

**SKRIPSI**  
**PERBANDINGAN DESAIN DENGAN DAN TANPA**  
**PVD MENGGUNAKAN PERHITUNGAN MANUAL**  
**DAN PLAXIS 2D UNTUK PEMBANGUNAN**  
**FLYOVER BANJARAJA, KOTA**  
**BANJARMASIN**



**ANTASYA LUNARISTRI MURTIWARDANI**

**NPM: 6101801174**

**PEMBIMBING: Budijanto Widjaja., Ph.D.**



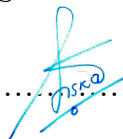
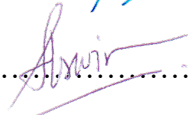
**KO-PEMBIMBING: Ryan Alexander Lyman, S.T., M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
(Terakreditasi berdasarkan SK-BAN PT Nomor 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
**BANDUNG**  
**JANUARI 2022**

**SKRIPSI**  
**PERBANDINGAN DESAIN DENGAN DAN TANPA PVD**  
**MENGGUNAKAN PERHITUNGAN MANUAL DAN PLAXIS 2D**  
**UNTUK PEMBANGUNAN FLYOVER BANJARAJA, KOTA**  
**BANJARMASIN**



**NAMA: ANTASYA LUNARISTRI MURTIWARDANI**  
**NPM: 6101801174**

<b>PEMBIMBING:</b>	<b>Budijanto Widjaja., Ph.D.</b>	 .....
<b>KO- PEMBIMBING:</b>	<b>Ryan Alexander Lyman, S.T., M.T.</b>	 .....
<b>PENGUJI 1:</b>	<b>Siska Rustiani, Ir., M.T.</b>	 .....
<b>PENGUJI 2:</b>	<b>Aswin Lim, Ph.D</b>	 .....

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
(Terakreditasi berdasarkan SK BAN-PT Nomor 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)

**BANDUNG**  
**JANUARI**  
**2022**

## PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Antasya Lunaristri Murtiwardani

NPM : 6101801174

Program Studi : Teknik Sipil

: Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi saya dengan judul:

**Perbandingan Desain Dengan dan Tanpa PVD Menggunakan Perhitungan Manual dan PLAXIS 2D Untuk Pembangunan Flyover Banjaraja, Kota Banjarmasin**

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan: di Bandung

Tanggal: 6 Januari 2022



Antasya Lunaristri M

6101801174

# **PERBANDINGAN DESAIN DENGAN DAN TANPA PVD MENGGUNAKAN PERHITUNGAN MANUAL DAN PLAXIS 2D UNTUK PEMBANGUNAN FLYOVER BANJARAJA, KOTA BANJARMASIN**

**Antasya Lunaristri Murtiwardani**

**NPM: 6101801174**

**Pembimbing: Budijanto Widjaja., Ph.D.**

**Ko Pembimbing: Ryan Alexander Lyman S.T., M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**(Terakreditasi berdasarkan SK-BAN PT Nomor 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)**

**BANDUNG  
JANUARI 2022**

**ABSTRAK**

Prefabricated Vertical Drain (PVD) merupakan salah satu metode perbaikan tanah yang dapat meningkatkan sifat-sifat (*properties*) tanah. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pembangunan *Flyover* Banjaraja Kota Banjarmasin yaitu potongan memanjang dan melintang, data penyelidikan tanah, dan data laboratorium. Analisis dilakukan untuk membandingkan besar penurunan dan waktu konsolidasi dengan dan tanpa penggunaan PVD. Pada penelitian ini tinggi akhir yang ingin dicapai adalah 9 m dan 5 m. Perbandingan penurunan konsolidasi dan pori eksek dengan dan tanpa penggunaan PVD akan menjadi hasil akhir dari analisis dimana penelitian tersebut menggunakan Plaxis 2D dan perhitungan manual. Penggunaan *preloading* maupun *preloading* dan PVD memberikan nilai yang lebih besar apabila dihitung secara manual. Untuk perbandingan tekanan pori eksek, perhitungan menggunakan Plaxis 2D memberikan nilai yang tidak terlalu jauh dibandingkan dengan perhitungan manual. Hasil dari analisis kemudian dilakukan pengecekan faktor keamanan sesuai dengan SNI 8460:2017 yaitu dengan nilai faktor keamanan harus lebih besar dibandingkan dengan 1.5. Selain analisis penggunaan PVD, instrumentasi seperti *settlement plate*, *piezometer* dan *inclinometer* juga ditempatkan pada beberapa lokasi.

Kata kunci: perbaikan tanah, *Prefabricated Vertical Drain*, PVD, tamah lempung, konsolidasi, instrumentasi, perbandingan, Plaxis 2D, kalkulasi manual

# **WITH AND WITHOUT PVD DESIGN COMPARISON USING MANUAL CALCULATION AND PLAXIS 2D FOR CONSTRUCTION OF BANJARAJA FLYOVER, BANJARMASIN CITY**

**Antasya Lunaristri Murtiwardani**

**NPM: 6101801174**

**Advisor: Budijanto Widjaja., Ph.D.**

**Ko-Advisor: Ryan Alexander Lyman S.T., M.T.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
FACULTY OF ENGINEERING  
DEPARTEMENT OF CIVIL ENGINEERING**

**(Accredited by SK-BAN PT Number 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)**

**BANDUNG  
JANUARY 2022**

## **ABSTRACT**

Prefabricated Vertical Drain (PVD) is a soil improvement method used to improve the properties of the soil. The data that used in this study is the data from the construction of Flyover Banjaraja, Banjarmasin City. There are longitudinal and transverse section that the data gave, soil investigation data and laboratory data. In this study, the final height that want to be achieved is 9 m and 5 m. The comparison between with and without PVD will be the final result of this analysis which Plaxis 2D and manual calculations uses in the process. From the results of the study the use of preloading and the use of preloading and PVD provide a higher value when calculated manually. For comparison of excess pore pressure, calculations using Plaxis 2D provide values that are not to far compared to manual calculations. The results of the analysis were then carried out to check the safety factor in accordance with SNI 8460:2017 that the safety factor must be greater than 1.5. Apart from analysis with different method, the instrumentation such as settlement plate, piezometer and inclinometer were also placed in several location. The placement of instrumentation depends on the critical location.

**Keywords:** soil improvement, Prefabricated Vertical Drain, PVD, clay soil, consolidation, instrumentation, difference, Plaxis 2D, manual calculation

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Perbandingan Desain PVD menggunakan Perhitungan Manual dan Plaxis 2D untuk Pembangunan *Flyover* Banjaraja, Kota Banjarmasin. Berkat dorongan dan bantuan dari semua pihak skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik untuk memperoleh gelar Sarjana di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam proses pengerjaan skripsi ini, banyak sekali hambatan baik fisik maupun emosional yang mempengaruhi progress pengerjaan skripsi ini. Namun, penulis mendapatkan beberapa dukungan dan juga bimbingan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini dengan hormat dan kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua yang sudah memberikan asupan makanan yang bergizi dan makanan ringan sehingga melancarkan otak penulis dalam menulis skripsi ini, juga memberikan doa sehingga pengerjaan dapat terselesaikan dengan baik;
2. Ketiga kakak yaitu Agatsi Wulansatya, Avique Lintangcahya dan Sulistyono yang sudah memberikan dukungan kepada penulis selama proses penulisan skripsi ini, juga keponakan penulis yaitu Adamasya yang memberi hiburan bagi penulis;
3. Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, memberi saran dan masukan dalam penulisan skripsi ini dalam bentuk asistensi, diskusi hingga penyelesaian skripsi ini;
4. Bapak Ryan Alexander Lyman, S.T.,MT. selaku dosen ko-pembimbing yang telah memberikan waktu luang asistensi, memberikan saran dan masukan bagi penulis baik berupa pemahaman maupun solusi yang dapat membantu penyelesaian skripsi ini;
5. Seluruh dosen dan staff pengajar KBI Geoteknik Universitas Katolik Parahyangan atas segala ilmu saran dan masukan dalam pengerjaan skripsi ini;

6. Helena Yosa, Vina Clarita, Afina Fasya, Kelvin Agustinus, Rezaldi Ongki, Gilbert Christopher, Elvan Tiojaya yang merupakan teman satu bimbingan juga teman seperjuangan dalam proses pengerjaan skripsi ini, juga tempat berbagi cerita dan mengerjakan progress skripsi bersama;
7. Fedora Marleen, Steven Kent, Ardian Bagas, selaku teman penulis yang menjadi tempat melepas penat, tempat curhat, tempat berbagi kisah dalam perjalanan penulisan skripsi ini, dan membantu penulis meningkatkan kefokusannya dalam pengerjaan skripsi;
8. Bondan Dhifan, Ayu Amartya, Indra Permana selaku teman-teman mengerjakan KP, teman curhat dan teman menggibah yang dipertemukan pada kelas yang cukup unik dan sulit juga membantu melepas penat dan teman mengobrol dan menongkrong.
9. Angel, Frisca, Vania, Sherin, Rikke, Ijul, Septiany dan Pau, Eja, Nisa juga seluruh teman pena penulis yaitu yaitu Xtian, Chris, Mila, Nera, Tyler, Mat, Jensen dan Stephani yang memberi dukungan bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini juga untuk mendapat kritik saran dan masukan dalam pengerjaan skripsi ini;
10. Seluruh teman-teman Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan Angkatan 2018 atas kebersamaan, doa dan dukungannya;
11. Semua pihak yang telah membantu memberi dukungan dan semangat selama penulisan skripsi ini.

Dalam penulisan laporan ini, penulis menyadari masih banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan yang dilakukan selama proses penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, saran dan kritik diharapkan untuk menjadi pelajaran pada masa kedepannya. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Bandung, 12 Januari 2022



Antasya Lunar

6101801174

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1-1
1.1. Latar Belakang .....	1-1
1.2. Inti Permasalahan .....	1-2
1.3. Tujuan.....	1-2
1.4. Lingkup Penelitian.....	1-2
1.5. Metode Penelitian.....	1-3
1.6. Sistematika Penulisan.....	1-3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	2-1
2.1. Penentuan Parameter Tanah.....	2-1
2.1.1. Penyelidikan Tanah di Lapangan.....	2-2
2.1.2. Penyelidikan Tanah di Laboratorium.....	2-3
2.1.3. Korelasi Parameter.....	2-3
2.2. Tegangan Tanah.....	2-8
2.3. Distribusi Tegangan.....	2-9
2.4. Beban Jalan dan Aspal.....	2-10
2.4.1. Perancangan Aspal.....	2-10
2.4.2. Perancangan Beban Jalan.....	2-12
2.5. Penurunan Tanah .....	2-12
2.5.1. Penurunan Konsolidasi ( $S_c$ ) .....	2-14
2.5.2. Koefisien Konsolidasi Arah Vertikal ( $c_v$ ) .....	2-16
2.5.3. Koefisien Konsolidasi Arah Vertikal Gabungan .....	2-16
2.5.4. Koefisien Konsolidasi Arah Horizontal ( $c_h$ ) .....	2-17
2.5.5. Derajat Konsolidasi Arah Vertikal.....	2-17
2.5.6. Derajat Konsolidasi Arah Radial .....	2-18
2.5.7. Derajat Konsolidasi Rata-Rata.....	2-18
2.5.8. Waktu Konsolidasi Arah Vertikal ( $T_v$ ).....	2-20
2.6. Metode Pembebanan atau <i>Preloading</i> .....	2-21
2.6.1. Pembebanan Bertahap.....	2-22



2.7	Tekanan Pori Ekses .....	2-23
2.8	Prefabricated Vertical Drain (PVD).....	2-24
2.8.1	Bahan PVD .....	2-26
2.8.2	Metode Instalasi PVD .....	2-26
2.9	Instrumen Geoteknik .....	2-29
2.9.1	<i>Settlement Plate</i> .....	2-31
2.9.2	<i>Pneumatic Piezometer</i> .....	2-33
2.9.3	<i>Inclinometer</i> .....	2-35
2.10	Review Jurnal Terkait.....	2-38
2.10.1	Studi Efisiensi Konfigurasi Pemasangan PVD dari Segi Teknis dan Biaya Konstruksi (Putra et al., 2018). .....	2-38
2.10.2	Ground Settlement Prediction of Embankment Treated with Prefabricated Vertical Drain in Soft Soil (Saputro et al., 2018). .....	2-38
2.10.3	Perbaikan Tanah Dasar Menggunakan Pre-Fabricated Vertical Drain dengan Variasi Kedalaman Dan Perkuatan Lereng Dengan Turap. Studi kasus: Lapangan Penumpukan Peti Kemas Pelabuhan Trisakti Banjarmasin, Kalimantan Selatan (Winner et al., 2017). .....	2-39
2.10.4	Analisis Perubahan Tekanan Air Pori pada Tanah Lunak akibat Beban Trial Embankment dengan menggunakan Plaxis versi 7.2 (Patria et al., 2009).....	2-40
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b> .....		3-1
3.1	Data Proyek.....	3-1
3.2	Metode Analisis .....	3-1
3.3	Asumsi yang Digunakan .....	3-1
3.4	Penentuan Parameter Tanah .....	3-2
3.4.1	Penentuan Parameter Berat Volume Tanah .....	3-2
3.4.2	Penentuan Parameter Indeks Kompresi ( $C_c$ ).....	3-4
3.4.3	Penentuan Parameter Indeks Rekompresi .....	3-5
3.4.4	Penentuan Parameter Permeabilitas .....	3-6
3.4.5	Penentuan Parameter Koefisien Perubahan Volume ( $m_v$ ) .....	3-6
3.4.6	Penentuan Parameter Koefisien Konsolidasi ( $c_v$ ) .....	3-7
3.4.7	Penentuan parameter $E'$ , $c'$ dan $\phi'$ , $\lambda^*$ dan $k^*$ , angka pori, <i>poisson ratio</i> ( $v'$ ) .....	3-9
3.4.8	Perhitungan <i>Overconsolidated Ratio</i> (OCR) .....	3-9

3.5	Analisis Penurunan dengan Perhitungan Manual.....	3-11
3.5.1	Menggambar Stratifikasi Tanah.....	3-11
3.5.2	Menghitung Tegangan Vertikal dan Tegangan Horizontal..	3-11
3.5.3	Menghitung Beban dari Jalan .....	3-11
3.5.4	Menghitung Besar Konsolidasi dan Waktu Konsolidasi .....	3-12
3.5.5	Menghitung Tekanan Pori Ekses pada Tanah.....	3-12
3.5.6	Menghitung Spasi PVD yang Dibutuhkan.....	3-12
3.5.7	Menghitung Waktu Konsolidasi dengan Penggunaan PVD	3-13
3.6	Analisis Penurunan dan Tekanan Pori Ekses dengan Plaxis 2D.....	3-13
3.6.1	Melakukan Pemodelan Geometri Tanah dan Timbunan Menggunakan Program Plaxis 2D .....	3-13
3.6.2	Memasukkan Data Parameter Tanah .....	3-14
3.6.3	Memodelkan Tahapan Konstruksi Timbunan.....	3-14
3.6.4	Pemodelan Beban Jalan .....	3-15
3.6.5	Pemodelan <i>Prefabricated Vertical Drain</i> (PVD) .....	3-16
3.6.6	<i>Mesh Structure and Soil</i> .....	3-16
3.6.7	Menentukan <i>Groundwater Flow</i> .....	3-17
3.6.8	Menentukan Fase Timbunan.....	3-18
3.7	Analisis Output Plaxis 2D .....	3-23
3.8	Kondisi Proyek.....	4-1
<b>BAB 4 DATA DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>4-1</b>
4.1	Kondisi Proyek.....	4-1
4.2	Parameter yang Digunakan dalam Pengerjaan.....	4-1
4.2.1	Rekapitulasi Input Parameter .....	4-3
4.2.2	Parameter Perkerasan Jalan <i>Rigid Pavement</i> .....	4-3
4.3	Hasil Perhitungan dengan <i>Preloading</i> untuk Mencapai Tinggi Timbunan Akhir 5 m.....	4-4
4.3.1	Perbandingan Perhitungan Besar konsolidasi dan Waktu Konsolidasi .....	4-4
4.3.2	Perbandingan Perhitungan Tekanan Pori Ekses.....	4-6
4.4	Hasil Perhitungan Tanpa Menggunakan PVD untuk Mencapai Tinggi Timbunan Akhir 9 m .....	4-9
4.4.1	Perhitungan Besar Konsolidasi dengan Perhitungan Manual.....	4-9
4.4.2	Perbandingan Perhitungan Tekanan Pori Ekses.....	4-11
4.5	Hasil Perhitungan Spasi <i>Prefabricated Vertical Drain</i> (PVD) .....	4-14

4.6	Hasil Perhitungan dengan Menggunakan PVD untuk Timbunan Akhir 5 m .....	4-15
4.6.1	Perbandingan Perhitungan Besar Konsolidasi dan Waktu Konsolidasi .....	4-15
4.6.2	Perbandingan Perhitungan Pori Ekses .....	4-17
4.7	Hasil Perhitungan dengan Menggunakan PVD untuk Timbunan Akhir 9 m .....	4-22
4.7.1	Perbandingan Perhitungan Besar Konsolidasi dan Waktu Konsolidasi .....	4-23
4.7.2	Perbandingan Perhitungan Tekanan Pori Ekses.....	4-25
4.8	Lokasi Pemasangan Instrumentasi .....	4-29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....		5-1
5.1	Kesimpulan.....	5-1
5.2	Saran .....	5-2
DAFTAR PUSTAKA .....		xvii
LAMPIRAN 1 .....		L1-1
LAMPIRAN 2 .....		L2-1
LAMPIRAN 3 .....		L3-1
LAMPIRAN 4 .....		L4-1
LAMPIRAN 5 .....		L5-1



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

PVD	: <i>Prefabricated Vertical Drain</i>
$e$	: Angka Pori
$n$	: Porositas
$S$	: Derajat kejenuhan
$\gamma_d$	: Berat volume tanah kering/ isi butir
$\gamma_{\text{unsat}}$	: Berat volume tanah kering
$\gamma_{\text{sat}}$	: Berat volume tanah jenuh air
$\gamma'$	: Berat volume tanah terapung
$D_r$	: Kerapatan relatif (relative density)
LL	: Batas Cair ( <i>Liquid Limit</i> )
PL	: Batas Plastis ( <i>Plastic Limit</i> )
PI	: Indeks Plastisitas ( <i>plasticity index</i> )
$S_u$ atau $c_u$	: Kuat geser tak terdrainase
$C_c$	: Koefisien gradasi
$k$	: Permeabilitas
$\Delta \sigma'$	: Perubahan tegangan normal efektif
$\gamma_w$	: Berat volume air
$k_h$	: Permeabilitas arah horizontal
$k_v$	: Permeabilitas arah vertikal
$\sigma$	: Tegangan normal total
$u$	: Tekanan air pori
$\sigma'$	: Tegangan normal efektif/ tegangan vertikal efektif
$S_c$	: Penurunan konsolidasi primer
$m_v$	: Koefisien perubahan volume
$U_z$	: Derajat konsolidasi
$Z$	: Faktor kedalaman
$H_{\text{dr}}$	: Lintasan drainase terpanjang
$S_s$	: Penurunan konsolidasi sekunder
$t$	: Waktu saat konsolidasi sekunder selesai
$c$	: Kohesi tanah

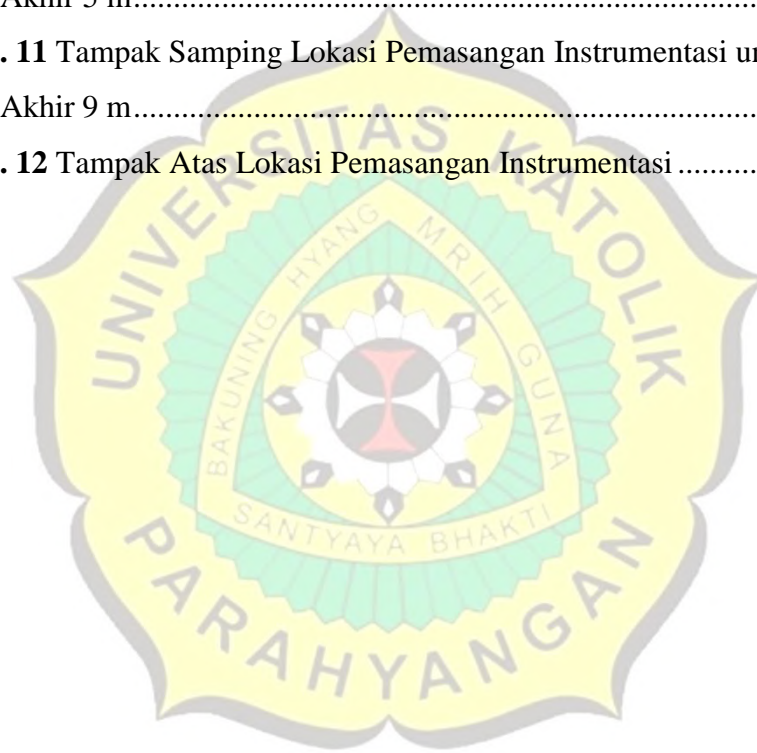
$e_o$	: Nilai <i>void ratio</i> di lapangan
$C_c$	: Indeks kompresi konsolidasi primer
$C_r$	: Indeks rekompresi konsolidasi primer
$C_s$	: Indeks pengembangan konsolidasi primer
$\sigma'_{avg}$	: Rata-rata nilai tegangan normal vertikal
$C_v$	: Koefisien konsolidasi
$c'$	: Kohesi tanah pada kondisi tegangan efektif
$\Phi'$	: Sudut geser pada kondisi tegangan efektif
N-SPT	: Jumlah pukulan yang dibutuhkan untuk penetrasi tabung belah standar selama 30.48 cm pada pengujian SPT
E	: Modulus young
$E'$	: <i>Effective Modulus Young</i>
$C_u$	: Kuat geser tanah kondisi <i>undrained</i>
OCR	: <i>Overconsolidated ratio</i>
$\sigma'_{vo}$	: Tekanan vertikal efektif
$\sigma'_o$	: Nilai kohesi tak terdrainase [Cu]
FK	: Faktor Keamanan
c	: Kohesi tanah
B	: Lebar tanah
L	: Panjang tanah
$e_o$	: Angka pori awal tanah
$\Psi$	: Derajat dilatasi

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1. 1</b>	Diagram Alir Penelitian.....	1-1-6
<b>Gambar 2 . 1</b>	Alat Pengujian SPT (ASTM D-1586) .....	2-2
<b>Gambar 2 . 2</b>	Hubungan Friction angle dengan Plasticity Index (Bjerrum et al, 1960) .....	2-7
<b>Gambar 2 . 3</b>	Penurunan Selama Proses Konsolidasi (Budhu, 2015) .....	2-14
<b>Gambar 2 . 4</b>	Ilustrasi Tegangan Air Pori Ekses .....	2-19
<b>Gambar 2 . 5</b>	Metode Pembebanan dan Preloading (Mochtar, 2000) .....	2-21
<b>Gambar 2 . 6</b>	Proses Pembebanan Awal (preloading) (Mochtar, 2000).....	2-22
<b>Gambar 2 . 7</b>	Tahap Pembebanan dan Preloading (Mochtar, 2000) .....	2-23
<b>Gambar 2 . 8</b>	Proses Terjadinya Penurunan/Amblesan Tanah (Brooks, 2001) .....	2-24
<b>Gambar 2 . 9</b>	Efek Vertical Drain pada Jalur Alir (a) tanpa drainase vertikal b) dengan PVD (Indraratna et al., 2007) .....	2-25
<b>Gambar 2 . 10</b>	Ilustrasi Diameter Ekuivalen PVD dan Zona Drainase (Indraratna et al., 2005) .....	2-25
<b>Gambar 2 . 11</b>	Konfigurasi Pola Segiempat dan Segitiga (Budhu, 2011).....	2-26
<b>Gambar 2 . 12</b>	Material PVD (Kuswanda, 2016) .....	2-26
<b>Gambar 2 . 13</b>	Prefabricated Vertical Drain (Geotechnics, 2019) .....	2-28
<b>Gambar 2 . 14</b>	Instalasi Prefabricated Vertical Drain (Kuswanda, 2016) .....	2-29
<b>Gambar 2 . 15</b>	Pemasangan Instrumen (Geosistem, 2017) .....	2-31
<b>Gambar 2 . 16</b>	Detail Settlement Plate (Kuswanda, 2016).....	2-32
<b>Gambar 2 . 17</b>	Pemasangan Settlement Plate (Geokon, 2021).....	2-32
<b>Gambar 2 . 18</b>	Alat piezometer (Indotrading, 2021) .....	2-34
<b>Gambar 2 . 19</b>	Pemasangan Pneumatic Piezometer (Kuswanda, 2016).....	2-35
<b>Gambar 2 . 20</b>	Pemasangan Inclinometer (Kuswanda, 2016) .....	2-36
<b>Gambar 2 . 21</b>	Pembebanan Plane strain (kiri) dan Axisymmetric (kanan) (Brinkgreve et al., 2014) .....	2-37
<b>Gambar 2 . 22</b>	. Ground Settlement Curve with Time at BM-03 and BM-04 for (a) SP-13 (b) SP-14, (c) SP-15 (Saputro et al., 2018).....	2-39
<b>Gambar 3. 1</b>	Grafik Kedalaman dan Berat Volume Tanah .....	3-3
<b>Gambar 3. 2</b>	Grafik Kedalaman dan Indeks Kompresi (Cc) .....	3-5

<b>Gambar 3. 3</b> Grafik Kedalaman dan Koefisien Konsolidasi ( $c_v$ ) .....	3-8
<b>Gambar 3. 4</b> Grafik OCR dan Kedalaman.....	3-10
<b>Gambar 3. 5</b> Tegangan Tanah Akibat Timbunan .....	3-11
<b>Gambar 3. 6</b> Pemodelan Tanah, Timbunan dan PVD .....	3-12
<b>Gambar 3. 7</b> Pemodelan Geometri Tanah dan Timbunan .....	3-13
<b>Gambar 3. 8</b> Soil Layers in PLAXIS 2D .....	3-14
<b>Gambar 3. 9</b> Pemodelan Timbunan dengan PVD .....	3-14
<b>Gambar 3. 10</b> Pemodelan Rigid Pavement menggunakan Soil Rectangle.....	3-15
<b>Gambar 3. 11</b> Pemodelan Beban Merata Akibat Jalan.....	3-15
<b>Gambar 3. 12</b> Pemodelan PVD Menggunakan Drain .....	3-16
<b>Gambar 3. 13</b> Langkah Mesh Structure and Soil with PVD .....	3-16
<b>Gambar 3. 14</b> Quality of Mesh Structure and Soil with PVD .....	3-17
<b>Gambar 3. 15</b> Model Explorer Boundary .....	3-17
<b>Gambar 3. 16</b> Aktivasi Timbunan dan PVD .....	3-18
<b>Gambar 3. 17</b> Initial Phase untuk Mencapai Timbunan 9 m.....	3-20
<b>Gambar 3. 18</b> First Embankment Construction untuk Mencapai Timbunan 9 m .....	3-21
<b>Gambar 3. 19</b> First Consolidation Period untuk Mencapai Timbunan 9 m.....	3-21
<b>Gambar 3. 20</b> End of Consolidation untuk Mencapai Timbunan 9 m.....	3-22
<b>Gambar 3. 21</b> Tekanan Pori Ekses dan Waktu Tanpa PVD.....	3-22
<b>Gambar 3. 22</b> Faktor Keamanan End of Consolidation .....	3-23
<b>Gambar 4. 1</b> Pemodelan Timbunan dan Preloading dengan Menggunakan Plaxis 2D untuk Timbunan akhir 9 m.....	4-1
<b>Gambar 4. 2</b> Perbandingan Konsolidasi dengan Waktu Konsolidasi untuk Mencapai Timbunan Akhir 5 m.....	4-5
<b>Gambar 4. 3</b> Tekanan Pori Ekses dengan Kedalaman untuk Mencapai Timbunan Akhir 5 m .....	4-8
<b>Gambar 4. 4</b> Perbandingan Waktu dan Penurunan Konsolidasi untuk Mencapai Timbunan Akhir 9 m.....	4-10
<b>Gambar 4. 5</b> Perbandingan Tekanan Pori Ekses dan Kedalaman untuk Mencapai Timbunan Akhir 9 m.....	4-13

<b>Gambar 4. 6</b> Perbandingan Perhitungan dengan Menggunakan PVD untuk Mencapai Timbunan Akhir 5 m .....	4-17
<b>Gambar 4. 7</b> Perbandingan Tekanan Pori Ekses dengan PVD Untuk Timbunan Akhir 5 m .....	4-22
<b>Gambar 4. 8</b> Perbandingan Perhitungan dengan Menggunakan PVD untuk Mencapai Timbunan Akhir 9 m .....	4-24
<b>Gambar 4. 9</b> Perbandingan Perhitungan Tekanan Pori Ekses dengan Menggunakan PVD untuk Mencapai Timbunan Akhir 9 m .....	4-28
<b>Gambar 4. 10</b> Tampak Samping Lokasi Pemasangan Instrumentasi untuk Timbunan Akhir 5 m .....	4-29
<b>Gambar 4. 11</b> Tampak Samping Lokasi Pemasangan Instrumentasi untuk Timbunan Akhir 9 m .....	4-30
<b>Gambar 4. 12</b> Tampak Atas Lokasi Pemasangan Instrumentasi .....	4-31





## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Korelasi antara Kepadatan Tanah, N-SPT, $\gamma$ , $\phi$ , $q_u$ (Bowles, 1991) ..	2-4
<b>Tabel 2. 2</b> Nilai Tipikal Berat Volume Kering dan Berat Volume Jenuh (AS 4678, 2002) .....	2-4
<b>Tabel 2. 3</b> Klasifikasi Kompresibilitas Berdasarkan Nilai $C_c$ (Wayne et al., 2013) .....	2-5
<b>Tabel 2. 4</b> Korelasi Jenis Tanah dan Nilai $m_v$ (Bell, 2000).....	2-5
<b>Tabel 2. 5</b> Korelasi Jenis Tanah dan Nilai $m_v$ (Bell, 2000).....	2-6
<b>Tabel 2. 6</b> Hubungan Angka Pori dan Jenis Tanah (Das, 1995) .....	2-6
<b>Tabel 2. 7</b> Kekuatan Efektif Tanah Kohesif (Look, 2013).....	2-7
<b>Tabel 2. 8</b> Hubungan Jenis Tanah dengan Sudut Geser Dalam ( $\phi$ ) (Das, 2010).	2-8
<b>Tabel 2. 9</b> Hubungan Jenis Tanah dengan Poisson's Ratio ( $\mu$ ) (Das, 2016).....	2-8
<b>Tabel 2. 10</b> Gradasi Lapis Pondasi Agregat .....	2-11
<b>Tabel 2. 11</b> Beban Jalan Lalu Lintas dan Beban Diluar Jalan (DPU, 2001) .....	2-12
<b>Tabel 2. 12</b> Parameter Koefisien Konsolidasi Arah Horisontal (Look, 2013) ..	2-17
<b>Tabel 2. 13</b> Variasi Derajat Konsolidasi Terhadap Waktu (Taylor, 1948) .....	2-20
<b>Tabel 3. 1</b> Nilai Berat Volume Data Laboratorium dan Korelasi antara Berat Volume juga N-SPT.....	3-2
<b>Tabel 3. 2</b> Hasil Parameter Berat Volume yang Digunakan .....	3-3
<b>Tabel 3. 3</b> Nilai Berat Volume Data Laboratorium dan Korelasi antara LL dan Angka Pori .....	3-4
<b>Tabel 3. 4</b> Hasil Parameter Indeks Kompresi ( $C_c$ ) yang Digunakan.....	3-4
<b>Tabel 3. 5</b> Hasil Parameter Indeks Rekompresi ( $C_r$ ) yang Digunakan.....	3-5
<b>Tabel 3. 6</b> Hasil Parameter Koefisien Permeabilitas ( $k$ ) yang Digunakan .....	3-6
<b>Tabel 3. 7</b> Hasil Korelasi Koefisien Perubahan Volume ( $m_v$ ) .....	3-6
<b>Tabel 3. 8</b> Nilai Koefisien Konsolidasi dari Data Laboratorium dan Korelasi ...	3-7
<b>Tabel 3. 9</b> Hasil Parameter Koefisien Kosolidasi ( $c_v$ ) yang Digunakan .....	3-7
<b>Tabel 3. 10</b> Hasil Parameter Koefisien Kosolidasi ( $c_v$ ) yang Digunakan .....	3-8
<b>Tabel 3. 11</b> Hasil Parameter $c'$ dan $\phi'$ , $\lambda^*$ dan $k^*$ , Angka Pori, Poisson Ratio ( $v'$ ) .....	3-9
<b>Tabel 3. 12</b> Nilai OCR pada Setiap Kedalaman .....	3-10
<b>Tabel 3. 13</b> Fase Penimbunan Beserta Penetapan Hari Tanpa PVD .....	3-19

<b>Tabel 3. 14</b> Fase Penimbunan Beserta Penetapan Hari Dengan PVD.....	3-19
<b>Tabel 4. 1</b> Rekapitulasi Input Parameter (1) .....	4-2
<b>Tabel 4. 2</b> Rekapitulasi Input Parameter (2) .....	4-3
<b>Tabel 4. 3</b> Rekapitulasi Input Parameter (3) .....	4-3
<b>Tabel 4. 4</b> Parameter Perkerasan Jalan Rigid Pavement .....	4-4
<b>Tabel 4. 5</b> Penurunan Konsolidasi pada Setiap Tahap Timbunan untuk Mencapai Timbunan Akhir 5 m.....	4-4
<b>Tabel 4. 6</b> Waktu Konsolidasi untuk Mencapai Timbunan Akhir 5 m .....	4-5
<b>Tabel 4. 7</b> Perbandingan Perhitungan Waktu Konsolidasi untuk Mencapai Timbunan Akhir 5 m.....	4-6
<b>Tabel 4. 8</b> Perhitungan Tekanan Pori Ekses dan Kedalaman untuk Mencapai Timbunan Akhir 5 m.....	4-7
<b>Tabel 4. 9</b> Penurunan Konsolidasi pada Setiap Tahap Timbunan untuk Mencapai Timbunan Akhir 9 m.....	4-9
<b>Tabel 4. 10</b> Waktu Konsolidasi untuk Mencapai Timbunan Akhir 9 m .....	4-9
<b>Tabel 4. 11</b> Perbandingan Nilai Waktu dan Penurunan Konsolidasi untuk Mencapai Timbunan Akhir 9 m.....	4-10
<b>Tabel 4. 12</b> Perbandingan Perhitungan Tekanan Pori Ekses dan Kedalaman untuk Mencapai Timbunan Akhir 9 m.....	4-12
<b>Tabel 4. 13</b> Perhitungan Spasi Hingga Mencapai Waktu Konsolidasi 7 bulan.	4-14
<b>Tabel 4. 14</b> Perhitungan Manual Konsolidasi untuk Mencapai Timbunan Akhir 5 m Dengan PVD .....	4-15
<b>Tabel 4. 15</b> Nilai Perbandingan Waktu Konsolidasi untuk Mencapai Timbunan Akhir 5 m .....	4-16
<b>Tabel 4. 16</b> Perbandingan Perhitungan Nilai Tekanan Pori Ekses untuk Mencapai Timbunan Akhir 5 m (1).....	4-18
<b>Tabel 4. 17</b> Perbandingan Perhitungan Nilai Tekanan Pori Ekses untuk Mencapai Timbunan Akhir 5 m (2).....	4-20
<b>Tabel 4. 18</b> Perhitungan Manual Konsolidasi untuk Mencapai Timbunan Akhir 9 m dengan PVD.....	4-23
<b>Tabel 4. 19</b> Perbandingan Waktu Konsolidasi dan Besar Konsolidasi untuk Mencapai Timbunan Akhir 9 m dengan PVD .....	4-24

**Tabel 4. 20** Perbandingan Perhitungan Nilai Tekanan Pori Ekses untuk Mencapai Timbunan Akhir 9 m (1) ..... 4-25

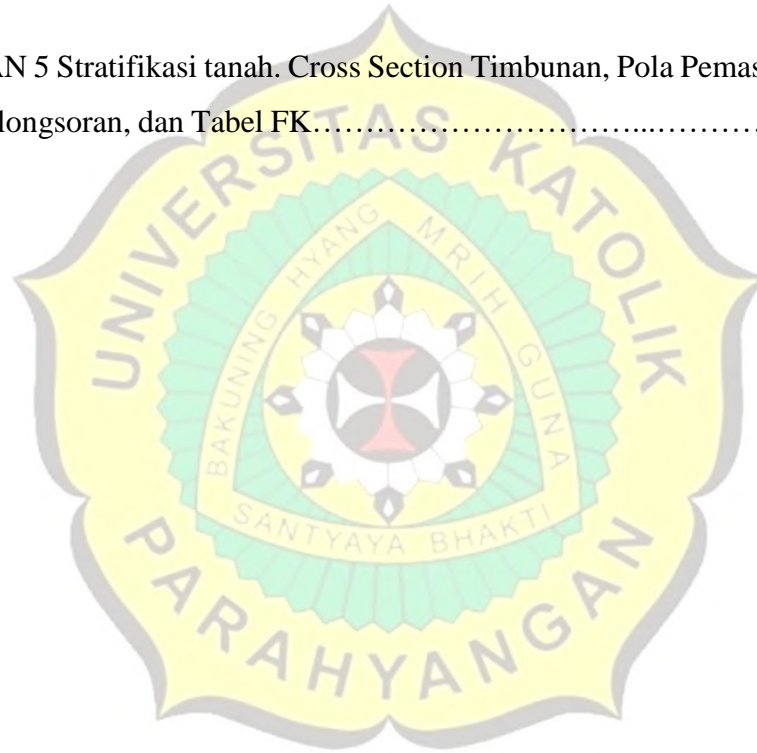
**Tabel 4. 21** Perbandingan Perhitungan Nilai Tekanan Pori Ekses untuk Mencapai Timbunan Akhir 9 m..... 4-26

**Tabel 4. 22** Faktor Keamanan untuk Jangka Pendek dan Panjang..... 4-29



## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Potongan memanjang dan melintang lokasi proyek, hasil uji laboratorium, data uji lapangan.....	L1-1
LAMPIRAN 2 Tegangan vertical dan horizontal tanah.....	L2-1
LAMPIRAN 3 Contoh perhitungan jarak spasi PVD, Tegangan vertikal dan horizontal tanah, penurunan tanah, tekanan pori eksese.....	L3-1
LAMPIRAN 4 Brosur <i>Prefabricated Vertical Drain</i> (PVD) dan Rig Penetrasi Statis yang tersedia.....	L4-1
LAMPIRAN 5 Stratifikasi tanah. Cross Section Timbunan, Pola Pemasangan PVD, Bidang Kelongsoran, dan Tabel FK.....	L5-1



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Permasalahan utama pembangunan infrastruktur transportasi pada tanah lempung lunak (*soft clay*) adalah daya dukung pada tanah dasar yang relatif rendah dan pemampatan tanah dasar yang relatif besar serta berlangsung relatif lama (Kuswanda, 2016). Karakteristik dari tanah tersebut menyebabkan beban bangunan terbatas, dan penurunan yang relatif besar menyebabkan kerusakan pada bangunan. Oleh karena itu, dalam pembangunan infrastruktur harus memperhatikan komponen penting dari pembangunan yaitu stabilitas tanah.

Tanah membutuhkan waktu yang cukup panjang hingga tanah mengalami pemadatan dan perbaikan tanah secara alami hingga mencapai 90% derajat konsolidasi. Tanah merupakan aspek penting yang berperan dalam penentuan kekokohan bangunan, maka perbaikan tanah digunakan untuk meningkatkan stabilitas tanah dengan meningkatkan sifat-sifat (*properties*) dari pada tanah.

Salah satu metode perbaikan tanah yang dapat digunakan ialah *Prefabricated Vertical Drain* (PVD). PVD merupakan material pipih yang bertujuan mempercepat proses disipasi air sehingga konsolidasi terjadi lebih cepat. Metode ini umum digunakan pada pekerjaan pembangunan infrastruktur di Indonesia dan dianggap berada pada level yang cukup seimbang antara kemudahan pengerjaan dan harga yang dibutuhkan untuk melakukan proses perbaikan terhadap tanah lunak (Putra et al, 2018). Oleh sebab itu, PVD menjadi salah satu metode perbaikan tanah yang banyak digunakan dalam teknik perbaikan tanah lunak.

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh suatu desain PVD yang tepat dan membuktikan bahwa penggunaan PVD dapat memberikan dampak penurunan konsolidasi yang lebih baik dibandingkan dengan tanpa penggunaan PVD (*preloading* saja). Cara untuk menganalisis kebutuhan spasi dan desain PVD adalah dengan menggunakan perhitungan manual (*spreadsheet*) dan *PLAXIS 2D*. Pemilihan penggunaan perhitungan manual dan *PLAXIS 2D* dapat memberikan gambaran mengenai deformasi dan stabilitas tanah.

## 1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan dari skripsi ini adalah:

1. Berdasarkan hasil penyelidikan tanah, tanah pada lokasi pembangunan *flyover* Banjaraja, Kota Banjarmasin tergolong sebagai tanah lempung lunak;
2. Karakteristik dari tanah lempung lunak ialah daya dukung yang rendah dan penurunan yang relatif besar. Sehingga dalam pembangunan infrastruktur pada tanah lempung, diperlukan perbaikan pada tanah untuk meningkatkan stabilitas tanah.

## 1.3 Tujuan

Secara umum maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menganalisis pengaruh penggunaan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) dalam mempercepat konsolidasi pada suatu tanah. Adapun tujuan dalam penulisan skripsi ini adalah:

1. Membandingkan analisis besar penurunan konsolidasi dan waktu konsolidasi;
2. Menentukan spesifikasi berupa: jenis PVD dan spasi PVD yang digunakan pada waktu yang telah ditentukan;
3. Membandingkan tekanan pori eksese tanpa PVD dengan perhitungan manual (*spreadsheet*) dan PLAXIS 2D;
4. Melakukan analisis tekanan pori eksese dengan PVD;
5. Menentukan jenis dan letak instrumentasi yang dibutuhkan dalam desain.

## 1.4 Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian pada skripsi ini adalah:

1. Parameter tanah desain diperoleh berdasarkan pada hasil uji laboratorium dan korelasi empirik hasil pengujian lapangan berupa uji SPT (*standard penetration test*).
2. Material model konstitutif tanah yang digunakan ialah *Mohr Coloumb* untuk tanah pasir dan *Soft Soil* untuk tanah lempung;

3. Penambahan timbunan dilakukan secara bertahap dengan variasi tinggi timbunan;
4. Melakukan analisis menggunakan perhitungan manual (*spreadsheet*) dan PLAXIS 2D.

## 1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian pada skripsi ini adalah:

### 1. Studi Literatur

Studi Literatur dilakukan dengan memperoleh informasi mengenai topik skripsi melalui referensi, buku, jurnal, literatur, karya tulis, artikel. Studi literatur yang dilakukan kemudian dijadikan referensi dari latar belakang, landasan teori saat melakukan penelitian ini sehingga didapatkan pemahaman yang matang mengenai topik yang dibahas.

### 2. Studi Analisis

Studi analisis dilakukan untuk memperlancar proses desain *Prefabricated Vertical Drain* (PVD). Program yang digunakan untuk perancangan dan analisis ialah *Plaxis 2D* dan *Spreadsheet Excel*.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Laporan skripsi ini terdiri dari 5 bab dengan susunan sistematika laporan sebagai berikut:

### BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, batasan masalah, metode penelitian, sistematika penulisan dan juga diagram alir dari isi laporan skripsi ini.

### BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menguraikan teori-teori dasar berupa jurnal, literatur maupun buku yang berhubungan dengan penelitian ini. Teori-teori tersebut merupakan teori mengenai korelasi parameter-parameter tanah, teori perbaikan tanah, teori perencanaan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD)

baik dalam perencanaan jenis PVD, spasi yang digunakan hingga alur desain PVD.

### BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

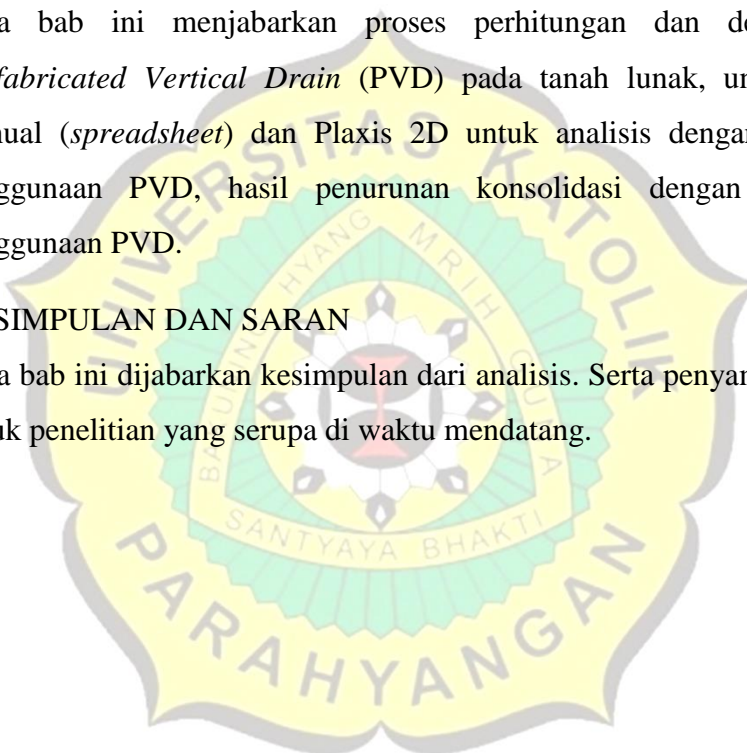
Pada bab ini menguraikan dan membahas mengenai penurunan parameter tanah serta tahap penelitian yang dilakukan. Selain itu, dijelaskan pula mengenai analisis menggunakan *spreadsheet* dan pemodelan program pada *Plaxis 2D*.

### BAB 4 ANALISIS DAN DESAIN

Pada bab ini menjabarkan proses perhitungan dan desain untuk *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) pada tanah lunak, untuk analisis manual (*spreadsheet*) dan *Plaxis 2D* untuk analisis dengan dan tanpa penggunaan PVD, hasil penurunan konsolidasi dengan dan tanpa penggunaan PVD.

### BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

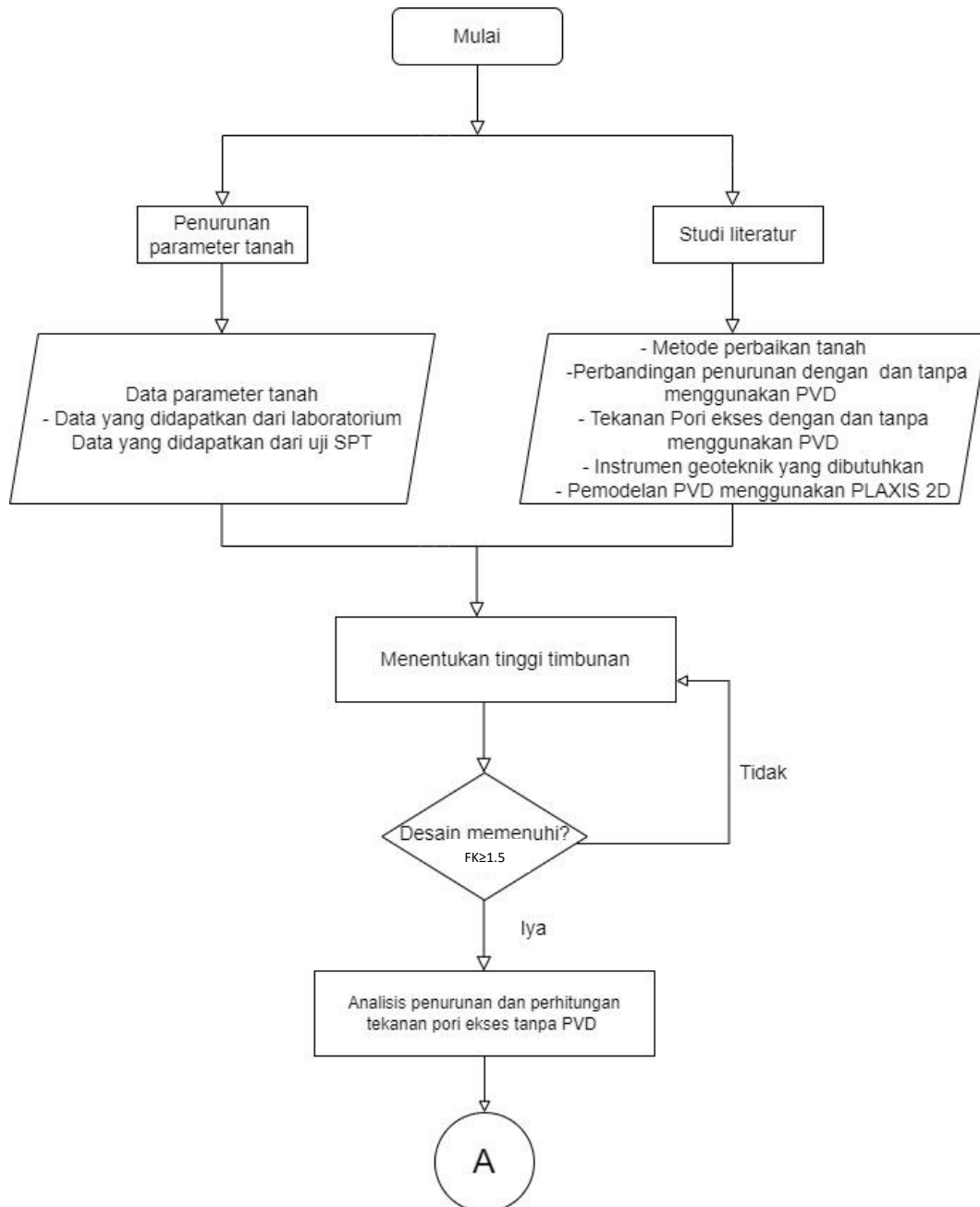
Pada bab ini dijabarkan kesimpulan dari analisis. Serta penyampaian saran untuk penelitian yang serupa di waktu mendatang.

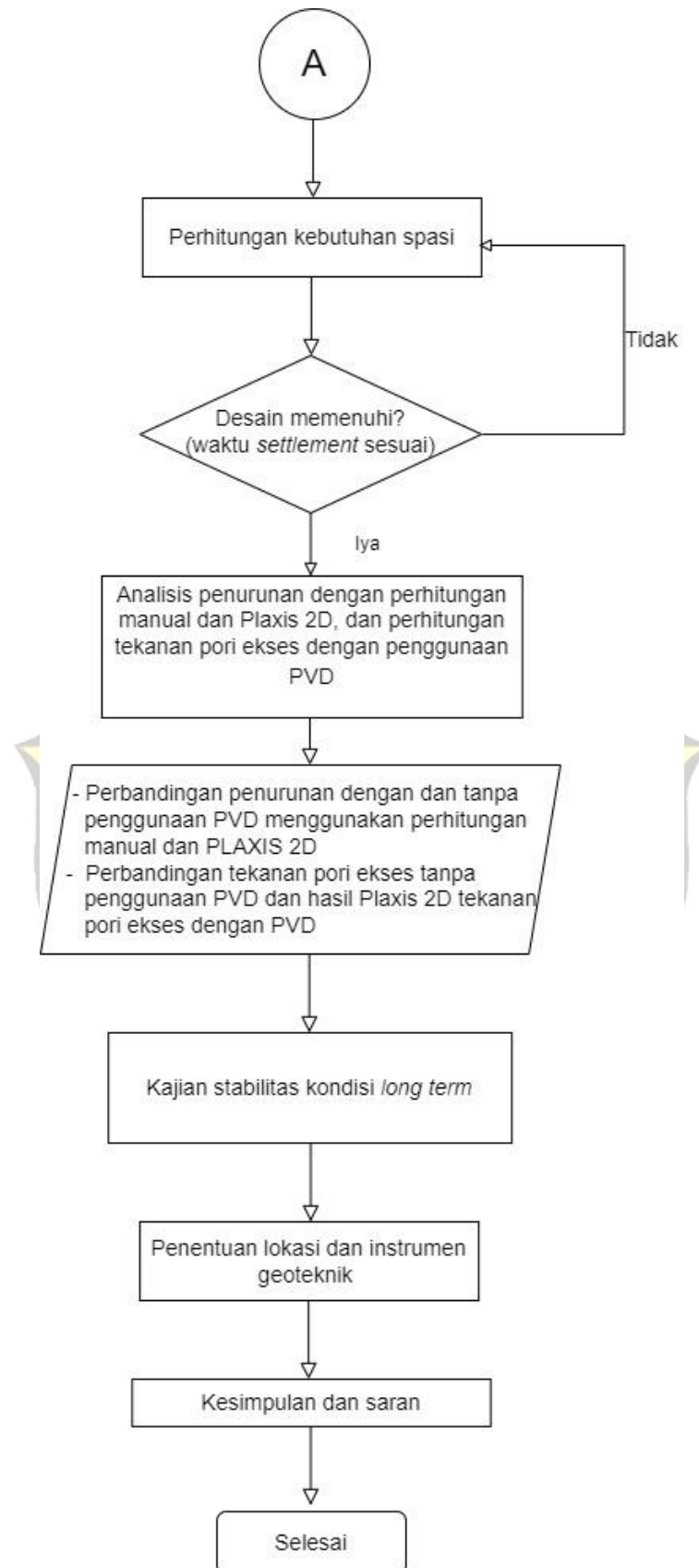




## 1.7 Diagram Alir

Diagram alir pada penelitian dapat dilihat pada gambar 1.1





**Gambar 1. 1** Diagram Alir Penelitian