sup>2</sup>/detik dan  $C_c$  0,728, pemodelan dengan variasi diameter 40 mm memiliki  $C_v$  0,051 cm<sup>2</sup>/detik dan  $C_c$  0,810, dan pemodelan dengan variasi 60 mm memiliki  $C_v$  0,054 cm<sup>2</sup>/detik dan  $C_c$  0,756. Penambahan drainase vertikal kolom pasir dapat mempercepat proses penurunan tanah lunak, dan menggunakan variasi diameter 60 mm dapat memberikan kinerja yang efektif.

**Kata kunci :** drainase vertikal, diameter, kolom pasir, dua arah

## ABSTRACT

**Anggit Angga Sukma, 2020. Influence od Diameters on Small Scale Model of Sand Column as Two-way Vertical Drain, A Thesis, Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, Sebelas Maret University, Surakarta.**

*Soil is one of the important factors in the process of implementing construction, however in a specific occasion, the soil often causes various problems. One problem that often occurred is that the pile work requires a lot of time to wait for the process of land settlement. The method that is often used to overcome the pile problem is by using two-way vertical drain in order to accelerate the consolidation process. The principle of using vertical drain is the formation of two-way drainage channels, vertical and horizontal in order to obtain a water flow path in the ground. The study was conducted to observe the behavior of adding a sand column as vertical drainage as seen from the amount of subsidence per day and accumulative subsidence for 28 days with variations in diameter of 40 mm in rectangular modeling patterns and diameter in 60 mm in rectangular modeling patterns, as well as models without vertical drainage. The fastest subsidence occurred in modeling with a diameter of 60 mm, which is 64% faster than the modeling without vertical drainage and 24% faster than the modeling with a diameter of 40 mm. The subsidence of the soil is accompanied by a decrease in water content in the soil and an increase in water content in the sand. The results of the consolidation test show the value of compression index ( $C_c$ ) and the coefficient of consolidation ( $C_v$ ). Modeling without vertical drainage has a  $C_v$  value of  $0.049 \text{ cm}^2 / \text{sec}$  and  $C_c$  0.728, modeling with a diameter variation of 40 mm has a  $C_v$  of  $0.051 \text{ cm}^2 / \text{second}$  and a  $C_c$  of 0.810, and modeling with a variation of 60 mm has a  $C_v$  of  $0.054 \text{ cm}^2 / \text{second}$  and a  $C_c$  of 0.756. The addition of vertical sand drainage can accelerate the process of decreasing soft soil, and using a diameter variation of 60 mm can provide the most effective performance.*

**Keywords :** vertical drain, diameter, sand column, two-way

## Prakata

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat, karunia, dan anugrah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan Judul “Pengaruh Diameter pada Uji Model Skala Kecil Kolom Pasir sebagai Drainase Vertikal Dua Arah”.

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak. Dengan penuh rasa hormat dan santun, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT atas berkat rahmat, anugrah, dan hidayah-Nya yang telah diberikan.
2. Kepala Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta beserta staff,
3. Bapak Dr. Bambang Setiawan, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I, atas dorongan semangat serta bimbingannya,
4. Ibu Dr. Niken Silmi Surjandari, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II, atas dorongan semangat serta bimbingannya,
5. Orang Tua yang telah memberikan semangat dan mendukung perjalanan penulis semasa kuliah,
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Sebagaimana manusia yang tak luput dari kesalahan, disadari bahwa dalam penulisan tugas akhir/skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata, semoga tugas akhir/skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Surakarta, 30 Juli 2020

Penulis

*commit to user*

## DAFTAR ISI

<b>Halaman Judul .....</b>	<b>i</b>
<b>Lembar Persetujuan Dosen Pembimbing .....</b>	<b>ii</b>
<b>Lembar Pengesahan Dewan Pengaji .....</b>	<b>iii</b>
<b>Abstrak.....</b>	<b>iv</b>
<b>Prakata.....</b>	<b>vi</b>
<b>Daftar Isi .....</b>	<b>vii</b>
<b>Daftar Notasi.....</b>	<b>x</b>
<b>Daftar Tabel.....</b>	<b>xi</b>
<b>Daftar Gambar .....</b>	<b>xii</b>
<b>Daftar Lampiran .....</b>	<b>xiv</b>
<b>Bab 1 Pendahuluan .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>Bab 2 Landasan Teori.....</b>	<b>4</b>
2.1 Tinjauan Pustaka .....	4
2.2 Dasar Teori.....	6
2.2.1 Tanah Lunak.....	6
2.2.2 Konsolidasi.....	8

*commit to user*

2.2.2.1 Teori Konsolidasi.....	8
2.2.2.2 Penurunan Konsolidasi.....	9
2.2.3 Aplikasi Drainase Vertikal .....	10
<b>Bab 3 Metode Penelitian.....</b>	<b>12</b>
3.1 Uraian Umum.....	12
3.2 Alat dan Bahan.....	13
3.2.1 Alat.....	13
3.2.2 Bahan.....	15
3.3 Tahap Penelitian.....	16
3.3.1 Tahap Persiapan Penelitian .....	16
3.3.2 Tahap Penelitian Utama.....	17
3.4 Hasil yang Diharapkan.....	21
3.5 Alur Penelitian .....	22
<b>Bab 4 Analisis dan Pembahasan.....</b>	<b>23</b>
4.1 Hasil Penelitian Pendahuluan.....	23
4.2 Hasil Penelitian Utama.....	23
4.2.1 Penurunan Permukaan Tanah.....	23
4.2.2 Perubahan Kadar Air.....	26
4.2.2.1 Kadar air tanah lunak .....	26
4.2.2.2 Kadar air lapisan pasir.....	28
4.2.2.3 Hubungan perubahan kadar air lapisan pasir dengan kadar air tanah..	30
4.2.2.4 Hubungan kadar air tanah dengan penurunan tanah .....	31
4.2.2.5 Hubungan kadar air pasir dengan penurunan tanah .....	32

*commit to user*

4.2.3 Pengujian Konsolidasi.....	33
<b>Bab 5 Kesimpulan dan Saran .....</b>	<b>35</b>
5.1 Kesimpulan .....	35
5.2 Saran.....	35
<b>Daftar Pustaka .....</b>	<b>36</b>
<b>Lampiran .....</b>	<b>37</b>



*commit to user*

## DAFTAR NOTASI

$Q_u$	: Kuat geser tekan bebas	[kg/cm <sup>2</sup> ]
$w$	: Kadar air	[%]
$C_v$	: Koefisien konsolidasi	[cm <sup>2</sup> /detik]
$T_v$	: time factor	
$t_i$	: waktu terjadinya konsolidasi	[detik]
$H$	: tebal tanah	[cm]
$C_c$	: Koefisien kompresi	
$p'1$	: tekanan efektif pada tanah compressible awal pengujian	[kg/cm <sup>2</sup> ]
$p'2$	: tekanan efektif pada tanah compressible akhir pengujian	[kg/cm <sup>2</sup> ]
$e_1$	: besarnya angka pori pada tegangan $p'1$	
$e_2$	: besarnya angka pori pada tegangan $p'2$	
$S_p$	: penurunan primer	[m]
$e_0$	: besarnya angka pori awal pengujian	
$\sigma_0$	: tegangan awal tanah	[kg/cm <sup>2</sup> ]
$\Delta\sigma$	: tegangan tambahan pada tanah	[kg/cm <sup>2</sup> ]
$S_c$	: penurunan konsolidasi	[m]
$\sigma_z$	: tambahan tegangan	[kPa]
$q_0$	: besar beban merata	[kPa]
$r$	: jari-jari penampang beban	[m]
$z$	: kedalaman titik tambahan tegangan	[m]

commit to user

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Klasifikasi tanah lempung berdasarkan kuat geser tekan bebas (Peck dkk 1967).....	7
Tabel 2.2 Klasifikasi tanah lempung berdasarkan kadar air .....	7
Tabel 4.1 Rekapitulasi Pengujian Pendahuluan Tanah Lunak.....	23
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kadar Air Tanah .....	26
Tabel 4.3 Penurunan Kadar Air Pasir .....	28
Tabel 4.4 Nilai Koefisien Konsolidasi Tiap Model .....	33
Tabel 4.5 Nilai Koefisien kompresi tiap model .....	34

*commit to user*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hubungan antara nilai $C_v$ terhadap variasi jarak pengambilan sampel dari kolom pasir sejauh 50 cm, 33.33 cm, dan 16.67 cm, Listyawan dkk (2015) .....	5
Gambar 2.2 Perbandingan penurunan antara kolom kelompok dengan kolom tunggal, Trisatria dkk (2018).....	6
Gambar 2.3 Tegangan tanah akibat beban merata berbentuk lingkaran menurut Boussinesq, Hardiyatmo (2002).....	10
Gambar 2.4 Dua kondisi tanah lunak yang mengalami konsolidasi, Hardiyatmo (2015) (a) tanpa drainase vertikal, (b) dengan drainase vertikal... ..	11
Gambar 3.1 Drum Besi .....	13
Gambar 3.2 Pelat Baja.....	13
Gambar 3.3 Ember Berisi Pasir.....	14
Gambar 3.4 Jangka Sorong .....	14
Gambar 3.5 Waterpass .....	14
Gambar 3.6 Balok Kayu.....	15
Gambar 3.7 Tanah.....	15
Gambar 3.8 Air.....	15
Gambar 3.9 Pasir.....	16
Gambar 3.10 Sketsa lubang pada tanah drum satu .....	18
Gambar 3.11 Potongan A-A.....	18
Gambar 3.12 Sketsa lubang pada tanah drum dua .....	19
Gambar 3.13 Potongan B-B .....	19
Gambar 3.14 Pengukuran Penurunan..... <i>commit to user</i>	20

Gambar 3.15 Pengukuran kadar air.....	20
Gambar 3.16 Diagram Alir Penelitian .....	22
Gambar 4.1 Grafik Penurunan Tanah selama 28 hari pengamatan.....	24
Gambar 4.2 Perubahan kadar air tanah lunak selama 28 hari pengamatan.....	27
Gambar 4.3 Perubahan kadar air pada pasir selama 28 hari pengamatan.....	29
Gambar 4.4 Hubungan kadar air media tanah lunak dengan pasir .....	30
Gambar 4.5 Hubungan penurunan permukaan tanah terhadap kadar air tanah	31
Gambar 4.6 Hubungan kadar air pasir terhadap penurunan permukaan tanah	32

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A

Lampiran B1

Lampiran B2

Lampiran B3

Lampiran B4

Lampiran C

Lampiran D

*commit to user*