

No. 37/SKRIPSI/S.Tr-TKG/2026

SKRIPSI

**ANALISIS PERBANDINGAN PENURUNAN TANAH DENGAN DATA CPTU DAN
DATA UJI LABORATORIUM OEDOMETER**



**Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV
Politeknik Negeri Jakarta**

Disusun Oleh :

Sthephani Agustina

NIM. 2201421059

Pembimbing :

Putera Agung Maha Agung, S.T., M.T., Ph.D

NIP 196606021990031002

PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG

JURUSAN TEKNIK SIPIL

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul:

**ANALISIS PERBANDINGAN PENURUNAN TANAH DENGAN DATA CPTU
DAN DATA UJI LABORATORIUM OEDOMETER** yang disusun oleh
Sthephani Agustina (2201421059) telah disetujui dosen pembimbing untuk
dipertahankan dalam

Sidang Skripsi Tahap 1

Pembimbing

Putera Agung Maha Agung, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 196606021990031002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul:

**ANALISIS PERBANDINGAN PENURUNAN TANAH DENGAN DATA CPTU
DAN DATA UJI LABORATORIUM OEDOMETER** yang disusun oleh
Sthephani Agustina (2201421059) telah dipertahakan dalam Sidang Skripsi di
depan Tim Penguji pada hari Selasa tanggal 23 Juni 2026.

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Yelvi, S.T., M.T. NIP 197207231997022002	
Anggota	Andikanoza Pradipriya, S.T., M.Eng. NIP 198212312012121003	
Anggota	Istiatun, S.T., M.T. NIP 196605181990102001	

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta



Istiatun, S.T., M.T.
NIP 196605181990102001



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Sthephani Agustina
NIM : 2201421059
Program Studi : D4 – Teknik Konstruksi Gedung
E-mail : sthephani.agustina.ts22@mhs.wpnj.ac.id
Judul : Analisis Perbandingan Penurunan Tanah menggunakan Data
CPTu dan Data Uji Laboratorium Eodometer

Dengan ini, saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Skripsi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2025/2026 adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah diikutsertakan dalam segala bentuk kegiatan akademis.

Apabila dikemudian hari ternyata tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap gugur dan bersedia menerima sanksi yang ada. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Jakarta, 30 Mei 2026

Sthephani Agustina



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Perbandingan Penurunan Tanah Menggunakan Data CPTU dan Data Uji Laboratorium Eodometer” dengan baik. Dalam proses penyusunannya, penulis menghadapi berbagai kendala dan tantangan, baik dari aspek teknis maupun nonteknis. Namun, berkat dukungan, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak, seluruh rangkaian kegiatan analisis hingga tahap penulisan dapat diselesaikan sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi dalam penyusunan skripsi ini.

1. Kedua orang tua penulis dan saudara penulis yang selalu memberikan dukungan motivasi, serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan naskah skripsi ini dengan baik.
2. Bapak Putera Agung Maha Agung, S.T., M.T., Ph.D, selaku Dosen Pembimbing yang memberikan arahan kepada penulis sejak tahap awal hingga selesainya penyusunan skripsi ini,
3. Ibu Istiatun, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta,
4. Bapak Mudiono Kasmuri, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Kepala Program Studi D4 Teknik Konstruksi Gedung Politeknik Negeri Jakarta,
5. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta yang telah membimbing dan membagikan ilmu serta pengalaman berharga kepada penulis selama menjalani masa perkuliahan.
6. Teman sesama KBK Geoteknik dan Jalan Raya yang memberikan dukungan, baik melalui berbagi pengetahuan, meluangkan waktu, maupun bertukar pikiran.
7. Reysa Shafanka sebagai teman sejak awal perkuliahan hingga akhir masa studi, yang senantiasa kebersamaian, memberikan dukungan, membantu dalam berbagai proses, serta bersedia menjadi teman berdiskusi selama penyusunan skripsi ini.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

8. Bintang seseorang yang senantiasa mengingatkan dan mendorong penulis untuk menyelesaikan skripsi, memberikan bantuan, menjadi tempat bertukar pikiran, serta meyakinkan penulis bahwa seluruh proses ini dapat dilalui hingga selesai.

9. Seluruh teman-teman kelas TKG 3 Angkatan 2022

Penulis menyadari bahwa kemampuan diri penulis sangat terbatas dan masih butuh berbagai upaya penyempurnaan. Maka dari itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca sekalian demi kesempurnaan dalam penulisan selanjutnya. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak orang khususnya pembaca pada umumnya.

Jakarta, 30 Mei 2026

Sthephani Agustina

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Tanah Lunak	7
2.2.1 Konsistensi Tanah Berdasarkan Harga c_u , N-SPT dan q_c	8
2.2.2 Penurunan Tanah	9
2.2.3 Jenis-Jenis Penurunan	9
2.2.4 Faktor yang Mempengaruhi Penurunan Tanah	10
2.3 Parameter Tanah	11
2.3.1 Parameter dari Uji Konsolidasi (Oedometer)	11



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.3.2 Parameter dari Uji CPTu	16
2.4 Pembebanan Timbunan dan Tegangan Tambahan.....	22
2.5 Tegangan Tambahan Akibat Timbunan	23
2.6 Besar Pemampatan Konsolidasi Tanah.....	24
2.6.1 Faktor Waktu	25
2.6.2 Derajat Konsolidasi (U).....	27
2.7 Metode Perbaikan Tanah	28
2.8 <i>Prefabricated Vertical Drain (PVD)</i>	29
2.8.1 Koefisien Konsolidasi Horizontal C_h	30
2.8.2 Diameter Ekuivalen PVD d_w	30
2.8.3 Pola dan Jarak Pemasangan PVD.....	30
2.8.4 Rasio Drainase n	31
2.8.5 Fungsi Drainase Radial $F(n)$	32
2.8.6 Faktor Waktu Konsolidasi Horizontal T_h	32
2.8.7 Derajat Konsolidasi Vertikal U_v	32
2.8.8 Derajat Konsolidasi Horizontal U_h	33
2.8.9 Derajat Konsolidasi Gabungan U	33
2.8.10 Penentuan Waktu Konsolidasi dengan PVD.....	34
2.8.11 Pengaruh Jarak PVD terhadap Waktu Konsolidasi.....	35
BAB III METODOLOGI	28
3.1. Lokasi Penelitian	28
3.2. Alat Penelitian	28
3.3 Diagram Alir	29
3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	30
3.5 Metode Analisis Tanah	30
3.6. Luaran.....	32
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	33



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.1	Interpretasi Data Tanah.....	33
4.1.1	Interpretasi Data CPTu	34
4.2	Analisis Parameter Konsolidasi.....	36
4.2.1	Parameter Berdasarkan Data CPTu	36
4.2.2	Analisis Rasio Over Konsolidasi (OCR).....	47
4.2.3	Parameter Berdasarkan Data Uji Laboratorium Oedometer	48
4.3	Analisis Penurunan Berdasarkan Data CPTu dan Data Lab.....	58
4.3.1	Analisis Penurunan Berdasarkan Data CPTu	59
4.3.2	Analisis Penurunan Berdasarkan Data Oedometer.....	61
4.3.4	Perbandingan Hasil Penurunan Tanah.....	61
4.4.1	Waktu Konsolidasi Tanpa Menggunakan PVD	65
4.4.2	Waktu Konsolidasi Dengan Menggunakan PVD	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		80
5.1	Kesimpulan.....	80
5.2	Saran	82
DAFTAR PUSTAKA.....		84
LAMPIRAN.....		86



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	5
Tabel 2. 2 Karakteristik Teknis Tanah Lunak.....	8
Tabel 2. 3 Klasifikasi Tanah Kohesif	8
Tabel 2. 4 Klasifikasi Kompresibilitas Tanah Lempung	12
Tabel 2. 5 Nilai Faktor Waktu	25
Tabel 3. 1 Tabel alat dan bahan penelitian	28
Tabel 4. 1 Koordinat Pengujian.....	33
Tabel 4. 2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan CPTu.....	35
Tabel 4. 3 Tegangan Overburden Total	37
Tabel 4. 4 Tegangan Overburden Efektif	38
Tabel 4. 5 Tahanan Ujung Terkoreksi.....	39
Tabel 4. 6 Tahanan Ujung Bersih	40
Tabel 4. 7 Friction Ratio.....	41
Tabel 4. 8 Tahanan Ujung Ternormalisasi.....	43
Tabel 4. 9 Soil Behaviour Type Index.....	44
Tabel 4. 10 Faktor αM	45
Tabel 4. 11 Constrained Modulus	46
Tabel 4. 12 Beban Timbunan Akibat Tinggi Timbunan	53
Tabel 4. 13 Parameter Timbunan	55
Tabel 4. 14 Penambahan Tegangan	57
Tabel 4. 15 Sc Lapisan 1	59
Tabel 4. 16 Sc lapisan 2.....	59
Tabel 4. 17 Sc Lapisan 3	60
Tabel 4. 18 Sc Lapisan 4	60
Tabel 4. 19 Perbandingan penurunan tanah berdasarkan data CPTu dan oedometer	62
Tabel 4. 20 Tebal Lapisan Tanah dan Nilai Cvi	65
Tabel 4. 21 Data Parameter PVD Metode Hansbo.....	67
Tabel 4. 22 Parameter PVD Metode Hansbo	69
Tabel 4. 23 U Kombinasi Jarak 1,2 m.....	70
Tabel 4. 24 U Kombinasi Jarak 1,3 m.....	70
Tabel 4. 25 U Kombinasi Jarak 1,4 m.....	70



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 26 Data Parameter PVD Metode Hansbo.....	73
Tabel 4. 27 Nilai U Kombinasi Jarak 1,2 m.....	74
Tabel 4. 28 Nilai U Kombinasi Jarak 1,3 m.....	75
Tabel 4. 29 Nilai U Kombinasi Jarak 1,4 m.....	75
Tabel 4. 30 Rekapitulasi Waktu Konsolidasi Tanpa PVD dan Dengan PVD.....	76
Tabel 4. 31 Perbandingan Percepatan Waktu Konsolidasi Akibat PVD	77





DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta Sebaran Tanah Lunak	7
Gambar 2. 2 Karakteristik Konsolidasi Lempung yang Terkonsolidasi Secara Normal	13
Gambar 2. 3 Diagram Distribusi Tegangan Tambahan	23
Gambar 2. 4 Konsolidasi pada Lapisan Clay	26
Gambar 2. 5 Variasi U_z terhadap T_v dan z/H_{dr}	27
Gambar 2. 6 Variasi Derajat Konsolidasi rata-rata Terhadap T_v	28
Gambar 2. 7 PVD	29
Gambar 2. 8 Pola Pemasangan PVD Segitiga	31
Gambar 2. 9 Pola Pemasangan PVD Segi empat	31
Gambar 3. 1 Lokasi Proyek Mandiri Financial Center PIK 2	28
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 4. 1 Lokasi Pengujian Pengeboran dan Sondir	33
Gambar 4. 2 CPTu -1	34
Gambar 4. 3 Penampang Timbunan pada Lokasi Penelitian	52
Gambar 4. 4 Perbandingan penurunan tanah berdasarkan data CPTu dan oedometer	64

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Laporan Hasil Penyelidikan Tanah	87
Lampiran 2 Parameter dan Perhitungan Penurunan Tanah dengan Data CPTu.....	99
Lampiran 3 Parameter dan Perhitungan Tambahan Akibat Timbunan	104
Lampiran 4 Parameter dan Perhitungan Penurunan Tanah dengan Data Uji Laboratorium Eodometer	125
Lampiran 5 Parameter dan Perhitungan Waktu Konsolidasi Tanpa dan Dengan PVD	131
Lampiran 6 Formulir SI-1 Lembar Pernyataan Calon Pembimbing.....	135
Lampiran 7 Formulir SI-2 Lembar Pengesahan.....	136
Lampiran 8 Formulir SI-3 Lembar Asistensi Pembimbing.....	137
Lampiran 9 Formulir SI-3 Lembar Asistensi Penguji.....	139
Lampiran 10 Formulir SI-4 Lembar Persetujuan Pembimbing.....	142
Lampiran 11 Formulir SI-5 Lembar Persetujuan Penguji.....	143
Lampiran 12 Formulir SI-7 Lembar Bebas Pinjaman dan Urusan Administrasi	146

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan salah satu komponen utama yang sangat berpengaruh terhadap keberhasilan suatu pembangunan konstruksi. Setiap bangunan yang didirikan di atas permukaan tanah akan memberikan beban yang harus mampu dipikul oleh tanah tersebut. Oleh karena itu, sebelum suatu bangunan direncanakan dan dibangun, diperlukan pemahaman yang baik mengenai kondisi dan karakteristik tanah di lokasi pembangunan agar struktur yang direncanakan tetap aman dan stabil dalam jangka panjang.

Pada praktiknya, tidak semua tanah memiliki kemampuan yang baik dalam menahan beban bangunan. Salah satu kondisi tanah yang sering menimbulkan permasalahan dalam bidang teknik sipil adalah tanah lunak. Salah satu jenis penurunan yang dominan pada tanah lempung lunak adalah penurunan akibat konsolidasi. Konsolidasi terjadi karena adanya pembebanan yang menyebabkan air di dalam pori-pori tanah keluar secara bertahap sehingga volume tanah berkurang. Proses ini berlangsung dalam waktu yang relatif lama dan dapat mengakibatkan penurunan total yang cukup besar apabila tidak dianalisis secara tepat. Pada proyek pembangunan gedung perkantoran bank di kawasan Pantai Indah Kapuk (PIK) 2 yang berada di atas tanah lunak, analisis penurunan tanah menjadi aspek yang sangat penting untuk memastikan keamanan dan kinerja struktur.

Untuk mengetahui karakteristik tanah dan potensi penurunannya, diperlukan data penyelidikan tanah baik dari pengujian lapangan maupun pengujian laboratorium. Salah satu pengujian lapangan yang umum digunakan adalah *Cone Penetration Test with pore water pressure* (CPTu). Pengujian ini memberikan data tahanan ujung (q_c), gesekan selimut (f_s), serta tekanan air pori (u) yang berkaitan langsung dengan perubahan tegangan efektif dan perilaku konsolidasi tanah.

Selain itu, pengujian laboratorium berupa uji konsolidasi diperlukan untuk memperoleh parameter kompresibilitas tanah secara lebih detail, seperti indeks pemampatan dan koefisien konsolidasi. Parameter tersebut digunakan dalam perhitungan teoritis untuk menentukan besarnya penurunan tanah serta estimasi waktu yang dibutuhkan hingga konsolidasi tercapai.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pada tanah lempung lunak, sering diterapkan metode perbaikan tanah (*soil improvement*) seperti *Prefabricated Vertical Drain* (PVD) untuk mempercepat proses konsolidasi. PVD berfungsi memperpendek jalur aliran air pori sehingga waktu konsolidasi dapat dipercepat secara signifikan. Oleh karena itu, diperlukan analisis perbandingan kondisi tanah dengan dan tanpa penggunaan PVD untuk mengetahui pengaruhnya terhadap besarnya penurunan dan lamanya waktu konsolidasi.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil analisis penurunan tanah yang diperoleh dari data CPTu dan data uji laboratorium konsolidasi pada tanah lempung lunak, serta menganalisis pengaruh penggunaan PVD terhadap waktu konsolidasi tanah. Oleh karena itu, penelitian ini disusun dengan judul “Analisis Perbandingan Penurunan Tanah Menggunakan Data CPTu dan Data Uji Laboratorium Oedometer.”

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa besar penurunan tanah berdasarkan data lapangan dan laboratorium?
2. Berapa lama waktu konsolidasi tanah dengan dan tanpa perbaikan tanah menggunakan PVD?

1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data primer yang digunakan berupa data CPTu 1 dan hasil uji konsolidasi oedometer pada BH-3.
2. Data sekunder yang digunakan meliputi data topografi dan geologi lokasi penelitian.
3. Analisis penurunan tanah dilakukan secara manual
4. Analisis dilakukan pada penampang melintang (2D) timbunan simulasi/ rencana.
5. Penelitian tidak mempertimbangkan pengaruh gempa, creep, perubahan muka air tanah, maupun faktor eksternal lainnya.
6. Beban timbunan diasumsikan bekerja merata pada permukaan tanah tanpa memperhitungkan distribusi tegangan lateral dan kedalaman, Beban yang dianalisis berasal dari timbunan dengan variasi tinggi 0,5 m sampai 3,0 m.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

7. Parameter konsolidasi hasil uji oedometer pada kedalaman 6,50–7,00 m diasumsikan mewakili lapisan tanah kohesif dengan karakteristik serupa pada lokasi penelitian.
8. Parameter tanah yang diperoleh dari data CPTu ditentukan menggunakan korelasi empiris yang sesuai dengan jenis tanah yang ditinjau.
9. Pengaruh penurunan segera (*immediate settlement*), penurunan sekunder (*secondary compression*), serta pengaruh gempa dan perubahan muka air tanah tidak diperhitungkan dalam penelitian ini.
10. Hasil penelitian dibatasi pada perbandingan nilai penurunan tanah dan waktu konsolidasi, tanpa membahas aspek biaya pelaksanaan perbaikan tanah.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilaksanakannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui besarnya penurunan tanah berdasarkan data lapangan dan laboratorium.
2. Mengetahui lamanya waktu konsolidasi tanah dengan dan tanpa perbaikan tanah menggunakan PVD.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini diharapkan dapat menghindari kerusakan infrastruktur dalam bangunan yang dibangun di lahan lunak.
2. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan referensi terhadap desain lahan lunak sesuai dengan SNI 8460-2017.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penyusunan skripsi/ tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Membahas teori tanah lunak, konsolidasi (Terzaghi 1D), parameter tanah berdasarkan CPTu dan uji laboratorium, konsep PVD, dan penelitian terdahulu yang relevan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan lokasi dan data penelitian, tahapan pengolahan data, perhitungan penurunan tanah secara manual, analisis percepatan konsolidasi dengan PVD.

BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

Menyajikan hasil pengolahan data, perhitungan penurunan tanpa dan dengan PVD, grafik waktu terhadap penurunan, serta hasil analisis stabilitas berupa nilai faktor keamanan dan pembahasannya.

BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan dan saran berdasarkan hasil penelitian.

LAMPIRAN

Memuat data pendukung dan hasil perhitungan.





BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis penurunan tanah menggunakan data CPTu-1 dan oedometer BH-3 serta analisis waktu konsolidasi tanpa dan dengan pemasangan Prefabricated Vertical Drain (PVD), diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil perhitungan menggunakan data CPTu-1 menghasilkan penurunan tanah total sebesar 0,1682 m. Penurunan pada Lapisan 1 sebesar 0,1098 m, Lapisan 2 sebesar 0,0047 m, Lapisan 3 sebesar 0,0532 m, dan Lapisan 4 sebesar 0,0003 m. Perhitungan dilakukan dengan interval kedalaman 0,2 m sehingga perubahan parameter dan karakteristik tanah terhadap kedalaman dapat diperhitungkan secara lebih rinci. Metode CPTu menggunakan constrained modulus (M), sehingga penurunan pada lapisan pasir dan silty sand tetap dapat dihitung berdasarkan deformasi vertikal akibat penambahan tegangan.
2. Hasil perhitungan menggunakan data oedometer BH-3 menghasilkan penurunan konsolidasi total sebesar 0,0823 m. Penurunan pada Lapisan 1 sebesar 0,0560 m dan pada Lapisan 3 sebesar 0,0263 m. Lapisan 2 dan Lapisan 4 tidak dihitung menggunakan metode oedometer karena masing-masing merupakan lapisan pasir dan silty sand, sedangkan analisis konsolidasi oedometer dalam penelitian ini difokuskan pada lapisan tanah kohesif.
3. Penurunan berdasarkan data CPTu-1 lebih besar dibandingkan hasil oedometer BH-3. Selisih total penurunan kedua metode adalah:
$$\Delta S_c = 0,1682 - 0,0823 = 0,0859 \text{ m}$$

Hasil CPTu-1 sekitar 2,04 kali hasil oedometer atau 104,37% lebih besar terhadap hasil oedometer. Meskipun CPTu memperhitungkan Lapisan 2 dan Lapisan 4, kontribusi kedua lapisan tersebut hanya sebesar 0,0050 m. Oleh karena itu, perbedaan hasil terutama berasal dari perhitungan pada Lapisan 1 dan Lapisan 3, bukan hanya karena dimasukkannya lapisan pasir dalam perhitungan CPTu.
4. Perbedaan hasil penurunan menunjukkan bahwa sumber dan metode penentuan parameter tanah memengaruhi hasil analisis. Parameter CPTu diperoleh melalui korelasi empiris terhadap respons tanah selama penetrasi konus dan merepresentasikan kondisi tanah secara kontinu setiap interval kedalaman. Sebaliknya, parameter oedometer diperoleh dari pengujian langsung terhadap



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

sampel tanah pada kedalaman tertentu. Perbedaan lokasi antara CPTu-1 dan BH-3, keterwakilan kedalaman sampel, variasi kondisi tanah, serta kemungkinan gangguan sampel turut menyebabkan hasil kedua metode tidak sama. Pada penelitian ini, metode CPTu-1 menghasilkan estimasi penurunan yang lebih besar dan lebih konservatif dibandingkan metode oedometer BH-3.

5. Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai derajat konsolidasi yang ditetapkan tanpa pemasangan PVD adalah 19,92 tahun. Waktu tersebut relatif lama karena tanah kohesif mempunyai permeabilitas rendah sehingga air pori hanya mengalir melalui arah vertikal menuju lapisan drainase.
6. Pemasangan PVD secara signifikan mempercepat proses konsolidasi. Berdasarkan nilai koefisien konsolidasi horizontal (C_h) dari data CPTu-1, waktu konsolidasi pada jarak pemasangan PVD 1,2 m, 1,3 m, dan 1,4 m masing-masing adalah 1,55 hari, 1,88 hari, dan 2,25 hari. Sementara itu, berdasarkan parameter laboratorium oedometer, waktu konsolidasi pada jarak yang sama masing-masing adalah 93,78 hari, 113,83 hari, dan 136,06 hari.

Jarak PVD	Waktu berdasarkan CPTu-1	Waktu berdasarkan Oedometer
1,2 m	1,55 hari	93,78 hari
1,3 m	1,88 hari	113,83 hari
1,4 m	2,25 hari	136,06 hari

7. Semakin rapat jarak pemasangan PVD, semakin singkat waktu konsolidasi. Jarak PVD 1,2 m menghasilkan waktu konsolidasi paling cepat, sedangkan jarak 1,4 m menghasilkan waktu paling lama. Hal tersebut terjadi karena jarak pemasangan yang lebih rapat memperpendek lintasan aliran air pori menuju PVD sehingga disipasi tekanan air pori berlangsung lebih cepat.
8. Hasil waktu konsolidasi berdasarkan parameter CPTu-1 jauh lebih cepat dibandingkan hasil berdasarkan parameter laboratorium oedometer. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh nilai koefisien konsolidasi yang digunakan pada setiap metode. Oleh karena itu, pemilihan parameter konsolidasi horizontal harus dilakukan secara hati-hati karena sangat memengaruhi hasil perencanaan waktu konsolidasi dengan PVD.
9. Secara keseluruhan, CPTu dan oedometer memberikan karakteristik hasil yang berbeda. CPTu memberikan profil tanah secara kontinu dan dapat digunakan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

untuk memperkirakan deformasi pada lapisan kohesif maupun granular berdasarkan nilai constrained modulus. Oedometer memberikan parameter kompresibilitas secara langsung, tetapi hanya mewakili kondisi sampel dan kedalaman pengambilan tertentu. Penggunaan kedua metode secara bersamaan dapat memberikan gambaran yang lebih lengkap dalam menentukan besarnya penurunan dan waktu konsolidasi tanah.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya maupun penerapan di lapangan adalah sebagai berikut.

1. Pengujian CPTu dan pengambilan sampel tanah untuk oedometer sebaiknya dilakukan pada lokasi yang berdekatan agar kondisi tanah yang dibandingkan memiliki karakteristik stratigrafi yang lebih seragam. Hal ini dapat mengurangi perbedaan hasil yang disebabkan oleh variasi kondisi tanah antara titik CPTu-1 dan BH-3.
2. Nilai koefisien konsolidasi horizontal (C_h) yang digunakan dalam perencanaan PVD sebaiknya diverifikasi menggunakan hasil uji disipasi CPTu, pengujian laboratorium, atau data pemantauan lapangan. Hal ini penting karena perbedaan nilai C_h memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap hasil waktu konsolidasi.
3. Pemilihan jarak pemasangan PVD tidak hanya didasarkan pada waktu konsolidasi tercepat. Jarak PVD perlu ditentukan dengan mempertimbangkan target waktu pelaksanaan, biaya pemasangan, jumlah titik PVD, kapasitas alat, kondisi lapangan, serta kemungkinan terjadinya smear zone dan hambatan aliran pada drainase.
4. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan analisis sensitivitas terhadap parameter yang paling memengaruhi hasil, seperti constrained modulus (M), indeks kompresi (C_c), koefisien konsolidasi (C_v dan C_h), tinggi timbunan, serta jarak pemasangan PVD. Analisis tersebut dapat menunjukkan pengaruh perubahan setiap parameter terhadap besarnya penurunan dan waktu konsolidasi.
5. Ketelitian dalam penggunaan satuan, jumlah angka desimal, dan pembulatan perlu dijaga secara konsisten. Nilai total sebaiknya dihitung menggunakan

angka asli sebelum pembulatan agar tidak terjadi perbedaan antara hasil penjumlahan setiap lapisan dan hasil total perhitungan.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





DAFTAR PUSTAKA

- C. C. Wijaya and K. Kristiadi, "INTERPRETASI HASIL CPT-U UNTUK MENGHITUNG PENURUNAN KONSOLIDASI PRIMER DAN DAYA DUKUNG PONDASI DANGKAL PADA TANAH LUNAK (STUDI KASUS KLASER C PROYEK PERUMAHAN MUTIARA ARTERI DI JL. GAJAH RAYA, KOTA SEMARANG)," 2022.
- J. N. Ardiansyah, A. p Hendrawan, and Sumiadi, "Perbaikan Tanah Lunak Menggunakan Prefabricated Vertical Drain (PVD) Untuk Mengurangi Waktu Konsolidasi Pada Segmen Utara Tanggul Lumpur Sidoarjo," vol. 05, no. 02, pp. 842–854, 2025.
- Muhardi and H. Maizir, "Analisis Geoteknik Runway Bandara Sultan Syarif Kasim II International Airport STA 2+300 hingga STA 2+600," vol. 2, pp. 0–7, 2023.
- R. Surbakti, "Prediksi Penurunan Konsolidasi Tanah Lunak Dengan Metode Analitis Dan Metode Element Hingga," vol. 5, no. September, pp. 83–91, 2021.
- G. A. Salo, L. Winiarsi, and S. Fatimah, "ANALISIS PENURUNAN KONSOLIDASI TANAH MENGGUNAKAN METODE PRE-FEBRICATED VERTICAL DRAIN (PVD) PADA SHOULDER TAXIWAY G DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL JENDERAL AHMAD YANI SEMARANG," pp. 1–8, 2023.
- Hasibuan, et al., *ATLAS SEBARAN TANAH LUNAK INDONESIA*, 2019th ed. Bandung: Badan Geologi Kementerian ESDM, 2019.
- Z. F Lilabsari, "EVALUASI KINERJA PERBAIKAN TANAH LUNAK MENGGUNAKAN INSTRUMENT GEOTEKNIK PADA PEMBANGUNAN KAWASAN KOTA SUMMARECON BANDUNG AREA CLUSTER AMANDA DAN BTARI DENGAN PENGGUNAAN PRELOADING DAN PREFABRICATED VERTICAL DRAIN (PVD)," 2018.
- et al. Ramadhan s, "PENURUNAN PERMUKAAN TANAH DI PESISIR PANTAI UTARA JAWA, DESA BANDARHARJO DAN SEKITARNYA, KOTA SEMARANG, JAWA TENGAH.," vol. 5, no. 4, 2021.
- H. C. Hardiyatmo et al., *Mekanika TANAH II*, 3rd ed.
- P. K. Robertson and K. Cabal, *Guide to CONE PENETRATION TEDSTING*. 2022.
- B. M. Das, *Principles of. Soil Engineering*
- N. Kuganeswaran, A. Rahim, and N. Ali, "Consolidation in Soft Soil – Case Study on Prefabricated Vertical Drains (PVDs) Abstract :," pp. 310–319, 2021, doi: 10.2174/1874149502115010310.
- B. Xu and N. He, "Nonlinear consolidation analysis of multilayered soil with coupled vertical-radial drainage using the spectral method," *Acta Geotech.*, vol. 18, no.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- 4, pp. 1841–1861, 2023, doi: 10.1007/s11440-022-01679-2.
- R. A. Barron, “Consolidation of fine-grained soils by drain wells,” *Trans. Am. Soc. Civ. Eng.*, vol. 113, no. 1, pp. 718–754, 1948, doi: 10.1061/TACEAT.0006098.
- S. Hansbo, “Consolidation of fine-grained soils by prefabricated drains,” in *Proc. 10th Int. Conf. Soil Mech. Found. Eng.*, Stockholm, Sweden, vol. 3, pp. 677–682, 1981.
- N. Carrillo, “Simple two and three dimensional cases in the theory of consolidation of soils,” *J. Math. Phys.*, vol. 21, no. 1, pp. 1–5, 1942, doi: 10.1002/sapm19422111.
- R. D. Holtz, M. B. Jamiolkowski, R. Lancellotta, and R. Pedroni, “Preloading with prefabricated vertical strip drains,” *Geotext. Geomembr.*, vol. 6, nos. 1–3, pp. 109–131, 1987, doi: 10.1016/0266-1144(87)90061-6.
- A. T. Yeung, “Design curves for prefabricated vertical drains,” *J. Geotech. Geoenviron. Eng.*, vol. 123, no. 8, pp. 755–759, 1997, doi: 10.1061/(ASCE)1090-0241(1997)123:8(755).
- B. C. Hawlader, G. Imai, and B. Muhunthan, “Numerical study of the factors affecting the consolidation of clay with vertical drains,” *Geotext. Geomembr.*, vol. 20, no. 4, pp. 213–239, 2002, doi: 10.1016/S0266-1144(02)00012-2.
- H. M. Abuel-Naga, M. J. Pender, and D. T. Bergado, “Design curves of prefabricated vertical drains including smear and transition zones effects,” *Geotext. Geomembr.*, vol. 32, pp. 1–9, 2012, doi: 10.1016/j.geotexmem.2011.10.007.
- D. H. Ngo et al., “Consolidation behavior of dredged ultra-soft soil improved with prefabricated vertical drain at the Mae Moh mine, Thailand,” *Geotext. Geomembr.*, vol. 48, no. 4, pp. 561–571, 2020, doi: 10.1016/j.geotexmem.2020.03.002.
- M. Adriyati, N. Yasufuku, R. Ishikura, X. Wu, and A. Rifa’i, “Improved mandrel system for prefabricated vertical drain installation: A macro to micro analysis,” *Appl. Sci.*, vol. 13, no. 11, Art. no. 6673, 2023, doi: 10.3390/app13116673.
- T. Lunne, P. K. Robertson, and J. J. M. Powell, *Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice*. London, U.K.: Blackie Academic & Professional, 1997, doi: 10.1201/9781482295047.
- P. K. Robertson, “Interpretation of cone penetration tests—A unified approach,” *Can. Geotech. J.*, vol. 46, no. 11, pp. 1337–1355, 2009, doi: 10.1139/T09-065.