

# **TUGAS AKHIR**

## **PENGARUH JARAK *PREFABRICATED VERTICAL DRAIN* (PVD) TERHADAP WAKTU KONSOLIDASI PADA JALAN TOL JOGJA-BAWEN**

**Diajukan sebagai syarat dalam menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana  
Program Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Sipil**



**Disusun Oleh:**

**SRI UTAMI**

**21.1003.222.01.1420**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SEMARANG  
FEBRUARI 2026**

## LEMBAR PENGESAHAN

### TUGAS AKHIR

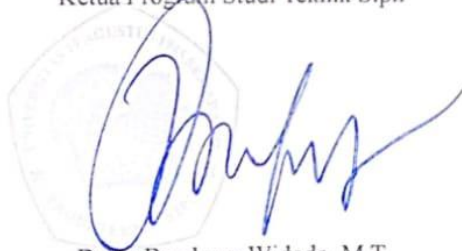
#### PENGARUH JARAK PREFABRICATED VERTICAL DRAIN (PVD) TERHADAP WAKTU KONSOLIDASI PADA JALAN TOL JOGJA-BAWEN

Disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan  
Pendidikan Sarjana Program Strata Satu (S-1) pada  
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas 17 Agustus 1945 Semarang

Disusun Oleh:  
SRI UTAMI  
21.1003.222.01.1420

Dinyatakan telah sah memenuhi syarat dan disetujui.  
Tanggal: 18 Februari 2026

Ketua Program Studi Teknik Sipil

A blue ink signature of Dr. Ir. Bambang Widodo, M.T. is written over a faint circular official stamp of the university.

Dr. Ir. Bambang Widodo, M.T.  
NUPTK. 0461741642130052

Dosen Pembimbing

A blue ink signature of Tigo Mindaistiwi, S.T., M.Sc. is written in a stylized cursive script.

Tigo Mindaistiwi, S.T., M.Sc.  
NUPTK. 4540771672230273

## ABSTRAK

Tanah lunak dengan permeabilitas rendah dan kompresibilitas tinggi merupakan permasalahan utama dalam pembangunan infrastruktur jalan tol karena dapat menyebabkan waktu konsolidasi yang lama dan penurunan tanah yang signifikan. Pada proyek pembangunan Jalan Tol Jogja–Bawen Seksi 6 STA 4+500–4+800, kondisi tanah dasar didominasi oleh lapisan tanah lunak sehingga diperlukan upaya perbaikan tanah untuk mempercepat proses konsolidasi dan mengendalikan penurunan. Salah satu metode yang digunakan adalah pemasangan *Prefabricated Vertical Drain* (PVD). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis waktu konsolidasi ( $t_{90}$ ) dan besarnya penurunan tanah lunak pada kondisi tanpa PVD dan dengan PVD, serta mengevaluasi pengaruh variasi spasi PVD terhadap percepatan konsolidasi dan penurunan tanah lunak. Analisis dilakukan menggunakan teori konsolidasi satu dimensi Terzaghi untuk kondisi tanpa PVD dan teori konsolidasi radial Hansbo dengan PVD. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk mencapai derajat konsolidasi 90% ( $t_{90}$ ) tanpa PVD adalah 74494 hari dengan penurunan tanah sebesar 0,0347 m, sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai konsolidasi menggunakan PVD dengan spasi 1,5 m yaitu 160 hari dengan derajat konsolidasi rata-rata ( $U_{\{avg\}}$ ) 91,002% total penurunan sebesar 0,0350 m. Pengaruh variasi spasi PVD dengan jarak 1 m membutuhkan waktu 60 hari dengan penurunan tanah total 0,0351 m, jarak 1,5 m membutuhkan waktu 160 hari dengan penurunan tanah total 0,0350 m, dan jarak 1,8 m membutuhkan waktu 240 hari dengan penurunan tanah total 0,0348 m. Penggunaan PVD memberikan pengaruh yang signifikan terhadap percepatan waktu konsolidasi dibandingkan dengan tanpa PVD. Selain itu, pada pemasangan PVD dengan pola segitiga, semakin kecil jarak antar PVD maka waktu konsolidasi yang diperlukan semakin singkat.

**Kata kunci:** Tanah Lunak; Konsolidasi; Penurunan Tanah; PVD.

## **ABSTRACT**

*Soft soil with low permeability and high compressibility represents a major challenge in toll road infrastructure development, as it can lead to long consolidation periods and significant ground settlement. In the Jogja–Bawen Toll Road construction project, Section 6 STA 4+500–4+800, the subsoil conditions are dominated by soft soil layers; therefore, ground improvement measures are required to accelerate the consolidation process and control settlement. One of the methods applied is the installation of Prefabricated Vertical Drains (PVD). This study aims to analyze the consolidation time ( $t_{90}$ ) and the magnitude of soft soil settlement under conditions without PVD and with PVD, as well as to evaluate the effect of PVD spacing variations on consolidation acceleration and soft soil settlement. The analysis was conducted using Terzaghi's one-dimensional consolidation theory for the condition without PVD and Hansbo's radial consolidation theory for the condition with PVD. The analysis results show that the time required to achieve a 90% degree of consolidation ( $t_{90}$ ) without PVD is 74,494 days, with a soil settlement of 0.0347 m. In contrast, consolidation using PVD with a spacing of 1.5 m requires 160 days, achieving an average degree of consolidation ( $U_{avg}$ ) of 91.002% with a total settlement of 0.0350 m. The effect of PVD spacing variation indicates that a spacing of 1.0 m requires 60 days with a total settlement of 0.0351 m, a spacing of 1.5 m requires 160 days with a total settlement of 0.0350 m, and a spacing of 1.8 m requires 240 days with a total settlement of 0.0348 m. The use of PVD has a significant effect on accelerating consolidation time compared to the condition without PVD. Furthermore, for PVD installation using a triangular pattern, smaller spacing between drains results in a shorter required consolidation time*

**Keywords:** *Soft soil; Consolidation; Settlement; PVD.*

## DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	1
HALAMAN JUDUL.....	1
LEMBAR PENGESAHAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
MOTO DAN PERSEMBAHAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
KATA PENGANTAR.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ABSTRAK .....	2
<i>ABSTRACT</i> .....	4
DAFTAR ISI .....	5
DAFTAR TABEL.....	7
DAFTAR GAMBAR .....	8
BAB I PENDAHULUAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.1 Latar Belakang.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 Rumusan Masalah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 Tujuan Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4 Batasan Masalah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5 Manfaat Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6 Sistematika Penulisan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1 Uraian Umum .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Karakteristik Tanah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.1 Tanah Lunak ( <i>Soft Soils</i> ).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3 Konsolidasi Tanah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.1 Penurunan Segera ( <i>Immediate Settlement</i> ) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3.2 Penurunan Konsolidasi Primer ( <i>Primary Consolidation Settlement</i> ) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4 Teori Dasar Konsolidasi Tanah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.1 Konsolidasi Satu Dimensi (Teori Terzaghi).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

2.4.2 Hubungan Derajat Konsolidasi ( $U$ ) dan Faktor Waktu $T_v$ .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5 Metode Perbaikan Tanah Lunak .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5.1 Pembebanan Awal ( <i>Preloading</i> ) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5.2 Prefabricated Vertical Drain (PVD) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5.3 Prefabricated Horizontal Drain (PHD) ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5.4 <i>Sand Blanket</i> (Hamparan Pasir) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB III METODE PENELITIAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1 Uraian Umum .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2 Lokasi Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4 Metode Pengumpulan Data .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5 Analisis Data.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6 Analisis Hasil Perhitungan Data .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1 Uraian Umum .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2 Kondisi dan Parameter Data Tanah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3 Analisis Penurunan Konsolidasi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.1 Beban Tambahan ( $\Delta\sigma$ ) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.2 Perhitungan Penurunan Tanah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.1 Perhitungan Penurunan Konsolidasi Tanah Satu Dimensi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4 Analisis Waktu Konsolidasi Tanpa PVD .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.5 Perencanaan Perbaikan Tanah Metode Preloading Kombinasi PVD ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.6 Hasil Perhitungan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB V PENUTUP .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1 Kesimpulan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2 Saran .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR PUSTAKA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
LAMPIRAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



## DAFTAR TABEL

- Tabel 2. 1 Hubungan Derajat Konsolidasi (U) dan Faktor Waktu (Tv)..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 1 Data parameter tanah STA 4+500-4+800 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 2 Beban lalu lintas berdasarkan kelas jalan ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 4 Perhitungan Beban Perkerasan.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 5 Parameter Perhitungan  $\sigma_0'$  .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 6 Interpretasi Nilai OCR .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 7 Parameter nilai OCR .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 8 Perbandingan nilai faktor (*I*) .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 9 Perbandingan tegangan tambahan ( $\Delta\sigma'$ )**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 10 Parameter Perhitungan *Sc* .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.11 Total Penurunan Konsolidasi Tanah .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 12 Data Parameter *Cvgabungan* .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 13 Hasil Waktu Konsolidasi .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 14 Rekapitulasi Perhitungan perencanaan pemasangan PVD dengan Spasi 1,5 m .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 15 Rekapitulasi Perhitungan perencanaan pemasangan PVD dengan Spasi 1 m .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 16 Rekapitulasi Perhitungan perencanaan pemasangan PVD dengan Spasi 1,8 m .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.17 Perhitungan Tanpa Menggunakan PVD Untuk Mencapai Derajat Konsolidasi 90%.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.18 Perhitungan dengan Menggunakan PVD Untuk Mencapai Derajat Konsolidasi 90%.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4.19 Hasil Perbandingan Tanpa PVD dengan Menggunakan PVD ..... **Error! Bookmark not defined.**

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2. 1 Skema struktur drainase vertikal .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 3 Data Sondir Tanah .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 4 Grafik Sondir Tanah .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 5 Data N-SPT Tanah.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3. 6 Stratigrafi Tanah STA 4+500-4+800 .**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 1 Detail Perkerasan Beton .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 2 Potongan PVD dan Preloading.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 3 Embankment loading.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 4 Grafik Faktor Pengaruh Boussinesq..**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 5 Grafik Hubungan Waktu dan Derajat Konsolidasi Rata-Rata Tanah  
tanpa PVD .....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 6 Pola Segitiga PVD.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4. 7 Grafik Hubungan Waktu dan Derajat Konsolidasi Rata-Rata Tanah  
dengan PVD dan Preloading.....**Error! Bookmark not defined.**



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SEMARANG

LEMBAR ASISTENSI BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama : Sri Utami  
NIM : 21003222011420  
Judul TA :  
Dosen Pembimbing : Tigo Mindiastiwi, S.T, M.Sc.

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
1.	5/10/2025	1. Analisis 2. Susun bab I 3. Print lembar asistensi 4. Gambar Kerja Di Print 5. Data tanah Sesuai tinjauan (Print)	f.
2.	21/11/2025	• Revisi bab I (latar belakang) • Revisi bab II	f.
3.	22/12/2025	Revisi bab I dan II Lanjutkan bab III dan IV	f.
4.	31/12/2025	• Revisi minor bab 1, 2 dan 3 • Lanjutkan analisis bab 4 (Cari referensi).	f.

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
5.	10/01 2026	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Revisi bagan alir (Bab III)</li> <li>o Revisi bab 1, Revisi persamaan</li> <li>o Revisi perhitungan bab 4</li> </ul>	f.
6.	14/1 2026	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Revisi bagan alir bab 3</li> <li>o Revisi bab 4 (Sertakan gambar dan ket lain yg direvisi)</li> </ul>	f.
7.	21/1 2026	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Revisi bab 4 (Perhitungan CV, tr di)</li> <li>o Print data tanah NSPT dan uji lab</li> <li>o Cek Waktu tanpa PVD dan dg PVD</li> </ul>	f.
8.	27/1 2026	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Revisi hasil Perhitungan CV dan Waktu tanpa PVD</li> <li>o Revisi Kesimpulan dan Saran</li> </ul>	
9.	29/1 2026	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Revisi CV dr data tanah</li> <li>o Buat tabel dan grafik</li> </ul>	f.
10.	4/2 2026	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Revisi Grafik tanpa PVD dan PVD</li> <li>o Kombinasi Pengaruh Jarak PVD</li> </ul>	f.
11.	6/2 2026	Acc bisa untuk Pendaftaran Sidang	f.