

**ANALISA PERBANDINGAN METODE PERBAIKAN TANAH LUNAK  
DENGAN MENGGUNAKAN PRE-FABRICATED VERTICAL DRAIN (PVD)  
DAN MINIPILE DI RUAS STA. 18 + 000 SAMPAI STA. 20 + 300 JALAN TOL  
KERTOSONO – KEDIRI**

**TESIS**

**OLEH: ARDHA RAHADIAN  
NIM: 20.121.008**



**PROGRAM PASCA SARJANA  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
DESEMBER 2021**

**ANALISA PERBANDINGAN METODE PERBAIKAN TANAH LUNAK  
DENGAN MENGGUNAKAN PRE-FABRICATED VERTICAL DRAIN (PVD)  
DAN MINIPILE DI RUAS STA. 18 + 000 SAMPAI STA. 20 + 300 JALAN TOL  
KERTOSONO – KEDIRI**

**TESIS**

**Diajukan Kepada  
Institut Teknologi Nasional Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam  
Menyelesaikan Program Studi Magister Teknik Sipil  
Peminatan Manajemen Konstruksi**

**Oleh  
ARDHA RAHADIAN  
NIM: 20.121.008**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL  
PEMINATAN MANAJEMEN KONSTRUKSI**

**PROGRAM PASCA SARJANA  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
DESEMBER 2021**

Tesis oleh: Ardha Rahadian dan NIM: 20.12.1008, ini telah diperiksa dan disetujui dalam ujian.

Malang, 02 Pebruari 2022

Pembimbing I

Prof. Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT  
NIP. Y. 1018700153

Pembimbing II

Dr. Ir. Lies Kurniawati Wulandari, MT  
NIP. P. 1031500485

Mengetahui:  
Institut Teknologi Nasional Malang  
Program Pascasarjana

PPs ITN Malang  
Direktur



Prof. Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT  
NIP. Y. 1018700153

Magister Teknik Sipil  
Ketua Program Studi



Dr. Ir. Lies Kurniawati Wulandari, MT  
NIP.P. 1031500485



PT BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km. 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN TESIS**  
**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL**

Nama : ARDHA RAHADIAN  
NIM : 20.121.008  
JURUSAN : MAGISTER TEKNIK SIPIL  
PEMINATAN : MANAJEMEN KONSTRUKSI  
JUDUL : ANALISA PERBANDINGAN METODE PERBAIKAN TANAH LUNAK DENGAN MENGGUNAKAN PRE-FABRICATED VERTICAL DRAIN (PVD) DAN MINIPILE DI RUAS STA. 18 + 000 SAMPAI STA. 20 + 300 JALAN TOL KERTOSONO – KEDIRI

Dipertahankan di hadapan Tim Penguji Ujian Tesis Jenjang Program Studi Pascasarjana Magister Teknik (S2)

Pada Hari : Kamis  
Tanggal : 04 November 2021  
Dengan Nilai : A

**Panitia Ujian Tesis**  
**KETUA**

**Prof. Dr. Ir. Lalu Mulvadi, MT**  
**NIP. Y. 1018700153**

**Penguji I**

**Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT**  
**NIP. 196702181993031002**

**Penguji II**

**Dr. Yosimson P. Manaha, ST, MT**  
**NIP. P. 1030300383**

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur selalu kami panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan kasih sayang-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul:

**“Analisa Perbandingan Metode Perbaikan Tanah Lunak Dengan Menggunakan *Pre-Fabricated Vertical Drain (PVD)* Dan *Minipile* di Ruas STA. 18 + 000 Sampai Dengan STA. 20 + 300 Jalan Tol Kertosono - Kediri”**. Tesis ini disusun sebagai bagian dari persyaratan guna melengkapi gelar Magister Teknik Sipil Program Pasca Sarjana Institut Teknologi Nasional Malang.

Pada kesempatan ini penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih serta penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Dr. Ir. Dhayal Gustopo Setiadji, MT, selaku Direktur Program Pasca Sarjana Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT, selaku Dosen Pembimbing I yang dengan teliti memberi masukan serta koreksi.
4. Ibu Dr. Ir. Lies K. Wulandari, MT, selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Program Pasca Sarjana Institut Teknologi Nasional Malang dan selaku Dosen Pembimbing II yang tiada henti memberi arahan, semangat serta bimbingan.
5. Seluruh Staf Pengajar pada Program Magister Teknik Sipil Pasca Sarjana Institut Teknologi Nasional Malang.
6. Bapak dan Ibu Bagian Administrasi Program Pascasarjana, Institut Teknologi Nasional Malang.

Serta semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, dengan rendah hati kami mengucapkan banyak terimakasih. Semoga karya tulis ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

Malang, Desember 2021

*Penulis*

# ANALISA PERBANDINGAN METODE PERBAIKAN TANAH LUNAK DENGAN MENGGUNAKAN PRE-FABRICATED VERTICAL DRAIN (PVD) DAN MINIPILE DI RUAS STA. 18 + 000 SAMPAI STA. 20 + 300 JALAN TOL KERTOSONO – KEDIRI

## ABSTRAK

Ardha Rahadian<sup>1)</sup>, Lalu Mulyadi<sup>2)</sup>, Lies K Wulandari<sup>3)</sup>

Sebuah proyek jalan merupakan kebutuhan mendesak pada era modernisasi seperti sekarang ini terutama negara kita yang jumlah penduduknya sekarang ini berjumlah sekitar 250 juta jiwa. Dari jumlah penduduk yang sudah kian bertambah tentunya pada era saat ini kebutuhan transportasi juga sangatlah berkembang secara cepat, maka dibutuhkan sarana transportasi yang aman dan nyaman. Sehubungan dengan ditemukannya tanah lunak di area ruas STA. 18 + 000 sampai STA. 20 + 300 tersebut, maka penulis perlu memberikan alternatif cara penanganan tanah lunak tersebut agar memenuhi kriteria angka penurunan dan biaya yang paling efektif dan efisien.

Sedangkan dalam membuat perbandingan antara perbaikan tanah lunak dengan menggunakan *pre-fabricated vertical drain* (PVD) dan *minipile* adalah untuk mengetahui apakah dari segi teknis dan biaya masih memenuhi persyaratan yang disebutkan dalam kriteria desain. Untuk mencapai tujuan tersebut analisa perbandingan terhadap kedua metode penanganan tanah lunak tersebut dalam melaksanakan analisa dan perhitungan diambilkan data dari hasil analisa nilai N-SPT dan uji laboratorium dari material hasil penyelidikan tanah dari lubang bor.

Hasil perhitungan yang diperoleh berupa, perkuatan tanah lunak dilokasi tersebut yang semula menggunakan *minipile* diganti dengan menggunakan *Pre-Fabricated Vertical Drain* (PVD). Dengan menggunakan *Pre-Fabricated Vertical Drain* (PVD) tersebut bisa mengurangi biaya hampir 29.84 % atau Rp. 192.969.960,- dan waktu pelaksanaan lebih cepat 1 (satu) bulan dari waktu yang dibutuhkan apabila menggunakan *minipile* untuk setiap lokasi yang mempunyai kandungan tanah lunak terutama di ruas STA. 18 + 000 sampai STA. 20 + 300.

**Kata Kunci:** *Biaya, Efisien, Metode Perbaikan Tanah, Waktu Pelaksanaan*

**ANALYZE THE COMPARISON OF SOIL IMPROVEMENT METHODS USING  
PRE-FABRICATED VERTICAL DRAIN (PVD) AND MINIPILE IN THE  
STA. 18 + 000 TO STA. 20 + 300 HIGHWAY TOLL  
KERTOSONO – KEDIRI**

*ABSTRACT*

*Ardha Rahadian<sup>1)</sup>, Lalu Mulyadi<sup>2)</sup>, Lies K Wulandari<sup>3)</sup>*

*A highway toll project is an urgent need in this modernization era, especially in our country, which currently has a population of around 250 million people. From the population that has been increasing, In the current era the need for transportation is also growing rapidly, Therefore, a safe and comfortable transportation is needed. Relationship with the occurred of soft soil in the STA. 18 + 000 to STA. 20 + 300, the authors need to provide an alternative way of handling the soft soil in order to meet the criteria for the most effective and efficient reduction of cost.*

*Meanwhile, the purpose of making a comparison between soft soil improvement using pre-fabricated vertical drain (PVD) and minipile is to find out whether from a technical point of view it still meets the requirements stated in the design criteria. To achieve this goal, a comparative analysis of the two methods of handling soft soil in carrying out the analysis and calculations was taken from the results analysis of the N-SPT value and laboratory testing material from the soil investigation of the borehole.*

*The calculation results obtained are in the soil improvement methods at the location which was originally using a minipile replaced by using Pre-Fabricated Vertical Drain (PVD). By using the Pre-Fabricated Vertical Drain (PVD) it can reduce costs by almost 29.84% or Rp. 192.969.960,- and the implementation time is 1 (one) month faster than the time required when using a minipile for each location that has of soft soil content, especially in the section STA. 18 + 000 to STA. 20 + 300.*

*Keywords: Cost, Efficient, Soil Improvement Methods, Schedule*

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUNG DEPAN	
HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	
PERNYATAAN ORISINALITAS TESIS .....	i
KERTOSONO – KEDIRI .....	ii
ABSTRAK .....	ii
<i>ABSTRACT</i> .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR GRAFIK .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
BAB. I .....	12
PENDAHULUAN .....	12
1.1 LATAR BELAKANG .....	2
1.2 IDENTIFIKASI MASALAH .....	5
1.3 RUMUSAN MASALAH .....	5
1.4 BATASAN MASALAH .....	6
1.5 TUJUAN PENELITIAN .....	7
1.6 MANFAAT PENELITIAN .....	7
BAB. II .....	8
KAJIAN PUSTAKA .....	8
2.1 PENELITIAN SEBELUMNYA .....	8
2.2 ASPEK MANAJEMEN KONSTRUKSI .....	10
2.3 DASAR TEORI .....	10
2.3.1 SISTEM MANAJEMEN KONSTRUKSI .....	10
2.3.1.1 Pendekatan Umum Pelaksanaan Manajemen Konstruksi .....	11
2.3.1.2 Organisasi Proyek Konstruksi .....	13



2.3.1.3	Metode Pengendalian Proyek.....	14
2.3.1.4	Pengendalian Mutu, Metode Kerja dan Jadwal Pelaksanaan.....	20
2.3.1.5	Pengendalian Administrasi Proyek .....	21
2.3.1.6	Pengendalian Biaya.....	22
2.3.2	STABILITAS LERENG.....	23
2.3.3	KEGEMPAAN .....	27
2.3.4	SETTLEMENT.....	30
2.3.5	METODE KERJA .....	34
2.3.5.1	Pre-Fabricated Vertical Drain .....	34
2.3.5.2	Minipile .....	35
BAB. III .....		35
METODOLOGI PENELITIAN.....		35
3.1	LOKASI PENELITIAN .....	36
3.2	SUBYEK DAN METODE PENELITIAN .....	39
3.3	PENGAMBILAN DATA .....	42
3.3.1	PENGUMPULAN DATA .....	42
3.3.2	ANALISIS DATA .....	42
3.4	BAGAN ALIR PENELITIAN .....	43
BAB. IV .....		45
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....		45
4.1	INVESTIGASI GEOTEKNIK .....	45
4.2	KONDISI LAPISAN TANAH.....	46
4.2.1	HASIL PENGEBORAN .....	46
4.2.2	HASIL UJI SONDIR.....	47
4.2.3	HASIL UJI LABORATORIUM.....	49
4.3	PARAMETER DESAIN GEOTEKNIK .....	50
4.3.1	SUDUT GESER DALAM.....	50
4.3.2	KOHESI EFEKTIF ( $C'$ ) .....	52
4.3.3	UNDRAINED SHEAR STRENGTH ( $S_u$ ).....	53
4.3.4	MODULUS ELASTISITAS ( $E_s$ ) .....	55
4.3.5	KOEFISIEN KONSOLIDASI ( $C_v$ ) .....	56

4.4	KRITERIA DESAIN .....	60
4.4.1	PENURUNAN ATAU SETTLEMENT .....	60
4.4.2	ANGKA KEAMANAN STABILITAS LERENG .....	60
4.5	ANALISA DAN PERHITUNGAN .....	60
4.5.1	PRE-FABRICATED VERTICAL DRAIN .....	60
4.5.1.1	Spesifikasi Pre-Fabricated Vertical Drain (PVD) .....	62
4.5.1.2	Penurunan atau Settlement .....	62
4.5.1.3	Angka Keamanan Stabilitas Lereng .....	65
4.5.2	MINIPILE .....	66
4.5.2.1	Spesifikasi Tiang Pancang Minipile .....	68
4.5.2.2	Penurunan atau Settlement .....	70
4.5.2.3	Angka Keamanan Stabilitas Lereng .....	73
4.6	MANAJEMEN BIAYA DAN JADWAL PELAKSANAAN .....	74
4.6.1	PRE-FABRICATED VERTICAL DRAIN .....	74
4.6.2	MINIPILE .....	83
4.6.3	REKAPITULASI ANALISIS TEKNIS DAN BIAYA .....	91
4.6.4	JADWAL PEKERJAAN .....	92
BAB. V	.....	95
	KESIMPULAN DAN SARAN .....	95
5.1	KESIMPULAN .....	95
5.2	SARAN .....	96
	DAFTAR PUSTAKA .....	97

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tipe Kelas Situs .....	28
Tabel 2.2 Faktor Amplifikasi $F_{PGA}$ .....	29
Tabel 2.3 Rekapitulasi Angka PGA .....	30
Tabel 4.1 Sub Unit Soil Condition Untuk Cohesive Soil .....	46
Tabel 4.2 Sub Unit Soil Condition Untuk Non-Cohesive Soil .....	46
Tabel 4.3 Ketebalan Lapisan Tanah Berdasarkan Sub Unit .....	47
Tabel 4.4 Sub Unit Berdasarkan Nilai Perlawanan Korus $q_c$ ( $kg/cm^2$ ) .....	48
Tabel 4.5 Modulus Elastisitas Tanah Berpasir dengan Karakteristik yang Berbeda. ....	55
Tabel 4.6 Nilai Modulus Drained $E'$ & Undrained $E_u$ di korelasikan dgn Nilai N-SPT ..	56
Tabel 4.7 Parameter Nilai Density / Unit Weight .....	58
Tabel 4.8 Parameter Nilai Atterberg Limit .....	58
Tabel 4.9 Parameter Nilai Konsolidasi .....	58
Tabel 4.10 Parameter Nilai Undrained Shear Strength.....	59
Tabel 4.11 Parameter Nilai Modulus Elastisitas Tanah.....	59
Tabel 4.12 Persyaratan Angka Keamanan Stabilitas Lereng.....	60
Tabel 4.13 Typical Perhitungan Angka Penurunan Timbunan.....	63
Tabel 4.14 Perhitungan Angka Penurunan Timbunan Tanpa Menggunakan PVD .....	63
Tabel 4.15 Perhitungan Angka Penurunan Timbunan Dengan Menggunakan PVD.....	64
Tabel 4.16 Harga Satuan Peralatan Wilayah Kediri .....	75
Tabel 4.17 Harga Satuan Pekerja Wilayah Kediri .....	76
Tabel 4.18 Uraian Analisa Koefisien Pekerjaan Galian Common Soil .....	77
Tabel 4.19 Uraian Analisa Koefisien Pekerjaan Mobilisasi Bahan PVD .....	78
Tabel 4.20 Uraian Analisa Koefisien Pekerjaan Pemasangan PVD .....	79
Tabel 4.21 Analisa Harga Satuan Replacement Material Tanah Lunak .....	80
Tabel 4.22 Analisa Harga Satuan Mobilisasi Pre-Fabricated Vertical Drain (PVD) .....	81
Tabel 4.23 Analisa Harga Satuan Bahan & Pemasangan Pre-Fabricated Vertical Drain ..	82
Tabel 4.24 Rekapitulasi Harga Pemasangan Pre-Fabricated Vertical Drain (PVD) .....	83

Tabel 4.25 Analisa Koefisien Mobilisasi Tiang Pancang Minipile .....	85
Tabel 4.26 Analisa Koefisien Tenaga Manusia Pekerjaan Mobilisasi .....	86
Tabel 4.27 Uraian Analisa Koefisien Pemancangan Minipile .....	87
Tabel 4.28 Analisa Koefisien Tenaga Manusia Pekerjaan Pemancangan Minipile .....	88
Tabel 4.29 Analisa Harga Satuan Mobilisasi Bahan Minipile .....	89
Tabel 4.30 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pemancangan Minipile .....	90
Tabel 4.31 Rekapitulasi Harga Pemasangan Minipile (Triangle 32 x 32).....	91
Tabel 4.32 Rekapitulasi Perhitungan Teknis .....	91
Tabel 4.33 Rekapitulasi Analisa Biaya .....	92
Tabel 4.34 Jadwal Pekerjaan Pre-Fabricated Vertical Drain (PVD) .....	93
Tabel 4.35 Jadwal Pekerjaan Minipile .....	94

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Lokasi Proyek.....	3
Gambar 2.1 Pelaksanaan Pekerjaan Pemasangan Pre-Fabricated Vertical Drain .....	16
Gambar 2.2 Gaya Yang Bekerja Pada Irisan Lereng .....	25
Gambar 2.3 Peta Bahaya Gempa SNI untuk probabilitas PGA 10% probabilitas 50 tahun dengan periode ulang 500 tahun untuk struktur dan lereng timbunan. ....	28
Gambar 2.4 Pembebanan Timbunan.....	32
Gambar 3.1 Lay Out Plan Box Underpass Interchange Maron STA. 19 + 707 .....	36
Gambar 3.2 Lokasi Detail Box Underpass Interchange Maron STA. 19 + 707 .....	37
Gambar 3.3 Typical Layout Pemasangan Pre-Fabricated Vertical Drain Dan Minipile ...	38
Gambar 4.1 Pola pemasangan PVD & daerah yang terpengaruh oleh pemasangan PVD	
61	
Gambar 4.2 Perhitungan Angka Keamanan Lereng Timbunan Kondisi Normal .....	65
Gambar 4.3 Perhitungan Angka Keamanan Lereng Timbunan Kondisi Gempa.....	66
Gambar 4.4 Jenis Minipile Triangel Dimensi 32 x 32 .....	68
Gambar 4.5 Pemodelan Pemasangan Minipile STA. 19 + 707 .....	71
Gambar 4.6 Bidang Momen Minipile .....	71
Gambar 4.7 Bidang Geser Minipile .....	72
Gambar 4.8 Perhitungan Angka Keamanan Lereng Timbunan Pada Kondisi Normal .....	73
Gambar 4.9 Perhitungan Angka Keamanan Lereng Timbunan Pada Kondisi Gempa .....	73
Gambar 4.10 Perhitungan Angka Keamanan Lereng Menggunakan Geo-5 .....	74

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Korelasi empiris antara sudut geser dalam efektif ( $\phi'$ ) dan indeks plastisitas (PI) normally consolidated clay dari Terzaghi, Peck dan Mesri, 1996.....	51
Grafik 4.2 Sudut Geser Dalam $\phi$ (degree) dari Hasil Uji Triaxial UU di Laboratorium. ...	52
Grafik 4.3 Korelasi empiris antara nilai kohesi (C) dan angka N- SPT normally consolidated clay dari Terzaghi, 1943 .....	52
Grafik 4.4 Kohesi C ( $\text{kg/cm}^2$ ) dari Hasil Uji Triaxial UU di Laboratorium. ....	53
Grafik 4.5 Korelasi empiris antara nilai N-SPT dan nilai undrained shear strength ( $S_u$ ) dari Terzaghi dan Peck, 1967.....	54
Grafik 4.6 Nilai N-SPT dan nilai undrained shear strength ( $S_u$ ) dari pengelompokan data uji N-SPT lapangan. ....	54
Grafik 4.7 Korelasi Koefisien Konsolidasi ( $C_v$ ) dengan Liquid Limit (LL) .....	57

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran. 1 Boring Log Titik B-1 STA. 19 + 668 .....	99
Lampiran. 2 Boring Log Titik B-2 STA. 19 + 668 .....	100
Lampiran. 3 Cone Penetration Test (CPT) Form / Sondir STA. 19 + 500 .....	101
Lampiran. 4 Grafik Cone Penetration Test (CPT) Form / Sondir STA. 19 + 500 .....	102
<i>Lampiran. 5 Hasil Uji Laboratorium Material STA. 19 + 700 .....</i>	<i>103</i>
<i>Lampiran. 6 Typical Metode Pemasangan Perkuatan Lereng .....</i>	<i>104</i>
Lampiran. 7 Gambar Typical Metode Pemasangan Pre-Vabricated Vertical Drain & Minipile .....	105
Lampiran. 8 Gambar Typical Metode Pemasangan Minipile Pada Abutment Jembatan .....	106