

**PENGARUH VARIASI CAMPURAN *FLY ASH* UNTUK STABILISASI
TANAH DENGAN WAKTU PEMERAMAN 7 HARI**

PROYEK AKHIR

*Proyek Akhir Ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Diploma Pada Prodi D3 Teknik Sipil Bangunan Gedung Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang*



Oleh
ANGGA SAPUTRA
NIM. 22062002

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL BANGUNAN GEDUNG
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2025**

PERSETUJUAN PROYEK AKHIR

PENGARUH VARIASI CAMPURAN FLY ASH UNTUK STABILISASI
TANAH DENGAN WAKTU PEMERAMAN 7 HARI

Nama : Angga Saputra
Nim : 22062002
Prodi : D III Teknik Sipil Bangunan Gedung
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Padang, 06 Agustus 2025

Disetujui Oleh
Dosen Pembimbing



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

Mengetahui
Kepala Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik UNP



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

PENGESAHAN PROYEK AKHIR

**PENGARUH VARIASI CAMPURAN FLY ASH UNTUK STABILISASI
TANAH DENGAN WAKTU PEMERAMAN 7 HARI**

Nama : Angga Saputra
Nim : 22062002
Prodi : D III Teknik Sipil Bangunan Gedung
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan dinyatakan Lulus sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh Diploma pada Prodi D3 Teknik Sipil Bangunan Gedung, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.

Padang, 06 Agustus 2025

Tim Penguji

Nama	Tanda Tangan
1. Ketua : Syahril Rahmat, S.T., M.Sc	
2. Anggota : Prof. Dr. Nurhasan Syah, M.Pd	
3. Anggota : Laras Oktavia Andreas, S.Pd, M.Pd.T	

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim, puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidahnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir ini. Proyek akhir ini penulis persembahkan untuk:

1. Teruntuk kedua orang tuaku tercinta. Papa dan mama, orang hebat yang selalu mejadi penyemangat saya sebagai sandaran terkuat dari kerasnya dunia. Yang tidak henti-hentinya memberikan kasih sayang dengan penuh cinta selalu memberikan motivasi. Terimakasih untuk semua berkat do'a dan dukungan mama dan papa saya bisa dititk ini. Sehat selalu tolong hiduplah lebih lama lagi.
2. Sebagai ungkapan terima kasih yang tulus, kupersembahkan karya kecil ini untuk abang tersayang. Terima kasih telah menjadi sumber motivasi dan inspirasi dalam setiap langkah hidupku. Sebagai anak yang akan menjadi perintis keluarga, aku berharap selalu bisa membanggakan abang dan menjadikan segala perjuangan ini sebagai bukti rasa hormat serta kasih sayangku.
3. Terima kasih untuk keluarga besar yang selalu memberikan dukungan baik secara moral maupun nonmoral.
4. Bapak Syahril Rahmat, S.T., M.Sc selaku dosen pembimbing Proyek Akhir saya, terima kasih banyak bapak sudah membantu saya selama ini, sudah menasehati, sudah mengajari, dan selalu bersabar untuk mengarahkan saya sampai proyek akhir ini selesai.
5. Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada satu sosok yang selama ini diam-diam berjuang tanpa henti, seorang laki-laki sederhana dengan impian yang tinggi, namun sering kali sulit ditebak isi pikiran dan hati. Terima kasih kepada penulis Proyek Akhir ini yaitu diriku sendiri, Angga Saputra. Anak bungsu yang sedang melangkah menuju usia 23 tahun yang dikenal keras kepala namun terkadang sifatnya seperti anak kecil pada umumnya. Terima kasih telah turut hadir di dunia ini, telah bertahan sejauh ini, dan terus berjalan melewati segala tantangan yang semesta hadirkan.

MOTTO

“Apabila yang ada di depan membuatmu takut, dan yang di belakang membuatmu luka, lihatlah ke atas, sungguh Allah tak pernah gagal menolongmu”

“...Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya...”

(Al-Baqarah : 286)

“Setetes keringat orang tuaku yang keluar, ada seribu langkahku untuk maju”



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171
Telp. (0751) 7059996, FT: (0751) 7055644, 445118 Fax: 7055644
E-mail: info@ft.unp.ac.id

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Angga Saputra
NIM/TM : 22062002 / 2022
Program Studi : D3 Teknik Sipil Bangunan Gedung
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi/Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan judul Pengaruh Variasi Campuran Fly Ash untuk Stabilitas Tanah dengan Waktu Pemadaman 7 Hari

Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari 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 pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui oleh,
Kepala Departemen Teknik Sipil

(Ir. Faisal Ashar, ST., MT., Ph.D.)
NIP. 19750103 200312 1 001

Saya yang menyatakan,



ANGGA SAPUTRA

BIODATA

A. Data Diri

Nama Lengkap : Angga Saputra
NIM : 22062002
BP : 2022
Tempat/Tanggal Lahir : Durian Tinggi/25 Oktober 2002
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Anak ke : 2 (dua)
Alamat : Bintungan Sakti, Durian Tinggi, Kecamatan Kapur IX
Nomor Telepon : 082268865695



B. Riwayat Pendidikan

SD : SDN 01 Durian Tinggi
SMP : SMPN 02 Kapur IX
SMA/SMK Sederajat : SMAN 03 Payakumbuh

C. Proyek Akhir

Judul : Pengaruh Variasi Campuran *Fly Ash* untuk Stabilisasi Tanah dengan Waktu Pemeraman 7 Hari
Tanggal Sidang : 06 Agustus 2025

Padang, 29 Juli 2025

Angga Saputra
2022/22062002

ABSTRAK

Angga Saputra, 2025. PENGARUH VARIASI CAMPURAN *FLY ASH* UNTUK STABILISASI TANAH DENGAN WAKTU PEMERAMAN 7 HARI

Tanah lunak bekas lahan pertambangan *clay* di Gunung Sarik, meskipun memiliki karakteristik kadar air tinggi, ukuran partikel sangat halus, dan plastisitas tinggi yang menyebabkan rendahnya daya dukung tanah, memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan timbunan jalan setelah dilakukan pengolahan dan pemadatan yang tepat. Sifat plastisitas tanah *clay* memungkinkan penyesuaian terhadap perubahan tekanan akibat beban timbunan, sehingga tanah ini dapat memperbaiki kerataan permukaan dan meningkatkan stabilitas tanah dasar jalan. Oleh karena itu, pemanfaatan tanah lunak tersebut sebagai timbunan pada konstruksi jalan dapat menjadi solusi efektif untuk memperkuat struktur tanah dasar serta mendukung kelancaran lalu lintas dan pembangunan jalan akses yang kuat dan aman untuk mendukung pengembangan perumahan. Penelitian ini menelaah pengaruh penambahan *fly ash*, limbah hasil pembakaran batu bara, sebagai bahan stabilisasi tanah untuk meningkatkan daya dukung dan kekuatan geser tanah. *Fly ash* diketahui mengandung senyawa aktif seperti SiO_2 dan CaO yang mampu membentuk ikatan kimia dengan tanah melalui reaksi pozzolan. Pengujian dilakukan dengan variasi campuran *fly ash* sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% dengan waktu pemeraman selama 7 hari.

Hasil pengujian menunjukkan adanya peningkatan nilai unsoaked *California Bearing Ratio* (CBR) dari 10,30% pada tanah asli menjadi 13,69% pada campuran 10% *fly ash*. Namun, pada campuran *fly ash* 15% mengalami penurunan sebesar 11,60%. Selain itu, peningkatan signifikan pada kohesi tanah ditemukan hingga mencapai 0,118 kg/cm² pada campuran 15% *fly ash*, meskipun sudut geser tanah mengalami fluktuasi, yakni meningkat tajam hingga 41,71° pada 15% *fly ash* dan menurun pada 20% *fly ash* menjadi 28,39°. Pada campuran 20% *fly ash*, nilai kohesi turun drastis menjadi 0,017 kg/cm², namun sudut geser kembali meningkat dibanding tanah asli. Temuan ini membuktikan efektivitas *fly ash* dalam memperbaiki sifat mekanik tanah lunak, memberikan solusi pemanfaatan limbah industri, serta mendukung pembangunan berkelanjutan di daerah bekas pertambangan clay.

Kata Kunci: Tanah *clay*, *Fly Ash*, *California Bearing Ratio* (CBR), Kuat Tekan Geser.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji Syukur Penulis sampaikan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat, nikmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tidak lupa shalawat beriringan salam Penulis sampaikan kepada junjungan nabi besar kita Muhammad SAW.

Proyek Akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan bagi penulis untuk mendapatkan gelar ahli media teknik, di Prodi D3 Teknik Sipil Bangunan Gedung, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang. Selama membuat proyek akhir dengan judul "Pengaruh Variasi Campuran *Fly Ash* untuk Stabilisasi Tanah dengan Waktu Pemeraman 7 Hari" ini, penulis mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu Penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Syahril Rahmat, S.T., M.Sc. selaku pembimbing Proyek Akhir yang telah memberikan waktu untuk bimbingan, petunjuk, pengarahan, dan nasihat dalam menyelesaikan proyek akhir ini.
2. Bapak Prof. Dr. Nurhasan Syah, M.Pd. selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Dosen Penguji Penulis.
3. Ibu Laras Oktavia Andreas, S.Pd, M.Pd.T selaku Dosen Penguji.
4. Bapak Ir. Faisal Ashar, S.T., M.T., Ph.D selaku Kepala Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
5. Ibu Ir. Risma Apdeni, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Sipil Bangunan Gedung Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
6. Kepada kedua orang tua, saudara, dan seluruh keluarga tercinta, yang senantiasa menjadi sumber motivasi, mendidik dengan penuh kasih, serta memberikan doa dan dukungan yang tak pernah putus, baik secara moral maupun mental, saya sampaikan rasa terima kasih yang mendalam dari lubuk hati.

7. Bapak Ilham Wahyudi S.T. Selaku pembimbing selama pengujian berlangsung di laboratorium.
8. Bapak Akhyar Jamil S.T., M.T. Selaku Teknisi Laboratorium yang telah mengizinkan melakukan pengujian.
9. Kepada rekan-rekan perjuangan Sena, Evan, Kaka, serta seluruh warga Lolong yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih atas segala bantuan, dukungan, dan kerja sama yang telah diberikan selama penelitian ini. Kehadiran dan semangat kalian menjadi sumber kekuatan dan motivasi yang sangat berarti.
10. Terima kasih kepada Khasia Layla Ramadhani dan Chintya Aprilia atas bantuan dan dukungan dalam penulisan proyek Akhir.

Penulis menyadari bahwa Proyek Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, baik dari segi penulisan maupun pembahasan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca. Semoga Proyek Akhir ini dapat memberi manfaat bagi pembacanya dan mahasiswa Teknik Sipil khususnya, terutama pada Penulis sendiri.

Padang, 29 Juli 2025

Angga Saputra

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN PROYEK AKHIR	Error! Bookmark not defined.
PENGESAHAN PROYEK AKHIR	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	iv
SURAT KETERANGAN PLAGIAT	Error! Bookmark not defined.
BIODATA	vii
ABSTRAK	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan dan Manfaat	4
C. Batasan Masalah	5
D. Spesifikasi Teknis.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTKA	6
A. Pengertian Tanah	6
B. Komposisi Tanah	7
C. Sistem Klasifikasi Tanah.....	7
D. Indeks Propertis Fisik Tanah.....	8
E. Sifat Mekanik Tanah	14
F. Stabilitas Tanah Menggunakan <i>Fly ash</i>	18
1. Stabilisasi Tanah	18
2. <i>Fly Ash</i>	19
3. Metode pencampuran tanah dengan <i>Fly ash</i>	20
G. Tinjauan Relevan	21

BAB III PROSEDUR DAN TAHAPAN PERHITUNGAN.....	23
A. Jenis Proyek Akhir	23
B. Watu dan Tempat.....	23
C. Bahan Penelitian	24
D. Persiapan Alat dan Prosedur Penelitian.....	25
E. Bagan Alur Proses Pelaksanaan Proyek Akhir	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
A. Hasil Pengujian Indeks Propertis dan Sifat Fisik Tanah Asli.....	38
B. Hasil Pengujian Kepadatan (<i>Proctor</i>) Tanah Asli	45
C. Hasil Pengujian CBR Tanah Campuran <i>Fly Ash</i>	47
D. Hasil Pengujian <i>Direct shear</i> Tanah Campuran <i>Fly Ash</i>	57
E. Hasil Penelitian dan Pembahasan	59
BAB V PENUTUP.....	61
A. Kesimpulan.....	61
B. Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah	14
Tabel 2. Nilai CBR (<i>Unsoaked</i>) Tanah Asli dan Campuran <i>Fly Ash</i>	21
Tabel 3. Kadar Air Tanah Lapangan	38
Tabel 4. Hasil Uji Berat Isi Tanah.....	39
Tabel 5. Hasil Uji Berat Jenis	39
Tabel 6. Hasil Uji Analisis Saringan	40
Tabel 7. Hasil Uji Analisis Hidrometer	41
Tabel 8. Hasil Uji Batas Cair	42
Tabel 9. Uji Batas Plastis	43
Tabel 10. Hasil Uji Indeks Propertis dan Sifat Fisik Tanah Asli.....	44
Tabel 11. Kadar Air	46
Tabel 12. Persentase Sampel Campuran <i>Fly Ash</i>	47
Tabel 13. Hasil Pengujian CBR 0% <i>Fly Ash</i>	48
Tabel 14. Hasil Pengujian CBR 5% <i>Fly Ash</i>	49
Tabel 15. Hasil Pengujian CBR 10% <i>Fly Ash</i>	50
Tabel 16. Hasil Pengujian CBR 15% <i>Fly Ash</i>	51
Tabel 17. Hasil Pengujian CBR 20% <i>Fly Ash</i>	52
Tabel 18. Rekapitulasi Hasil Uji CBR Rata-rata.....	52
Tabel 19. Rekapitulasi Nilai Beban Rata-rata CBR	55
Tabel 20. Hasil Pengujian Direct shear	57
Tabel 21. Nilai Direct Shear	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kondisi Jalan Gunung Sarik.....	2
Gambar 2. Diagram Komposisi Tanah	7
Gambar 3. Batas-batas Atterberg	12
Gambar 4. Alat Uji Standard Proctor.....	16
Gambar 5. Alat Uji CBR di Laboratorium.....	17
Gambar 6. Lokasi pengambilan tanah.....	23
Gambar 7. Lokasi Pengambilan Tanah	24
Gambar 8. Bahan Tanah Penelitian	24
Gambar 9. <i>Fly Ash</i>	25
Gambar 10. Pengujian Berat Jenis	28
Gambar 11. Pengujian <i>California Bearing Ratio</i>	35
Gambar 12. Pengujian <i>Direct Shear</i>	36
Gambar 13. Bagan Alur Pelaksanaan Proyek Akhir.....	37
Gambar 14. Grafik Analisis Saringan dan Hidrometer	41
Gambar 15. Grafik Batas Cair	43
Gambar 16. Diagram plastisitas USCS	45
Gambar 17. Grafik Pemadatan Tanah Asli.....	46
Gambar 18. Proses Pencampuran Tanah dan <i>Fly Ash</i>	47
Gambar 19. Grafik Penetrasi CBR 0% <i>fly Ash</i>	48
Gambar 20. Grafik Penetrasi CBR 5% <i>Fly Ash</i>	49
Gambar 21. Grafik Penetrasi CBR 10% <i>Fly Ash</i>	50
Gambar 22. Grafik Penetrasi CBR 15% <i>Fly Ash</i>	51
Gambar 23. Grafik Penetrasi CBR 20% <i>Fly Ash</i>	52
Gambar 24. Nilai CBR <i>Unsoaked</i>	53
Gambar 25. Nilai Beban CBR	56
Gambar 26. Grafik Kohesi.....	58
Gambar 27. Grafik Sudut Geser	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Tugas Pembimbing	66
Lampiran 2. Surat izin Pengambilan Data di PLTU Teluk Sirih	67
Lampiran 3. Surat izin Konfirmasi Pengambilan Data di PLTU Teluk Sirih	68
Lampiran 4. Surat Izin Melakukan Penelitian di Laboratorium Mekanika Tanah ..	69
Lampiran 5. Alat Hidrometer	70
Lampiran 6. Distribusi Ukuran Butiran	71
Lampiran 7. Sistem klasifikasi AASHTO	72
Lampiran 8. Sistem klasifikasi USCS	73
Lampiran 9. Bagan Alir untuk Pengklasifikasikan Tanah Butir Halus.....	75
Lampiran 10. Grafik Analisis Saringan dan Hidrometer	76
Lampiran 11. Grafik Pengujian CBR Campuran	77
Lampiran 12. Rekapitulasi Pengujian	78
Lampiran 13. Dokumentasi Kegiatan	100
Lampiran 14. Surat Tugas Penguji Proyek Akhir	103

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanah adalah material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dari bahan-bahan organik yang melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1995). Komposisi dan sifat-sifat tanah sangat bervariasi tergantung pada asal-usul bahan penyusunnya serta proses pembentukan yang dialaminya. Struktur tanah mempengaruhi kemampuan tanah dalam menahan beban serta daya serap air dan udara. Oleh karena itu, pemahaman menyeluruh tentang karakteristik tanah sangat penting dalam berbagai bidang, terutama dalam konstruksi.

Dalam bidang teknik sipil, tanah memiliki peranan yang sangat penting karena menjadi dasar bagi berbagai jenis konstruksi. Tanah berfungsi sebagai penopang kekuatan struktur bangunan. Namun, aktivitas pertambangan sering kali menyebabkan penurunan kualitas tanah. Meskipun pertambangan memberikan kontribusi besar bagi perekonomian, kegiatan ini juga dapat menimbulkan kerusakan lingkungan, khususnya pada kondisi tanah. Proses ekstraksi mineral yang dilakukan secara intensif menyebabkan perubahan signifikan pada sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Salah satu contoh aktivitas pertambangan tersebut adalah pertambangan *clay*.

Pada dasarnya tanah liat (*clay*) dikenal memiliki sifat mengembang dan menyusut, sehingga tanah menjadi tidak stabil terutama akibat eksploitasi melalui kegiatan penambangan. Akibatnya, bekas lahan pertambangan clay seringkali memiliki karakteristik tanah lunak. Berdasarkan Kementerian ESDM Indonesia, tanah lunak adalah jenis tanah yang memiliki kadar air tinggi, ukuran partikel sangat halus, serta plastisitas yang tinggi, sehingga kekuatan tanah rendah dan menyebabkan ketidakstabilan konstruksi bangunan di atasnya.

Tanah bekas lahan pertambangan *clay* di Gunung Sarik, meskipun termasuk tanah kritis dan lunak akibat aktivitas penambangan, justru memiliki potensi baik sebagai bahan timbunan subgrade atau tanah dasar jalan. Hal ini karena sifat plastisitasnya memungkinkan tanah clay tersebut untuk menyesuaikan diri terhadap perubahan tekanan akibat beban timbunan.

Lahan bekas pertambangan dengan tanah dasar (*subgrade*) yang tidak stabil menghadirkan tantangan besar dalam pembangunan jalan akses yang kuat dan aman untuk mendukung pengembangan perumahan. Aktivitas penambangan dan penggunaan alat berat yang kurang terkontrol telah merusak struktur tanah, melemahkan daya dukung, serta menyebabkan deformasi pada lapisan jalan berupa retak, ambles, atau bergelombang yang mengurangi umur jalan dan meningkatkan biaya pemeliharaan. Oleh karena itu, metode penimbunan pada tanah dasar sangat penting untuk meratakan dan memperkuat struktur tanah, sehingga jalan akses dapat mendukung pengembangan perumahan secara aman dan berkelanjutan di lahan bekas pertambangan Gunung Sarik. Kondisi jalan Gunung Sarik dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kondisi Jalan Gunung Sarik

Metode yang digunakan untuk menstabilkan tanah dasar pada timbunan adalah metode mekanis menggunakan campuran (*additive*). Bahan campuran ini berfungsi untuk memperbaiki sifat-sifat tanah yang buruk dan meningkatkan kekuatan tanah timbunan. Salah satu bahan *additive* yang efektif dan banyak digunakan untuk peningkatan kekuatan tanah adalah *fly ash*.

Fly ash merupakan residu yang halus hasil dari pembakaran atau pembubukan batu bara. Sekitar 5% polutan padat yang berupa abu (*fly ash* dan *bottom ash*) dihasilkan dari pembakaran batu bara, di mana sekitar 10-20% merupakan *bottom ash* dan sekitar 80-90% merupakan *fly ash* dari total abu yang dihasilkan. *Fly ash* terdiri dari unsur kimia meliputi fero oksida (Fe_2O_3), alumina (Al_2O_3), silika (SiO_2), dan kalsium oksida (CaO) yang memiliki kemampuan untuk mengeras dan menambah kekuatan apabila bereaksi dengan air (Ibrahim, 2014). Menurut M. Asof (2022), seiring dengan peningkatan konsumsi listrik di Indonesia, produksi limbah *fly ash* dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) batu bara juga mengalami peningkatan yang signifikan, sehingga menimbulkan tantangan dalam pengelolaan lingkungan. *Fly ash* berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Produksi *Fly ash* dalam jumlah besar di sektor energi menjadi tantangan tersendiri karena pemanfaatan dan pengelolaannya yang belum optimal (Putri, dkk., 2021).

Namun, efektivitas *fly ash* sebagai bahan stabilisasi sangat dipengaruhi oleh waktu pemeraman (*curing time*). Proses pemeraman memungkinkan terjadinya reaksi kimia antara *fly ash*, air, dan partikel tanah sehingga membentuk ikatan yang lebih kuat dan meningkatkan daya dukung tanah secara bertahap, di mana faktor lingkungan seperti suhu juga mempengaruhi kinerja bahan kimia dalam proses stabilisasi tanah di lapangan. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kota Padang, suhu rata-rata pada tahun 2024 tercatat sebesar $28,23^\circ\text{C}$. Kondisi suhu yang relatif tinggi ini menjadi faktor penting dalam penentuan waktu pemeraman yang optimal, karena waktu pemeraman yang terlalu singkat dapat menyebabkan reaksi kimia belum sempurna, sedangkan waktu yang terlalu lama dapat menimbulkan inefisiensi dalam pelaksanaan proyek stabilisasi.

Dilihat dari penggunaan *fly ash* baik sebagai material struktur maupun stabilisasi tanah, dapat memberikan manfaat yang cukup besar dalam perekonomian sekaligus mengurangi pencemaran lingkungan. Berdasarkan uraian latar belakang di atas, penulis ingin melakukan penelitian dengan judul

proyek akhir **“Pengaruh Variasi Campuran *Fly Ash* untuk Stabilisasi Tanah dengan Waktu Pemeraman 7 Hari”**.

B. Tujuan dan Manfaat

1. Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui nilai daya dukung tanah dengan pengujian CBR pada sampel tanah di daerah bekas lahan pertambangan Kelurahan Gunung Sarik, Kec. Kuranji, Padang
- b. Mengetahui nilai daya dukung tanah melalui pengujian CBR pada sampel tanah yang dicampur dengan *fly ash* setelah proses pemeraman selama 7 hari.
- c. Mengetahui nilai kohesi dan sudut geser tanah menggunakan pengujian direct shear pada sampel tanah yang dicampur dengan *fly ash* persentase 5%, 10%, 15%, dan 20%.

2. Manfaat Penelitian

a. Bagi penulis

Memperluas pemahaman mengenai karakteristik tanah lempung dan metode perbaikannya, serta membangun keterampilan penelitian yang bermanfaat untuk pengembangan karier di bidang teknik sipil.

b. Bagi peneliti selanjutnya

Proyek akhir ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi perencana dan kontraktor dalam pembangunan jalan untuk perumahan pada tanah lunak, khususnya di kawasan bekas lahan pertambangan di Kelurahan Gunung Sarik, Kecamatan Kuranji, Kota Padang.

c. Bagi PLTU

Proyek akhir ini menyajikan pemanfaatan *fly ash* sebagai alternatif solusi yang efektif dan ramah lingkungan. Solusi ini tidak hanya membantu mengurangi limbah industri, tetapi juga mendukung pelestarian sumber daya alam dan mendorong praktik pembangunan berkelanjutan.

C. Batasan Masalah

Karena keterbatasan waktu, diperlukan suatu batasan dalam melakukan penelitian ini agar penelitian tetap memiliki bahasan yang fokus, dan tepat waktu. Batasan topik penelitian dalam proyek akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian dilakukan untuk tanah lunak di kawasan sekitar bekas lahan pertambangan Kelurahan Gunung Sarik, Kec. Kuranji, Padang, Sumatera Barat.
2. Jenis bahan aditif yang digunakan pada penelitian ini adalah *fly ash* yang bisa didapatkan hasil pembakaran batu bara di PLTU Teluk Sirih, Sumatera Barat.
3. Pengujian ini hanya mempelajari pengaruh pemeraman *fly ash* pada tanah lunak selama 7 hari terhadap kekuatan tanah.
4. Pengujian dilakukan pada sampel tanah terganggu (*Disturbed*).

D. Spesifikasi Teknis

Pada proyek akhir ini, peneliti akan melakukan pengujian terhadap tanah lunak terganggu (*disturbed soil*) yang berasal dari kawasan bekas lahan pertambangan di Kelurahan Gunung Sarik, Kecamatan Kuranji, Padang, Sumatera Barat. Tanah terganggu adalah tanah yang struktur aslinya telah berubah akibat aktivitas manusia atau proses alam. Bahan yang digunakan untuk stabilisasi adalah *fly ash* dari PLTU Sumatera Barat, yang merupakan limbah industri dengan potensi pemanfaatan kembali sehingga dapat mengurangi dampak lingkungan.

Pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) laboratorium sesuai ASTM D 1883-67 dilakukan dengan sampel yang telah menjalani pemeraman selama 7 hari sebelum pengujian dengan menggunakan kadar penambahan *fly ash* dengan variasi 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Selanjutnya pengujian *direct shear* menggunakan kadar penambahan *fly ash* dengan variasi 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Setelah itu, dilanjutkan dengan pengujian *direct shear* berdasarkan ASTM D 3080 dengan tiga pembebanan yaitu 3,32kg, 6,64kg, dan 9,96 kg.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari data hasil pengujian laboratorium dan analisis yang dilakukan pada sampel tanah bekas lahan pertambangan Kelurahan Gunung Sarik, Kec. Kuranji, Kota Padang dalam Proyek Akhir ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian diketahui bahwa nilai CBR *unsoaked* tanah timbunan di daerah Gunung Sarik berada pada kisaran 9,62% hingga 10,30%, berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga (2020) untuk konstruksi jalan timbunan yang mensyaratkan nilai CBR minimum sebesar 6%. Berdasarkan nilai CBR ini, tanah timbunan tersebut sudah memenuhi batas minimum yang disyaratkan, namun masih tergolong dalam kelompok kelayakan yang memerlukan kehati-hatian dalam penggunaannya dan kemungkinan perlu perlakuan stabilisasi tambahan untuk meningkatkan daya dukung dan kestabilan timbunan.
2. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada tanah dengan penambahan bahan stabilisator *fly ash* sebesar 5%, 10%, 15%, dan 20%, nilai CBR *unsoaked* setelah pemeraman selama 7 hari menunjukkan peningkatan seiring bertambahnya persentase *fly ash*. Nilai CBR *unsoaked* tertinggi terdapat pada campuran dengan 10% *fly ash*, yaitu sebesar 13,69% pada penetrasi 0,1 inci dan 13,17% pada penetrasi 0,2 inci. Secara rata-rata, nilai CBR tanah campuran mengalami peningkatan hingga sekitar 32,97%–36,83% dibandingkan tanah asli. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa stabilisasi tanah lunak bekas lahan pertambangan clay menggunakan *fly ash* dengan pemeraman selama 7 hari memberikan dampak positif yang signifikan terhadap peningkatan daya dukung tanah

3. Dari hasil penelitian diketahui bahwa penambahan *fly ash* berpengaruh terhadap parameter kuat geser tanah. Nilai kohesi (c) menurun dari 0,060 kg/cm² pada tanah asli menjadi nilai terendah sebesar 0,017 kg/cm² pada campuran 20% *fly ash*, dengan nilai tertinggi kohesi sebesar 0,118 kg/cm² pada campuran 15% *fly ash*. Sementara itu, sudut geser dalam (ϕ) meningkat dari 27,08° pada tanah asli menjadi puncaknya 41,71° pada campuran 15% *fly ash*, kemudian turun kembali menjadi 28,39° pada campuran 20% *fly ash*.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka disarankan:

1. Untuk campuran 10% *fly ash* dapat meningkatkan daya dukung tanah secara optimum pada kawasan bekas lahan pertambangan di Kelurahan Gunung Sarik, Kecamatan Kuranji, Kota Padang.
2. Untuk campuran 15% *fly ash* dapat meningkatkan kuat geser tanah dengan nilai kohesi dan sudut geser secara optimum pada kawasan bekas lahan pertambangan di Kelurahan Gunung Sarik, Kecamatan Kuranji, Kota Padang.
3. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dilakukan pengujian dengan penambahan *fly ash* terhadap kestabilan dan kekuatan bahan bangunan.
4. Untuk Penelitian selanjutnya dapat menggunakan suhu pemeraman dengan suhu tetap pada setiap sampel.

DAFTAR PUSTAKA

- Auli, S., Putra, A. D., & Syah, A. (2021). Pengaruh Suhu Pemeraman terhadap Kinerja Fly Ash untuk Tanah Lempung Lunak. *wha9*(3), 533–546.
- Badan Standardisasi Nasional. (1989). Metode pengujian CBR tanah di laboratorium (SNI 03-1732-1989). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (1990). Metode pengujian batas cair tanah dengan alat Casagrande (SNI 03-1964-1990). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (1990). Metode pengujian batas plastis dan indeks plastisitas tanah (SNI 03-1965-1990). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (1990). Metode pengujian batas susut tanah (SNI 03-1966-1990). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (1994). Metode pengujian berat isi tanah berbutir halus dengan cetakan benda uji (SNI 03-3637-1994). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (1994). Metode pengujian geser langsung tanah (SNI 03-3420-1994). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). Cara uji analisis ukuran butir tanah (SNI 3423:2008). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). Cara uji berat jenis tanah (SNI 1964:2008). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). Metode pengujian pemadatan tanah di laboratorium (SNI 1743:2008). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). Metode uji penentuan kadar air untuk tanah dan batuan di laboratorium (SNI 1965:2019). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Brooks RM. (2009). Soil stabilization with fly ash and rice husk ash. *International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences*, 1(3), 209–217.
- Darusman. (2006). *Tinjauan Ekonomi Hutan Rakyat. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Hasil Hutan 2006*.

- Das, B.M., 1995, The Principle of Geotechnical Engineering (Mekanika Tanah), Penerbit Erlanga, Jakarta.
- Fahriani, F. (2016). Analisis Stabilitas Tanah Timbunan dengan Perkuatan Sabut Kelapa. *Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung*, 4(2), 115–125.
- Febrian, L., Susilo, A. J., & Setiawan, A. P. (2025). Analisis Perubahan Kuat Geser Pada Tanah Lempung Dan Pasir Akibat Penambahan Fly Ash Tipe C. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 7(4), 1137–1144. <https://doi.org/10.24912/jmts.v7i4.30820>
- Hangge, E. E., Bella, R. A., & Ullu, M. C. (2021). Pemanfaatan Fly Ash Untuk Stabilisasi Tanah Dasar Lempung Ekspansif. *Jurnal Teknik Sipil*, 10(1), 89–102.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). Mekanika Tanah I Jilid III. *Gadjah Mada University Press*, 1.
- Ibrahim, 2014. Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Bahan Aditif Fly Ash Sebagai Lapisan Pondasi Dasar Jalan (Subgrade), *Jurnal Teknik Sipil Pilar*, 10 (1), 1–9.
- Asof, P., Arita, M., Andalia, S., & Naswir, W. (2022). Analysis of characteristics, potential and utilization of fly ash and bottom ash from PLTU in fertilizer industry. *Jurnal Teknik Kimia*, 28(1), 27–45.
- Prihatin, K. (2014). Pengaruh Penambahan Limbah Batu Bara (Fly Ash) Pada Tanah Lempung Sangat Lunak Terhadap Kuat Geser Tanah. *Inersia*, 6(1), 17–24.
- Siska, H. N., & Yakin, Y. A., 2016. Karakterisasi Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Lunak di Gedebage. *Jurnal Teknik Institut Teknologi Nasional*, 2(4), 44–55.
- Taffarel, J. Y., & Herdianto, Y. (2022). Pengaruh Penambahan Fly ash Terhadap Stabilitas Tanah Lunak (Studi Kasus: Desa Klambu, Kecamatan Klambu, Kabupaten Grobogan, Jawa Tengah) (Doctoral dissertation, Universitas Islam Sultan Agung).
- Tastan, E. O., Edil, T. B., Benson, C. H., & Aydilek, A. H. (2011). Stabilization of Organic Soils with Fly Ash. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 137(9), 819–833. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)gt.1943-5606.0000502](https://doi.org/10.1061/(asce)gt.1943-5606.0000502)
- Wardoyo, Sarwondo, Destiasari, F., Wahyudin, Wiyono, Hasibuan, G., & Solliu, W. P. (2019). Atlas Sebaran Tanah Lunak Indonesia.

Yulipriyanto, H. (2010). Biologi Tanah dan Strategi Pengelolaannya. Graha Ilmu, yogyakarta.