

**PENGARUH VARIASI CAMPURAN FLY ASH DAN KAPUR TERHADAP
DAYA DUKUNG TANAH BEKAS TAMBANG DI GUNUNG SARIK**

TUGAS AKHIR

*Tugas Akhir ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Pada Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang*



Oleh :

Ereza Apriyani

NIM/BP : 22323009/2022

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS SIPIL

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2026

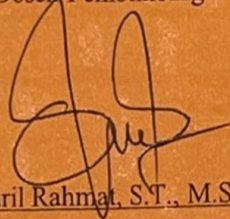
PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI CAMPURAN *FLY ASH* DAN KAPUR TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH BEKAS TAMBANG DI GUNUNG SARIK

Nama : Ereza Apriyani
NIM : 22323009
Prodi : Teknik Sipil
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

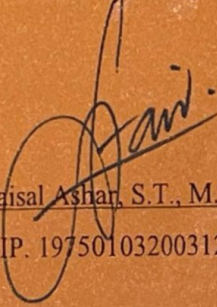
Padang, April 2026

Disetujui Oleh
Dosen Pembimbing



Syahril Rahmat, S.T., M.Sc.
NIP. 199601292023211013

Mengetahui
Kepala Departemen Teknik Sipil
Fakultas teknik UNP



Ir. Faisal Ashar, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 197501032003121001

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI CAMPURAN *FLY ASH* DAN KAPUR TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH BEKAS TAMBANG DI GUNUNG SARIK

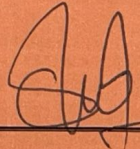
Nama : Ereza Apriyani
NIM : 22323009
Prodi : Teknik Sipil
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Telah berhasil dipertahankan dihadapan tim penguji dan dinyatakan lulus sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Prodi Teknik Sipil, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.

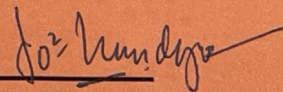
Padang, April 2026

Tim Penguji

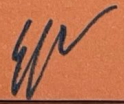
1. Ketua : Syahril Rahmat, S.T., M.Sc.

1. 

2. Anggota : Dr. Totoh Andayono, S.T., M.T

2. 

3. Anggota : Elisa Maiyenti, S.T., M.Eng

3. 

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tiap lembaran yang lebih indah dalam laporan Tugas Akhir ini selain lembaran persembahan. Alhamdulillah hirabbil ‘alamin, dengan mengucapkan syukur atas rahmat Allah Subhanahu Wa Taála. Laporan Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Teristimewa kepada kedua orang tua tersayang, support system terbaik sekaligus panutan penulis, Bapak Nopran dan Ibu Elsi Handayani, dua sosok yang sangat berjasa dalam kehidupan penulis. Terima kasih telah mengusahakan segalanya untuk anak pertamamu ini yang selalu berani melangkah demi memperbaiki masa depan dan ekonomi keluarga. Kepada ayah penulis, terima kasih atas dukungan yang tak pernah putus terhadap setiap langkah dan cita-cita penulis, serta atas kerja keras dan cucuran keringat yang engkau curahkan demi anakmu dapat mengenyam pendidikan hingga ke tingkat ini. Kepada ibunda penulis, terima kasih atas segala motivasi, pesan, doa, dukungan, dan harapan yang senantiasa mendampingi setiap langkah dan ikhtiar penulis untuk menjadi seseorang yang berpendidikan. Terima kasih atas dukungan tanpa henti serta usaha terbaik yang selalu ibu berikan untuk penulis. Terakhir, terima kasih atas segala hal yang telah kalian berikan, yang tak terhitung jumlahnya. Hanya seuntai doa yang dapat penulis panjatkan, *“jazakumullāhu katsīrā”*, semoga Allah SWT membalas seluruh amal kebaikan dengan balasan yang berlipat ganda.
2. Adik-adik tersayang penulis, Dekri Prandasteja, Yely Anisa, dan Azizah Lhatifa, terima kasih atas doa, dukungan, dan kasih sayang yang selalu menguatkan penulis. Semoga kalian kelak tumbuh menjadi pribadi yang hebat, meraih pendidikan setinggi-tingginya, dan mencapai kesuksesan yang bahkan melampaui penulis.

3. Keluarga besar penulis, yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu. Terima kasih atas dukungan moril maupun material, serta doa yang telah dilantarkan untuk penulis bisa sampai tahap ini.
4. Dosen pembimbing, Bapak Syahril Rahmat, S.T.,M.Sc., terima kasih atas waktu, tenaga, dan pemikiran yang telah diberikan dalam membimbing serta memberikan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir Ini.
5. Dosen Penguji, Bapak Dr. Totoh Andayono, S.T., M.T dan Ibu Elisa Maiyenti, S.T., M.Eng, yang telah memberikan arahan dan saran, sehingga penulis dapat memperbaiki dan menyempurnakan Tugas Akhir ini dengan baik.
6. Untuk teman-teman seperjuangan dan rekan-rekan mahasiswa yang bersama-sama berjuang menyelesaikan Tugas Akhir.
7. Untuk semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung, penulis ucapkan terima kasih.
8. Terakhir, penulis menyampaikan terima kasih yang mendalam kepada diri sendiri, **Ereza Apriyani**, atas keteguhan dan keberanian dalam menjalani seluruh proses hingga tahap ini. Terima kasih telah bertahan di tengah kelelahan, keraguan, dan berbagai ketakutan yang berhasil dilalui dengan kesabaran dan kekuatan hati. Penulis bangga atas setiap perjuangan yang telah dilewati. Semoga ke depan senantiasa diberi kekuatan, keteguhan hati, dan kelapangan jiwa dalam menghadapi kehidupan serta terus bertumbuh menjadi pribadi yang lebih baik.

MOTTO

“Allah tidak membebani hamba-nya di luar batas kemampuannya”.

(Q.S Al-Baqarah :286)

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(Q.S Al- insyirah : 5)

“Ambil resikoanya, atau kita tidak akan jadi apa-apa”

(Ereza Apriyani)

“Semua jatuh bangun mu hal yang biasa, angan dan pertanyaan waktu yang menjawabnya, berikan tenggat waktu bersedihlah secukupnya, rayakan perasaan mu sebagai manusia”

(Baskara Putra-Hindia)

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ereza Apriyani

NIM : 22323009

Prodi : Teknik Sipil

Departemen : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir saya dengan judul “Pengaruh variasi campuran *fly ash* dan kapur terhadap daya dukung tanah bekas tambang di Gunung Sarik” adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi UNP maupun di masyarakat dan negara. Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, April 2026

Yang menyatakan,



Ereza Apriyani

22323009

BIODATA



Nama Lengkap : Ereza Apriyani
NIM : 22323009
BP : 2022
Tempat/Tanggal Lahir : Batu Ampar/01 April 2004
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat : Desa Gedung Agung, Kecamatan Pino Kabupaten
Bengkulu Selatan
Nomor Telepon : 085266877052
Riwayat Pendidikan :
1. SD/MI : SDN 104 Bengkulu Selatan
2. SMP/MTs : SMPN 16 Bengkulu Selatan
3. SMA/MA : SMAN 06 Bengkulu Selatan
4. Universitas : Universitas Negeri Padang

ABSTRAK

Ereza Apriyani, 2026. PENGARUH VARIASI CAMPURAN *FLY ASH* DAN KAPUR TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH BEKAS TAMBANG DI GUNUNG SARIK

Keterbatasan lahan yang layak untuk pembangunan mendorong pemanfaatan lahan alternatif, salah satunya lahan bekas tambang. Namun, Tanah pada lahan bekas tambang umumnya memiliki daya dukung yang rendah sehingga tidak memenuhi persyaratan teknis sebagai tanah dasar konstruksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi campuran *fly ash* dan kapur terhadap peningkatan daya dukung tanah bekas tambang di wilayah Gunung Sarik, Kecamatan Kuranji, Kota Padang. Sampel tanah yang digunakan merupakan tanah terganggu yang diambil dari area bekas tambang tanah lunak. Penelitian dilakukan melalui pengujian laboratorium yang meliputi pengujian sifat fisik tanah, uji pemadatan proctor, serta pengujian *California Bearing ratio* (CBR) laboratorium sesuai standar ASTM D 1883-67. Variasi kadar *fly ash* yang digunakan adalah 5%, 10%, 15%, dan 20%, sedangkan variasi kadar kapur sebesar 0%, 4%, 8% dan 12%. *Fly ash* berasal dari PLTU Teluk Sirih, Sumatera Barat dan kapur tohor diperoleh dari Pabrik Bukit Serabi, Kota Padang Panjang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *fly ash* dan kapur memberikan pengaruh terhadap peningkatan nilai CBR tanah, yang menandakan adanya perbaikan daya tertentu.

Seiring dengan adanya penambahan persentase *fly ash* dan kapur terjadi peningkatan nilai *California Bearing Ratio* (CBR) laboratorium. Nilai CBR tanah pesentase 0% sebesar 10,37%, mengalami kenaikan terbesar pada persentase 20% *fly ash* dan 12% kapur sebesar 27,91%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan bahan adiktif *fly ash* dan kapur dapat menstabilisasikan tanah tersebut.

Kata Kunci : tanah bekas tambang, *fly ash*, kapur, stabilisasi tanah, CBR

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah melimpahkan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya, dan tidak pula sholawat beserta salam penulis ucapkan kepada junjungan kita nabi Muhammad Shallallahu 'alaihi wasallam. Berkat izin-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir berjudul “ **Pengaruh Variasi Campuran *fly ash* Dan Kapur Terhadap Daya Dukung Tanah Bekas Tambang Di Gunung Sarik**”. Penulisan Tugas Akhir ini bertujuan untuk memenuhi sebagai persyaratan dalam menyelesaikan Program Sarjana Teknik (S.T) di departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.

Selama proses penulisan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan, masukan, serta bantuan baik secara moral maupun material. Ucapan terima kasih secara khusus penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Syahril Rahmat, S.T., M.Sc. Selaku pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan waktu untuk bimbingan, petunjuk, pengarahan, dan nasihat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Faisal Ashar, S.T., M.T., Ph.D. Selaku kepala Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Ibu Oktaviani, S.T, M.T. Selaku Dosen Pembimbing Akademik Penulis.
4. Bapak Dr. Totoh Andayono, S.T., M.T dan Ibu Elisa Maiyenti, S.T., M.Eng Selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan, saran, ilmu dan nasihat, sehingga penulis dapat memperbaiki dan menyempurnakan Tugas Akhir ini dengan baik.
5. Bapak dan ibu dosen serta staff Departemen teknik Sipil, Fakultas teknik, Universitas Negeri Padang, yang telah memberikan ilmu, pengetahuan,

6. pengalaman serta bantuan kepada penulis selama perkuliahan hingga menyelesaikan Tugas Akhir.
7. Seluruh keluarga besar dari ayah dan ibu, adek-adek penulis yang selalu memberikan doa dan menyayangi penulis dengan tulus.
8. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Aryatna Chaerani Hutabarat yang telah setia membantu perjalanan bolak-balik ke kampus serta selalu menemani sejak masa mahasiswa baru hingga penyusunan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Dukungan, kebersamaan, dan semangat yang diberikan sangat berarti dalam setiap proses yang dilalui.
9. Rekan-rekan seperjuangan angkatan 2022, senior dan junior Departemen Teknik Sipil, Fakultas teknik, Universitas Negeri Padang, yang telah banyak selama perkuliahan serta memberikan semangat hingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
10. Serta kepada semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Semoga segala amal kebaikan dan kerelaannya mendapatkan ridho dan balasan dari Allah Subhanahu Wa Ta'ala.
11. Terakhir, penulis menyampaikan terima kasih yang mendalam kepada diri sendiri, **Ereza Apriyani** atas keteguhan dan keberanian dalam menjalani seluruh proses hingga tahap ini. Terima kasih telah bertahan di tengah kelelahan, keraguan, dan berbagai ketakutan yang berhasil dilalui dengan kesabaran dan kekuatan hati. Penulis bangga atas setiap perjuangan yang telah dilewati. Semoga ke depan senantiasa diberi kekuatan, keteguhan hati, dan kelapangan jiwa dalam menghadapi kehidupan serta terus bertumbuh menjadi pribadi yang lebih baik.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih memiliki berbagai kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar karya ini dapat menjadi lebih baik di masa mendatang. Penulis juga berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca dan mahasiswa Teknik Sipil khususnya, terutama pada penulis sendiri.

Padang, April 2026

Penulis

Daftar Tabel

Table 1. Klasifikasi_Tanah_Menurut_AASHTO.....	10
Table 2. Sistem Klasifikasi tanah Metode USCS.....	12
Table 3. Klasifikasi Butiran Tanah menurut ASTM	15
Table 4. Nilai indeks plastisitas dan jenis-jenis tanah	17
Table 5. Jadwal Penelitian tugas Akhir.....	34
Table 6. Kandungan kimia fly ash.....	37
Table 7. Komposisi kimia Kapur.....	38
Table 8. Hasil Uji Kadar Air sampel tanah	48
Table 9. Hasil Uji Berat Volume	49
Table 10. Hasil Uji Berat Jenis.....	50
Table 11. Hasil Uji Analisis Saringan.....	51
Table 12 . Hasil Uji Hidrometer	51
Table 13. Diameter Ukuran Partikal	52
Table 14. Persentase ukuran Butiran klasifikasi menurut USCS	53
Table 15. Hasil Pengujian Batas Cair	53
Table 16. Hasil Uji Batas Plastis	54
Table 17. Rekapitulasi hasil pengujian sifat fisik tanah.....	56
Table 18. Persentase sampel campuran <i>fly ash</i> dan kapur	59
Table 19. CBR 0% <i>Fly ash</i> dan 0% kapur	61
Table 20. CBR 5% <i>Fly ash</i> dan 0% kapur	62
Table 21. CBR 5% <i>Fly ash</i> dan 4% kapur	63
Table 22. CBR 5% <i>Fly ash</i> dan 8% kapur	64
Table 23. CBR 5% <i>Fly ash</i> dan 12%	65
Table 24. CBR 10% <i>Fly ash</i> dan 0% kapur	66
Table 25. CBR 10% <i>Fly ash</i> dan 4% kapur	68
Table 26. CBR 10% <i>Fly ash</i> dan 8% kapur	69
Table 27. CBR 10% <i>Fly ash</i> dan 12% kapur	70
Table 28. CBR 15% <i>Fly ash</i> dan 0% Kapur	71
Table 29. CBR 15% <i>Fly ash</i> dan 4% Kapur	72
Table 30. Nilai CBR 15% <i>Fly ash</i> dan 8% Kapur.....	73
Table 31. Hasil CBR 15% <i>Fly ash</i> dan 12% Kapur	74
Table 32. Hasil CBR 20% <i>Fly ash</i> dan 0% Kapur	75
Table 33. Hasil CBR 20% <i>Fly ash</i> dan 4% Kapur	76

Table 34. Hasil CBR 20% <i>Fly ash</i> dan 8% Kapur	77
Table 35. Hasil CBR 20% <i>Fly ash</i> dan 12% Kapur	78
Table 36. Rekapitulasi Hasil Nilai CBR Variasi <i>fly ash</i>	79
Table 37. Rekapitulasi Hasil Nilai Beban CBR Variasi <i>fly ash</i>	80
Table 38. Rekapitulasi Hasil Nilai CBR Variasi Kapur	81
Table 39. Rekapitulasi Hasil Nilai Beban CBR Variasi Kapur.....	83
Table 40. Rekapitulasi Nilai CBR variasi campuran <i>fly ash</i> dan kapur.....	83
Table 41. Rekapitulasi Nilai Beban CBR variasi campuran <i>fly ash</i> dan kapur.....	85

Daftar Gambar

Gambar 1. Diagram Fase Tanah	9
Gambar 2. Grafik kasifikasi Tanah Metode USCS	11
Gambar 3. Kurva Distribusi ukuran butiran.....	15
Gambar 4. Uji Hindrometer.....	16
Gambar 5. Batas---batas- <i>Atterberg</i>	17
Gambar 6. Alat uji Batas cair	18
Gambar 7. Kurva Untu- menentukan-Batas-Cair	19
Gambar 8. Alat uji Proctor	21
Gambar 9. Kurva-hubungan-kadar-air-dan-berat-volume-kering	22
Gambar 10. Alat-Uji-CBR-Iaboratorium.....	24
Gambar 11. Alat CBR Laboratorium.....	24
Gambar 12. Hubungan-antara-beban-dan-penetrasi	25
Gambar 13. Hasil Penelitian CBR dengan Variasi penambahan Kapur	30
Gambar 14. Rekapitulasi hasil pengujian CBR	31
Gambar 15. Hasil uji CBR	31
Gambar 16. Grafik hasil Pengujian CBR Pentrasi 0,2"	32
Gambar 17. Diagram Alir Perencanaan Tugas Akhir	33
Gambar 18. Lokasi Pengambilan tanah	35
Gambar 19. Lokasi pengambilan sampel tanah.....	35
Gambar 20. Sampel tanah	36
Gambar 21 . <i>Fly ash</i>	37
Gambar 22. Kapur Tohor	38
Gambar 23. Grafik Analisis Saringan dan Hidrometer	52
Gambar 24. Grafik Batas Cair	54
Gambar 25. Diagram Plastisitas USCS	57
Gambar 26. Grafik Proctor Test	58
Gambar 27. Pencampuran Tanah, <i>fly ash</i> dan kapur	60
Gambar 28. Grafik Penetrasi CBR 0% <i>Fly ash</i> dan 0% kapur.....	60
Gambar 29. Grafik penetrasi CBR 5% <i>Fly ash</i> dan 0% kapur.....	62
Gambar 30. Grafik Penetrasi 5% <i>Fly ash</i> dan 4% kapur	63
Gambar 31. Grafik Penetrasi 5% <i>Fly ash</i> dan 8% kapur	64
Gambar 32. Grafik Penetrasi 5% <i>Fly ash</i> dan 12% kapur	65

Gambar 33. Grafik Penetrasi 10% <i>Fly ash</i> dan 0% kapur	66
Gambar 34. Grafik Penetrasi 10% <i>Fly ash</i> dan 4% kapur	67

Gambar 35. Grafik Penetrasi 10% <i>Fly ash</i> dan 8% Kapur	68
Gambar 36. Grafik Penetrasi 10% <i>Fly ash</i> dan 12% Kapur.....	69
Gambar 37. Grafik Penetrasi 15% <i>Fly ash</i> dan 0% Kapur	70
Gambar 38. Grafik Penetrasi 15% <i>Fly ash</i> dan 4% Kapur	71
Gambar 39. Grafik Penetrasi 15% <i>Fly ash</i> dan 8% Kapur	72
Gambar 40. Grafik Penetrasi 15% <i>Fly ash</i> dan 12% Kapur.....	73
Gambar 41. Grafik Penetrasi 20% <i>Fly ash</i> dan 0% Kapur	74
Gambar 42. Grafik Penetrasi 20% <i>Fly ash</i> dan 4% Kapur	75
Gambar 43. Grafik Penetrasi 20% <i>Fly ash</i> dan 8% Kapur	76
Gambar 44. Grafik Penetrasi 20% <i>Fly ash</i> dan 12% Kapur.....	77
Gambar 45. Hasil CBR variasi <i>fly ash</i>	78
Gambar 46. Hasil Beban Nilai CBR variasi <i>fly ash</i>	80
Gambar 47 . Grafik variasi Kapur	81
Gambar 48. Hasil Beban Nilai CBR variasi Kapur	82
Gambar 49. Tanah campuran <i>fly ash</i> dan Kapur	86

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Di Indonesia ketersediaan lahan semakin berkurang akibat pertumbuhan penduduk yang pesat, perluasan wilayah permukiman, dan meningkatnya pembangunan infrastruktur. Masalah ini juga terjadi di Provinsi Sumatera Barat terutama di Kota Padang yang merupakan salah satu pusat pertumbuhan utama di wilayah tersebut. Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah penduduk Kota Padang terus meningkat setiap tahunnya, yaitu tercatat sebesar 919,51 ribu jiwa pada tahun 2021; 931,37 ribu jiwa pada tahun 2022; 942,94 ribu jiwa pada tahun 2023; 954,18 ribu jiwa pada tahun 2024; dan 965,05 ribu jiwa pada tahun 2025. Peningkatan jumlah penduduk tersebut secara langsung mendorong kebutuhan akan lahan perumahan yang semakin besar.

Di sisi lain, ketersediaan lahan yang layak dan memenuhi standar teknis pembangunan semakin terbatas. Upaya pembukaan lahan baru dengan menebang hutan secara tidak terkendali bukanlah solusi yang tepat karena berpotensi merusak lingkungan dan bertentangan dengan Undang-Undang Nomor 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan serta Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Selain itu, merambah lahan pertanian produktif juga dapat mengurangi ketersediaan lahan subur yang berperan penting dalam ketahanan pangan nasional. Oleh sebab itu, diperlukan alternatif pemanfaatan lahan yang lebih adaptif dan ramah lingkungan dalam penyediaan lahan konstruksi, salah satunya melalui pemanfaatan lahan marginal seperti lahan bekas tambang yang telah kehilangan fungsi produktifnya.

Namun, lahan bekas tambang memiliki kepadatan dan stabilisasi tanah yang rendah akibat terganggunya struktur tanah asli oleh aktivitas penambangan. Kondisi ini menyebabkan tanah mudah mengalami penurunan (*Settlement*), sehingga tidak

memenuhi persyaratan teknis sebagai dasar konstruksi (Das, 2011). Berdasarkan kajian geoteknik di wilayah Gunung Sarik, Kecamatan Kuranji, Kota Padang khususnya di area bekas tambang tanah liat (*clay*), diketahui bahwa aktivitas pertambangan yang dilakukan secara berkelanjutan serta penggunaan alat berat tanpa pengendalian teknis yang memadai telah menurunkan kualitas tanah secara signifikan. Akibatnya, tanah menjadi tidak stabil dan berpotensi menyebabkan berbagai kerusakan struktural, seperti retakan pada lapisan perkerasan jalan hingga keruntuhan bangunan. Oleh karena itu, sebelum digunakan sebagai dasar konstruksi, pengujian untuk mengetahui daya dukung tanah sangat penting dilakukan agar struktur yang dibangun tidak mengalami kerusakan.

Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan upaya peningkatan kualitas tanah sehingga memenuhi spesifikasi teknis pembangunan. Stabilisasi tanah yang melibatkan penambahan bahan aditif adalah salah satu teknik yang sering digunakan. Pendekatan ini bertujuan untuk memperkuat sifat fisik dan mekanis tanah seperti kepadatan, daya dukung, dan stabilitas. Berbagai mineral telah digunakan dalam proses ini, termasuk abu terbang (*fly ash*) dan kapur karena keduanya dapat menghasilkan reaksi kimia yang memperkuat struktur tanah. Selain itu, sejumlah penelitian telah menguji berbagai elemen yang membantu meningkatkan sifat tanah dasar (*subsoil*), seperti abu sekam padi, abu ampas tebu, semen, abu dasar (*bottom ash*), gipsum, dan limbah plastik (Hangge dkk, Mak'sudah dkk, 2022; Nasrani dkk., 2020).

Fly ash merupakan limbah padat hasil samping dari pembakaran batu bara di pembangkit listrik tenaga uap (PLTU), memiliki sifat pozzolanik dan kemampuan pengikat (seperti semen) karena mengandung silika (SiO_2), alumina (AlO_3), oksida besi (FeO_3), dan oksida kalsium (CaO) (Ibrahim, 2014). Sesuai ASTM C618-96, kandungan kimia ini memungkinkan *fly ash* mengeras dan meningkatkan kekuatan tanah ketika bereaksi dengan air. Penggunaan *fly ash* harus memenuhi standar kandungan kimia tertentu dan tidak berasal dari limbah spesifik. Seiring meningkatnya produksi energi listrik, ketersediaan *fly ash* di Indonesia juga

meningkat sehingga pemanfaatannya untuk stabilisasi tanah menjadi solusi ramah lingkungan dan ekonomis (Asof dkk., 2022). Meski demikian, *fly ash* memiliki keterbatasan, seperti waktu pengerasan yang relatif lambat dan kualitas yang bervariasi tergantung jenis batu bara dan proses pembakaran. Pada tanah dengan plastisitas tinggi, *fly ash* kurang efektif jika digunakan sendiri, sehingga dikombinasikan dengan bahan lain, seperti kapur yang diperlukan untuk hasil stabilisasi yang lebih optimal (Iyer & Scott, 2001; Chesner dkk., 1999).

Selain *fly ash*, kapur telah lama digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah karena sifat reaktifnya terhadap partikel tanah. Kapur dapat memodifikasi struktur dan komposisi tanah melalui reaksi kimia, sehingga meningkatkan kekuatan dan kestabilan tanah (Diniz dkk., 2024; Haque Nayem, 2023). Kapur tohor (*quicklime*) diperoleh dari pembakaran batu kapur (CaCO_3) pada suhu $\pm 90^\circ\text{C}$, menghasilkan kalsium oksida (CaO) sebagai komponen utama. Dalam bidang geoteknik, kapur tohor efektif memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah lunak dengan meningkatkan kohesi dan daya dukung (Aryanto dkk., 2021; SNI 03-4147-1996). Berdasarkan ASTM C110-11 dan SNI 03-4147-1996, kapur tohor mengandung CaO , MgO , SiO_2 , dan Al_2O_3 dengan kadar tertentu sesuai proses produksinya.

Meskipun demikian, kapur memiliki keterbatasan. Efektivitas stabilisasi lebih optimal pada tanah berplastisitas tinggi atau kaya mineral lempung, sedangkan pada tanah berbutir kasar hasilnya kurang efektif (Sherwood, 1993). Proses reaksi kapur memerlukan kadar air yang sesuai, tanah yang terlalu kering atau basah dapat mengurangi pembentukan struktur baru. Namun, kapur tetap menjadi bahan stabilisasi utama karena kemampuannya meningkatkan indeks plastisitas, menurunkan potensi kembang-susut (*shrink-swell*), dan memperbaiki daya dukung tanah secara signifikan.

Berbagai Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa stabilisasi tanah menggunakan kapur maupun *fly ash* telah terbukti mampu meningkatkan daya dukung tanah. Nurmaidah (2022) melaporkan bahwa penambahan kapur pada tanah lempung mampu meningkatkan nilai *California Bearing Ratio* (CBR) laboratorium

dari 2,69% menjadi 14,88%. Peneliti terdahulu Yulianti dkk. (2023) menunjukkan bahwa stabilisasi tanah lempung menggunakan kombinasi *fly ash* dan kapur mampu meningkatkan daya dukung tanah secara nyata. Nilai CBR sampel tanah sebesar 7,79% meningkat menjadi 13,65%. Namun, sebagian besar penelitian yang ada masih mengkaji penggunaan kapur dan *fly ash* secara terpisah serta belum membahas secara komprehensif pengaruh kombinasi variasi keduanya terhadap daya dukung tanah bekas tambang.

Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menganalisis pengaruh variasi campuran *fly ash* dan kapur terhadap peningkatan daya dukung tanah bekas tambang di Gunung Sarik, Kecamatan Kuranji, Kota Padang. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Universitas Negeri Padang menggunakan sampel tanah yang diperoleh dari bekas wilayah pertambangan di Gunung Sarik, Kecamatan Kuranji, Kota Padang. Pengujian bertujuan untuk menilai pengaruh variasi campuran *fly ash* dan kapur melalui metode *California Bearing Ratio* (CBR). Sesuai ASTM D1883-67, nilai CBR diperoleh dengan membandingkan beban penetrasi yang mampu ditahan sampel tanah terhadap beban standar. Melalui pengujian ini, dapat diamati perubahan karakteristik tanah setelah diberikan perlakuan, termasuk penambahan bahan stabilisasi tersebut.

Dalam penelitian ini, pengujian CBR laboratorium digunakan untuk menilai seberapa besar pengaruh variasi campuran bahan aditif terhadap daya dukung tanah. Variasi kadar kapur yang diterapkan yaitu 0%, 4%, 8%, dan 12%, sedangkan *fly ash* digunakan dengan kadar 5%, 10%, 15%, dan 20%. Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis melakukan penelitian dengan judul **“Pengaruh Variasi Campuran *Fly ash* dan Kapur Terhadap Daya Dukung Tanah Bekas Tambang di Gunung Sarik”**. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas penambahan bahan stabilisasi tanah berupa *fly ash* dan kapur dalam meningkatkan daya dukung tanah pada area bekas tambang.

B. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini dilakukan yaitu, sebagai berikut:

1. Untuk mengidentifikasi jenis dan klasifikasi tanah di lahan Bekas Tambang yang berlokasi di Gunung Sarik, Kecamatan Kuranji, Padang.
2. Untuk menganalisis nilai daya dukung tanah dengan pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) pada sampel tanah yang diambil di daerah bekas lahan pertambangan di kelurahan Gunung Sarik, Kec. Kuranji, kota Padang.
3. Untuk menganalisis pengaruh *fly ash* yang ditambahkan dalam campuran tanah dan kapur.
4. Untuk menganalisis pengaruh kapur yang ditambahkan dalam campuran tanah dan *fly ash*.
5. Untuk menganalisis pengaruh peningkatan daya dukung dan daya dukung maksimum tanah pada variasi campuran *fly ash* 5%, 10%, 15%, dan 20% serta variasi kadar kapur 0%, 4%, 8%, dan 12%.

Adapun manfaat dari penelitian yang dilakukan yaitu, sebagai berikut :

1. Bagi Peneliti

Meningkatkan informasi tentang karakteristik tanah lunak dan memahami dampak penggabungan abu terbang dan kapur terhadap nilai CBR tanah tambang di Gunung Sarik, Kecamatan Kuranji, Padang.

2. Bagi Pelaksanan Lapangan

Memberikan rekomendasi praktis mengenai proposi campuran, prosedur pelaksanaan, dan peningkatan daya dukung tanah hasil stabilisasi.

3. Bagi Peneliti selanjutnya

Dapat digunakan sebagai sumber referensi untuk studi di masa depan tentang perilaku tanah pasca-pertambangan di Gunung Sari, Padang, dan perbaikan tanah, serta pengaruhnya terhadap infrastruktur.

4. Bagi Lingkungan

Tugas akhir ini mengkaji pemanfaatan *fly ash* sebagai solusi berkelanjutan untuk mengurangi limbah industri, menjaga sumber daya alam, dan mendukung pembangunan berkelanjutan.

5. Bagi Pemerintah Daerah

Menjadi bahan pertimbangan pemanfaatan lahan bekas tambang untuk infrastruktur.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Pengujian dilakukan untuk tanah bekas tambang di wilayah Gunung Sarik, Kecamatan Kuranji, Padang.
2. Bahan aditif yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *fly ash* yang berasal dari PLTU Teluk Sirih, Sumatera Barat, serta kapur tohor yang diperoleh dari Pabrik Bukit Serabi di Kota Padang Panjang, Sumatera Barat.
3. Pengujian yang dilakukan hanya uji sifat fisik tanah berupa (kadar air, berat volume, berat jenis, batas-batas *atterberg*, Analisis saringan, Hidrometer dan uji mekanis tanah berupa Proctor dan CBR laboratorium.
4. Pengujian dilakukan untuk mengetahui daya dukung tanah yang berfokus pada CBR laboratorium menggunakan Tanah Terganggu (*Disturbed*).
5. Penelitian ini dilakukan tanpa proses pemeraman (*curing*) dan perendaman pada sampel tanah.

D. Spesifikasi Teknis

Dalam penelitian tugas akhir ini, peneliti berencana untuk melakukan uji pada tanah lunak di wilayah Kelurahan Gunung Sarik, Kecamatan Kuranji, Kota Padang. Sampel penelitian adalah tanah terganggu, yang struktur alaminya telah diubah baik oleh penyebab alami maupun akibat kegiatan manusia. Bahan yang digunakan untuk stabilisasi meliputi *fly ash* dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap Batubara Teluk Sirih, Sumatera Barat, dan kapur dari Pabrik Bukit Serabi, Kota Padang Panjang, Sumatera Barat.

Pengujian dilakukan mulai dari persiapan sampel tanah, diikuti dengan pengujian sifat fisik seperti kadar air, berat jenis, berat satuan, batas *Atterberg*, analisis ayakan, dan hidrometer, serta pengujian sifat mekanis berupa Proktor, sementara pengujian utama adalah CBR laboratorium pada tanah yang dicampur dengan abu terbang dan kapur. Pengujian CBR laboratorium (*California Bearing Ratio*) dilaksanakan berdasarkan standar ASTM D 1883-67 dengan variasi *fly ash* sebesar 5%, 10%, 15%, dan 20%, serta variasi kapur sebesar 0%, 4%, 8%, dan 12%.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil data pengujian laboratorium dan analisis yang dilakukan pada sampel tanah dengan Tugas Akhir ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada pengujian sifat fisik tanah, tanah di daerah bekas lahan tambang di gunung sarik menurut klasifikasi tanah USCS termasuk dalam kelompok MH (Lanau Elastis kerikil) dengan nilai indeks plastisitasnya 15,71%.
2. Dari hasil penelitian diketahui bahwa nilai CBR sampel tanah pada energi pemadatan 56 tumbukan sebesar 10,37%, sehingga telah memenuhi syarat minimum tanah dasar untuk konstruksi ringan. Mengacu pada SNI 1732:2011, tanah dengan $CBR \geq 6\%$ layak digunakan untuk pembangunan perumahan. Namun, berdasarkan SNI 8460:2017, tanah dengan CBR sekitar 10% masih tergolong daya dukung sedang sehingga perencanaan pondasi tetap perlu dilakukan dengan hati-hati.
3. Dari hasil penelitian, variasi kapur yang ditambahkan dalam campuran tanah dan *fly ash* terbukti memberikan pengaruh terhadap peningkatan stabilisasi tanah. Nilai CBR tertinggi variasi kapur yang ditambahkan campuran tanah dan *fly ash* pada variasi 12% Kapur dan 20% *Fly ash* (Tumbukan 56) dengan nilai sebesar 27,91%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa stabilisasi tanah lunak bekas lahan pertambangan dengan variasi kapur yang ditambahkan dalam campuran tanah dan *fly ash* memberikan peningkatan terhadap daya dukung tanah yang signifikan.
4. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan variasi *fly ash* yang ditambahkan dalam campuran tanah dan kapur berpengaruh terhadap peningkatan stabilisasi tanah. Nilai CBR tertinggi diperoleh pada campuran

20% *fly ash* dan 12% kapur (tumbukan 56) dengan nilai sebesar 27,92%. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa stabilisasi tanah lunak pada lahan bekas pertambangan menggunakan campuran *fly ash* dan kapur mampu mengeskalasi daya dukung tanah yang lebih tinggi dari sampel tanah.

5. Dari hasil penelitian, Pengaruh Campuran Variasi *fly ash* sebesar 5%, 10%, 15% dan 20% serta kapur sebesar 0%, 4%, 8%, dan 12% menunjukkan kecenderungan meningkatnya nilai daya dukung tanah dibandingkan sampel tanah. Daya dukung maksimum diperoleh pada campuran tanah dengan *fly ash* 20% dan kapur 12%, yang memberikan nilai CBR tertinggi dibandingkan variasi campuran lainnya.

B. Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya bisa digunakan jenis tanah yang lain dengan variasi yang berbeda dnegan menjadikan *fly ash* dan kapur sebagai bahan stabilisator.
2. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk melaukan pengujian dnegan variasi waktu pemeraman (*curing time*) yang berbeda agar dapat diketahui pengaruh lamanya pemeraman terhadap perkembangan daya dukung tanag yang distabilisasi menggunakan *fly ash* dan kapur.
3. Penelitian selanjutnya padapt menambahkan jenis pengujian mekanis lainnya seperti uji kuat tekan bebas (UCS), atau uji triaxial, sehingga karakteristik kekuatan tanah dapat dianalisis secara lebih komprehensif.
4. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi awal dalam perencanaan perbaikan tanah dasar (*subgrade*) pada pembangunan perumahan, khususnya pada tanah dengan daya dukung rendah, dengan tetap memperhatikan aspek teknis, ekonomi dan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asof, M., Arita, S., Andalia, W., & Naswir, M. (2022). Analysis of characteristics, potential and utilization of *fly ash* and bottom ash PLTU fertilizer industry. *Jurnal Teknik Kimia*, 28(1), 2721–4885.
- Aryanto, M., Suhendra, S., & Amalia, K. R. (2021). Stabilisasi tanah lempung ekspansif menggunakan kapur tohor. *Jurnal Talenta Sipil*, 4(1), 38.
- Aziz. (2010). Batu kapur dan peningkatan nilai tambah serta spesifikasi untuk industri. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 06(3).
- Bell, F. G. (1996). Lime stabilization of clay minerals and soils. London: Geological Society Engineering Geology Special Publication.
- bottom ash, dan semen untuk lapis pondasi (Improving Subgrade). *Jurnal Civil Engineering Study*.
- Bowles, J. E. (1991). Sifat-sifat fisik tanah dan geoteknik tanah (Edisi ke-2). Erlangga.
- Chesner, W. H., Collins, R. J., & MacKay, M. H. (1999). *User guidelines for waste and byproduct materials in pavement construction*. Washington, DC: Federal Highway Administration (FHWA).
- Das, B. M. (1995). Mekanika tanah: Prinsip-prinsip rekayasa geoteknis.
- Das, B. M. (2011). *Principles of Geotechnical Engineering*. Stamford: Cengage Learning.
- Diniz, B. C., Fedrigo, W., Kleinert, T. R., Batista, G. dos S., Núñez, W. P., Correa, B. M., & Brito, L. A. T. (2024). Lime stabilization of tropical soil for resilient pavements: Mechanical, microscopic, and mineralogical characteristics. *Materials*, 17(19).
- Fathmaulida. (2013). Faktor-faktor yang berhubungan dengan gangguan fungsi paru pada pekerja pengolahan batu kapur di Desa Tamansari Kabupaten Karawang tahun 2013 (Skripsi).

- Fauziek, M., & Suhendra, A. (2018). Efek dari dynamic compaction (DC) terhadap peningkatan kuat geser tanah. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 1(2).
- Geoteknik Indonesia. (2025). Instrumen pengujian nilai *California Bearing Ratio* (CBR) dan ketentuan perencanaannya. Geoteknik Indonesia Press.
- Hangge, E. E., Hunggurami, E., & Harjono, F. J. (n.d.). Pengaruh kapur dan *fly ash* pada stabilisasi lempung ekspansif terhadap sifat fisik–mekanik dan mikrostruktur. *Jurnal Forum Teknik Sipil*, 4, 1–12.
- Hatmoko, J. U. D. (2024). Stabilisasi tanah lempung menggunakan kombinasi kapur dan *fly ash* terhadap peningkatan nilai CBR. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 26(1), 45–53.
- Haque Nayem, N. (2023). Stabilization of expansive soil by improving the engineering properties using lime and *fly ash*. *International Journal of Engineering Management*.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah I*.
- Hardiyatmo, H. C. (2010). *Stabilisasi tanah untuk perkerasan jalan*. Universitas Gadjah Mada.
- Hardiyatmo, H. C. (2012). *Mekanika tanah (Edisi V)*. Gadjah Mada University Press.
- Ibrahim, M. (2014). Karakteristik *fly ash* sebagai material pozzolan dalam stabilisasi tanah. *Jurnal Teknik Sipil*, 10(1), 1–8.
- Iyer, R., & Scott, J. A. (2001). Power station *fly ash*—a review of value-added utilization outside of the construction industry. *Resources, Conservation and Recycling*, 31(3), 217–228. [https://doi.org/10.1016/S0921-3449\(00\)00084-7](https://doi.org/10.1016/S0921-3449(00)00084-7)
- Kementerian PUPR, & Departemen Pekerjaan Umum. (2021). *Manual petunjuk teknis pengujian tanah*.
- Kimpraswil. (2002). *Geoteknik 1: Pedoman perencanaan teknis penanganan tanah lunak untuk jalan (No. PT T-8-2002-B)*. Direktorat Jenderal Bina Marga.

- Mak'sudah, A. N., Saputro, Y. A., & Rochmanto, D. (2022). Optimalisasi campuran *fly ash*,
- Nasrani, F., Oktovian, L., Sompie, B. A., & Sumampouw, J. E. R. (2020). Analisis geoteknik tanah lempung terhadap penambahan limbah gypsum. *Jurnal Sipil Statik*, 8, 197-204.
- Nurmaidah. (2022). Pengaruh penambahan kapur pada tanah lempung terhadap nilai CBR.
- Sherwood, P. T. (1993). *Soil stabilization with cement and lime*. London: Her Majesty's Stationery Office (HMSO).
- SNI 03-4147-1996. (1996). Spesifikasi kapur untuk stabilisasi tanah. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1742:2008. (2008). Metode pengujian pemadatan tanah.
- SNI 1744:2012. (2012). Metode uji CBR laboratorium.
- SNI 1964:2008. (2008). Metode pengujian berat volume tanah.
- SNI 1965:2019. (2019). Metode pengujian kadar air tanah.
- SNI 1966:2008. (2008). Metode pengujian batas plastis.
- SNI 1964:2008. Metode Pengujian Berat Jenis Tanah.
- SNI 1967:2008. (2008). Metode pengujian batas cair.
- SNI 3423:2008. (2008). Metode pengujian analisis saringan.
- SNI 3423:2008. (2008). Metode pengujian hidrometer.
- SNI 6371:2015. (2015). Klasifikasi tanah (USCS). Badan Standardisasi Nasional.
- Yesa, I. E., Rendy Satrya, T., Asih, R., & Soemitro, A. (2024). Pengaruh Stabilisasi Tanah Menggunakan Abu Terbang Dan Kapur Terhadap Perubahan Karakteristik Fisik, Mekanik, dan Nilai CBR Serta Kadar Karbon dalam Tanah. *Desember*, 5(12), 21
- Yulianti, R., dkk. (2023). Stabilisasi tanah lempung menggunakan kombinasi kapur dan *fly ash* terhadap peningkatan nilai CBR. *Jurnal Teknik Sipil*.