

**PEMODELAN NUMERIK CERUCUK DAN MATRAS BAMBU APUS
SEBAGAI PERKUATAN TIMBUNAN DI TANAH LUNAK**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam
memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)
Program Studi Teknik Sipil



OLEH :

SALVA ACHMAD LAIL

20035010069

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”

JAWA TIMUR

2025

**PEMODELAN NUMERIK CERUCUK DAN MATRAS BAMBU APUS
SEBAGAI PERKUATAN TIMBUNAN DI TANAH LUNAK**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana (S.T.)
Program Studi Teknik Sipil



Disusun oleh:

SALVA ACHMAD LAIL

20035010069

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR**

2025

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PEMODELAN NUMERIK CERUCUK DAN MATRAS BAMBU APUS
SEBAGAI PERKUATAN TIMBUNAN DI TANAH LUNAK**

Disusun oleh:

SALVA ACHMAD LAIL

NPM. 20035010069

Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
pada Hari Senin, 13 Januari 2025

Dosen Pembimbing:
Dosen Pembimbing Utama

Dian Furnamawati Solin, S.T., M.Sc.
NIP. 19890304 201903 2017

Tim Penguji:
1. Penguji I

Dr. Yerry Kahaditu Firmansyah, S.T., M.T.
NIP. 20119860129207

2. Penguji II

Hmatta Farichah, S.T., M.Sc.
NIP. 19931226 202012 2013

3. Penguji III

Bagas Aryaseta, S.T., M.S.
NIP. 19931225 202203 1006

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains

Prof. Dr. Dra. Jarivah, M. P.
NIP. 19650403 199103 2001

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PEMODELAN NUMERIK CERCUK DAN MATRAS BAMBU APUS
SEBAGAI PERKUATAN TIMBUNAN DI TANAH LUNAK**

Disusun oleh:

SALVA ACHMAD LAIL

NPM. 20035010069

**Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
pada Hari Senin, 13 Januari 2025**

Dosen Pembimbing Utama


Dian Purnamawati Solin, S.T., M.Sc.
NIP. 19890304 201903 2017

**Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Sains**


Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2001

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Salva Achmad Lail

NPM : 20035010069

Fakultas / Program Studi : Fakultas Teknik dan Sains / Teknik Sipil

Judul Skripsi / Tugas Akhir :

Pemodelan Numerik Cerucuk dan Matras Bambu Apus Sebagai Perkuatan Timbunan di Tanah Lunak

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 17 Januari 2025

Yang Menyatakan,



(Salva Achmad Lail)

NPM. 20035010069

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan petunjuk dan kekuatan sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik. Adapun topik dari penyusunan tugas akhir ini adalah **“Pemodelan Numerik Cerucuk dan Matras Bambu Apus Sebagai Perkuatan Timbunan di Tanah Lunak”**.

Dalam penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan dan motivasi dari berbagai pihak. Untuk itu begitu penulis ucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, MMT., IPU selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Dr. Ir. Hendrata Wibisana, M.T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil UPN “Veteran” Jawa Timur.
4. Kedua orang tua yang telah selalu mendoakan dan menyemangati sehingga bisa terselesaikan tugas akhir ini.
5. Ibu Dian Purnamawati Solin, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing, memberi arahan, serta mendoakan selama penyusunan tugas akhir ini.
6. Sahabat-sahabat baik yang selalu memberikan dorongan, semangat, dukungan, dan doa selama penyusunan tugas akhir ini.
7. Semua rekan-rekan di teknik sipil khususnya angkatan 2020, yang telah memberikan dorongan dan semangat selama menyusun tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Surabaya, 13 Januari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	xi
ABSTRAK.....	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Lokasi Penelitian	5
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Karakteristik Tanah Lunak	7
2.1.1 Pengertian Tanah Lunak	7
2.1.2 Sifat-sifat Tanah Lunak	8
2.1.3 Uji SPT (<i>Standart Penetration Test</i>).....	9
2.2 Teknologi Perbaikan Tanah	10

2.2.1	Secara Mekanis (fisis).....	12
2.2.2	Penambahan Bahan Kimia.....	13
2.2.3	Penambahan Bahan Perkuatan.....	15
2.2.4	Secara Hidrolis.....	16
2.3	Penggunaan Bambu Sebagai Perkuatan Tanah	17
2.3.1	Sifat Bambu	22
2.3.2	Pengawetan Bambu.....	24
2.4	Pemodelan Menggunakan <i>Software Plaxis v.8.6</i>	26
BAB III		27
METODOLOGI PENELITIAN.....		27
3.1	Objek Penelitian.....	27
3.2	Metode Penelitian.....	27
3.2.1	Studi Pustaka.....	28
3.2.2	Metode Pengumpulan Data.....	28
3.3	Tahapan Penelitian	30
3.3.1	Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Bambu	31
3.3.2	Koreksi N-SPT.....	34
3.3.3	Korelasi N-SPT	36
3.3.4	Pemodelan Numerik	40
3.4	Diagram Alir.....	43

3.5	Jadwal Penelitian.....	45
BAB IV		46
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		46
4.1	Hasil Penelitian	46
4.2	Pengujian Kadar Air Bambu Apus	46
4.2.1	Uji Kadar Air Perendaman 7 Hari.....	47
4.2.2	Uji Kadar Air Perendaman 14 Hari.....	49
4.3	Uji Berat Volume Bambu	52
4.3.1	Berat Volume Basah.....	52
4.3.2	Berat Volume Kering	55
4.4	Uji Batas Susut.....	57
4.5	Uji Kuat Tekan Bambu.....	62
4.6	Pemodelan Numerik.....	67
4.6.1	Cerucuk Bambu	67
4.6.2	Matras Bambu.....	69
4.6.3	Pemodelan Geometri.....	70
4.6.4	Tahap Perhitungan	73
4.7	Hasil Perhitungan	73
4.7.1	Pengaruh Masa Perawatan dan Jumlah Batang Cerucuk Terhadap Penurunan.....	75

4.7.2	Penurunan Jangka Panjang	79
BAB V		81
KESIMPULAN DAN SARAN		81
5.1	Kesimpulan	81
5.2	Saran.....	82
DAFTAR PUSTAKA.....		83
LAMPIRAN.....		86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Gambar Bambu (<i>Gigantochloa apus</i>).....	3
Gambar 1. 2 Lokasi Pengambilan Sampel Tanah	6
Gambar 2.1 Metode Pengujian SPT	10
Gambar 2.2 Metode memasukkan pasir ke lubang-lubang pada tanah lunak	16
Gambar 2.3 Pola keruntuhan timbunan dengan berbagai jenis perlakuan terhadap tanah dasar	18
Gambar 2.4 Perkuatan menggunakan cerucuk matras bambu yang digunakan dalam pembuatan embankment dike pada tambak lorok out fall channel sepanjang 1 km di PLTGU tambak lorok.....	20
Gambar 2.5 Perkuatan cerucuk matras bambu yang digunakan untuk timbunan struktur Palisade pada bangunan pengendali banjir di Boezem Morokrembangan, Surabaya	21
Gambar 2.6 Perkuatan cerucuk matras bambu digunakan dalam struktur Break Water dan Cause-way di pelabuhan ikan Muara Angke, Jakarta Utara	21
Gambar 2.7 Visualisasi pada saat bambu mengalami tekan	23
Gambar 2.8 Visualisasi pada saat bambu mengalami kuat geser.....	23
Gambar 2.9 Visualisasi pada saat bambu mengalami kuat tarik.....	24
Gambar 2.10 Proses pengawetan bambu dengan air	25
Gambar 2.11 Proses pengawetan bambu dengan metode pengaliran	26
Gambar 3.1 Data Tanah	29
Gambar 3.2 Ilustrasi Pemotongan Sampel Bambu	32
Gambar 3.3 Penamaan Sampel Bambu.....	33
Gambar 3.4 Rancangan cerucuk 1 cluster berisi 3 batang bambu	42
Gambar 3.5 Matras bambu 5 lapis	42
Gambar 3.6 Diagram Alir	44
Gambar 4.1 Grafik Nilai Persentase Kadar Air Bambu	47
Gambar 4.2 Pengujian kadar Air Bambu Masa Perawatan 7 Hari.....	48
Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian Kadar Air Bambu	49
Gambar 4.4 Ketebalan Bambu Mulai dari Bagian Pangkal, Tengah, dan Ujung.	50
Gambar 4.5 Grafik Berat Volume Bambu Basah.....	54
Gambar 4.6 Dokumentasi Pengujian Berat Volume Basah Bambu	54

Gambar 4.7 Grafik Berat Volume Kering Bambu	56
Gambar 4.8 Hasil Uji Kembang Bambu dengan Berbagai Masa Perendaman	59
Gambar 4.9 Grafik Uji Kembang Susut Bambu	60
Gambar 4.10 Dokumentasi Uji Kembang Susut Bambu	61
Gambar 4.11 Sampel Uji Kuat Tekan Bambu.....	62
Gambar 4.12 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Bambu.....	64
Gambar 4.13 Hubungan Kuat Tekan dengan Tinggi Bambu.....	65
Gambar 4.14 Proses Pengujian Kuat Tekan Bambu	67
Gambar 4.15 Gambar Cerucuk Isi 3, 4, dan 7 Batang Bambu	68
Gambar 4.16 Angka Poison Bambu.....	69
Gambar 4.17 Matras 5 Lapis dalam 1 meter.	70
Gambar 4.18 Pemodelan Geometri Pada Plaxis 2D	71
Gambar 4.19 Hasil Perhitungan Penurunan Plaxis.....	74
Gambar 4.20 Hasil Perhitungan Angka Safety Factor Plaxis	75
Gambar 4.21 Hasil Penurunan Plaxis Pemodelan 1 Cerucuk Isi 7 Batang.....	76
Gambar 4. 22 Hasil Pemodelan 1 Cerucuk 7 Batang	76
Gambar 4.23 Hasil Safety Factor Pemodelan 1 Cerucuk Isi 7 Batang	77
Gambar 4.24 Grafik Rekapitulasi Hasil Plaxis Cerucuk Isi 3,4, dan 7 Batang	78
Gambar 4.25 Gambar Perhitungan Jangka Panjang dengan Tekanan Air Pori Minimum	80
Gambar L.1 Material Bambu	87
Gambar L.2 Pemotongan Sampel Bambu.....	87
Gambar L.3 Penamaan Bambu dan Pengecekan Kemiringan Permukaan Bambu....	88
Gambar L.4 Perendaman Bambu.....	88
Gambar L.6 Pengovenan Bambu	89
Gambar L.5 Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Bambu	89
Gambar L.7 Grafik Hasil Pengujian Berat Volume Basah Bambu Masa Perawatan 7 Hari Suhu Pengeringan 80 °C	91
Gambar L.8 Diagram Balok Hasil Pengujian Berat Volume Basah Bambu Masa Perawatan 7 Hari Suhu Pengeringan 100 °C	91
Gambar L.9 Grafik Hasil Pengujian Berat Volume Basah Bambu Masa Perawatan 14 Hari Pengeringan 100 °C	92

Gambar L.10 Grafik Hasil Pengujian Berat Volume Basah Bambu Masa Perawatan 14 Hari Pengeringan 120 °C	92
Gambar L.11 Grafik Hasil Pengujian Berat Volume Kering Bambu Masa Perawatan 7 Hari Pengeringan 100 °C	93
Gambar L.12 Grafik Hasil Pengujian Berat Volume Kering Bambu Masa Perawatan 7 Hari Pengeringan 120 °C	93
Gambar L.13 Grafik Hasil Pengujian Berat Volume Kering Bambu Masa Perawatan 14 Hari Pengeringan 100 °C	94
Gambar L.14 Grafik Hasil Pengujian Berat Volume Kering Bambu Masa Perawatan 14 Hari Pengeringan 120 °C	94
Gambar L.15 Grafik Uji Kembang Bambu Masa Perawatan 7 Hari Pengeringan 100°C	97
Gambar L.16 Grafik Uji Kembang Bambu Masa Perawatan 7 Hari Pengeringan 120°C	97
Gambar L.17 Grafik Uji Susut Bambu Masa Perawatan 7 Hari Pengeringan 100°C	98
Gambar L.18 Grafik Uji Susut Bambu Masa Perawatan 7 Hari Pengeringan 120°C	98
Gambar L.19 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Bambu C Masa Perawatan 0,7, dan 14 Hari	99
Gambar L.20 Grafik Hubungan Kuat Tekan dan Tinggi Sampel Bambu A Masa Perawatan 7 Hari.....	100
Gambar L.21 Grafik Hubungan Kuat Tekan dan Tinggi Sampel Bambu A Masa Perawatan 14 Hari.....	100
Gambar L.22 Gambar Hasil Penurunan Pemodelan Plaxis Perkuatan Cerucuk Bambu Isi 4 Batang Masa Perawatan 7 Hari.....	101
Gambar L.23 Gambar Hasil Penurunan Pemodelan Plaxis Perkuatan Cerucuk Bambu Isi 4 Batang Masa Perawatan 14 Hari.....	101
Gambar L.24 Gambar Hasil Penurunan Pemodelan Plaxis Perkuatan Cerucuk Bambu Isi 7 Batang Masa Perawatan 14 Hari.....	102
Gambar L.25 Gambar Hasil Penurunan Pemodelan Plaxis Tanpa Perkuatan	102
Gambar L.26 Gambar Hasil Angka Safety Factor Pemodelan Plaxis Cerucuk Isi 3 Batang Masa Perawatan 7 Hari.....	103

Gambar L.27 Gambar Hasil Angka Safety Factor Pemodelan Plaxis Cerucuk Isi 4 Batang Masa Perawatan 7 Hari.....	103
Gambar L.28 Gambar Hasil Angka Safety Factor Pemodelan Plaxis Cerucuk Isi 4 Batang Masa Perawatan 7 Hari.....	104
Gambar L.29 Gambar Hasil Angka Safety Factor Pemodelan Plaxis Cerucuk Isi 7 Batang Masa Perawatan 7 Hari.....	104

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat-sifat kapur.....	14
Tabel 2.2 Sifat fisik dan mekanik bambu	24
Tabel 3.1 Beban Lalu Lintas untuk Analisis Stabilitas dan Beban di Luar Jalan	30
Tabel 3.2 Koreksi dalam Uji SPT	36
Tabel 3.3 Koefisien koreksi C_N	36
Tabel 3.4 Korelasi N-SPT dengan sudut geser	37
Tabel 3.5 Angka pori, kadar air, serta berat isi tanah kering untuk tipe tanah dalam keadaan asli.....	37
Tabel 3.6 Korelasi nilai N-SPT , berat isi dan unconfined compressive strength tanah jenuh untuk tanah kohesif.....	38
Tabel 3.7 Koefisien rembesan (permeabilitas) tanah.....	38
Tabel 3.8 Korelasi kohesi tanah	39
Tabel 3.9 Jenis tanah dan nilai poisson's ratio.....	39
Tabel 3.10 Modulus elastisitas.....	40
Tabel 3.11 Korelasi E_u	40
Tabel 3.12 Tabel Jadwal Penelitian.....	45
Tabel 4.1 Hasil Uji Kadar Air Bambu Apus Masa Perawatan 7 Hari	47
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kadar Air Bambu Masa Perawatan 14 Hari	49
Tabel 4.3 Perbedaan Hasil Pengujian Kadar Air Pada Bambu Masa Perendaman 0, 7, 14, 21, dan 28 Hari.....	51
Tabel 4.4 Hasil Uji Berat Volume Basah Bambu Masa Perawatan 7 Hari	52
Tabel 4.5 Hasil Berat Volume Basah Bambu Masa Perawatan 14 Hari	53
Tabel 4.6 Hasil Penelitian Sebelumnya Tentang Berat Volume Basah Bambu	55
Tabel 4.7 Hasil Berat Volume Kering Bambu Masa Perawatan 7 Hari	55
Tabel 4.8 Hasil Berat Volume Kering Bambu Masa Perawatan 14 Hari	56
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Batas Susut Bambu Masa Perawatan 7 Hari	58
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Batas Susut Bambu Masa Perawatan 14 Hari	58
Tabel 4.11 Hasil Uji Kuat Tekan Bambu	63
Tabel 4.12 Modulus Elastisitas Bambu.....	66
Tabel 4.13 Berat Volume Bambu Yang Digunakan	69

Tabel 4.14 Data Material Tanah Dasar.....	72
Tabel 4.15 Data Material Matras Bambu.....	72
Tabel 4.16 Bambu Data Material Cerucuk Bambu 3 Batang.....	72
Tabel 4.17 Tahapan Perhitungan Plaxis 2D	73
Tabel 4.18 Rekapitulasi hasil Plaxis Cerucuk Isi 3,4, dan 7 Batang.....	77
Tabel L.1 Hasil Pengujian Berat Volume Basah Masa Perawatan 7 Hari Suhu Pengeringan 80 °C	90
Tabel L.2 Hasil Pengujian Berat Volume Basah Masa Perawatan 7 Hari Suhu Pengeringan 100 °C	90
Tabel L.3 Hasil Pengujian Berat Volume Basah Masa Perawatan 14 Hari Suhu Pengeringan 100°C	90
Tabel L.4 Hasil Pengujian Berat Volume Basah Masa Perawatan 14 Hari Suhu Pengeringan 120 °C	90
Tabel L.5 Hasil Uji Kembang Susut Masa Perawatan 7 Hari Pengeringan 100 °C...	95
Tabel L.6 Hasil Uji Kembang Susut Masa Perawatan 7 Hari Pengeringan 120 °C...	95
Tabel L.7 Hasil Uji Kembang Susut Masa Perawatan 14 Hari Pengeringan 120 °C.	96
Tabel L.8 Hasil Uji Kembang Susut Masa Perawatan 14 Hari Pengeringan 100 °C.	96
Tabel L.9 Hasil Uji Kuat Tekan Bambu C	99

PEMODELAN NUMERIK CERUCUK DAN MATRAS DARI BAMBU APUS SEBAGAI PERKUATAN DI TANAH LUNAK

Oleh :

SALVA ACHMAD LAIL
20035010069

ABSTRAK

Semakin sempit dan tingginya lahan untuk membangun suatu bangunan serta sering ditemukannya kondisi tanah yang kurang mendukung di tanah lunak mengakibatkan perlu adanya tindakan perbaikan tanah untuk mengatasi masalah tersebut namun dengan biaya yang relatif murah. Penggunaan bambu sebagai perkuatan tanah merupakan salah satu teknik perbaikan tanah yang mudah pengaplikasiannya serta biaya yang murah. Selain itu bambu juga mudah didapatkan hampir di seluruh wilayah Indonesia. Pada penelitian sebelumnya masih jarang dilakukan pemodelan cerucuk dan matras bambu berjenis Apus sebagai perkuatan tanah lunak. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan dengan harapan dapat memberikan gambaran tentang hasil pemodelan kekuatan cerucuk dan matras bambu apus sebagai perkuatan tanah lunak. Metode pengujian dilakukan dengan melakukan pengujian sifat fisis dan mekanis dari bambu Apus dengan perawatan yang berbeda. Kemudian hasil dari pengujian tersebut digunakan untuk data-data input di Plaxis 2D. Berdasarkan hasil pengujian tersebut bambu Apus yang tanpa perawatan memiliki kuat tekan sebesar 38,50 Mpa yang mana semakin bambu dirawat hasil kuat tekan yang didapat semakin tinggi dan nilai yang terbesar didapat oleh bambu dengan masa perawatan 14 hari yaitu sebesar 44,49 Mpa. Sedangkan untuk hasil pemodelan menunjukkan nilai terkecil penurunan langsung dari penggunaan cerucuk dan matras sebagai perkuatan tanah yaitu sebesar 4,433 cm dengan nilai angka keamanan sebesar 2,204. Adapun untuk hasil penurunan jangka panjangnya, nilai tekan air pori minimum sebesar 1 kN/m² digapai pada 365 hari, dengan penurunan 6,828 cm.

Kata Kunci: Tanah Lunak, Perbaikan Tanah, Bambu Apus, Pemodelan Numerik, Cerucuk dan Matras Bambu.