

**ANALISIS PERKUATAN TANAH LUNAK PADA JALAN TOL
INDRALAYA - BENGKULU MENGGUNAKAN
METODE *MINI PILE***

TUGAS AKHIR



**UNIVERSITAS
BAKRIE**

KRISNA BAYU RAMADHAN

1192004023

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE**

JAKARTA


2024

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Krisna Bayu Ramadhan

NIM : 1192004023

TTD : 

Tanggal : Hari 09 Mei 2024

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Krisna Bayu Ramadhan

NIM : 1192004023

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer

Judul Skripsi : Analisis Perkuatan Tanah Lunak Pada Jalan Tol Indralaya-Bengkulu Menggunakan Metode *Mini Pile*.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bahan persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Fatin Adriati, S.T., MT., IPP.

()

Penguji 1 : Dr. Mohammad Ihsan, S.T., M.T., M.Sc.

()

Penguji 2 : Dr. Budianto Ontowirjo, M.Sc.

()

Ditetapkan di Jakarta

Tanggal: Hari 09 Mei 2024

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas ridho dan hidayah-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Tugas Akhir dengan judul “Analisis Perkuatan Tanah Lunak Pada Jalan Tol Indralaya-Bengkulu Menggunakan Metode Mini Pile.” ini ditujukan untuk memenuhi persyaratan untuk mencapai gelar Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Bakrie.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan dan doa dari berbagai pihak Tugas Akhir ini tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, yaitu kepada:

1. Ibu dan saudara – saudari saya yang selalu mendukung saya sehingga saat melakukan penulisan beserta Analisa dapat dilakukan dengan baik.
2. Ibu Prof. Ir. Sofia W. Alisjahbana, M.Sc., Ph.D. selaku Rektor Universitas Bakrie.
3. Ibu Fatin Adriati, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie sekaligus Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang selama ini membimbing saya selama menulis dan melakukan Analisa pada tugas akhir.
4. Dr. Mohammad Ihsan, S.T., M.T., M.Sc. dan Dr. Budianto Ontowirjo, M.Sc. selaku penguji sidang akhir.
5. Jouvan Chandra Pratama Putra, S.T., M. Eng., dan Dr. Mohammad Ihsan, S.T., M.T., M.Sc. selaku pembimbing akademik.
6. Bapak dan Ibu Dosen Program Teknik Sipil Universitas Bakrie yang memberikan ilmu dalam bidang teknik sipil kepada penulis, sehingga penulis dapat melakukan serta menyusun Tugas Akhir.
7. Itsnainul sebagai teman bimbingan yang setiap senin pagi yang saling memberi semangat dan motivasi satu sama lain sekaligus menjadi penuntun berjalannya dari seminar proposal menuju seminar hasil.

8. Bang Wangga sebagai pengarah dalam penulisan dan membantu pengerjaan penelitian dengan baik sekaligus menjadi senior yang mengerti akan kebingungan yang peneliti rasakan.
9. Teman – teman UKM dan Angkatan yang selalu memberikan semangat selama saya melakukan Analisa terhadap *mini pile*.
10. Teman – teman Arjuna Bang Shultan, Bang Thalman, Bang Faruq, yang memberikan bantuan mental dan juga memberi arahan ketika penulis sudah penat dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
11. Teman – teman seperjuangan “Arjuna” Bagas, Bang Firman, Bang Rehan, Bang Umam, dan Itsnainul bersama mencapai titik puncak yudisium dan juga sebagai tempat mengadu nasib.
12. Teman – teman dan Beberapa Adik – adik Angkatan ‘19, ‘20, ‘21 dan ‘22 yang mengingatkan penulis dalam hal pengerjaan Tugas Akhir ini.
13. Teman – teman dari Forum Komunikasi Mahasiswa Teknik Sipil Indonesia Wilayah - V (FKMTSI Wil - V) karna telah membantu dalam pengambilan data dan saling support dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.

Demikian Tugas Akhir yang telah saya buat, saya menyadari sebagai penulis ini masih terdapat banyak kekurangan. Semoga Tugas Akhir yang saya buat dapat bermanfaat untuk orang lain.

Jakarta, 09 Mei 2024



Krisna Bayu Ramadhan

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI

Sebagai civitas akademik Universitas Bakrie, saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Krisna Bayu Ramadhan

NIM : 1192004023

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer

Jenis Tugas Akhir : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

ANALISIS PERKUATAN TANAH LUNAK PADA JALAN TOL INDRALAYA - BENGKULU MENGGUNAKAN METODE *MINI PILE*

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis /pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Jakarta

Pada Tanggal: 09 Mei 2024

Yang Menyatakan,



Krisna Bayu Ramadhan

**ANALISIS PERKUATAN TANAH LUNAK PADA JALAN TOL
INDRALAYA - BENGKULU MENGGUNAKAN
METODE *MINI PILE***

Krisna Bayu Ramadhan¹

ABSTRAK

Jalan tol pada Pulau Sumatera, khususnya ruas Indralaya-Bengkulu, menjadi bagian penting dalam meningkatkan infrastruktur di pulau tersebut. Namun, pembangunan jalan tol ini menghadapi tantangan karena *soil investigation* di lokasi menemukan kondisi tanah di beberapa titik tergolong lunak. Hal ini berpotensi menyebabkan kerusakan struktural jalan tol jika tidak ditangani dengan tepat. Oleh karena itu, harus dilakukan investigasi tanah dan menemukan solusi untuk memperkuat tanah lunak di area tersebut. Upaya ini bertujuan untuk memastikan ketahanan dan kelancaran operasional jalan tol dalam jangka panjang.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penurunan tanah dan daya dukung tanah sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan menggunakan metode *mini pile*. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data tanah dari proyek jalan tol Indralaya-Bengkulu, pada titik bor BH BKL 02 dan titik bor BH BKL 19, data uji SPT. Hasil penelitian menunjukkan kedua model dengan perkuatan *mini pile* dapat meningkatkan daya dukung tanah sebesar ± 7 kN/m². Sedangkan untuk penurunan tanah perkuatan *mini pile* dapat mengurangi penurunan model 1 sebesar 27,58 cm dan model 2 sebesar 5,42 cm. Dari hasil tersebut perkuatan tanah lunak menggunakan metode *mini pile* terbukti dapat meningkatkan daya dukung tanah dan dapat mengurangi penurunan tanah.

Kata Kunci: Tanah Lunak, *Mini Pile*, Jalan Tol, Penurunan Tanah, Daya Dukung Tanah

¹Mahasiswa Sarjana Program Studi Teknik Sipil Universitas Bakrie

**ANALISIS PERKUATAN TANAH LUNAK PADA JALAN TOL
INDRALAYA - BENGKULU MENGGUNAKAN
METODE *MINI PILE***

Krisna Bayu Ramadhan²

ABSTRACT

The development of toll roads in Sumatra, particularly the Indralaya-Bengkulu section, plays a crucial role in enhancing the island's infrastructure. However, soil investigation at the construction site revealed that there is soft soil conditions in several areas, posing a risk of structural damage to the toll road if left untreated. Hence, thorough soil investigation and the implementation of suitable soft soil improvement techniques are essential to ensure the long-term stability and operational smoothness of the toll road.

This research aims to investigate the effectiveness of the mini pile method in reducing soil settlement and improving soil bearing capacity. Soil data from the Indralaya-Bengkulu toll road project, boreholes BH BKL 02 and BH BKL 19, and SPT test data were utilized in the analysis. The findings demonstrate that both mini pile reinforcement models can enhance soil bearing capacity by approximately ± 7 kN/m². Additionally, the mini pile reinforcement reduces soil settlement by 27.58 cm for model 1 and 5.42 cm for model 2. Based on these results, the mini pile method proves to be an effective solution for soft soil improvement on the Indralaya-Bengkulu toll road.

Keywords: Soft Soil, Mini Pile, Toll Road, Soil Settlement, Soil Bearing Capacity

²*Undergraduate Student of Civil Engineering Bakrie University*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.5.1 Bagi Mahasiswa	3
1.5.2 Bagi Institusi	4
1.5.3 Bagi Peneliti Selanjutnya	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Klasifikasi Tanah	5
2.1.1 Klasifikasi Tanah berdasarkan Standart Penetration Test (N-SPT).....	6
2.1.2 Klasifikasi Tanah berdasarkan Sondir	8
2.2 Tanah Lunak	10
2.3 Parameter Tanah	12
2.3.1 Parameter Hidrolis.....	13
2.3.2 Parameter Fisik	14
2.3.3 Parameter Kekakuan	15
2.3.4 Parameter Kuat Geser	18
2.4 Mini Pile	21
2.4.1 Daya Dukung Tiang	22
2.4.2 Penurunan Tanah Pada Metode Mini Pile	25

2.5 Elemen Hingga	27
2.6 Penelitian Terdahulu.....	32
BAB III METODOLOGI	35
3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	35
3.2 Lokasi Penelitian	36
3.3 Pengumpulan Data.....	36
3.3.1 Data Pembebanan Lalu Lintas	36
3.3.2 Data Tanah	38
3.3.3 Data Spesifikasi Timbunan.....	41
3.3.4 Data Perencanaan <i>Mini Pile</i>	41
3.4 Analisis Data.....	42
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	49
4.1 Analisis Daya Dukung Tanah dan Distribusi Tegangan	49
4.2 Analisis Penurunan Tanah dan Arah Pergerakan Tanah.....	53
4.3 Analisis <i>Excess Pore Pressures</i>	58
4.4 Analisis Faktor Keamanan Timbunan	60
4.5 Temuan dan Rekomendasi	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	64
5.1 Kesimpulan.....	64
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Klasifikasi tanah berdasarkan data sondir menurut metode Robertson et al (1986)....	10
<i>Gambar 2. 2 Variasi dari nilai λ dengan panjang tiang yang tertanam</i>	23
Gambar 3. 1 Diagram Penelitian	35
Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian BH BKL 02 dan BH BKL 19	36
Gambar 3. 3 Stratifikasi BH BKL 02 dan BH BKL 19	40
Gambar 3. 4 Karakteristik tanah pada BH BKL 02 sebelum dan sesudah pemasangan <i>mini pile</i>	45
Gambar 3. 5 Karakteristik tanah pada BH BKL 19 sebelum dan sesudah pemasangan <i>mini pile</i>	46
Gambar 4. 1 Distribusi Tegangan Model 1 Tanpa Perkuatan	51
Gambar 4. 2 Distribusi Tegangan Model 1 Dengan Perkuatan	51
Gambar 4. 3 Distribusi Tegangan Model 2 Tanpa Perkuatan	52
Gambar 4. 4 Distribusi Tegangan Model 2 Dengan Perkuatan	52
Gambar 4. 5 Titik Tinjau.....	52
Gambar 4. 6 Arah pergerakan tanah & Deformed model 1 Tanpa Perkuatan.....	54
Gambar 4. 7 Arah pergerakan tanah & Deformed model 1 Dengan Perkuatan	55
Gambar 4. 8 Arah pergerakan tanah & Deformed model 2 Tanpa Perkuatan.....	56
Gambar 4. 9 Arah pergerakan tanah & Deformed model 2 Dengan Perkuatan	56
Gambar 4. 10 Batas Kemiringan pada posisi ujung.....	57
Gambar 4. 11 Kemiringan pada posisi tengah.....	57
Gambar 4. 12 <i>Excess pore pressure</i> model 1 Tanpa Perkuatan	58
Gambar 4. 13 <i>Excess pore pressure</i> model 1 Dengan Perkuatan.....	59
Gambar 4. 14 <i>Excess pore pressure</i> model 2 Tanpa Perkuatan	59
Gambar 4. 15 <i>Excess pore pressure</i> model 2 Dengan Perkuatan.....	59
Gambar 4. 16 <i>Safety Factor</i> model 1 tanpa perkuatan.....	61
Gambar 4. 17 <i>Safety Factor</i> model 1 dengan perkuatan.....	61
Gambar 4. 18 <i>Safety Factor</i> model 2 tanpa perkuatan.....	61
Gambar 4. 19 <i>Safety Factor</i> model 2 dengan perkuatan.....	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batasan-batasan ukuran golongan tanah.....	6
Tabel 2. 2 Hubungan N-SPT terhadap konsistensi tanah lempung.....	7
Tabel 2.3 Hubungan N-SPT terhadap konsistensi tanah pasir.....	7
Tabel 2.4 Hubungan antara nilai tipikal berat volume tanah.....	7
Tabel 2.5 Klasifikasi tanah berdasarkan data sondir menurut metode Das B.M (1994).....	10
Tabel 2.6 Nilai permeabilitas (k) dalam satuan (m/s).....	14
Tabel 2. 7 Parameter Modulus Elastisitas Tanah.....	16
Tabel 2.8 Hubungan antara nilai N-SPT, Kohesi, dan Berat Volume.....	19
Tabel 2.9 Hubungan Beberapa Jenis Tanah dan Batuan dengan Nilai Tipikal ϕ	20
Tabel 2.10 Penelitian Terdahulu.....	32
Tabel 3. 1 Data Pembebanan Lalu Lintas.....	37
Tabel 3. 2 Parameter Data Tanah Pada BH BKL 02 dan BH BKL 19.....	38
Tabel 3. 3 Data Spesifikasi Timbunan.....	41
Tabel 3. 4 Parameter tanah dasar BH BKL 02 dalam elemen hingga.....	42
Tabel 3. 5 Parameter tanah dasar BH BKL 19 dalam elemen hingga.....	43
Tabel 3. 6 Data Parameter Timbunan.....	43
Tabel 3. 7 Parameter <i>mini pile</i> dalam elemen hingga.....	44
Tabel 4. 1 Hasil daya dukung tanah.....	49
Tabel 4. 2 Hasil penurunan tanah.....	53
Tabel 4. 3 Hasil excess pore pressure model 1 & 2.....	60
Tabel 4. 4 Nilai <i>Safety Factor</i> kedua model.....	60