

No. 14/TA/D3-KS/2026

TUGAS AKHIR

**ANALISIS EFEKTIVITAS PILE MATTRESS BAMBU SEBAGAI
PERKUATAN TANAH LUNAK PADA KONSTRUKSI JALAN TOL
SEMARANG-DEMAK**



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

Disusun Oleh:

Putri Rian Tini

NIM 2301321068

Pembimbing:

Handi Sudardja, S.T., M.Eng.

NIP 196304111988031001

PROGRAM STUDI D-III KONSTRUKSI SIPIL

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

Tugas Akhir Berjudul:

ANALISIS EFEKTIVITAS PILE MATTRESS BAMBU SEBAGAI PERKUATAN TANAH LUNAK PADA KONSTRUKSI JALAN TOL SEMARANG-DEMAK

Yang di susun oleh **Putri Rian Tini (2301321068)** yang telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam

Sidang Tugas Akhir Tahap 1

Pembimbing,

Handi Sudardja, S.T., M.Eng.

NIP 196304111988031001



- 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

Laporan Tugas Akhir Berjudul:

ANALISIS EFEKTIVITAS PILE MATTRESS BAMBU SEBAGAI PERKUATAN TANAH LUNAK PADA KONSTRUKSI JALAN TOL SEMARANG-DEMAK

Yang Disusun Oleh:

Putri Rian Tini (2301321068)

Telah dipertahankan dalam Sidang Tugas Akhir Tahap 1 di depan Tim Penguji pada hari Kamis, 4 Juni 2026

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Yelvi, S.T., M.T. NIP. 197207231997022002	
Anggota	Zainal Nur Arifin, Dipl.Ing.Htl, M.T., Dr.Sc. NIP. 196308091992011001	

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta



Isitiatur, S.T., M.T.

NIP 1966051819900102001



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Putri Rian Tini
NIM : 2301321068
Prodi : Konstruksi Sipil
Alamat Email : puputputririani@gmail.com
Judul Naskah : Analisis Efektivitas Pile Mattress Bambu sebagai Perkuatan Tanah Lunak pada Konstruksi Jalan Tol Semarang-Demak

Dengan ini saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Tugas Akhir Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Akademik 2025/2026 adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah dilakukan 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 saya buat dengan sebenarnya.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 19 Mei 2026

Putri Rian Tini

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 satu 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



ABSTRAK

Pembangunan Jalan Tol Semarang–Demak pada segmen STA 1+578 hingga STA 8+314 melewati kawasan tanah lunak dengan kedalaman lapisan kritis mencapai 20 meter. Hasil penyelidikan tanah pada titik bor BH.1/P.9 menunjukkan nilai N-SPT rata-rata 2,09 dan kuat geser undrained (C_u) terkoreksi Bjerrum sebesar 2,99 kPa, mengindikasikan kondisi sangat lunak dan underconsolidated. Penelitian ini menganalisis efektivitas sistem pile mattress bambu petung (*Dendrocalamus asper*) yang dikombinasikan dengan Prefabricated Vertical Drain (PVD) dan preloading bertahap sebagai solusi perkuatan tanah lunak. Analisis kapasitas tiang menggunakan metode α menghasilkan kapasitas izin grup $Q_a = 54,74$ kN/grup (jarak tiang $s = 0,5$ m), yang dinyatakan aman terhadap beban *soil arching* $W_p = 52,78$ kN berdasarkan metode BS 8006-1:2010 dan Hewlett & Randolph (1988). Analisis stabilitas lereng dengan Metode Bishop Simplified menghasilkan Faktor Keamanan $SF = 1,642$, memenuhi syarat SNI 8460:2017 ($SF \geq 1,5$). Total settlement konsolidasi primer dihitung sebesar 3,63 m, sehingga preloading mutlak diperlukan. Penggunaan PVD berhasil mereduksi waktu konsolidasi dari 45,2 tahun menjadi 3,58 bulan untuk mencapai $U = 90\%$. Sistem ini juga menghasilkan penghematan biaya sebesar 53,2% dibandingkan metode konvensional.

Kata Kunci: *Pile Mattress* Bambu, *Soil Arching*, Tanah Lunak, *Settlement*, PVD

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





KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "*Analisis Efektivitas Sistem Pile Mattress Bambu sebagai Perkuatan Tanah Lunak pada Konstruksi Jalan Tol Semarang–Demak*" dengan sebaik-baiknya.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan program studi D-III Konstruksi Sipil Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta. Penelitian ini mengkaji efektivitas sistem pile mattress bambu petung yang dikombinasikan dengan Prefabricated Vertical Drain (PVD) dan preloading bertahap dalam mengatasi permasalahan tanah lunak pada jalur Jalan Tol Semarang–Demak segmen STA 1+578 - 8+314.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyelesaian Tugas Akhir ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Istiatun, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta, atas dukungan kelembagaan yang diberikan selama penulis menempuh studi.
2. Ibu RA Kartika Hapsari Sustantiningrum S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Konstruksi Sipil, atas arahan dan kemudahan administratif selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Handi Sudardja, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, koreksi, serta motivasi yang sangat berarti bagi penulis dalam setiap tahapan penyelesaian penelitian ini.
4. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta, atas ilmu pengetahuan, pengalaman, dan dedikasi yang telah diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan.
5. Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jateng – DIY, atas ketersediaan data penyelidikan tanah Proyek Jalan Tol Semarang-Demak yang menjadi dasar analisis dalam penelitian 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 mengumumikan 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

6. Kedua orang tua dan seluruh keluarga penulis, atas doa yang tiada henti, dukungan moral, dan pengorbanan yang tidak ternilai selama penulis menyelesaikan studi.
7. Teman-teman Sipil Sore 2023, atas kebersamaan, diskusi, dan semangat yang saling menguatkan selama proses perkuliahan hingga penyelesaian Tugas Akhir ini.
8. Terima kasih kepada Sofwan Stauri, selalu berhasil membuat penulis tetap waras selama mengerjakan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna mengingat keterbatasan pengetahuan dan pengalaman penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat konstruktif sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang geoteknik, serta menjadi referensi yang berguna bagi praktisi dan peneliti yang menangani permasalahan tanah lunak di Indonesia.

Depok, 19 Mei 2026

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Tanah Lunak.....	9
2.1.1 Definisi dan Karakteristik Tanah Lunak.....	9
2.1.2 Klasifikasi Konsistensi Tanah Lunak	9
2.2 Parameter Tanah Lunak.....	10
2.2.1 Kuat Geser	10
2.2.2 Tegangan Efektif Vertikal.....	11
2.2.3 Konsolidasi dan Status Konsolidasi	11
2.3 Standard Penetration Test (SPT) dan Korelasi N-SPT	12
2.3.1 Faktor – Faktor Koreksi N-SPT	13
2.4 Field Vane Shear Test (FVST).....	14
2.5 Perkuatan Tanah Lunak	14

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 :

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

2.5.1	Pile Mattress Bambu.....	15
2.5.2	Prefabricated Vertikal Drain (PVD)	16
2.5.3	Cerucuk Bambu	17
2.6	Kapasitas Dukung Tiang	18
2.6.1	Kapasitas Dukung Tiang Tunggal	18
2.6.2	Kapasitas Dukung Grup Tiang	19
2.7	Mekanisme Soil Arching pada Sistem Pile Mattress	20
2.7.1	Metode BS 8006-1:2010.....	20
2.7.2	Metode Hewlett & Randolph (1988).....	21
2.8	Distribusi Tegangan Vertikal Metode Boussinesq.....	21
2.9	Penurunan Konsolidasi Primer.....	22
2.10	Waktu Konsolidasi	23
2.11	Analisis Stabilitas Lereng Metode Bishop Simplified	23
2.12	Gap Analisis Penelitian Terdahulu	24
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1	Lokasi Penelitian	27
3.2	Diagram Alir Penelitian.....	29
3.3	Metode Pengumpulan Data	32
3.4	Metode Analisis Data	33
BAB IV	ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1	Karakteristik Parameter Geoteknik Tanah Lunak	36
4.1.1	Profil Tanah Berdasarkan Data SPT.....	36
4.1.2	Klasifikasi dan Konsistensi Lapisan Tanah (Data SPT & FVST)	37
4.1.3	Tegangan Efektif Vertikal dan Parameter Konsolidasi Tanah ..	38
4.2	Sistem Perkuatan Tanah Lunak (Pile Mattress Bambu).....	39
4.2.1	Konfigurasi Sistem pada Proyek Semarang–Demak.....	40
4.2.2	Kapasitas Dukung Tiang Bambu Tunggal (Single Pile).....	42
4.2.3	Kapasitas Grup Tiang Bambu dan Analisis Soil Arching.....	42
4.2.4	Analisis Mekanisme Soil Arching	43
4.3	Analisis Stabilitas Timbunan.....	45
4.3.1	Distribusi Tegangan Vertikal di Bawah Embankment (Boussinesq).....	45
4.3.2	Prediksi Settlement Konsolidasi Primer.....	46
4.3.3	Hasil Analisis Stabilitas Lereng Metode Bishop Simplified	47



© 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 satu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.4	Analisis Waktu Konsolidasi dengan PVD.....	49
4.5	Analisis Efisiensi Biaya	50
4.6	Perbandingan Jarak Tiang	51
4.7	Evaluasi Pemenuhan Kriteria Keamanan SNI 8460:2017	52
4.8	Rekapitulasi Perbandingan Efektivitas dan Efisiensi Desain.....	53
BAB V	PENUTUP	55
5.1	Kesimpulan.....	55
5.2	Saran.....	56
	DAFTAR PUSTAKA.....	58
	LAMPIRAN	62





DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Konfigurasi Sistem Perkuatan Tanah Lunak	15
Gambar 2. 2	Pile Mattress Bambu.....	16
Gambar 2. 3	Prefabricated Vertikal Drain (PVD)	17
Gambar 3. 1	Lokasi Proyek Jalan Tol Semarang – Demak.....	27
Gambar 3. 2	Diagram Alir Penelitian.....	32
Gambar 4. 1	Konfigurasi Cerucuk Bambu (1 Tiang = 7 Bambu, 1 Grup = 4 Tiang)	40
Gambar 4. 2	Konfigurasi Sistem Perkuatan Tanah Lunak pada Proyek Jalan Tol Semarang-Demak	41
Gambar 4. 3	Ilustrasi Mekanisme Soil Arching	44

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	Klasifikasi Konsistensi Tanah Kohesif Berdasarkan N-SPT	10
Tabel 2.2	Faktor Koreksi N-SPT.....	13
Tabel 2.3	Sifat Mekanik Bambu Petung (<i>Dendrocalamus asper</i>)	18
Tabel 2.4	Gap Analisis Penelitian Terdahulu	24
Tabel 3.1	Data Umum Lokasi Penelitian	27
Tabel 4.1	Nilai N_{60} Berdasarkan Hasil SPT Terkoreksi pada BH.1/P.9	36
Tabel 4.2	Rekapitulasi Konsistensi Lapisan Tanah BH.1/P.9	38
Tabel 4.3	Perhitungan Tegangan Efektif Vertikal (σ'_{v0}) per Kedalaman.....	38
Tabel 4.4	Parameter Konsolidasi Tanah per Sampel Undisturbed	39
Tabel 4.5	Parameter Konfigurasi Tiang Bambu Proyek Tol Semarang – Demak40	
Tabel 4.6	Perhitungan Kapasitas Dukung Tiang Bambu Tunggal	42
Tabel 4.7	Rekapitulasi Kapasitas Tiang Bambu.....	43
Tabel 4.8	Perbandingan Hasil Analisis Soil Arching ($s = 0,5$ m).....	44
Tabel 4.9	Distribusi Tegangan Vertikal Boussinesq di Bawah Pusat Embankment45	
Tabel 4.10	Komponen Beban Total di Permukaan Tanah	46
Tabel 4.11	Perhitungan Settlement Konsolidasi Primer per Lapisan.....	47
Tabel 4.12	Parameter Analisis Stabilitas Lereng.....	48
Tabel 4.13	Rekapitulasi Hasil Analisis Stabilitas Lereng	48
Tabel 4.16	Perbandingan Waktu Konsolidasi Tanpa dan dengan PVD.....	50
Tabel 4.17	Perbandingan antar Jarak Tiang	51
Tabel 4.18	Evaluasi Pemenuhan Kriteria Keamanan SNI 8460:2017	52
Tabel 4.19	Rekapitulasi Perbandingan Efektivitas dan Efisiensi Desain.....	53

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 :

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 LAMPIRAN

Lampiran 1	Persetujuan Dosen Pembimbing.....	63
Lampiran 2	Lembar Pengesahan.....	64
Lampiran 3	Lembar Asistensi Pembimbing.....	65
Lampiran 4	Lembar Asistensi Penguji 1.....	66
Lampiran 5	Lembar Asistensi Penguji 2.....	67
Lampiran 6	Data Boring Log BH.1/P.9.....	68
Lampiran 7	Data Field VaneShear Test (FVST).....	70
Lampiran 8	Data Soil Test.....	71
Lampiran 9	Surat dari BBPJJN Jawa Tengah.....	73





- 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

Pembangunan infrastruktur di atas tanah lunak merupakan salah satu tantangan geoteknik terbesar yang dihadapi oleh berbagai negara berkembang di dunia, termasuk Indonesia. Tanah lunak memiliki karakteristik berupa daya dukung rendah, kompresibilitas tinggi, dan permeabilitas kecil, sehingga konstruksi yang dibangun di atasnya sangat rentan terhadap penurunan berlebih (settlement) dan kegagalan stabilitas lereng. Permasalahan ini menjadi semakin kritis seiring meningkatnya kebutuhan pembangunan infrastruktur transportasi yang kerap tidak dapat menghindari lokasi dengan kondisi tanah yang tidak ideal.

Di Indonesia, sebaran tanah lunak sangat luas terutama di sepanjang kawasan pesisir Pulau Jawa, Sumatera, dan Kalimantan. Pesisir utara Jawa Tengah merupakan salah satu wilayah dengan lapisan tanah lunak yang dalam dan tebal, menjadikannya tantangan tersendiri dalam pembangunan infrastruktur strategis nasional. Pemerintah melalui program Jalan Tol Trans-Jawa terus mendorong percepatan pembangunan konektivitas antarwilayah, salah satunya adalah Proyek Jalan Tol Semarang-Demak yang sebagian besar trase-nya melewati kawasan pesisir dengan kondisi tanah lunak yang kompleks.

Berdasarkan hasil penyelidikan tanah pada titik bor BH.1/P.9 Proyek Jalan Tol Semarang-Demak, ditemukan lapisan lempung sangat lunak pada kedalaman 4-20 meter dengan nilai N-SPT rata-rata 2,09 pukulan, kuat geser undrained (C_u) hanya 2,99 kPa, dan angka pori (e_0) mencapai 1,68. Kondisi ini mengakibatkan prediksi penurunan konsolidasi primer mencapai 3,63 meter, jauh melampaui batas toleransi Bina Marga sebesar 30 cm, dengan waktu konsolidasi alami mencapai 45 tahun. Tanpa perkuatan, analisis stabilitas lereng menghasilkan angka keamanan (SF) sebesar 0,184, yang berarti kondisi timbunan setinggi 14,30 meter berada dalam keadaan sangat kritis dan tidak aman.

Berbagai metode perkuatan tanah lunak telah dikembangkan sebagai solusi atas permasalahan tersebut, di antaranya sistem pile mattress bambu yang dikombinasikan dengan Prefabricated Vertikal Desain (PVD) dan preloading. Sistem pile mattress



bambu memanfaatkan cerucuk bambu petung sebagai tiang pendek perkuatan dengan mekanisme transfer beban melalui efek soil arching, sekaligus memanfaatkan keunggulan material lokal yang ramah lingkungan dan ekonomis. Pembangunan PVD mampu mereduksi waktu konsolidasi dari 543 bulan menjadi sekitar 3,58 bulan. Meskipun sistem ini telah direncanakan dalam dokumen desain proyek, kajian analitis yang komprehensif terhadap kapasitas dukung, efek soil arching, prediksi settlement, dan stabilitas lereng berdasarkan SNI 8460:2017 masih perlu dilakukan secara mendalam. Oleh karena itu, penelitian ini dilaksanakan untuk menganalisis kinerja sistem pile mattress bambu sebagai solusi perkuatan tanah lunak pada Proyek Jalan Tol Semarang-Demak berdasarkan data penyelidikan tanah.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik parameter geoteknik tanah lunak berdasarkan data SPT dan Field Vane Shear Test (FVST) pada titik bor BH.1/P.9 Proyek Jalan Tol Semarang–Demak?
2. Bagaimana mekanisme kerja pile mattress bambu sebagai sistem perkuatan tanah lunak ditinjau dari kapasitas dukung tiang tunggal, efisiensi grup tiang, dan efek soil arching?
3. Bagaimana hasil analisis kapasitas dukung dan stabilitas timbunan pada sistem pile mattress bambu menggunakan metode analitis berdasarkan SNI 8460:2017?
4. Berapa besar prediksi settlement konsolidasi primer dan waktu konsolidasi yang diperlukan dengan kombinasi pile mattress bambu, PVD, dan preloading?
5. Bagaimana pengaruh variasi jarak tiang (*spacing*) terhadap efektivitas transfer beban melalui mekanisme soil arching pada sistem pile mattress bambu?
6. Apakah sistem pile mattress bambu yang direncanakan memenuhi kriteria keamanan stabilitas lereng dan batas penurunan yang disyaratkan SNI 8460:2017?

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



1.3 Tujuan

1. Mengidentifikasi dan menganalisis karakteristik parameter geoteknik tanah lunak berdasarkan data SPT dan Field Vane Shear Test (FVST) pada titik bor BH.1/P.9 Proyek Jalan Tol Semarang–Demak.
2. Menganalisis mekanisme kerja sistem pile mattress bambu ditinjau dari kapasitas dukung tiang tunggal, efisiensi grup tiang, dan efek soil arching berdasarkan metode analitis.
3. Menghitung kapasitas dukung dan angka keamanan stabilitas timbunan pada sistem pile mattress bambu menggunakan metode analitis sesuai SNI 8460:2017.
4. Memprediksi besar penurunan konsolidasi primer (settlement) dan waktu konsolidasi yang diperlukan dengan kombinasi sistem pile mattress bambu, PVD, dan preloading.
5. Menganalisis pengaruh variasi jarak tiang terhadap efektivitas transfer beban melalui mekanisme soil arching pada sistem pile mattress bambu.
6. Mengevaluasi pemenuhan kriteria keamanan stabilitas lereng dan batas penurunan yang disyaratkan SNI 8460:2017 pada sistem pile mattress bambu yang direncanakan.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat teoritis/akademis

- a. Menambah referensi dan literatur ilmiah mengenai penggunaan material bambu dalam aplikasi rekayasa geoteknik, khususnya sebagai pile mattress untuk perkuatan tanah lunak.
- b. Memberikan kontribusi data empiris terhadap pengembangan ilmu pengetahuan geoteknik berbasis material lokal terbarukan di Indonesia.
- c. Menjadi rujukan bagi penelitian selanjutnya terkait inovasi metode perbaikan tanah lunak yang berkelanjutan.

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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin 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

2. Manfaat praktis

- a. Memberikan alternatif solusi teknis yang ekonomis dan ramah lingkungan untuk perbaikan tanah lunak pada proyek infrastruktur jalan.
- b. Menyediakan studi kasus nyata mengenai implementasi pile mattress bambu pada proyek jalan tol skala besar yang dapat dijadikan acuan oleh praktisi dan kontraktor.
- c. Mendorong pemanfaatan sumber daya lokal (bambu) sebagai material konstruksi yang berkelanjutan dan mengurangi ketergantungan terhadap material impor.

1.5 Batasan Masalah

1. Batasan lokasi dan objek kajian

- a. Studi kasus terbatas pada STA 1+578 - 8+314 (Sea Dike area) proyek Jalan Tol Semarang – Demak
- b. Fokus kajian pada sistem perkuatan tanah dasar (*subgrade improvement*) menggunakan pile mattress bambu yang dikombinasikan dengan PVD dan preloading.

2. Batasan data dan sumber informasi

- a. Analisis menggunakan data sekunder yang bersumber dari dokumen Feasibility Study proyek Jalan Tol Semarang – Demak tahun 2019 dan Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jateng – DIY
- b. Data penyelidikan tanah berupa data Boring Log, FVST dan Soil Test yang tersedia dalam dokumen proyek.

3. Batasan metode analisis

- a. Korelasi parameter kuat geser tanah (C_u) diperoleh dari data Field Vane Shear Test (FVST) yang dikoreksi dengan faktor Bjerrum (1973), serta didukung estimasi dari data N-SPT menggunakan rumus empiris Terzaghi & Peck (1967).
- b. Parameter konsolidasi (C_c , C_s) diestimasi dari angka pori menggunakan rumus empiris Hough (1957).



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. Batasan aspek teknis yang dikaji

- a. Fokus kajian pada aspek geoteknis meliputi stabilitas lereng timbunan dan settlement (penurunan tanah).
- b. Tidak membahas desain struktur atas seperti perkerasan jalan (pavement design).
- c. Tidak membahas aspek hidrologi dan drainase secara detail.
- d. Tidak membahas aspek konstruksi dan metode pelaksanaan di lapangan secara mendetail.
- e. Tidak membahas analisis dinamis akibat beban gempa atau beban bergerak kendaraan.
- f. Tidak membahas analisis kapasitas dukung tanah terhadap beban geser (shear loading) akibat gaya lateral; tinjauan kapasitas tiang bambu dibatasi pada tahanan aksial (gesekan selimut dan tahanan ujung) akibat beban vertikal.

5. Batasan material dan desain

- a. Spesifikasi bambu yang digunakan mengacu pada data desain proyek.
- b. Tidak dilakukan pengujian material bambu secara eksperimental.

6. Batasan analisis ekonomi

- a. Tidak dilakukan analisis biaya secara mendetail (Rencana Anggaran Biaya/RAB lengkap).
- b. Tidak membahas analisis kelayakan ekonomi proyek secara keseluruhan (feasibility ekonomi).

7. Batasan kriteria desain

- a. Kriteria keamanan mengacu pada SNI 8460:2017 tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik dan standar teknis terkait lainnya.
- b. Faktor keamanan (Safety Factor) minimum yang dipersyaratkan: $SF \geq 1,5$ untuk kondisi akhir konstruksi dan $SF \geq 1,2$ untuk kondisi saat konstruksi.



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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- c. Settlement yang diijinkan sesuai dengan kriteria desain jalan tol.

8. Batasan waktu dan konsolidasi

- a. Analisis dilakukan berdasarkan kondisi pada tahun perencanaan dan tidak memperhitungkan perubahan kondisi lapangan terkini.
- b. Tidak membahas aspek pemeliharaan (maintenance) jangka panjang setelah masa konstruksi.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini merupakan bab pembuka yang menguraikan kerangka dasar penelitian. Bab I memuat latar belakang yang menjelaskan kondisi geoteknik wilayah pesisir Indonesia, permasalahan tanah lunak pada proyek Jalan Tol Semarang-Demak STA 1+578 - 8+314, serta urgensi penggunaan pile mattress bambu sebagai solusi perkuatan tanah. Selanjutnya diuraikan rumusan masalah yang menjadi dasar penelitian, tujuan penelitian yang ingin dicapai, manfaat penelitian baik secara teoritis maupun praktis, batasan masalah yang membatasi ruang lingkup kajian, serta sistematika penulisan yang menggambarkan struktur penyusunan laporan secara keseluruhan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan landasan teori dan kajian literatur yang menjadi dasar ilmiah dalam pelaksanaan penelitian. Bab II membahas teori dasar tanah lunak mencakup pengertian serta karakteristik geoteknik yang meliputi kompresibilitas, kuat geser, dan permeabilitas. Selanjutnya dibahas teori konsolidasi Terzaghi sebagai dasar analisis settlement, metode penyelidikan tanah berupa Standard Penetration Test (SPT) dan Field Vane Shear Test (FVST) beserta korelasi empirisnya, serta teori distribusi tegangan vertikal metode Boussinesq sebagai dasar perhitungan tambahan tegangan akibat beban timbunan. Bab ini juga memuat teori stabilitas lereng timbunan dengan metode kesetimbangan batas (Bishop Simplified), kajian mengenai Prefabricated Vertical Drain (PVD) dan metode preloading, serta sistem pile mattress bambu yang mencakup mekanisme kerja, kapasitas dukung tiang tunggal dan grup, mekanisme soil arching (BS 8006 dan Hewlett-Randolph), spesifikasi material, dan



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 mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

pola pemasangannya. Standar dan regulasi teknis yang berlaku, khususnya SNI 8460:2017, turut dibahas sebagai acuan normatif. Tinjauan penelitian terdahulu yang relevan disertakan sebagai pembandingan dan penguat landasan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan dan prosedur penelitian yang dilaksanakan secara sistematis. Bab III memuat uraian mengenai lokasi penelitian pada titik bor BH.1/P.9 Proyek Jalan Tol Semarang–Demak beserta gambaran kondisi geoteknik eksistingnya. Dijelaskan pula metode pengumpulan data sekunder yang bersumber dari hasil penyelidikan tanah lapangan dan uji laboratorium mekanika tanah Universitas Diponegoro, April 2023, teknik pengolahan dan interpretasi data berupa Standard Penetration Test (SPT) dan Field Vane Shear Test (FVST), serta tahapan analisis parameter geoteknik menggunakan korelasi empiris terstandarisasi. Bab ini juga menguraikan prosedur analisis kapasitas dukung tiang tunggal dan grup pile mattress bambu, mekanisme soil arching menggunakan metode BS 8006 dan Hewlett-Randolph, metode perhitungan prediksi settlement konsolidasi primer satu dimensi (Terzaghi), waktu konsolidasi dengan dan tanpa PVD (Barron-Hansbo), serta analisis stabilitas lereng metode Bishop Simplified. Kriteria penerimaan desain mengacu pada SNI 8460:2017, dan bab ini ditutup dengan diagram alir penelitian yang menggambarkan keseluruhan tahapan secara terstruktur.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini merupakan inti dari penelitian yang menyajikan hasil analisis secara komprehensif beserta pembahasannya. Bab IV diawali dengan penyajian dan interpretasi karakteristik parameter geoteknik tanah lunak berdasarkan data SPT dan Field Vane Shear Test (FVST) pada titik bor BH.1/P.9, meliputi klasifikasi konsistensi tanah, profil tegangan efektif vertikal, parameter kuat geser undrained (C_u), serta parameter konsolidasi (C_c , C_s , C_v). Selanjutnya disajikan hasil analisis kapasitas dukung tiang tunggal dan grup pile mattress bambu, diikuti analisis mekanisme soil arching menggunakan metode BS 8006-1:2010 dan Hewlett-Randolph (1988) pada dua variasi jarak tiang, yaitu $s = 1,0$ m dan $s = 0,5$ m. Bab ini kemudian memaparkan hasil perhitungan prediksi penurunan konsolidasi primer (settlement) sebesar 3,63 m serta estimasi waktu konsolidasi dengan dan tanpa PVD menggunakan metode Barron-Hansbo. Hasil analisis stabilitas lereng timbunan menggunakan metode



Bishop Simplified turut disajikan disertai nilai faktor keamanan (SF) yang diperoleh. Seluruh hasil analisis kemudian dievaluasi terhadap pemenuhan kriteria keamanan dan persyaratan geoteknis yang berlaku sesuai SNI 8460:2017.

BAB V PENUTUP

Bab ini merupakan bab penutup yang menyajikan simpulan dan saran dari keseluruhan penelitian yang telah dilakukan. Simpulan merangkum jawaban atas setiap rumusan masalah yang telah ditetapkan, meliputi karakteristik geoteknik tanah lunak, kinerja sistem pile mattress bambu, hasil analisis stabilitas dan settlement, serta pemenuhan kriteria keamanan. Saran memuat rekomendasi teknis bagi praktisi dan kontraktor dalam implementasi pile mattress bambu, serta rekomendasi bagi penelitian selanjutnya untuk pengembangan kajian yang lebih komprehensif.



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 :

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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap sistem pile mattress bambu sebagai perkuatan tanah lunak pada Proyek Jalan Tol Semarang-Demak, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Karakteristik geoteknik tanah lunak pada titik bor BH.1/P.9 menunjukkan adanya lapisan lempung sangat lunak (*very soft clay*) pada kedalaman 4 – 20 meter dengan nilai N-SPT rata-rata 2,09 pukulan, kuat geser undrained terkoreksi Bjerrum (C_u) sebesar 2,99 kPa, angka pori awal rata-rata 64%. Muka air tanah berada pada kedalaman 3,00 meter dari permukaan. Berdasarkan klasifikasi SNI 8460:2017, lapisan ini dikategorikan sebagai tanah sangat lunak dan berstatus underconsolidated ($OCR < 1$), sehingga memerlukan penanganan perkuatan khusus sebelum konstruksi timbunan dilaksanakan.
2. Kapasitas dukung tiang bambu tunggal menghasilkan kapasitas ultimit (Q_u) sebesar 54,17 kN dengan kapasitas izin (Q_a) sebesar 18,06 kN menggunakan faktor keamanan $SF = 3,0$ sesuai SNI 8460:2017. Pada analisis grup pile dengan konfigurasi 7 bambu per tiang dan 4 tiang per grup (28 bambu/grup), kapasitas desain ditetapkan berdasarkan metode block failure sebesar 54,74 kN/grup, yang merupakan nilai minimum antara metode block failure dan metode Converse-Labbare (60,06 kN/grup).
3. Analisis mekanisme soil arching menggunakan metode BS 8006-1:2010 dan Hewlett-Randolph (1988) menunjukkan bahwa variasi jarak tiang (*spacing*) berpengaruh signifikan terhadap keamanan sistem. Pada *spacing* $s = 1,0$ meter beban rata-rata yang diterima tiang ($W_p = 101,99$ kN) melebihi kapasitas desain grup ($Q_a = 54,74$ kN), sehingga dinyatakan TIDAK AMAN. Sebaliknya, pada *spacing* $s = 0,5$ meter, beban rata-rata yang diterima tiang ($W_p = 52,78$ kN) lebih kecil dari kapasitas desain grup, sehingga dinyatakan AMAN. Efisiensi arching pada *spacing* $s = 0,5$ meter mencapai 90,44% (BS 8006) dengan arching penuh ($H > H_{crit}$).



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. Prediksi penurunan konsolidasi primer (settlement) total yang dihitung menggunakan metode satu dimensi Terzaghi menghasilkan nilai $S_c=3,63$ meter yang diklasifikasikan sebagai KRITIS karena jauh melampaui batas toleransi penurunan jalan tol yang ditetapkan Bina Marga sebesar 30 cm. Diperlukan penanganan tambahan berupa kombinasi PVD dan preloading untuk mengendalikan besarnya penurunan yang terjadi.
5. Waktu konsolidasi vertikal alami tanpa PVD diestimasi mencapai 45,23 tahun (± 543 bulan). Dengan pemasangan PVD berdiameter 100×4 mm berpola segitiga jarak 1,0 meter, waktu konsolidasi radial untuk mencapai derajat konsolidasi 90% berkurang drastis menjadi hanya 0,298 tahun ($\pm 3,58$ bulan), setara dengan reduksi waktu sebesar 152 kali dibandingkan konsolidasi vertikal alami. Hal ini membuktikan efektivitas tinggi PVD dalam mempercepat proses konsolidasi tanah lunak.
6. Analisis stabilitas lereng timbunan setinggi 14,30 meter dengan kemiringan 1V:2,5H menggunakan metode Bishop Simplified menghasilkan angka keamanan (SF) sebesar 1,642. Nilai ini memenuhi persyaratan minimum $SF \geq 1,5$ yang ditetapkan SNI 8460:2017 untuk konstruksi jalan tol, sehingga dinyatakan AMAN. Dengan demikian, sistem pile mattress bambu dengan spacing $s = 0,5$ meter secara keseluruhan memenuhi kriteria keamanan geoteknis yang diisyaratkan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran disampaikan untuk keperluan penelitian lebih lanjut maupun implementasi di lapangan:

1. Penelitian ini dilakukan secara analitis satu dimensi berdasarkan satu titik bor (BH.1/P.9). disarankan untuk melakukan analisis dengan data dari lebih banyak titik bor di sepanjang trase Proyek Jalan Tol Semarang-Demak guna mendapatkan gambaran kondisi tanah yang lebih representatif dan menyeluruh.
2. Disarankan untuk melakukan verifikasi hasil analisis stabilitas lereng dan settlement menggunakan perangkat lunak berbasis metode elemen hingga (FEM) seperti Plaxis 2D atau Geostudio SLOPE/W, sehingga distribusi tegangan dan deformasi dapat dimodelkan secara lebih realistis dan akurat.



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

3. Parameter konsolidasi (C_c , C_s , C_v) pada penelitian ini diperoleh dari korelasi empiris berdasarkan anagka pori dan kadar air. Untuk meningkatkan keaakuratan analisis, disarankan agar dilakukan uji konsolidasi oedometer di laboratorium guna memperoleh nilai C_c , C_s dan C_v secara langsung dari sampel tanah undisturbed.
4. Mengingat besarnya prediksi settlement yang mencapai 3,77 meter, disarankan untuk mengkaji lebih lanjut pengaruh penambahan lapisan geosintetik (geotekstil) di atas pile mattress bambu sebagai perkuatan tambahan dalam mendistribusikan bebam dan mereduksi differential settlement di antara tiang.
5. Perlu dilakukan kajian mengenai durabilitas dan ketahanan material bambu terhadap kondisi tanah jenuh air dalam jangka panjang, mengingat lapisan tanah lunak berada di bawah muka air tanah yang dangkal ($GWT = 3,00$ meter). Studi eksperimental atau pengujian lapangan (field monitoring) pada proyek serupa sangat direkomendasikan sebagai dasar pemilihan jenis bambu dan perlakuan pengawetan yang optimal.
6. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk menyertakan analisis estimasi biaya konstruksi (RAB) yang mencakup harga satuan pekerjaan pile mattress bambu, PVD, preloading, dan timbunan, sehingga evaluasi tidak hanya dari sisi teknis tetapi juga dari aspek ekonomis dibandingkan metode perkuatan konvensional lainnya.



DAFTAR PUSTAKA

- PT. Waskita Karya. (2019). *Feasibility study Jalan Tol Semarang-Demak*. PT. Waskita Karya.
- Craig, R. F. (2004). *Craig's soil mechanics (7th ed.)*. Spon Press.
- Das, B. M. (2011). *Principles of foundation engineering (7th ed.)*. Cengage Learning.
- Dransfield, S., & Widjaja, E. A. (Eds.). (1995). *Plant resources of South-East Asia No. 7: Bamboos*. Backhuys Publishers.
- Janssen, J. J. A. (1981). *Bamboo in building structures*. Eindhoven University of Technology.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2019). *Analisis harga satuan pekerjaan bidang pekerjaan umum*. Kementerian PUPR.
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). *SNI 8460:2017: Persyaratan perancangan geoteknik*. BSN.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2020). *Statistik lingkungan hidup dan kehutanan Indonesia 2020*. KLHK.
- Hansbo, S. (1981). Consolidation of fine-grained soils by prefabricated drains. *Proceedings of the 10th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, 3, 677–682.
- Indraratna, B., Rujikiatkamjorn, C., & Sathanathan, I. (2005). Radial consolidation of clay using compressibility indices and varying horizontal permeability. *Canadian Geotechnical Journal*, 42(5), 1330–1341. <https://doi.org/10.1139/t05-052>
- Skempton, A. W. (1957). The planning and design of new Hong Kong airport. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, 7(3), 305–307.
- Holtz, R. D., & Kovacs, W. D. (1981). *An introduction to geotechnical engineering*. Prentice-Hall.

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 :

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 mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Badan Standardisasi Nasional. (2017). *SNI 8460:2017: Persyaratan perancangan geoteknik*. BSN.
- Terzaghi, K. (1925). *Erdbaumechanik auf bodenphysikalischer grundlage*. Franz Deuticke.
- Terzaghi, K., Peck, R. B., & Mesri, G. (1996). *Soil mechanics in engineering practice* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Barron, R. A. (1948). *Consolidation of Fine-Grained Soils by Drain Wells*. https://www.researchgate.net/publication/288289698_Consolidation_of_fine-grained_soils_by_drain_wells
- Bemmelen, R. W. (1949). General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes. In van Bemmelen (Ed.), *The Geology of Indonesia*. The Haque Martinus Nijhoff.
- Journal of Geoscience and Environment Protection, Vol.9 No.7, July 28, 2021, v. 1, Bag. 1*. <https://books.google.co.id/books?id=krFmyAEACAAJ>
- Bishop, A. W. (1955). *The Use of the Slip Circle in the Stability Analysis of Slopes*. <https://www.scribd.com/document/791703822/Bishop-1955-The-Use-of-the-Slip-Circle-in-the-Stability-Analysis-of-Slopes>
- Boussinesq, J. (1885). *Application des Potentiels a l'Etude de l'Equilibre et du Mouvement des Solides Elastiques*. <https://www.scribd.com/document/499300066/1885-Application-des-potentiels-a-l-etude-de-l-equilibre-et-du-mouvement-des-solides-elastiques-Boussinesq>
- Bowles, J. E. (2015). *Guide to Cone Penetration Testing for Geotechnical Engineering*. Gregg Drilling & Testing, Inc. https://www.researchgate.net/publication/370682668_CONE_PENETRATION_TESTING_GUIDE_TO
- BS 8006-1:2010. (2010). *Code of Practice for Strengthened/Reinforced Soils and Other Fills*. <https://www.scribd.com/document/430347670/304557183-BS-8006-1-2010-chapter-1-to-7-NOT-FOR-EXTERNAL-USE-pdf-pdf>
- Das, B. M. (2002). *Geotechnical Properties of Soil*. In *Cengage Learning*.
- Dr. Ir. Hary Christady Hardiyatmo, M. eng. (2010). *ANALISIS DAN PERANCANGAN*



FONDASI II.

- Dransfield, S. & Widjaja, E. A. (1995). *Plant Resources of South-East Asia. Rattans and bamboos.* https://prosea-bamboos.linnaeus.naturalis.nl/linnaeus_ng/app/views/introduction/topic.php?id=3355&epi=129
- Hansbo, S. (1981). Consolidation of Fine-Grained Soils by Prefabricated Drains. *INTERNATIONAL SOCIETY FOR SOIL MECHANICS AND GEOTECHNICAL ENGINEERING.* <https://www.issmge.org/publications/publication/consolidation-of-fine-grained-soils-by-prefabricated-drains>
- Hewlett, W.J. & Randolph, M. F. (1988). *Analysis of Piled Embankments. Ground Engineering.* https://www.researchgate.net/profile/Yan-Zhuang-15/publication/277576982_Analysis_and_modification_of_the_Hewlett_and_Randolph_method/links/562ad6a108aef25a24404642/Analysis-and-modification-of-the-Hewlett-and-Randolph-method.pdf
- Hough, B. K. (n.d.). *Basic Soils Engineering* (2nd, berilus ed.). Ronald Press Company, 1969. https://books.google.co.id/books/about/Basic_Soils_Engineering.html?id=bendJ9AjwiEC&redir_esc=y
- Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2017). *Persyaratan perancangan geoteknik.*
- Kulhawy, F.H. & Mayne, P. W. (1990). Manual on Estimating Soil Properties for Foundation Design. *Electric Power Research Institute, Palo Alto.* <https://www.scribd.com/document/288696463/Kulhawy-and-Mayne-1990-Manual-on-Estimating-Soil-Properties-for-Foundation-Design>
- Marfai & King. (2008). *MODEL KERENTANAN WILAYAH PESISIR BERDASARKAN PERUBAHAN GARIS PANTAI DAN BANJIR PASANG.* https://www.researchgate.net/publication/305617582_MODEL_KERENTANAN_WILAYAH_PESISIR_BERDASARKAN_PERUBAHAN_GARIS_PANTAI_DAN_BANJIR_PASANG_Studi_Kasus_Wilayah_Pesisir_Pekalongan_Skempton_A_W_Building_Research_Congress_1951.pdf (n.d.).

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 mengumumikan 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

Taylor, D. W. (1937). Stability of Earth Slopes. *The Boston Society of Civil Engineers*, 197–246. https://www.bscesjournal.org/wp-content/uploads/Vol-24_No-3_July-1937.pdf

Terzaghi, K.; Peck, R. B. (1967). *Soil Mechanics in Engineering Practice*. <https://www.scribd.com/document/458681057/Soil-Mechanics-In-Engineering-Practice-Terzaghi-et-al>

Tomlinson, M. J. (1957). *The Adhesion of Piles Driven in Clay Soils*. https://www.issmge.org/uploads/publications/1/41/1957_02_0014.pdf

Wesley, L. D. (2010). Geotechnical Engineering in Residual Soils. In *Geotechnical Engineering in Residual Soils*. <https://doi.org/10.1002/9780470943113>

