ANALISIS KUAT GESER TANAH LEMPUNG EKSPANSIF YANG DISTABILISASI DENGAN CAMPURAN ABU SEKAM PADI DAN KAPUR SEBAGAI BAHAN SUBGRADE JALAN

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil

OLEH:

M FIKRI AFRIANSYAH

NPM : 22310015

FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

UNIVERSITAS IBA PALEMBANG

2026

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KUAT GESER TANAH LEMPUNG EKSPANSIF YANG DISTABILISASI DENGAN CAMPURAN ABU SEKAM PADI DAN KAPUR SEBAGAI BAHAN SUBGRADE JALAN

SKRIPSI

Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Ujian Skripsi
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas IBA Palembang

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS IBA

Dr. Ir. Hardiyani Hanuro, M.T
NIK. 03 245 14

Palembang, Juli 2026
Menyetujui
Ketua Program Studi Teknik Sipil

H. Robi Sahbar, S.T., M.T.
NIDN. 02 030173 02

Dipindai dengan CamScanner

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KUAT GESER TANAH LEMPUNG EKSPANSIF YANG DISTABILISASI DENGAN CAMPURAN ABU SEKAM PADI DAN KAPUR SEBAGAI BAHAN SUBGRADE JALAN

UNIVERSITAS IBA

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memeperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil

Disusun Oleh:

M FIKRI AFRIANSYAH

NPM. 22310015

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
Dr. Ir. Ramadhani, S.T., M.T., IPM	H. Robi Sahbar, S.T., M.T
NIDN. 02 241072 01	NIDN. 02 030173 02

Dipindai dengan CamScanner

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan :

Nama	:	M Fikri Afriansyah
NPM	:	22310015
Program Studi	:	Teknik Sipil
Judul Skripsi	:	Analisis Kuat Geser Tanah Lempung Ekspansif yang Distabilisasi dengan Campuran Abu Sekam Padi dan Kapur Sebagai Bahan Jalan Subgrade Jalan

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan penguji dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana teknik pada program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas IBA.

Dewan Penguji:

1. Dr. Ir. Hardayani Haruno, M.T ( )
2. Amelia Rajela, ST., MT. ( )
3. Eka Wisnu Sumantri, S.T., M.T. ( )

Dipindai dengan CamScanner

SURAT PERNYATAAN PLAGIAT

Yang bertanda tanagn dibawah ini :

Nama	:	M Fikri Afriansyah
NPM	:	22310015
Program Studi	:	Teknik Sipil
Judul Skripsi	:	Analisis Kuat Geser Tanah Lempung Ekspansif yang Distabilisasi dengan Campuran Abu Sekam Padi dan Kapur Sebagai Bahan Jalan Subgrade Jalan

Dengan menyatakan bahwa hasil analisis skripsi yang saya buat ini merupakan karya sendiri dan benar keasliannya, Apabila dikemudian hari ternyata penulisan skripsi ini merupakan plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib Universitas IBA Palembang.

Palembang, Juli 2026

Yang Membuat Pernyataan,



M Fikri Afriansyah

Dipindai dengan CamScanner

ABSTRAK

Ramadhani *, Robi Sahbar *, M Fikri Afriansyah **

) Dosen Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas IBA

****) Mahasiswa Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas IBA***

Tanah lempung ekspansif merupakan salah satu jenis tanah yang memiliki potensi kembang-susut tinggi akibat perubahan kadar air, sehingga menyebabkan penurunan daya dukung dan berpotensi menimbulkan kerusakan pada konstruksi jalan. Salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas tanah tersebut adalah melalui metode stabilisasi menggunakan bahan tambah yang bersifat pozzolan, seperti abu sekam padi, serta bahan pengikat berupa kapur. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh campuran abu sekam padi dan kapur terhadap peningkatan kuat geser tanah lempung ekspansif sebagai material subgrade jalan.

Metode penelitian dilakukan secara eksperimental di laboratorium dengan menguji sifat fisik tanah, meliputi kadar air, berat jenis, batas Atterberg, dan gradasi butiran, serta sifat mekanik melalui pengujian kuat geser. Variasi campuran abu sekam padi dan kapur diberikan dalam beberapa komposisi tertentu untuk memperoleh campuran optimum yang mampu meningkatkan karakteristik tanah. Hasil pengujian kemudian dianalisis dengan membandingkan nilai kohesi (c), sudut geser dalam (υ), dan kuat geser tanah sebelum dan sesudah proses stabilisasi.

Kata Kunci : Tanah lempung ekspansif, kuat geser, stabilisasi tanah, abu sekam padi, kapur, subgrade jalan.

ABSTRACT

Ramadhani *, Robi Sahbar *, M Fikri Afriansyah **

) Lecturer, Faculty of Engineering, Civil Engineering Study Program, IBA University

****) Student of Faculty of Engineering, Civil Engineering Study Program, IBA University***

Expansive clay is a type of soil that has a high potential for shrinkage and swelling due to changes in water content, resulting in a decrease in bearing capacity and potential damage to road construction. One effort to improve the quality of this soil is through a stabilization method using pozzolanic additives, such as rice husk ash, and lime as a binder. This study aims to analyze the effect of a mixture of rice husk ash and lime on increasing the shear strength of expansive clay as a road subgrade material.

The research method was conducted experimentally in the laboratory by testing the physical properties of the soil, including water content, specific gravity, Atterberg limits, and grain gradation, as well as mechanical properties through shear strength testing. Various mixtures of rice husk ash and lime were added in specific compositions to obtain the optimum mixture that could improve the soil characteristics. The test results were then analyzed by comparing the cohesion (c), angle of internal friction (υ), and shear strength of the soil before and after the stabilization process.

The results are expected to demonstrate that the addition of rice husk ash and lime can increase the shear strength of expansive clay, improve shear strength parameters, and enhance the soil's stability as a road subgrade. In addition, the use of rice husk ash as agricultural waste is expected to be an alternative stabilization material that is economical, environmentally friendly, and sustainable in road infrastructure development.

Keywords : *Expansive clay, shear strength, soil stabilization, rice husk ash, lime, road subgrade*

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

"Belajar sepanjang hayat, berkarya sepanjang masa."

"Ilmu tanpa amal adalah sia-sia, amal tanpa ilmu bisa menyesatkan."

"Mengejar untuk membentuk peradaban, meneliti untuk menemukan kebenaran."

"Berpikir kritis, bertindak etis."

PERSEMBAHAN

Skripsi ini adalah hasil upaya dari jeri payah yang saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT, atas segala rahmat,karunia,dan kekuatan yang diberikan dalam menyelesaikan tugas ini.
2. Ayah dan ibu tercinta, yang selalu menjadi sumber semangat,doa,dan kasih saying tanpa batas.
3. Saudara/I tercinta Meirisya Widiansari S.pd dan Nanda Afriansyah yang telah menjadi tempat berbagi semangat,doa dan kekuatan dalam setiap langkah perjalan ini
4. Untuk Mustika ayu ditasari A.md yang selalu ada di setiap prosesku.Terima kasih atas doa, dukungan, kesabaran, dan semangat yang tak pernah putus.
5. Dosen pembimbing dan seluruh dosen di jurusan, atas ilmu,arahan,dan motivasi yang luar biasa selama proses perkuliahan.
6. Sahabat dan rekan teknik sipil khususnya angkatan 22, yang telah senantiasa memberi dukungan, semangat, dan tawa di tengah lelahnya perjuangan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada allah SWT atas segala berkat yang telah diberikannya, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Adapun skripsi ini yang berjudul **"ANALISIS KUAT GESER TANAH LEMPUNG EKSPANSIF YANG DISTABILISASI DENGAN CAMPURAN ABU SEKAM PADI DAN KAPUR SEBAGAI BAHAN SUBGRADE JALAN"**. Skripsi ini merupakan salah satu kewajiban yang harus diselesaikan untuk memenuhui sebagian persyratan akademik untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Sipil di Universitas IBA Palembang.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak, skripsi ini tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan ini skripsi ini, yaitu kepada:

1. Dr. Ir. Hardayani Haruno M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas IBA Palembang.
2. Bapak H. Robi Sahbar, S.T., M.T., selaku Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas IBA Palembang.
3. Ibu Dr.Ir. Ramadhani S.T., M.T., selaku Dosen pembimbing Skripsi Progaram Studi Teknik Sipil Universitas IBA Palembang
4. Bapak H. Robi Sahbar, S.T., M.T., selaku Dosen pembimbing Skripsi Progaram Studi Teknik Sipil Universitas IBA Palembang
5. Seluruh Dosen dan Staff Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas IBA Palembang
6. Kedua Orang Tua yang telah memberikan Do'a serta membantu kami secara moril dan materil

7. Diri kami sendiri, yang sudah rela berjuang untuk menuntaskan tanggung jawab.
8. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan petunjuk dalam menyelesaikan laporan ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu

Dalam penulisan skripsi, penulis menyadari sepenuhnya masih banyak kekurangan dalam kelemahan, baik dari segi isi maupun teknik penulisan yang terlepas dari pengamatan penulis, hal ini tak lain dikarenakan oleh keterbatasan penulis.

Akhir kata, Penulis mengucapkan terimakasih atas segala dukungannya, semoga apa yang kita lakukan mendapatkan limpahan rahmat dari ALLAH SWT dan berguna bagi kita semua.

Palembang, Juli 2026
Penulis,

M Fikri Afriansyah

DAFTAR ISI

Halaman

COVER ..... **i**
LEMBAR PENGESAHAN ..... **ii**
LEMBAR PENGESAHAN ..... **iii**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **iv**
SURAT PERNYATAAN PLAGIAT ..... **v**
ASBTRAK ..... **vi**
ABSTRACT ..... **vii**
MOTTO DAN PERSEMBAHAN ..... **viiii**
KATA PENGANTAR ..... **ix**
DAFTAR ISI ..... **xi**
DAFTAR TABEL ..... **xiv**
DAFTAR GAMBAR ..... **xv**
BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Maksud dan Tujuan 2
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.5 Batasan Masalah 3
1.6 Sistematika Penulisan 3
BAB II TINJUAN PUSTAKA
2.1 Tanah Lempung Ekspansif 5
2.2 Karakteristik Fisik Tanah 5
2.3 Kuat Geser Tanah 8
2.4 Stabilisasi Tanah 8
2.5 Stabilisasi Menggunakan Kapur 9
2.6 Abu Sekam Padi sebagai Bahan Stabilisasi 9

2.7 Reaksi Pozzolanik (Pengikat) 9
2.8 Uji Geser Lansung (*Direct Shear Test*) 10
2.9 Pengujian Kadar Air 10
2.10 Pengujian Analisis Saringan 10
2.11 Pengujian Berat Jenis 11
2.12 Pengujian Berat Atterberg 11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN
1.1 Lokasi Penelitian 12
1.2 Bagan Alir Penelitian 13
1.3 Hipotesis 13
1.4 Proses Pengambilan Sampel Tanah Lempung Ekspansif 14
1.5 Persiapan Sampel Penelitian 17
1.6 Pengujian Analisis Saringan 17
3.6.1 Alat dan Bahan 17
3.6.2 Langkah-langkah Pengujian Analisis Saringan 18
1.7 Persiapan Kadar Air 19
3.7.1 Alat dan Bahan 20
3.7.2 Langkah-langkah Pengujian Kadar Air 20
1.8 Pengujian Berat Jenis 22
3.8.1 Alat dan Bahan 22
3.8.2 Langkah-langkah Penujian Berat Jenis 22
1.9 Pengujian Atterberg 26
3.9.1 Alat dan Bahan 26
3.9.2 Langkah-langkah Pengujian Atterberg 26
1.10 Proses Pengujian Proctor Standar 30
3.10.1 Alat dan Bahan 30
3.10.2 Langkah-langkah Pengujuan proctor Standar 30
1.11 Proses Pengujian Sampel *Direct Shear* 33
3.11.1 Alat dan Bahan 33
3.11.2 Langkah-lankah Pengujian Sampel *Direct Shear* 34
1.12 Proses Pengujian *Direct Shear* 38
3.12.1 Alat dan Bahan 39
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Data 43
4.2 Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah 43
4.2.1 Hasil Analisa Saringan 43
4.2.2 Hasil Pengujian Kadar Air 45
4.2.3 Pengujian Berat Jenis 46
4.2.4 Pengujian Berat Isi 47
4.2.5 Pengujian Batas Atterberg 48
4.3 Hasil Pengujian *Direct Shear Test* Tanah + 10% Abu Sekam Padi + 5% Kapur 51
4.4 Hasil Pengujian *Direct Shear Test* Tanah + 15% Abu Sekam Padi + 5% Kapur 53
4.5 Hasil Pengujian *Direct Shear Test* Tanah + 20% Abu Sekam Padi + 5% Kapur 55
4.6 Pengaruh Abu Sekam Padi dan Zeolit Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung 56
4.7 Hasil Tabel Perbandingan Campuran Terhadap Kohesi 57
4.8 Hasil Grafik Pada Perbandingan Campuran Terhadap Sudut Geser Dalam 58
4.9 Hasil Keseluruhan Pengujian 59
BAB V KESIMPUAN DAN SARAN
5.1 Kesimpulan 61
5.2 Saran 61
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel **Halaman**

2.1 Nilai Khas Berat Jenis Gs Partikel Tanah 8

3.1 Hasil Pengujian Kadar Air 22
3.2 Hasil Pengujian Berat Jenis 26
3.3 Hasil Pengujian Batas Cair 28
3.4 Hasil Pengujian Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*) 30
3.5 Rencana Presentase Campuran Sampel 33

4.1 Hasil Pengujian Analisis Saringan 45
4.2 Hasil Pengujian Berat Jenis 47
4.3 Hasil Pengujian Berat Isi 48
4.4 Tabel Pengujian Batas Plastis 49
4.5 Hasil Pengujian Tanah 49
4.6 Hasil Pengujian Tanah + 10% Abu Sekam Padi + 5% Kapur 52
4.7 Hasil Pengujian Tanah + 15% Abu Sekam Padi + 5% Kapur 53
4.8 Perhitungan Campuran Tanah + 20% Abu Sekam Padi + 5% Kapur ... 55
4.9 Penggunaan Kapur dan ABS 56
4.10 Kohesi dari Seluruh Campuran 57
4.11 Sudur Geser Dalam dari Seluruh Campuran 58
4.12 Hasil Keseluruhan Pengujian 59

DAFTAR GAMBAR

Gambar **Halaman**

3.1 Lokasi Penelitian IBA 12
3.2 Lokasi Penelitian UTP 12
3.3 Peta Lokasi Penelitian 13
3.4 Bagan Air Penelitian 14
3.5 Pembersihan Area 15
3.6 Proses Penggalian Tanah 15
3.7 Proses Pengambilan Sampel Tanah 16
3.8 Proses Memasukkan Sampel Tanah 16
3.9 Sampel Tanah 17
3.10 Proses Pengovenan Tanah 17
3.11 Proses Penjemuran Tanah 18
3.12 Proses Oven Tanah 18
3.13 Proses Penyaringan Tanah Saringan No. 200 19
3.14 Proses Penyaringan Tanah Saringan No. 04 19
3.15 Memasukkan Sampel Tanah ke Cawan 20
3.16 Sampel Dimasukkan di Oven 21
3.17 Menimbang Sampel 21
3.18 Menimban Sampel tanpa Cawan 21
3.19 Hasil Sampel Setelah di Uji 22
3.20 Tanah Lolos Saringan No. 200 23
3.21 Menimbang Piknomoeter Kosong 23
3.22 Menimbang Piknometer + Tanah Kering 24
3.23 Memasukkan Air ke Campuran Tanah 24

3.24 Sek Suhu pada Sampel 25
3.25 Menimbang Sampel 25
3.26 Tanah Sampel Batas Cair 27
3.27 Mencampur Tanah Hingga Homogen 27
3.28 Sampel Dimasukkan ke Alat Casagrande 27
3.29 Tampak Alur Sampel 28
3.30 Menimbang Sampel Batas Cair 28
3.31 Membuat Sampen Indeks Plastis 29
3.32 Sampel setelah di Oven 29
3.33 Sampel Tanah Lolos Saringan No. 04 31
3.34 Mencampur Tanah 31
3.35 Proses Penumbukkan 32
3.36 Sampel Siap di Oven 32
3.37 Mencampur Sampel 34
3.38 Proses Penumbukkan Sampel 34
3.39 Proses Mencetak Sampel 35
3.40 Proses Pencampuran Bahan 35
3.41 Proses Penumbukkan Sampel 36
3.42 Proses Mencetak Sampel 36
3.43 Proses Pencampuran Semua Bahan 36
3.44 Proses Penumbukkan Sampel 37
3.45 Proses Mencetak Sampel 37
3.46 Pencampura Semua Bahan 38
3.47 Proses Penumbukkan Sampel 38
3.48 Proses Pengukuran dan Penimbangan Sampel 39
3.49 Proses Pengujian *Direct Shear* 40
3.50 Proses Pengukuran dan Penimbangan Sampel 40
3.51 Pengujian *Direct Shear* 41
3.52 Pengukuran dan Penimbangan Sampel 41
3.53 Pengujian *Direct Shear* 42

4.1 Grafik Hasil Pengujian *Direct Shear* Pada Tanah Asli 51
4.2 Grafik Hasil Pengujian 10% Abu Sekam Padi + 5% Kapur 52
4.3 Grafik Hasil Pengujian 15% Abu Sekam Padi + 5% Kapur 54
4.4 Grafik Hasil Pengujian 20% Abu Sekam Padi +5% Kapur 55

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah memainkan peran penting dalam bidang teknik sipil, karena hampir semua proyek konstruksi berkaitan dengan tanah, yang bertindak sebagai media utama untuk mendukung berat bangunan. Karena lokasi geografis suatu daerah, jenis, sifat, dan karakteristik tanah dapat bervariasi secara signifikan, yang berarti bahwa tidak semua tanah dapat dimanfaatkan sebagai pendukung struktural tanpa mengalami perbaikan. Tanah terdiri dari tiga elemen utama: air, partikel mineral, dan udara. Partikel tanah biasanya dikategorikan menjadi dua jenis: tanah berbutir halus dan tanah berbutir kasar. Tanah berbutir halus, seperti lempung, menunjukkan plastisitas dan kohesi, sedangkan tanah berbutir kasar, seperti pasir, tidak memiliki plastisitas dan kohesi.

Tanah lempung yang ekspansif dicirikan oleh ekspansi yang signifikan akibat fluktuasi ketinggian air. Tingkat ekspansi atau kontraksi yang tidak merata dapat menyebabkan tegangan geser dan variasi perbedaan cara mengatasinya. Mengidentifikasi berbagai faktor yang berkontribusi pada pengembangan tanah yang ekspansif, termasuk jenis dan jumlah mineral lempung, struktur tanah, kepadatan, fluktuasi ketinggian air, metode pemadatan, dan konsentrasi elektrolit dalam air.

Sampel tanah lempung yang ekspansif yang diteliti berlokasi di Jakabaring, Kota Palembang. Kondisi lokasi yang dipilih untuk pada penelitian ini sering mengakibatkan retakan tanah selama periode kering, yang menyebabkan kerusakan pada bangunan, jalan, dan saluran air, yang menyebabkan ketidaknyamanan bagi penghuninya.

Stabilisasi tanah dilakukan dengan cara mengkombinasikan tanah dengan bahan khusus yang bertujuan untuk meningkatkan sifat teknis yang memenuhi persyaratan perencanaan. Prinsip dasar perbaikan tanah adalah untuk meningkatkan parameter teknis seperti berat volume kering, kohesi (c), dan sudut geser dalam (θ) untuk meningkatkan daya dukung dan stabilitas tanah.

Sekam padi merupakan limbah pertanian yang paling melimpah dari proses penggilingan padi yang dapat diolah karena memiliki manfaat, salah satunya dengan melakukan pembakaran sekam padi menjadi abu. Secara kimia, abu sekam padi mengandung silika sebesar 87-97% (Padang et al., 2023), bahan ini memiliki kemampuan untuk bereaksi dengan kalsium yang ada dalam kapur, menghasilkan pembentukan senyawa semen (C-S-H dan C-A-H), yang meningkatkan stabilitas struktur tanah. Kapur secara historis telah digunakan sebagai agen stabilisasi tanah kohesif karena kemampuannya untuk meminimalkan plastisitas, mengurangi kemungkinan erosi, dan meningkatkan kekuatan geser.

Sejumlah penelitian telah menunjukkan bahwa penerapan abu sekam padi dan kapur secara individual dapat meningkatkan karakteristik mekanis tanah. Meskipun demikian, efek sinergis dari kedua bahan tersebut masih belum banyak diteliti, terutama terkait tanah lempung yang ekspansif di Jakabaring, kota Palembang.

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan tanah lempung dengan kecenderungan ekspansif dengan memanfaatkan campuran abu sekam padi dan kapur selama proses stabilisasi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah disampaikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

a. Bagaimana pengaruh penambahan abu sekam padi dan kapur terhadap kuat geser tanah lempung ekspansif ?
b. Bagaimana pengaruh penambahan abu sekam padi dan kapur terhadap sudut geser tanah lempung ekspansif ?
c. Apakah penambahan abu sekam padi dan kapur memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap tanah?

1.1 Maksud dan Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Mengetahui bagaimana pengaruh penambahan abu sekam padi dan kapur

terhadap kuat geser tanah lempung ekspansif.

b. Mengetahui bagaimana membandingkan kuat geser tanah lempung ekspansif sebelum dan sesudah distabilisasi dengan abu sekam padi dan kapur.

1.2 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki signifikansi akademis sebagai referensi penting untuk memajukan studi masa depan yang berfokus pada stabilisasi tanah lempung yang luas melalui penggunaan bahan alternatif ramah lingkungan. Selanjutnya, keuntungan praktis dari penelitian ini terletak pada penyediaan wawasan penting bagi para profesional teknik sipil, terutama mengenai penerapan abu sekam padi dan bubuk kapur sebagai agen stabilisasi tanah. Dari perspektif lingkungan, penelitian ini membantu meminimalkan limbah sekam padi, mengubahnya menjadi sumber daya yang berharga dalam sektor konstruksi.

Singkatnya, penelitian ini menawarkan metode alternatif untuk meningkatkan tanah liat yang ekspansif melalui integrasi bahan lokal (abu sekam padi dan kapur), menghasilkan hasil yang relevan dan dapat diterapkan pada kondisi geoteknik yang ditemukan di Jakabaring.

1.3 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus penelitian dan menghindari pembahsan yang terlalu luas, maka ruang lingkup penelitian ini dibatsi pada hal-hal berikut:

a. Penelitian dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas IBA
b. Jenis tanah yang digunakan adalah tanah lempung ekspansif dari Jakabaring kota palembang.
c. Pengujian kuat geser dan sudut geser tanah yang dilakukan dengan *Direct Shear Test*.
d. Persentase Kapur 5% terhadap berat tanah
e. Persentase Abu sekam padi 10%,15%,20% terhadap berat tanah.

1.4 Sistematika Penulisan

Secara garis besar, sistematika penulisan skripsi ini disusun terdiri dari lima bab, dapat dideskripsikan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang penelitian yang menjelaskan alasan pentingnya dilakukan penelitian, khususnya terkait permasalahan tanah lempung ekspansif pada konstruksi jalan. Selain itu, bab ini juga memuat rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta batasan masalah yang digunakan sebagai ruang lingkup penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan teori-teori dasar yang mendukung penelitian, meliputi karakteristik tanah lempung ekspansif, konsep kuat geser tanah, metode stabilisasi tanah, serta peran kapur dan abu sekam padi dalam meningkatkan sifat mekanik tanah. Selain itu, disajikan juga hasil penelitian terdahulu yang relevan dan hipotesis penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang metode yang digunakan dalam penelitian, meliputi jenis penelitian, lokasi dan waktu penelitian, bahan dan alat yang digunakan, prosedur pengujian di laboratorium, variasi campuran bahan stabilisasi, serta metode analisis data yang digunakan untuk memperoleh hasil penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil pengujian laboratorium yang telah dilakukan, baik pada tanah asli maupun tanah yang telah distabilisasi. Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mengetahui pengaruh penambahan kapur dan abu sekam padi terhadap peningkatan kuat geser tanah. Hasil tersebut dibahas secara rinci dan dikaitkan dengan teori yang ada.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan bagian akhir dari penelitian yang berisi kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan serta saran-saran yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya maupun penerapan di lapangan.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Lempung Ekspansif

Tanah lempung ekspansif merupakan salah satu jenis tanah berbutir halus ukuran koloidal yang terbentuk dari mineral-mineral ekspansif. Lempung ini mempunyai sifat yang khas yakni kandungan mineral ekspansif mempunyai kapasitas pertukaan ion yang tinggi, mengakibatkan lempung ekspansif memiliki potensi kembang susut tinggi apabila terjadi perubahan kadar air.

Apabila terjadi peningkatan kadar air, tanah ekspansif akan mengembang disertai dengan peningkatan tekanan air pori dan timbulnya tekanan pengembangan. Sedangkan apabila kadar air berkurang sampai batas susutnya akan terjadi penyusutan. Sifat kembang susut yang demikian bisa menimbulkan kerusakan pada bangunan. Partikel lempung didefinisikan sebagai partikel tanah yang mempunyai diameter butiran < 0.002 mm. Dengan ukuran partikel yang kecil tersebut, gaya-gaya elektrikal yang bekerja di permukaan partikel sangat lebih besar daripada gaya gravitasional. Partikel-partikel ini disebut dalam kedudukan kolloidal.Partikel kolloidal ini, terutama terdiri dari mineral lempung yang berasal dari pelapukan batuan.(Riki Uning dkk, 2018).

2.2 Karekteristik Fisik Tanah

Tanah memiliki karakteristik yang dapat dilihat dari sifat fisik dan kimianya, yang keduanya saling berkaitan dan saling mempengaruhi satu sama lain dalam pertumbuhan suatu tanaman, berikut ini penjabaran masing-masing karakteristik tanah baik sifat fisik tanah dan kimia tanah.

Sifat fisik tanah merupakan faktor dominan yang mempengaruhi penggunaan tanah, terutama yang berkaitan dengan ketersediaan oksigen, mobilitas air dalam tanah dan kemudahan penetrasi akar tanaman. Ada beberapa komponen penyusun sifat fisik tanah yaitu:

1. Warna Tanah

   Warna tanah merupakan sifat fisik tanah yang paling mudah ditentukan.

Warna tanah dapat digunakan sebagai indikator kualitatif untuk menentukan tingkat kesuburan tanah, kandungan bahan organik, aerasi dan drainase. Tedapat empat faktor utama yang mempengaruhi warna tanah, yaitu:

a. Kandungan bahan organik;
b. Kadar air dan kondisi drainase tanah, baik jenuh maupun tidak jenuh;
c. Adanya oksida besi dan mineral tanah seperti kuarsa, hematit, limonit, glauconite; dan
d. Kondisi fisiografi wilayah seperti wilayah cekungan atau dataran dan topografi berlereng

2. Tekstur Tanah

Menurut Gardiner & Miller tekstur tanah penting untuk diperhatikan karena dapat menentukan sifat-sifat tanah. Tekstur tanah mempengaruhi kecepatan penetrasi air ke dalam tanah, penyimpanan air dalam tanah, kemudahan mengolah tanah, aerasi dan pemupukan tanah. Tekstur tanah mempengaruhi kemampuan tanah untuk menahan air. Tanah bertekstur liat memiliki kemampuan menahan air lebih besar dibandingkan tanah bertekstur pasir, hal ini berkaitan dengan luas adsorptifnya, semakin halus teksturnya maka semakin besar daya ikat airnya.

3. Struktur Tanah

Struktur tanah merupakan faktor penting dalam tanah. Struktur tanah memiliki proses pembentukan yang kompleks dan melibatkan bahan organik serta liat dalam pembentukannya. Tanah lapisan atas dan lapisan tanah bawah memiliki tahapan pembentukan struktur tanah yang berbeda, sehingga menyebabkan perbedaan karakteristik sturktur. Perbedaan karakteristik struktur tanah menyebabkan adanya fluktuasi kualitas struktur tanah baik dalam arah vertikal maupun horizontal. Pengelolaan tanah yang sesuai dengan karakteristik struktur tanah penting dilakukan agar fungsi sumberdaya tanah tidak menurun.

4. Konsistensi Tanah

Konsistensi Tanah Konsistensi tanah merupakan sifat fisik yang

memungkinkan terjadinya daerah adhesi dan kohesi partikel dalam tanah dengan tingkat kelembaban yang berbeda. Sifat-sifat yang ditunjukan dalam konsistensi adalah keliatan (*plasticity*), keteguhan (*friability*), dan kelekatan (*stickness*). Penentuan nilai konsistensi dibagi menjadi dua bagian yaitu kualitatif dan kuantitatif dengan pendekatan angka Attebreg yaitu batas cair (BC), batas lekat (BL), batas gulung (BG), dan batas perubahan warna (BBW). Bilangan atterberg memiliki hubungan antara kadar lengan (%) dengan konsistensi tanah, serta pendekatan tambahan yaitu indeks plastisitas dan waktu olah tanah (Soepraptohardjo).

a) Kadar Air (*Water Content*)

Secara umum, tanah terdiri dar tiga unsur yaitu butiran tanah atau partikel padat (*solid*), air (*water*), dan udara (*air* dan *gas*). Kandungan air dan udara yang terdapat di dalam tanah menempati rongga (*void*) yang terdapat di antara butiran, yang disebut pori tanah. Bila volume pori di dalam tanah dipenuhi oleh air, maka tanah dinyatakan dalam kondisi jenuh. Sebaliknya bila di dalam pori tanah tidak berisi air sama sekali, maka tanah dalam kondisi kering.

Besarnya volume air yang terkandung di dalam pori tanah dibanding dengan volume pori tanah yang ditempati oleh air dan udara disebut derajat kejenuhan (degree of saturation) yang dinotasikan dengan S. Besarnya kandungan air yang terdapat di dalam suatu contoh tanah yang sering disebut kadar air, wc (moisture content atau water content) dinyatakan dalam persentase terhadap berat tanah dalam keadaan kering.

b) Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Berat jenis menunjukkan perbandingan berat partikel tanah terhadap berat air. Nilai ini digunakan dalam berbagai perhitungan parameter tanah.

Secara tipikal, berat jenis berbagai jenis tanah berkisar antara 2,65 sampai 2,75. Berat jenis tanah Gs = 2,67 biasanya digunakan untuk tanah-tanah tidak berkohesi atau tanah granuler, sedang untuk tanah-tanah kohesif tidak mengandung bahan organik Gs berkisar diantara 2,68 sampai 2,72. Nilainilai berat jenis dari berbagai jenis tanah diberikan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Nilai Khas Berat Jenis Gs Partikel Tanah

Jenis Tanah	Gs
Kerikil	2.65-2.68
Pasir	2.65-2.68
Lanau, anorganik	2.62-2.68
Lempung, organik	1.58-2.65
Lempung, anorganik	2.68-2.75

Sumber: Joseph E Bowles, Analisis dan desain pondasi jilid I

2.3 Kuat Geser Tanah

Kuat geser tanah merupakan parameter penting dalam analisis stabilitas tanah, yang menunjukkan kemampuan tanah dalam menahan gaya geser. Konsep kuat geser tanah dijelaskan melalui kriteria Mohr-Coulomb:

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \quad \text{.....Pers. 1}$$

Dimana:

τ = Kuat geser tanah

c = Kohesi

σ = Tegangan normal

υ = Sudut geser dalam

Pada tanah lempung, kohesi umumnya dominan, sedangkan sudut geser dalam relatif kecil. Nilai kuat geser sangat dipengaruhi oleh kadar air, struktur tanah, serta tingkat kepadatan.

2.4 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah alternatif yang dapat diambil untuk memperbaiki sifat-sifat tanah yang ada. Pada prinsipnya stabilisasi tanah merupakan suatu penyusunan kembali butirbutir tanah agar lebih rapat dan saling mengunci. Tanah dibuat stabil agar dapat mendukung beban yang direncanakan dan tidak terjadi penurunan (*settlement*) yang melebihi penurunan yang diijinkan. Tanah dasar minimal harus bisa dilewati kendaraan proyek. Stabilisasi tanah adalah usaha untuk meningkatkan stabilitas dan kapasitas daya dukung tanah. apabila tanah yang terdapat di lapangan bersifat sangat lepas atau sangat mudah tertekan, atau apabila mempunyai indeks konsistensi yang tidak sesuai, permeabilitas yang terlalu tinggi,

atau sifat lain yang tidak diinginkan sehingga tidak sesuai untuk suatu proyek pembangunan, maka tanah tersebut harus distabilisasi. (Abdurrozak, Mufti).

2.5 Stabilisasi Menggunakan Kapur

Kapur merupakan bahan stabilisasi yang umum digunakan pada tanah lempung. Kapur dapat berupa kapur dolomit atau kapur hidrat. Reaksi yang terjadi dalam stabilisasi kapur meliputi:

1. Reaksi pertukaran kation.
2. Flokulasi dan aglomerasi partikel tanah.
3. Reaksi pozzolanik.

Dampak penambahan kapur antara lain:

1. Menurunkan plastisitas tanah.
2. Meningkatkan kekuatan dan kekakuan tanah.
3. Mengurangi potensi pengembangan.

2.6 Abu Sekam Padi sebagai Bahan Stabilisasi

Abu sekam padi merupakan limbah hasil pembakaran sekam padi yang mengandung silika amorf dalam jumlah tinggi. Kandungan silika ini menjadikan abu sekam padi bersifat pozzolanik, sehingga dapat bereaksi dengan kalsium dari kapur.

Keunggulan abu sekam padi:

a) Ketersediaan melimpah
b) Biaya rendah
c) Ramah lingkungan
d) Meningkatkan kekuatan tanah

Dalam stabilisasi tanah, abu sekam padi berfungsi sebagai sumber silika yang memperkuat hasil reaksi kimia dengan kapur.

2.7 Reaksi Pozzolanik (Pengikat)

Reaksi pozzolanik adalah reaksi antara silika (SiO_2) dan kalsium hidroksida ($Ca(OH)_2$) dengan adanya air, yang menghasilkan senyawa pengikat seperti:

a. *Calcium Silicate Hydrate* (CSH)

b. *Calcium Aluminate Hydrate* (CAH)

Senyawa ini berfungsi sebagai perekat antar partikel tanah sehingga meningkatkan kohesi dan kuat geser tanah.

2.8 Uji Geser Langsung *(Direct Shear Test*)

Uji geser langsung (*direct shear test*) adalah metode laboratorium/lapangan untuk menentukan kuat geser tanah (kohesi (c) dan sudut geser dalam (phi) dengan cara menggeser sampel tanah secara horizontal di bawah beban normal konstan. Pengujian ini krusial untuk analisis stabilitas lereng, desain fondasi, dan dinding penahan tanah. (Uji-Geser-Langsung).

2.9 Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan untuk mengetahui jumlah air yang terkandung di dalam tanah. Melalui pengujian ini, dapat ditentukan persentase kandungan air pada sampel tanah sehingga berat basah dan berat kering dari sampel yang diuji dapat diketahui.

Rumus Kadar Air :

$$\mathrm{W} = \frac{W2-W3}{W2-W1} \text{ x } 100\% \text{ …… Pers 2}$$

Keterangan :

W1 = Berat Cawan Kosong

W2 = Berat Cawan + Sampel Tanah Basah

W3 = Berat Cawan + Sampel Tanah Kering

2.10 Pengujian Analisia Saringan

Pengujian analisa saringan (Ansar) dilakukan untuk mengetahui berapa banyak sampel tanah yang tertinggal dan yang lolos dari proses penyaringan tersebut, Maka dari itu dapat terlihat hasil yang lolos dari pengujian tersebut.

Rumus Analisa Saringan :

- Persentase Tertahan pada Setiap Saringan

$$\% \text{ Tertahan} = \frac{Berat\ Tanah\ Tertahan}{Berat\ Total\ Sampel} \text{ x } 100\% \text{ …… Pers 3}$$

2.11 Pengujian Berat Jenis

Pengujian berat jenis dilaksanakan untuk menentukan nilai perbandingan berat butiran tanah terhadap berat air.

Rumus Pengujian Berat Jenis :

$$Gs = \frac{W2-W1}{(W4-W1)-(W3-W2)} \text{ ……. Pers 4}$$

2.12 Pengujian Berat Atterberg

Pengujian batas Atterbag meliputi

1. Batas Cair *(Liquid Limit)*
2. Batas Plastis *(Plastic Limit)*
3. Indeks Plastisitas *(Plasticity Indeks)*

Rumus Pengujian Batas Atterbag :

- Rumus Batas Cair (Liquid Limit)

$$LL = W_{(N=25)} \text{ …….. Pers 5}$$

Keterangan :

LL = Batas Cair

W = Kadar air pada 25 pukulan

- Batas Plastis (Plastic Limit)

$$P1 = \frac{W1+W2+W3+\cdots.Wn\ldots}{n} \text{ …… Pers 6}$$

Keterangan :

PL = Batas Plastis (%)

$W_1 + W_2 + W_3 + \cdots W_n$ = Kadar Air

Tiap Pengujian n = Nilai Jumlah Pengujian

- **Indeks Plastisitas**

$$PI = LL - PL \text{ ……. Pers 7}$$

Keterangan :

PI = Indeks Plastisitas (%)

LL = Batas Cair (%)

PL = Batas Plastis (%)

BAB III
METODELOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah, Program Studi Teknik Sipil, Gedung Labortarium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil Universitas IBA, Palembang dan di Universitas Tridinanti Pelembang, lokasi terlihat pada gambar 3.1 dan 3.2.



Gambar 3.1. Lokasi Penelitian IBA (*google earth* 2026)



Gambar 3.2. Lokasi Penelitian UTP (*google earth* 2026)

Lokasi pengambilan sampel berjarak cukup jauh dari lokasi penelitian sampel diambil di Jakabaring kota Palembang, lebih tepatnya di Palembang di kawasan Jakabaring berlokasi di Jalan Sapta Pesona No. 10, Kelurahan Silaberanti, Kecamatan Seberang Ulu I, Komplek Jakabaring Sport City, Kota Palembang, sebagaimana terlihat pada gambar 3.3.



Sumber: Google Earth

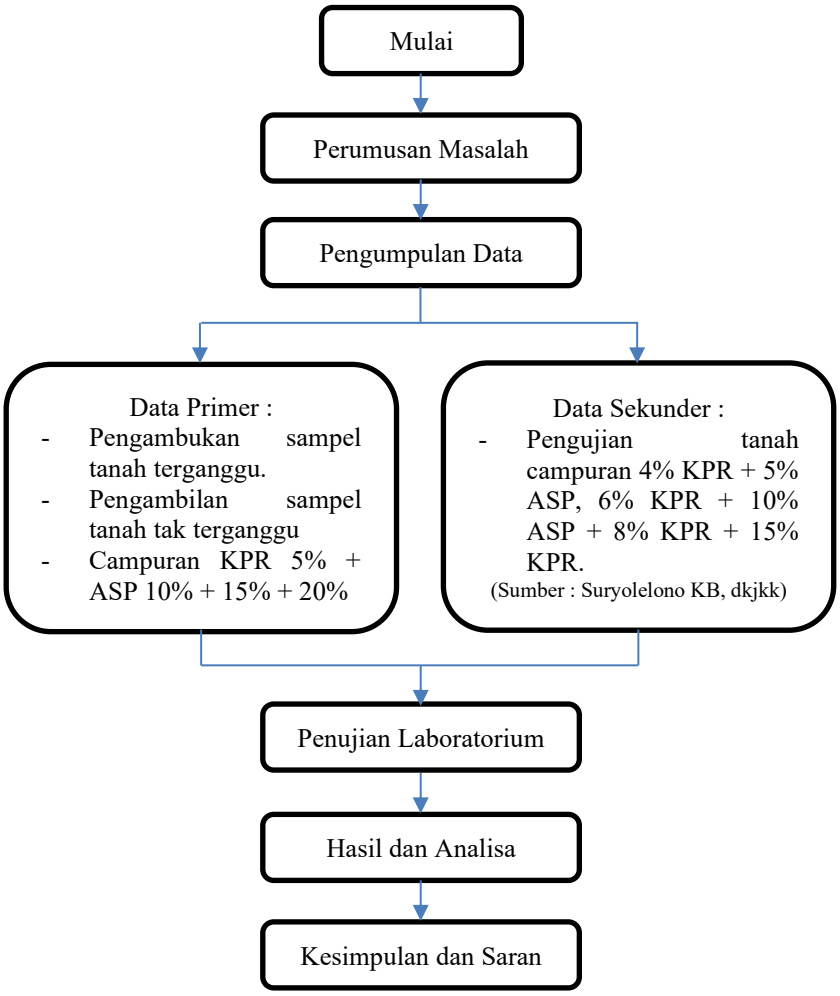
Gambar 3.3. Peta Lokasi Penelitian

3.2 Bagan Alir Penelitian

Sebagai pedoman dalam melakukan penelitian, maka dibuat bagan alir supaya proses penelitian dapat dilakukan secara baik dan teratur. Adapun bagan alir penelitian dapat dilihat pada gambar 3.4.

3.3 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah penambahan campuran abu sekam padi dan kapur dapat meningkatkan kuat geser tanah lempung ekspansif sehingga memenuhi persyaratan sebagai bahan subgrade jalan.



Sumber : Suryolelono, K. B., dkk.

Gambar 3.4. Bagan Alir Penelitian

3.4 Proses Pengambilan Sempel Tanah Lempung Ekspansif

Pengambilan sampel tanah dilakukan pada lokasi yang memiliki karakteristik tanah lempung ekspansif. Sampel tanah diambil pada kedalaman 50 cm, kemudian dimasukkan ke dalam pipa agar kadar air alami tanah tetap terjaga selama proses transportasi menuju laboratorium.

1. **Proses Pembersihan Lahan**

   Tahapan awal dari pengambilan sampel ini dilakukan pembersihan lahan terlebih dahulu agar sampel terbebas dari sampah dan rumput di sekitar, sebagaimana terlihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. Pembersihan Area

2. Proses Penggalian Tanah Menggunakan Cangkul

Proses penggalian ini dilakukan sampai dengan kedalaman 50 cm – 100 cm sampai sampel tanah sudah tidak terganggu lagi rumput atau sampah yang biasa disebut dengan tanah asli tidak terganggu, sebagaimana terlihat pada gamabar 3.6.



Gambar 3.6. Proses Penggalian Tanah

3. Proses Pengambilan Sempel Tanah Asli Tidak Terganggu



Gambar 3.7. Proses Pengambilan Sampel Tanah

Proses pengambilan sampel tanah asli ini di gali sampai mencapai kedalaman 50 cm. Tanah asli tidak terganggu merupakan sampel tanah yang diambil dari lokasi penelitian dengan mempertahankan struktur dan kondisi alaminya, sehingga sifat mekanik tanah yang diperoleh dari hasil pengujian dapat merepresentasikan kondisi tanah di lapangan, sebagaimana terlihat pada gambar 3.7.

4. Proses Mengisi dan Memadatkan Tanah Kedalam Pipa

Tanah asli diambil menggunakan pipa PVC berdiameter 4 inci dengan tujuan mempertahankan struktur, kadar air, dan kondisi alami tanah selama proses pengambilan hingga pengujian di laboratorium. Penggunaan pipa tersebut juga memudahkan proses transportasi sampel serta menghasilkan sampel yang representatif terhadap kondisi tanah di lapangan, sebagaimana terlihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8. Proses Memasukan Sempel Tanah

3.5 Persiapan Sempel Penelitian

1. **Penjemuran Sempel Tanah**



Gambar 3.9. Sampel Tanah

Sampel tanah yang telah diambil kemudian dikeringkan udara dan di oven lalu dihancurkan menggunakan palu karet secara manual tanpa merusak butiran aslinya, sebagaimana terlihat pada gambar 3.9.

2. **Proses Pengeringan Tanah didalam Oven**



Gambar 3.10. Proses Pengovenan Tanah

3.6 Pengujian Analisis Saringan

Pengujian analisis saringan menunjukkan bahwa sebagian besar butiran tanah lolos saringan No. 200 dan analisis saringan No. 4 (4,75) sehingga tanah tergolong tanah berbutir halus.

3.6.1 Alat dan Bahan

1. Timbangan Digital
2. Oven

3. Loyang
4. Skrap Besi
5. Tanah Kering Lempung Ekspansif

3.6.2 Langkah-langkah Pengujian Analisis Saringan

1. Langkah pertama jemur tanah lempung dibawah terik sinar matahari selama 12 jam, sebagaimana terlihat pada gambar 3.11.



Gambar 3.11. Proses Penjemuran Tanah

2. Setelah proses penjemuran tanah, selanjutnya tanah dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam dengan suhu 120˚, sebagaimana terlihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.12. Proses Oven Tanah

3. Selanjutnya jika seluruh tanah sudah selesai di oven, maka dilakukan pengayakan tanah menggunakan saring No.200 sebanyak 10 kg, sebagaimana terlihat pada gambar 3.13.



Gambar 3.13. Proses Penyaringan Tanah Saringan No.200

4. Setelah pengayakan menggunakan saringan No.200 selesai maka dilanjutkan dengan pengayakan menggunakan saringan No. 04 (4,75). Pengayakan di lakukan sampai tanah sampel terkumpul sebanyak 90 kg, sebagaimana terlihat pada gambar 3.14.



Gambar 3.14. Proses Penyaringan Tanah Saringan No 04

3.7 Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan untuk mengetahui kandungan air alami pada berat jenis tanah yang akan diuji.

3.7.1 Alat dan Bahan

A. Alat Pengujian Kadar Air

1. Cawan Kadar Air
2. Timbangan Digital
3. Oven
4. Skrap Besi
5. Grooving Tool
6. Sarung Tangan
7. Pipa 4 Inch
8. Tanah Lempung Ekspansif Asli Tidak Terganggu

3.7.2 Langkah- Langkah Pengujian Kadar Air

1. Siapkan cawan yang sudah dibersihkan dan sudah dipastikan kering, Lalu timbang masing-masing berat cawan kosong menggunakan timbangan digital untuk mengetahui berat cawan tanpa sampel
2. Kemudian ambil tanah sampel yang ada di dalam pipa (tanah tidak terganggu) sebanyak 4 buah cawan , lalu masukkan sampel tanah asli ke dalam cawan sebanyak ¾, Selanjutnya di timbang



Gambar 3.15. Memasukan Sempel Tanah ke Cawan

3. Lalu 4 sampel tersebut masukkan ke oven selama 24 jam pada suhu 120, sebagaimana terlihat pada gambar 3.16.



Gambar 3.16. Sempel Dimasukan di Oven

4. Kemudian jika sudah 24 jam, keluarkan dari oven menggunakan sarung tangan, Lalu timbang 4 sampel beserta cawan, sebagaimana terlihat pada gambar 3.17.



Gambar 3.17. Menimbang Sempel

5. Kemudian keluarkan sampel dari cawan lalu timbang sampel tanpa cawan, sebagaimana terlihat pada gambar 3.18.



Gambar 3.18. Menimbang Sempel Tanpa Cawan

6. Simpan sampel dan bungkus dengan plastik yang sudah di siapkan, dan di beri nomor sesuai dengan nomor cawan, sebagaimana terlihat pada gambar 3.19.



Gambar 3.19. Hasil Sempel Setelah di Uji

Tabel 3.1. Hasil Pengujian Kadar Air

No.	No. Cawan	Berat Cawan Kosong (gram)	Berat Cawan + Tanah Basah (gram)	Berat Cawan + Tanah Kering (gram)	Berat Tanah Kering Tanpa Cawan (gram)
1	1	11	67	39	29
2	2	10	53	46	37
3	3	9	59	38	28
4	4	10	58	46	35

3.8 Pengujian Berat Jenis

Pengujian berat jenis dilakukan untuk mengetahui perbandingan berat butiran tanah terhadap berat air :

3.8.1 Alat dan Bahan

- Tanah Lempung Ekspansif Lolos Saringan No. 200
- Piknometer
- Timbangan Digital
- Pipet Tetes
- Termometer (tes suhu air)
- Air Mineral
- Kain Lap

3.8.2 Langkah-Langkah Pengujian Berat Jenis

1. Ambil sampel tanah yang telah selesai di oven dengan suhu 120˚ dan telah lolos saringan No. 200, sebagaimana terlihat pada gambar 3.20.



Gambar 3.20. Tanah Lolos Saringan No. 200

2. Siapkan piknometer kosong, kemudian timbang piknometer kosong tersebut dan catat sebagai W1, sebagaimana terlihat pada gambar 3.21.



Gambar 3.21. Menimbang Piknometer Kosong

3. Selanjutnya masukkan tanah kering ke dalam piknometer sampai mencapai angka 16 pada piknometer, Kemudian timbang piknometer yang berisi tanah kering sebagai W2, sebagaimana terlihat pada gambar 3.22.



Gambar 3.22. Menimbang Piknometer + Tanah Kering

4. Langkah selanjutnya isi air ke dalam piknometer campurkan ke dalam tanah kering, banyaknya air sampai mencapai 50 ml. Timbang dan catat sebagai W3 nya, sebagaimana terlihat pada gambar 3.23.



Gambar 3.23. Memasukan Air ke Campuran Tanah

5. Kemudian ukur suhu air di dalam piknometer, suhu didapat pada air tersebut yaitu 25˚, sebagaimana terlihat pada gambar 3.24.



Gambar 3.24. Cek Suhu pada Sempel

6. Lalu isi kembali air ke dalam piknometer sampai terisi penuh hingga mencapai tanda batas kalibrasi.
7. Keringkan bagian luar piknometer hingga kering.
8. Selanjutnya timbang kembali piknometer yang terisi tanah dan air penuh, lalu catat sebagai W4 nya, sebagaimana terlihat pada gambar 3.25.



Gambar 3.25. Menimbang Sempel

Tabel 3.2. Hasil Pengujian Berat Jenis

Berat Piknometer Kosong (W1) (gram)	Berat Piknometer + Tanah Kering (W2) (gram)	Berat Piknometer + Air (50 ml) + Tanah Kering (W2) (gram)	Suhu Air (derajat)	Berat Piknometer + Air (Penuh) + Tanah Kering (W4) (gram)
28	55	75	25˚	95

3.9 Pengujian Atterberg

Pengujian Atterbag adalah salah satu metode pengujian di laboratorium yang bertujuan untuk menentukan batas konsistensi tanah berbutir halus, khususnya tanah lempung. Metode ini diperkenalkan oleh seorang ahli tanah berkebangsaan Swedia bernama Albert Atterberg. Hasil dari pengujian ini digunakan untuk mengevaluasi perubahan perilaku tanah akibat variasi kadar air, serta sebagai dasar dalam klasifikasi tanah dan analisis karakteristik geotekniknya.

3.9.1 Alat dan Bahan

- 50 gram sampel tanah lolos saringan No.40
- Satu set electric liquid limit
- Skrap pisau perata
- Air
- Grooving Tool
- Plat Kaca
- Cawan 4 buah
- Timbangan Digital
- Pipet Tetes
- Sarung Tangan
- Oven

3.9.2 Langkah-langkah Pengujian Atterberg

A. Pengujian Batas Cair (Liquid Limit)

1. Siapkan tanah sampel lolos saringan No. 40 (0,425 mm), secukupnya, sebagaimana terlihat pada gambar 3.26

.

Gambar 3.26. Tanah Sempel Batas Cair

2. Mencampur tanah dengan air hingga menjadi pasta homogen (sampai tidak terasa butiran kasar), sebagaimana terlihat pada gambar 3.27.



Gambar 3.27. Mencampur Tanah Hingga Homogen

3. Masukan Tanah Homogen ke dalam mangkuk alat casagrande, lalu ratakan, sebagaimana terlihat pada gambar 3.28.



Gambar 3.28. Sempel Dimasukan Ke Alat Casagrande

4. Selabjutnya buat alur bagian tengah sempel menggunakan alat dari set casagrande, sebagaimana terlihat pada gambar 3.29.



Gambar 3.29. Tampak Alur Sempel

5. Engkol alat casagrande sampai sampel merapat kembali, dengan catatan jika sampel kembali rapat di bawah 25 ketukan maka untuk sampel selanjutnya wajib di tambahkan pasir, dan jika sampel kembali rapat lebih dari 25 ketukan maka sampel selanjutnya wajib ditambahkan air.
6. Lalu ambil sebagian sampel kemudian masukkan ke cawan lalu di timbang, sebagaimana terlihat pada gambar 3.30.



Gambar 3.30. Menimbang Sempel Batas Cair

Tabel 3.3. Hasil Pengujian Batas Cair

No. Cawan	Berat Cawan	Jumlah Ketukan	Berat Cawan + Sampel Basah (gram)	Berat Cawan + Sampel Kering (gram)
1	10	7	22	18
2	11	30	26	22
3	9	16	23	19
4	9	23	22	18

B. Pengujian Batas Indeks Plastis (*Plasticity Indeks*)

1. Siapkan 2 buah cawan, lalu timbang cawan kosong tersebut
2. Ambil sebagian tanah yang sudah dinyatakan plastis dan homogen.
3. Gulung tanah di atas pelat kaca atau permukaan datar dengan telapak tangan, sebagaimana terlihat pada gambar 3.31.



Gambar 3.31. Membuat Sempen Indeks Plastis

4. Kemudian masukkan ke cawan lalu timbang, lalu masukkan ke dalam oven hingga 24 jam, sebagaimana terlihat pada gambar 3.32.



Gambar 3.32. Sempel Setelah di OVEN

5. Setelah sempel keluar dari oven, lalu timbang cawan beserta sampelnya.

Tabel 3.4. Hasil Pengujian Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

No. Cawan	Berat Cawan Kosong	Berat Cawan + Sampel Basah (gram)	Berat Cawan + Sampel Kering (gram)
I	10	13	12
II	10	13	12

3.10 Proses Pengujian Proctor Standar

Pengujian Proctor Standar bertujuan untuk mengetahui hubungan antara kadar air dan berat isi kering tanah sehingga dapat diperoleh nilai kadar air optimum (*Optimum Moisture Content/OMC*) serta berat isi kering maksimum (*Maximum Dry Density/MDD*). Kedua parameter tersebut dijadikan acuan dalam proses pemadatan tanah karena menunjukkan kondisi pemadatan yang paling optimal untuk mencapai tingkat kepadatan maksimum. Pengujian ini dilakukan sebanyak 10 sampel dengan kadar air 100 ml, 200 ml, 300 ml, 400 ml, 500 ml

3.10.1 Alat dan Bahan

- Cawan kosong 10 buah
- Timbangan digital
- Gelas ukur
- Mold
- Grooving tool
- Besi Proctor
- Wadah kecil
- Tanah 2.000 gram (5 sampel)
- Air 1.400 ml

3.10.2 Langkah-langkah Pengujian Proctor Standar

1. Siapkan tanah lempung ekspansif yang sudah disaring menggunakan saringan No.4 sebanyak 2.000 gram, sebagaimana terlihat pada gambar 3.33.



Gambar 3.33. Sempel Tanah Lolos Saringan No. 04

2. Siapkan 5 sampel tanah, lalu masukkan tanah ke dalam masing-masing wadah, lalu isi air pada sampel A (100 ml) sampel B (100 ml), Sampel A (200 ml) sampel B (200 ml), sampel A (300 ml) sampel B (300 ml), sampel A (400 ml) sampel B (400 ml), sampel A (500 ml) sampel B (500 ml).
3. Masukkan tanah ke dalam wadah, lalu masukkan 100 ml air, lalu aduk sampai rata, sebagaimana terlihat pada gambar 3.34.



Gambar 3.34. Mencampur Tanah

4. Kemudian masukkan sampel tanah ke dalam mold sebanyak ¾ dengan 25 kali tumbukan, selanjutnya di isi kembali sampai setengah mold lalu ditumbuk kembali sebanyak 25 kali, kemudian isi kembali tanah sampai memenuhi mold lalu ditumbuk kembali sebanyak 25 kali, sebagaimana terlihat pada gambar 3.35.



Gambar 3.35. Proses Penumbukan

5. Timbang tanah beserta mold untuk mengetahui berat mold + tanah
6. Selanjutnya ambil sampel tanah tersebut, lalu masukkan ke cawan sebagai sampel A (100 ml) dan B (100 ml).



Gambar 3.36. Sempel Siap Di Oven

7. Tahapan selanjutnya untuk memenuhi 10 sampel, langkah nya sama hanya tetapi yang membedakan hanya tambahan air saja (100 ml, 200 ml, 300 ml, 400 ml, 500 ml).
8. Kemudian oven semua 10 sampel tersebut selama 24 jam, kemudian timbang untuk mengetahui berat tanah kering nya.

Setelah dilakukan pengujian proctor standar maka dapat diketahui tingkat kepadatan pada sampel A 300 ml dan B 300 ml mengalami kepadatan kering naik dan turun sehingga memiliki kepadatan yang seimbang, hal ini dapat disimpulkan bahwa untuk pengujian direct shear bisa menggunakan air sejumlah 300 ml.

Tabel 3.5. Rencana Presentase Campuran Sampel

No.	Tanah Asli (gram)	Kapur(%)	Abu Sekam Padi	Jumlah Sampel
1	100%	0%	0%	2
2	85%	5%	10%	2
3	80%	5%	15%	2
4	70%	5%	25%	2

3.11 Proses Pembuatan Sampel Direct Shear

Pembuatan sampel untuk pengujian *Direct Shear* merupakan salah satu tahapan penting yang dilakukan sebelum pelaksanaan pengujian kuat geser tanah. Pada penelitian ini, sampel dibuat dari tanah lempung ekspansif yang telah dicampur dengan abu sekam padi dan zeolit berdasarkan variasi campuran yang telah ditentukan. Setiap campuran dihomogenkan terlebih dahulu, kemudian dimasukkan ke dalam kotak geser (*shear box*) dengan tingkat kepadatan yang seragam agar kondisi setiap benda uji tetap konsisten. Setelah proses pembuatan selesai, sampel siap digunakan dalam pengujian *Direct Shear* untuk menentukan nilai kohesi (c), sudut geser dalam (υ), serta kuat geser tanah.

3.11.1 Alat dan Bahan

- Penumbuk Proctor
- Mold
- Wadah kecil
- Timbangan digital
- Palu karet
- Ring pencetak
- Skrap besi
- Gelas ukur
- Tanah lempung ekspansif
- Abu sekam padi
- Kapur

3.11.2 Langkah-langkah Pembuatan Sempel Direct Shear

A. Pembuatan Sampel Tanah Asli

- Siapkan tanah asli sebanyak 2.000 gram, lalu tambahkan air sebanyak 300 ml, sebagaimana terlihat pada gambar 3.37.



Gambar 3.37. Mencampur Sempel

- Lalu aduk tanah dan air sampai merata menyeluruh
- Masukkan tanah ke dalam mold sebanyak ¾ lalu tumbuk sebanyak 25 kali, setelah itu isi kembali sampai setengah mold lalu sebanyak 25 kali, selanjutnya isi sampai penuh dan tumbuk kembali sebanyak 25 kali, sebagaimana terlihat pada gambar 3.38.



Gambar 3.38. Proses Penumbukan Sempel

- Lalu keluarkan sampe tanah dari mold, lalu cetak menggunakan ring pencetak
- Kemudian cetak sampel tanah menggunakan alat ring pencetak, buat sebanyak 2 sampel yang akan di uji direct shear, sebagaimana terlihat pada gambar 3.39.



Gambar 3.39. Proses Mencetak Sempel

B. Pembuatan Sampel Tanah + Abu Sekam Padi 10% + Kapur 5%

- Siapkan tanah asli sebanyak 1.700 gram, abu sekam padi 200 gram, kapur 100 gram, lalu tambahkan air sebanyak 300 ml
- Masukkan seluruh campuran ke dalam wadah, lalu aduk hingga campuran merata seluruh, sebagaimana terlihat pada gambar 3.40.



Gambar 3.40. Proses Pencampuran Bahan

- Masukkan campuran ke dalam mold sebanyak ¾ lalu tumbuk sebanyak 25 kali, setelah itu isi kembali sampai setengah mold lalu sebanyak 25 kali, selanjutnya isi sampai penuh dan tumbuk kembali sebanyak 25 kali, sebagaimana terlihat pada gambar 3.41.



Gambar 3.41. Proses Penumbukan Sempel

- Lalu keluarkan sampel tanah dari mold, lalu cetak menggunakan ring pencetak



Gambar 3.42. Proses Mencetak Semepel

C. Pembuatan Sampel Tanah + Abu Sekam Padi 15% + Kapur 5%

- Siapkan tanah asli sebanyak 1.600 gram, abu sekam padi 300 gram, kapur 100 gram, lalu tambahkan air sebanyak 300 ml
- Masukkan seluruh campuran ke dalam wadah, lalu aduk hingga campuran merata seluruh, sebagaimana terlihat pada gambar 3.43.



Gambar 3.43. Proses Pencampuran Semua Bahan

- Masukkan campuran ke dalam mold sebanyak ¾ lalu tumbuk sebanyak 25 kali, setelah itu isi kembali sampai setengah mold lalu sebanyak 25 kali, selanjutnya isi sampai penuh dan tumbuk kembali sebanyak 25 kali, sebagaimana terlihat pada gambar 3.44.



Gambar 3.44. Proses Penumbukan Sempel

- Lalu keluarkan sampel tanah dari mold, lalu cetak menggunakan ring pencetak, sebagaimana terlihat pada gambar 3.45.



Gambar 3.45. Proses Mencetak Sempel

D. Pembuatan Sampel Tanah + Abu Sekam Padi 20% + Kapur 5%

- Siapkan tanah asli sebanyak 1.500 gram, abu sekam padi 400 gram, kapur 100 gram, lalu tambahkan air sebanyak 300 ml
- Masukkan seluruh campuran ke dalam wadah, lalu aduk hingga campuran merata seluruh, sebagaimana terlihat pada gambar 3.46.



Gambar 3.46. Pencampuran Semua Sempel

- Masukkan campuran ke dalam mold sebanyak ¾ lalu tumbuk sebanyak 25 kali, setelah itu isi kembali sampai setengah mold lalu sebanyak 25 kali, selanjutnya isi sampai penuh dan tumbuk kembali sebanyak 25 kali, sebagaimana terlihat pada gambar 3.47.



Gambar 3.47. Proses Penumbukan Sempel

- Lalu keluarkan sampel tanah dari mold, lalu cetak menggunakan ring pencetak.

3.12 Proses Pengujian Direct Shear

Pengujian *Direct Shear* bertujuan untuk mengetahui karakteristik kuat geser tanah melalui penentuan nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (υ). Kedua parameter tersebut merupakan komponen utama dalam analisis kekuatan tanah karena mencerminkan kemampuan tanah dalam menahan gaya geser yang bekerja.

Pada penelitian ini, pengujian dilakukan terhadap tanah lempung ekspansif yang telah distabilisasi menggunakan abu sekam padi dan zeolit dengan variasi campuran yang telah ditentukan. Setiap benda uji yang telah dipersiapkan selanjutnya diuji menggunakan alat *Direct Shear* dengan pemberian beban normal tertentu hingga mencapai kondisi keruntuhan. Hasil pengujian kemudian digunakan sebagai dasar dalam menganalisis pengaruh bahan stabilisasi terhadap peningkatan kuat geser tanah serta menentukan variasi campuran yang memberikan hasil paling optimal.

3.12.1 Langkah-langkah Pengujian Direct Shear

A. Pengujian Direcht Shear Tanah Asli

1. Siapkan 2 sampel yang sudah di buat
2. Timbang berat sampel, diameter sampel, dan tinggi diameter sampel



Gambar 3.48. Proses Pengukuran dan Penimbangan Sampel

3. Taruh beban ke 1 (3,32 kg) , kemudian beban ke 2 (6,64 kg) pada alat direct shear, putar setir direct shear searah jarum jam, lihat timer dengan hitungan detik 15,30,40,65,75,90,105 sambil perhatikan angka kuat geser pada layar, dan jika setir sudah terasa keras maka perputaran dihentikan dan sampel dinyatakan sudah retak, sebagaimana terlihat pada gambar 3.49.



Gambar 3.49. Proses Pengujian *Direct Shear*

4. Lalu catat hasil kuat geser tanah sebagai data
5. Kemudian tambahkan beban 2 untuk sampel kedua, langkah nya sama seperti pengujian beban 1

B. Pengujian Direct Shear Tanah + 10% Abu Sekam Padi dan 5% Kapur

1. Siapkan 2 sampel yang sudah di buat
2. Timbang berat sampel, diameter sampel, dan tinggi diameter sampel





Gambar 3.50. Proses Pengukuran dan Penimbangan Sampel

3. Taruh ke 1 (3,32 kg) , kemudian beban ke 2 (6,64 kg) putar setir direct shear searah jarum jam, lihat timer dengan hitungan detik 15,30,40,65,75,90,105 sambil perhatikan angka kuat geser pada layar, dan jika setir sudah terasa keras maka perputaran dihentikan dan sampel dinyatakan sudah retak, sebagaimana terlihat pada gambar 3.51.



Gambar 3.51. Pengujian Direct Shear

4. Lalu catat hasil kuat geser tanah sebagai data
5. Kemudian tambahkan beban 2 untuk sampel kedua, langkahnya sama seperti pengujian beban 1

D. Pengujian Direcht Shear Tanah + 20% Abu Sekam Padi + 5% Kapur

1. Siapkan 2 sampel yang sudah di buat
2. Timbang berat sampel, diameter sampel, dan tinggi diameter sampel, sebagaimana terlihat pada gambar 3.52.



Gambar 3.52. Pengkuran dan Penimbagan Sempel

3. Taruh ke 1 (3,32 kg) , kemudian beban ke 2 (6,64 kg) putar setir direct shear searah jarum jam, lihat timer dengan hitungan detik 15,30,40,65,75,90,105 sambil perhatikan angka kuat geser pada layar,

dan jika setir sudah terasa keras maka perputaran dihentikan dan sampel dinyatakan sudah retak, sebagaimana terlihat pada gambar 3.53.



Gambar 3.53. Pengujian Direct Shear

4. Lalu catat hasil kuat geser tanah sebagai data
5. Kemudian tambahkan beban 2 untuk sampel kedua, langkah nya sama seperti pengujian beban 1.

BAB IV
ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisia Data

Analisis data dilakukan terhadap seluruh hasil pengujian laboratorium untuk mengetahui karakteristik dan klasifikasi tanah yang diteliti. Data pengujian sifat fisik tanah digunakan sebagai dasar identifikasi tanah, sedangkan hasil pengujian direct shear dianalisis untuk memperoleh parameter kuat geser berupa kohesi (c) dan sudut geser dalam (υ).

Nilai tegangan geser maksimum pada setiap variasi beban normal digunakan untuk membuat grafik hubungan antara tegangan normal (σ) dan tegangan geser (τ), sehingga diperoleh nilai kohesi dan sudut geser dalam berdasarkan kriteria Mohr-Coulomb. Kemudian, hasil pengujian dibandingkan pada teori dan penelitian terdahulu untuk mengevaluasi pengaruh bahan campuran terhadap kuat geser tanah.

4.2 Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah

Pengujian sifat fisik tanah dilaksanakan untuk mengidentifikasi sifat-sifat dasar tanah yang menjadi objek penelitian. Pengujian tersebut mencakup kadar air, berat jenis, analisis saringan, serta batas Atterberg yang digunakan sebagai acuan dalam menentukan klasifikasi dan karakteristik perilaku tanah.

4.2.1 Hasil Analisa Saringan

Pengujian analisis saringan bertujuan mengetahui sebaran ukuran butiran pada sampel tanah yang diteliti. Data yang diperoleh dari pengujian ini digunakan sebagai acuan dalam menentukan gradasi serta mengklasifikasikan jenis tanah.

- Diketahui :
  - Total seluruh sampel = 660,5 gram
  - Total saringan No. 04 (4,75 mm)
  - Berat tertahan = 44,44%
  - Saringan No. 40 (0,425mm) dengan total lolos = 200 gram
  - Berat tertahan = 99,78%

- Saringan No. 200 (0,075 mm) dengan total lolos = 2,5 gram
- Berat tertahan = 97,22%

1. Analisis Saringan No. 4 (4,75 mm)

Perhitunan Presentase Lolos menggunakan Pers …..3

$$Tertahan = \frac{Berat\ Tanah\ Tertahan}{berat\ Total\ Sampel} \text{ x } 100$$

$$= \frac{40}{90} \text{ x } 100\% = 55{,}56\%$$

Presentase Tertahan :

$$Tertahan = 100\% - \%\ \text{Lolos}$$

$$= 100\% - 55{,}56\%$$

$$= 44{,}44\%$$

2. Analisis Saringan No.40 (0,425mm)

Perhitungan Presentase Lolos :

$$Tertahan = \frac{Berat\ Tanah\ tertahan}{Berat\ Total\ Sampel} \text{ x } 100\%$$

$$= \frac{200}{90} \text{ x } 100\% = 0{,}22\%$$

Presentase Tertahan :

$$= \frac{90-0{,}2}{90} \text{ x } 100\%$$

$$= \frac{89{,}8}{90} \text{ x} 100\%$$

$$= 99{,}78\%$$

3. Analisis Saringan No. 200 (0,075 mm)

- Pembahasan :

Presentase Lolos :

$$\%Tertahan = \frac{Berat\ tanah\ tertahan}{Berat\ total\ sampel} \text{ x } 100\%$$

$$= \frac{2{,}5}{9} \text{ x } 100\%$$

$$= 2{,}78\%$$

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Analisis Saringan

Ukuran (ASTM)	Ukuran (mm)	Berat Tertahan (gram)	% Berat Tertahan	% Kumulatif Tertahan	% Presentase Lolos
No.4	4,75	90	55,56	44,44	55,56
No. 40	0,425	200	99,78	99,78	0,22
No. 200	0,075	2,5	97,22	97,22	2,78
Pan		368	50,00	100,00	0,00
	Total	660,5			

Berdasarkan hasil pengamatan pada Tabel 4.1 hasil pengujian analisis saringan, diperoleh total berat sampel sebesar 660,5 gram. Pada saringan No. 4 (4,75 mm) diperoleh berat tertahan sebesar 90 gram dengan persentase berat tertahan 55,56% dan persentase lolos 55,56%. Pada saringan No. 40 (0,425 mm) diperoleh berat tertahan sebesar 200 gram dengan persentase berat tertahan 99,78% dan persentase lolos 0,22%. Selanjutnya, pada saringan No. 200 (0,075 mm) diperoleh berat tertahan sebesar 2,5 gram dengan persentase berat tertahan 97,22% dan persentase lolos 2,78%. Sedangkan pada pan diperoleh berat tertahan sebesar 368 gram dengan persentase berat tertahan 50,00% dan tidak terdapat material yang lolos (0,00%).

4.2.2 Hasil Pengujian Kadar air

Pengujian kadar air dapat diketahui kandungan air alami dalam berat jenis tanah yang akan diuji. ..... Pers 2

Diketahui :

- Total Sampel Tanah Tidak Terganggu Sebanyak = 4 Buah tabung

Pembahasan :

- Cawan 1

  $W = \frac{W1-W3}{W2-W3}$ x 100%

  $W = \frac{67-39}{39-11} x\ 100\%$

  $W = 100,00$

- Cawan 2

  $W = \frac{W1-W2}{W2-W3}$ x 100%

$$W = \frac{53-46}{46-10} x\ 100\%$$

$$W = 19,44$$

- Cawan 3

$$W = \frac{W1-W2}{W2-W3} \text{ x } 100\%$$

$$W = \frac{59-38}{38-9} x\ 100\%$$

$$W = 72.41$$

- Cawan 4

$$W = \frac{W1-W2}{W2-W3} \text{ x } 100\%$$

$$W = \frac{58-46}{46-10} x\ 100\%$$

$$W = 56,30$$

Rata - rata kadar air :

$$W = \frac{100.00+19,44+72,41+33,33}{4}$$

$$W = \frac{225,15}{4}$$

$$W = 56,30\%$$

Berdasarkan hasil pengamatan pada tabel 4.2 Pengujian Kadar Air, bahwa diperoleh nilai kadar air dari cawan 1 adalah 100,00%, cawan 2 adalah 19,44%, cawan 3 adalah 72,41%, cawan 4 adalah 33,33 %, Kemudian di dapat dari hasil rata-rata dari seluruh kadar air yaitu **56,30%,** Maka dari hasil pengamatan tersebut menunjukkan bahwa tanah tersebut memiliki kandungan air yang relatif tinggi.

4.2.3 Pengujian Berat Jenis

Pengujian berat jenis dilaksanakan untuk menentukan nilai perbandingan antara berat partikel padat tanah pada berat air pada volume yang sama.

Diketahui :

- Berat piknometer kosong = 28 gram
- Berat piknomoeter + tanah kering = 55 gram
- Berat piknometer + tanah kering + air = 95 gram
- Berat piknomoeter + air penuh = 79 gram

Pembahasan …….. Pers 4

$$Gs = \frac{W2-W1}{(W4-W1)-(W3-W2)}$$

$$Gs = \frac{55-28}{(79-28)-(95-55)}$$

$$Gs = \frac{27}{51-40}$$

Gs = 2,45 Gram

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Berat Jenis

Keterangan	Lambang	Satuan	A
Berat Piknometer+Tanah Kering	W2	gram	55,0
Berat Piknometer	W1	gram	28,0
Berat tanah	Wt = W2 - W1	gram	27,0
Berat Piknometer + air + tanah	W3	gram	95,0
Berat Piknometer + air	W4	gram	79,0
Berat Piknometer+air+berat tanah	W 5=Wt + W4	gram	106,0
Volume tanah	W5 - W3	cm3	11,0
Berat Jenis (Gs)	Wt / (W5-W3)		2,45
Rata-rata Berat Jenis (Gs)			2,45

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis menggunakan metode piknometer, diperoleh nilai berat jenis tanah (Gs) sebesar 2,45. Nilai ini menunjukkan bahwa berat padat tanah adalah 2,45 dari berat air pada volume yang sama.

4.2.4 Pengujian Berat Isi

Pengujian berat isi dilakukan untuk memperoleh nilai berat tanah per satuan volume, baik pada kondisi alami maupun setelah diberikan perlakuan sesuai kebutuhan penelitian. Hasil pengujian ini digunakan sebagai salah satu parameter dalam mengevaluasi sifat fisik tanah, terutama yang berkaitan dengan tingkat kepadatan dan porositasnya.

Diketahui :

- Sampel 1
  - Berat ring kosong = 55 gram

- Berat ring kosong + tanah basah = 150 gram
- Berat tanah basah tanpa ring = 95 gram
- Volume ring = 61,49
- Berat isi tanah basah W3/V = 1,54 gr/cm3

➢ Sampel 2

- Berat ring kosong = 55 gram
- Berat ring kosong + tanah basah = 169 gram
- Berat tanah basah tanpa ring = 114 gram
- Volume ring = 61,49
- Berat isi tanah basah W3/V = 1,85 gr/cm

Dari hasil perhitungan kedua sampel tersebut maka dapat dihitung rata-ratanya :

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Berat Isi

No.	Nomor Ring	Kandungan	1	1
1.	Berat ring kosong (W1)	(gr)	55,00	55,00
2.	Berat ring kosong +tanah basah (W2)	(gr)	150,00	169,00
3.	Berat tanah basah W3 = (W2 – W1)	(gr)	95,00	114,00
4.	Volume ring (V)	(cm3)	61,49	61,49
5.	Berat isi tanah basah (W3/V)	(gr/cm3)	1,54	1,85
6.	Rata-rata berat isi tanah basah	%	1,70	

$$\% = \frac{1{,}54+1{,}85}{2}$$

$$= 1{,}70\%$$

Hasil pengujian berat isi diperoleh rata-rata 1,70%, nilai yang menunjukkan struktur tanah yang renggang dan tingkat kepadatan yang kecil, sehingga kemampuan daya dukung tanah terhadap beban menjadi rendah.

4.2.5 Pengujian Batas Atterbag

Pengujian batas Atterbarg dilakukan untuk mengetahui karakteristik konsistensi tanah berbutir halus terhadap perubahan kadar air.

Tabel 4.4. Tabel Pengujian Batas Plastis

Kode Cawan	1	2	3	4
Jumlah Tumbukan (kali)	7	30	16	23
Berat Cawan (gr)	10	11	9	9
Berat Cawan + tanah basah (gr)	22	26	23	22
Berat tanah basah (gr)	12	15	14	13
Berat Cawan + tanah kering (gr)	24	27,2	31,7	27,9
Berat tanah kering (gr)	14	16,2	22,7	18,9
Berat air (gr)	2	1,2	4,9	5,9
Kadar air (%)	14,29	7,41	21,59	31,22

Batas Cair (LL)	**39,68**
Batas Plastis (PL)	**20,10**
Indeks Plastisitas (IP)	**19,59**

Hasil pengujian ini diperoleh nilai batas cair (LL) yaitu 39,68% hasil grafik dapat dilihat pada gambar 4. dan batas plastis (PL) sebesar 20,10% hasil dapat dilihat pada lampiran, kemudian diperoleh nilai indeks plastis (IP) 19,59%. Pada hasil ini nilai indeks plastis menunjukkan bahwa jenis tanah ini memiliki pengembangan dengan tingkat sedang sampai tinggi.

Setelah dilakukan beberapa hasil pengujian dari perhitungan terhadap data hasil pengujian, diperoleh ringkasan nilai sifat fisis dan klasifikasi tanah yang kemudian disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4.5. Hasil Pengujian Tanah

No	Jenis Pengujian Tanah	Hasil Pengujian
1	Kadar Air	56,30 %
2	Berat Jenis (Gs)	2,45
3	Batas Cair (LL)	39,68 %
4	Batas Plastis (PL)	20,10 %
5	Indeks Plastis (IP)	19,59 %
6	Tanah Lolos Saringan No. 200 (< 0,075 mm)	97,22 %
7	Tanah Lolos Saringan No. 4 (4,75 mm)	44,44 %

$T = c + \sigma \tan \jmath$

P1 = σ 1 = 0,10kg, T1 = 0,014kg

P2 = σ 2 = 0,20kg, T2 = 0,021kg

1. Hitung sudut geser …… Pers 1

$$\text{Tan } \jmath = \frac{T2-T1}{\sigma 1-\sigma 2}$$

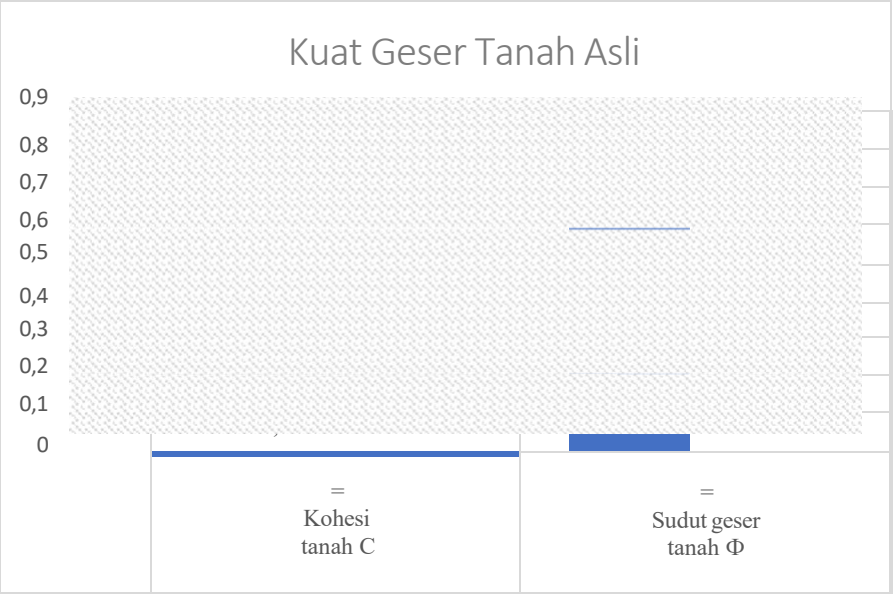
$$= \frac{0,021-0,014}{0,0-0,10}$$

$$= \frac{0,007}{0,10}$$

$$= 0,07$$

Gaya Normal		**P1 = 3,32 kg**			**P2 = 6,64 kg**		
Tegangan Nornal		**0,1 kg/cm2**			**0,2 kg/cm2**		
Waktu (detik)	**Pergeseran (mm)**	**Dial**	**Gaya Geser**	**Teg. Geser**	**Dial**	**Gaya Geser**	**Teg. Geser**
15	0,25	0,44	0,44	0,014	0,44	0,44	0,014
30	0,5	0,43	0,43	0,013	0,67	0,67	0,021
45	0,75	0,2	0,2	0,006	0,34	0,34	0,011
60	1	0,32	0,32	0,010	0,53	0,53	0,016
75	1,25	0,28	0,28	0,009	0,55	0,55	0,017
90	1,5	0,26	0,26	0,008	0,52	0,52	0,016
105	1,75				0,46	0,46	0,014
120	2						
135	2,25						
150	2,5						
165	2,75						
180	3						
195	3,25						
210	3,5						
225	3,75						
240	4						
255	4,25						
270	4,5						
285	4,75						
300	5						

C	Kohesi tanah	=	0,0101	kg/cm2
ϕ	Sudut geser tanah	=	0,07	derajat



Gambar 4.1. Grafik Hasil Pengujian Direct Shear Pada Tanah Asli

Berdasarkan grafik **Kuat Geser Tanah Asli** hasil pengujian **Direct Shear Test**, dapat disimpulkan bahwa tanah asli memiliki **nilai kohesi (C) sebesar 0,0101 kg/cm²** dan **nilai sudut geser dalam (φ) sebesar 0,7°**. Nilai kohesi yang sangat rendah menunjukkan bahwa ikatan antar partikel tanah masih lemah, sedangkan sudut geser dalam yang juga rendah mengindikasikan kemampuan tanah dalam menahan gaya geser akibat gesekan antar butir masih kecil. **Dengan demikian, tanah asli memiliki kuat geser yang rendah sehingga daya dukung dan kestabilannya belum optimal.** Hasil ini menjadi dasar perlunya dilakukan stabilisasi tanah menggunakan bahan tambahan, seperti abu sekam padi dan zeolit, untuk meningkatkan nilai kohesi, sudut geser dalam, serta kuat geser tanah secara keseluruhan.

4.3 Hasil Pengujian Direct Shear Test Tanah + 10% Abu Sekam Padi + 5% Kapur

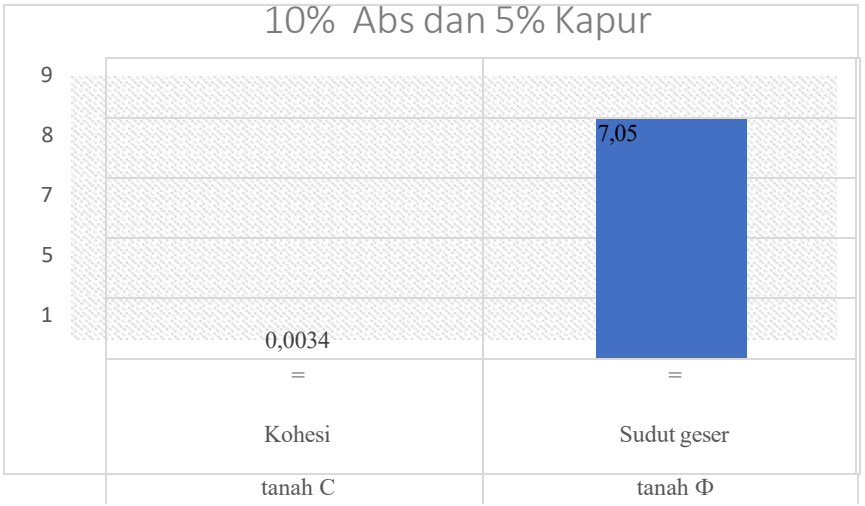
Pengujian *Direct Shear Test* pada campuran tanah yang distabilisasi dengan penambahan **10% abu sekam padi** dan **5% kapur** dilakukan untuk mengetahui pengaruh bahan stabilisasi terhadap peningkatan kuat geser tanah. Parameter yang diperoleh dari pengujian ini meliputi nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (φ), yang selanjutnya digunakan untuk mengevaluasi perubahan karakteristik mekanik

tanah setelah proses stabilisasi. Adapun hasil pengujian direct shear pada tanah asli disajikan pada tabel 4.6.

Tabel 4.6. Hasil Pengujian Tanah +10% abu Sekam Padi + 5% kapur

Gaya Normal		**P1 = 3,32 kg**			**P2 = 6,64 kg**			**P1 = 13,28 kg**		
Tegangan Nornal		**0,1 kg/cm2**			**0,2 kg/cm2**			**0,4 kg/cm2**		
Waktu (detik)	**Pergeseran (mm)**	**Dial**	**Gaya Geser**	**Teg. Geser**	**Dial**	**Gaya Geser**	**Teg. Geser**	**Dial**	**Gaya Geser**	**Teg. Geser**
15	0,25	0,77	0,77	0,023	0,69	0,69	0,021	1,11	1,11	0,033
30	0,5	0,75	0,75	0,023	0,81	0,81	0,024	1,19	1,19	0,036
45	0,75	0,62	0,62	0,019	0,98	0,98	0,029	1,29	1,29	0,039
60	1	0,55	0,55	0,017	1,25	1,25	0,038	1,23	1,23	0,037
75	1,25	0,59	0,59	0,018	1,15	1,15	0,035	1,51	1,51	0,045
90	1,5	0,52	0,52	0,016	1,05	1,05	0,032	1,41	1,41	0,042
105	1,75	0,36	0,36	0,011	0,69	0,69	0,021	1,25	1,25	0,038
120	2	0,45	0,45	0,014	0,81	0,81	0,024	1,31	1,31	0,039
135	2,25	0,79	0,79	0,024	0,71	0,71	0,021	1,51	1,51	0,045
150	2,5	0,47	0,47	0,014	0,51	0,51	0,015	1,31	1,31	0,039
165	2,75							1,35	1,35	0,041

C	Kohesi tanah	=	0,0034	kg/cm2
Φ	Sudut geser tanah	=	7,05	derajat



Gambar 4.2. Grafik Hasil Pengujian 10% Abu Sekam Padi + 5% Kapur

Berdasarkan grafik **hasil pengujian Direct Shear Test pada campuran 10% Abu Sekam Padi + 5% Kapur,** diperoleh **nilai kohesi (C) sebesar 0,0034 kg/cm²** dan **nilai sudut geser dalam (φ) sebesar 7,05°**. Dibandingkan dengan tanah asli, nilai sudut geser dalam mengalami peningkatan, yang menunjukkan

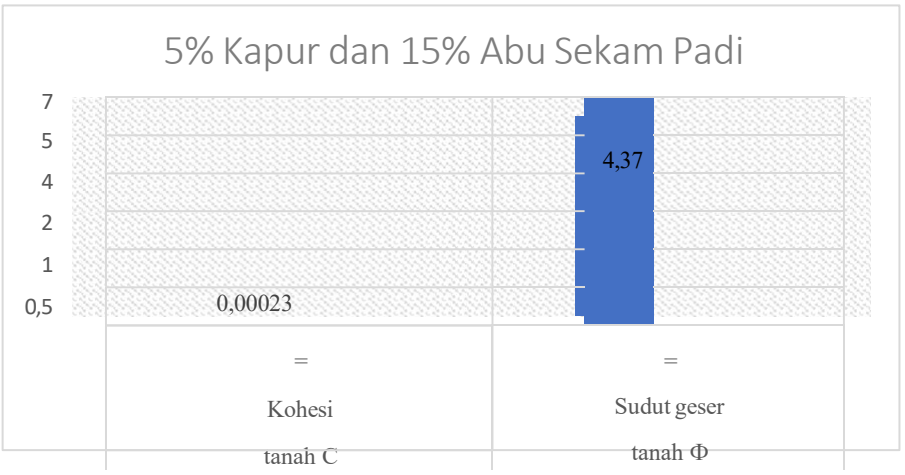
adanya peningkatan kemampuan tanah dalam menahan gaya geser akibat gesekan antarpartikel. Namun, **nilai kohesi mengalami penurunan sehingga ikatan antarbutir tanah menjadi lebih rendah. Kondisi ini mengindikasikan bahwa penambahan 10% abu sekam padi dan 5% Kapur mulai memberikan pengaruh terhadap peningkatan karakteristik kuat geser tanah, terutama melalui peningkatan sudut geser dalam, meskipun kontribusinya terhadap kohesi masih belum optimal.** Oleh karena itu, variasi campuran ini menunjukkan adanya perbaikan sifat mekanik tanah, tetapi belum menghasilkan peningkatan kuat geser yang maksimal sehingga masih diperlukan evaluasi pada variasi campuran lainnya untuk memperoleh komposisi yang lebih efektif.

4.4 Hasil Pengujian Direct Shear Test Tanah + 15% Abu sekam padi + 5% Kapur

Tabel 4.7. Hasil Pengujian Tanah + 15% Abu Sekam Padi + 5% Kapur

Gaya Normal		P1 = 3,32 kg			P2 = 6,64 kg			P1 = 13,28 kg		
Tegangan Nornal		0,1 kg/cm2			0,2 kg/cm2			0,4 kg/cm2		
Waktu (detik)	Pergeseran (mm)	Dial	Gaya Geser	Teg. Geser	Dial	Gaya Geser	Teg. Geser	Dial	Gaya Geser	Teg. Geser
15	0,25	0,29	0,29	0,009	0,62	0,62	0,019	0,34	0,34	0,011
30	0,5	0,28	0,28	0,009	0,68	0,68	0,021	0,76	0,76	0,024
45	0,75	0,24	0,24	0,007	0,5	0,5	0,016	0,89	0,89	0,028
60	1	0,33	0,33	0,010	0,41	0,41	0,013	0,76	0,76	0,024
75	1,25	0,22	0,22	0,007	0,53	0,53	0,016	0,91	0,91	0,028
90	1,5	0,25	0,25	0,008	0,5	0,5	0,016	1,03	1,03	0,032
105	1,75	0,25	0,25	0,008	0,58	0,58	0,018	1,03	1,03	0,032
120	2	0,34	0,34	0,011	0,48	0,48	0,015	0,77	0,77	0,024
135	2,25	0,5	0,5	0,016	0,72	0,72	0,022	0,63	0,63	0,020
150	2,5	0,46	0,46	0,014	0,48	0,48	0,015	0,54	0,54	0,017

C	Kohesi tanah	=	0,0023	kg/cm2
Φ	Sudut geser tanah	=	4,37	derajat



Gambar 4.3. Grafik Hasil Pengujian 15% Abu Sekam Padi + 5% Kapur

Berdasarkan grafik hasil pengujian Direct Shear Test pada campuran 15% Abu Sekam Padi + 5% Kapur**, diperoleh** nilai kohesi (C) sebesar 0,00023 kg/cm² **dan** nilai sudut geser dalam (υ) sebesar 4,37°**. Dibandingkan dengan campuran 10% Abu Sekam Padi + 5% Kapur, nilai kohesi mengalami penurunan dari** 0,0034 kg/cm² menjadi 0,0023kg/cm²**, sedangkan sudut geser dalam juga menurun dari** 7,05° menjadi 4,37°.

Penurunan kedua parameter tersebut menunjukkan bahwa penambahan abu sekam padi hingga 15% dengan kadar kapur tetap 5% tidak mampu memperbaiki karakteristik kuat geser tanah**. Menurunnya nilai kohesi mengindikasikan ikatan antarpartikel tanah tidak menjadi lebih baik, sedangkan penurunan sudut geser dalam menunjukkan berkurangnya kemampuan tanah dalam menahan gaya geser akibat gesekan antarbutir. Dengan demikian, campuran** 15% Abu Sekam Padi + 5% Kapur Tidak memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan campuran sebelumnya dan menunjukkan efektivitas yang lebih rendah dalam meningkatkan sifat mekanik tanah lempung ekspansif.

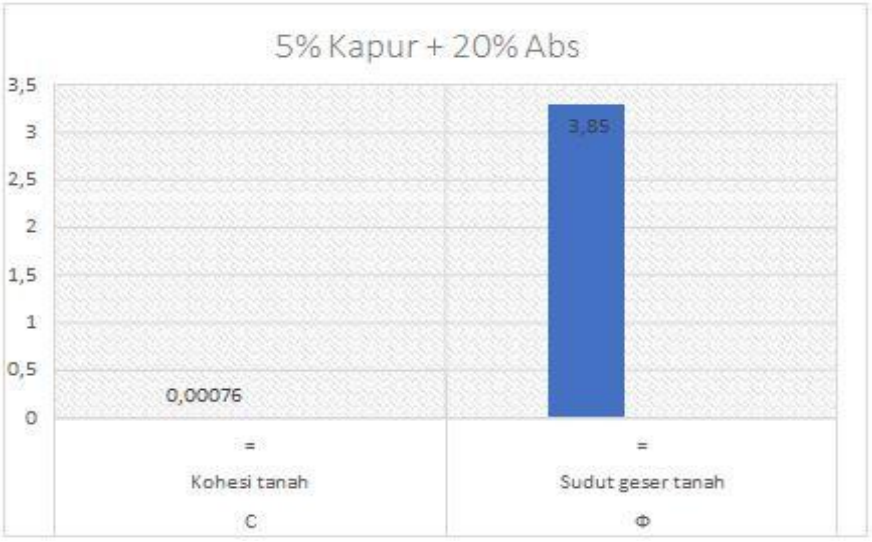
4.5 Hasil Pengujian Direct Shear Test Tanah + 20% Abu Sekam Padi + 5% Kapur

Tabel 4.8. Perhitungan Campuran Tanah + 20 % Abu Sekam Padi + 5 % Kapur

Gaya Normal		P1 = 3,32 kg			P2 = 6,64 kg			P1 = 13,28 kg		
Tegangan Nornal		0,1 kg/cm2			0,2 kg/cm2			0,4 kg/cm2		
Waktu (detik)	Pergeseran (mm)	Dial	Gaya Geser	Teg. Geser	Dial	Gaya Geser	Teg. Geser	Dial	Gaya Geser	Teg. Geser
15	0,25	0,54	0,54	0,016	0,55	0,55	0,017	0,7	0,7	0,021
30	0,5	0,55	0,55	0,017	0,65	0,65	0,020	0,89	0,89	0,027
45	0,75	0,55	0,55	0,017	0,92	0,92	0,028	1,02	1,02	0,031
60	1	0,35	0,35	0,011	0,87	0,87	0,026	1,3	1,3	0,039
75	1,25	0,43	0,43	0,013	0,78	0,78	0,024	1,23	1,23	0,037
90	1,5	0,43	0,43	0,013	0,4	0,4	0,012	0,75	0,75	0,023
105	1,75							0,55	0,55	0,017

C	Kohesi tanah	=	0,0076	kg/cm2
Φ	Sudut geser tanah	=	3,85	derajat

Dari hasil perhitungan tersebut, maka didapat hasil grafik dari pengujian pada campuran 20 % Abu Sekam Padi + 5% Kapur.



Gambar 4.4. Grafik Hasil Pengujian 20% Abu Sekam Padi + 5% Kapur

Berdasarkan grafik **hasil pengujian Direct Shear Test pada campuran 20% Abu Sekam Padi + 5% Kapur**, diperoleh **nilai kohesi (C) sebesar 0,0076 kg/cm²** dan **nilai sudut geser dalam (φ) sebesar 3,85°**. Dibandingkan dengan

campuran **15% Abu Sekam Padi + 5% Kapur**, nilai kohesi mengalami sedikit penurunan, yaitu dari **0,0094 kg/cm² menjadi 0,0076 kg/cm²**, sedangkan nilai sudut geser dalam ikut menurun dari **4,37° menjadi 3,85°**. **Hal ini menunjukkan bahwa penambahan abu sekam padi hingga 20% masih belum mampu meningkatkan kemampuan tanah dalam menahan gaya geser melalui peningkatan sudut geser dalam**, meskipun peningkatan tersebut tidak lagi diikuti oleh kenaikan nilai kohesi.

4.6 Pengaruh Abu Sekam Padi dan Zeolit Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung

Pada penelitian ini, material yang digunakan sebagai bahan campuran adalah abu sekam padi dan zeolit. Variasi kadar abu sekam padi yang digunakan meliputi **10%**, **15 %, 20 %** sedangkan Kapur yang diterapkan terdiri atas **5%, 5%, dan 5%**. Kombinasi kedua bahan tersebut menghasilkan **6 variasi campuran** dengan jumlah keseluruhan **8 sampel pengujian**. Berdasarkan hasil **Direct Shear Test** serta analisis data yang telah dilakukan, diketahui bahwa penambahan abu sekam padi dan kapur pada persentase tertentu memberikan pengaruh terhadap perubahan nilai **sudut geser dalam** dan **kohesi** tanah.

Tabel 4.9. Penggunaan kapur dan ABS

No.	Variasi Campuran	Kohesi (kg/cm²)	Sudut Geser Dalam (Derajat)
1	Tanah Asli	0,0101	0,77
2	10% ABS + 5 % KPR	0,0034	7,05
3	15% ABS + 5 % KPR	0,0023	4,37
4	20% ABS + 5 % KPR	0,0076	3,85

Secara keseluruhan, campuran **10% Abu Sekam Padi + 5% Kapur** menghasilkan **nilai sudut geser dalam tertinggi** dibandingkan variasi campuran lainnya, sehingga menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam meningkatkan ketahanan tanah terhadap gaya geser akibat gesekan antarpartikel. Namun, karena nilai kohesi sedikit menurun dibandingkan campuran 15% Abu Sekam Padi + 5% Kapur, dapat disimpulkan bahwa penambahan abu sekam padi dalam jumlah yang lebih besar belum tentu memberikan peningkatan yang sebanding pada seluruh

parameter kuat geser tanah. Oleh karena itu, pemilihan campuran optimum perlu mempertimbangkan peningkatan kedua parameter, yaitu kohesi dan sudut geser dalam, secara bersamaan.

4.7 Hasil Tabel Perbandingan Campuran Terhadap Kohesi

Tabel 4.10. Kohesi dari Seluruh Campuran

No.	Jenis Campuran	Nilai Kohesi
1	Tanah Asli 100%	0,0101
2	Tanah+10% Abs+5% Kpr	0,0034
3	Tanah+15% Abs+5% Kpr	0,0023
4	Tanah+20% Abs+5% Kpr	0,0076

Berdasarkan gambar 4.2 terlihat bahwa nilai kohesi mengalami kenaikan dan juga mengalami kenaikan seiring bertambahnya persentase abu sekam padi yang di tambahkan pada tanah. Pada sampel tanah asli memiliki nilai kohesi 0,0101, Kemudian campuran 5% kapur dan 10% Abu Sekam Padi memiliki nilai kohesi sedikit turun yaitu 0,0034 kg/cm². Pada campuran 5% kapur dan 15% Abu Sekam padi memiliki penurunan pada nilai kohesi nya yaitu 0,0023 kg/cm². Setelah dilakukan penambahan abu sekam padi sebesar 30% dan 5% kpr nilai kohesi terjadi kenaikan dengan nilai kohesi 0,0076. kenaikan nilai kohesi menunjukkan bahwa penambahan abs menambah gaya ikat antar partikel tanah. Hal ini terjadi karena butiran abs cenderung mengubah susunan partikel tanah sehingga ikatan alami antar butiran menjadi berkurang. Akibatnya, kekuatan tanah yang berasal dari kohesi menjadi semakin besar.

4.8 Hasil Grafik Pada Perbandingan Campuran Terhadap Sudut Geser Dalam

Tabel 4.11. Sudut Geser Dalam dari Seluruh Campuran

No.	Jenis Campuran	Nilai Sudut Geser Dalam
1	Tanah Asli 100%	0,77°
2	Tanah+10% Abs+5%Kpr	7,05°
3	Tanah+15% Abs+5% Kpr	4,37°
4	Tanah+20% Abs+5% Kpr	3,85°

Pada gambar penambahan Abu Sekam Padi dan Kapur mampu menambah nilai sudut geser dalam secara bertahap. Tanah asli memiliki sudut geser dalam paling rendah yaitu, 0,77°, pada campuran 10% ABS + 5% KPR nilai sudut geser dalam meningkat menjadi 7,05°, kemudian sedikit menurun menjadi 4,37° pada campuran 15% ABS + 5% KPR Penurunan yang lebih besar terjadi pada campuran 20% ABS + 5% KPR yaitu sebesar 3,85°. Peningkatan nilai sudut geser dalam menunjukkan bahwa penambahan Abu Sekam Padi dan Kapur mampu meningkatkan gaya geser antar butiran tanah. Semakin besar nilai sudut geser dalam, semakin besar pula kemampuan tanah dalam menahan gaya geser dan beban yang bekerja. Apabila dibandingkan dengan tanah asli, seluruh variasi campuran menunjukkan kecenderungan yang sama yaitu nilai kohesi menurun, sedangkan nilai sudut geser dalam meningkat. Penurunan kohesi menunjukkan bahwa ikatan alami antar partikel tanah menjadi lebih kecil setelah ditambahkan Abu Sekam Padi dan Kapur. Sebaliknya, peningkatan sudut geser dalam menunjukkan bahwa susunan butiran tanah menjadi lebih padat dan menghasilkan gaya gesek antar butiran yang lebih besar. Dengan demikian, mekanisme kuat geser tanah berubah dari yang semula di dominasi oleh kohesi menjadi lebih dipengaruhi oleh gaya gesek antar partikel. Berdasarkan hasil pengujian, campuran 10% ABS + 5% KPR menghasilkan nilai sudut geser dalam tertinggi, yaitu 7,05°, sehingga menunjukkan peningkatan ketahanan tanah terhadap gaya geser yang paling besar dibandingkan variasi lainnya. Namun, campuran ini juga memiliki nilai kohesi netral, yaitu 0,0034 kg/cm². Jika mempertimbangkan kedua parameter secara bersamaan, yaitu

kohesi dan sudut geser dalam, maka campuran 10% ABS + 5% KPR dapat dianggap sebagai komposisi yang paling optimum. Campuran ini masih memiliki nilai kohesi sebesar 0,0034 kg/cm² dengan sudut geser dalam sebesar 7,05°. Hal ini menunjukkan bahwa campuran tersebut mampu memberikan keseimbangan antara gaya ikat antar partikel dan gaya gesek antar butiran. Dengan demikian, campuran 10% ABS + 5% KPR lebih direkomendasikan sebagai komposisi terbaik karena memberikan peningkatan kuat geser tanah yang lebih seimbang.

4.9 Hasil Keseluruhan Pengujian

Tabel 4.12. Hasil Keseluruhan Pengujian

No.	Jenis Pengujian	Parameter	Tanah Asli	10% Abu Sekam padi+5% Kapur	15% Abu Sekam padi+5% Kapur	20% Abu Sekam padi+5% Kapur
1.	Analisa Saringan	Lolos Saringan No. 4 (%)	98,29			
	Analisa Saringan	Lolos Saringan No. 40 (%)	0,22			
	Analisa Saringan	Lolos Saringan No. 200 (%)	2,78			
2.	Kadar Air	Kadar Air (%)	56,30			
3.	Berat Jenis	Gs	2,45			
4.	Battas Atterbag	LL (%)	39,68			
		PL (%)	20,10			
		PI (%)	19,59			
5.	Pemadatan	OMC (%)	17,63			
		MDD (g/cm3)	1,48			
6.	Direct Shear	Kohesi c (kg/cm2)	0,0101	0,0034	0,0023	0,0076
		Sudut Geser (˚)	0,77	7,05	4,37	3,85

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap tanah asli dan tanah yang dicampur dengan abu sekam padi serta kapur, dapat disimpulkan bahwa penambahan bahan campuran memberikan pengaruh terhadap sifat fisik dan mekanis tanah.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa tanah asli memiliki kadar air sebesar 56,30%, berat jenis (Gs) sebesar 2,45, batas cair (LL) sebesar 39,68%, batas plastis (PL) sebesar 20,10%, indeks plastisitas (PI) sebesar 19,59%, kadar air optimum (OMC) sebesar 17,63%, dan kepadatan kering maksimum (MDD) sebesar 1,48 g/cm³.

Pada pengujian kuat geser langsung (direct shear), nilai kohesi (c) tanah asli sebesar 0,0101 kg/cm² dengan sudut geser sebesar 0,77°. Setelah dilakukan penambahan abu sekam padi dan kapur, diperoleh hasil yang berbeda pada setiap variasi campuran.

Campuran 10% abu sekam padi + 5% kapur menghasilkan sudut geser terbesar, yaitu 7,05°, sehingga dapat dikatakan sebagai komposisi yang paling optimum. Sementara itu, campuran 15% abu sekam padi + 5% kapur menghasilkan sudut geser sebesar 4,37°, sedangkan campuran 20% abu sekam padi + 5% kapur menghasilkan sudut geser sebesar 3,85°.

Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa penambahan 10% abu sekam padi dan 5% kapur merupakan variasi campuran terbaik karena mampu meningkatkan kekuatan geser tanah secara lebih efektif dibandingkan dengan variasi campuran lainnya. Oleh karena itu, campuran tersebut direkomendasikan sebagai bahan stabilisasi tanah.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pengaruh penambahan abu sekam padi dan kapur terhadap kuat geser tanah lempung ekspansif dapat dilihat dari perubahan nilai kohesi dan sudut geser dalam. Berdasarkan hasil uji Direct Shear, tanah asli memiliki kohesi sebesar 0,0101 kg/cm² dan sudut geser dalam 0,77°. Setelah ditambahkan abu sekam padi dan kapur, terjadi perubahan pada kedua parameter tersebut. Variasi 10% abu sekam padi + 5% kapur memberikan hasil paling baik, dengan sudut geser dalam meningkat menjadi 7,05°. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan abu sekam padi dan kapur dapat memperbaiki karakteristik kuat geser tanah lempung ekspansif, terutama dari segi peningkatan sudut geser dalam.
2. Penambahan abu sekam padi dan kapur menyebabkan peningkatan sudut geser dalam tanah. Tanah asli memiliki sudut geser dalam sebesar **0,77°,** kemudian meningkat menjadi **7,05° °** pada campuran **10% ASP + 5% kapur**. Pada campuran **15% ASP + 5% kapur**, sudut geser dalam sebesar **4,37°**, sedangkan pada campuran **20% ASP + 5%** sebesar **3,85°**. Dengan demikian, penambahan ASP hingga kadar tertentu dapat meningkatkan sudut geser, tetapi peningkatan kadar ASP yang terlalu tinggi tidak selalu menghasilkan peningkatan sudut geser secara terus-menerus
3. Berdasarkan hasil pengujian **Direct Shear**, penambahan abu sekam padi dan kapur memberikan pengaruh terhadap karakteristik kuat geser tanah lempung ekspansif. Hal ini ditunjukkan oleh perubahan nilai **kohesi (c)** dan **sudut geser dalam (φ)** pada setiap variasi campuran. Tanah asli memiliki nilai kohesi sebesar **0,0101 kg/cm²** dan sudut geser dalam sebesar **0,77°**. Setelah dilakukan stabilisasi, sudut geser dalam mengalami peningkatan pada seluruh variasi campuran. Variasi **10% abu sekam padi + 5% kapur** memberikan hasil paling optimal karena menghasilkan sudut geser dalam sebesar **7,05°**, lebih tinggi dibandingkan tanah asli serta campuran **15% ASP + 5% kapur sebesar 4,37°** dan **20% ASP + 5% kapur sebesar 3,85°**.

Dengan demikian, penambahan abu sekam padi dan kapur dapat memberikan **perbaikan terhadap karakteristik geser tanah lempung ekspansif**, dan dari variasi yang diteliti, **campuran 10% ASP + 5% kapur merupakan campuran yang paling baik** berdasarkan nilai sudut geser dalam.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk menggunakan variasi kadar kapur dan abu sekam padi yang lebih beragam, baik dengan menambah maupun mengurangi persentase campuran, sehingga dapat diperoleh komposisi optimum yang menghasilkan nilai kuat geser tanah paling tinggi.
2. Penelitian selanjutnya perlu mempertimbangkan variasi waktu pemeraman (curing), misalnya 7, 14, 28, dan 56 hari, untuk mengetahui perkembangan reaksi pozzolanik antara kapur dan abu sekam padi serta pengaruhnya terhadap peningkatan kuat geser tanah.
3. Pengujian yang dilakukan sebaiknya tidak hanya terbatas pada kuat geser, tetapi juga dilengkapi dengan pengujian sifat teknik lainnya, seperti California Bearing Ratio (CBR), Unconfined Compressive Strength (UCS), batas Atterberg, nilai pengembangan (swelling), dan permeabilitas. Pengujian tersebut diperlukan agar kelayakan campuran sebagai material subgrade jalan dapat dievaluasi secara lebih menyeluruh.
4. Penerapan pada skala lapangan perlu dilakukan untuk mengevaluasi kinerja campuran 5% kapur dan 10% abu sekam padi terhadap kondisi lingkungan, kadar air, dan beban lalu lintas yang sebenarnya. Dengan demikian, hasil penelitian laboratorium dapat divalidasi sebelum diterapkan pada proyek konstruksi jalan.
5. Pemanfaatan abu sekam padi sebagai bahan stabilisasi perlu terus dikembangkan karena merupakan limbah pertanian yang mudah diperoleh, bernilai ekonomis, serta berpotensi mengurangi dampak lingkungan akibat penggunaan bahan stabilisasi konvensional. Oleh karena itu, campuran 5%

kapur dan 10% abu sekam padi dapat dipertimbangkan sebagai salah satu alternatif material stabilisasi tanah lempung ekspansif untuk pekerjaan subgrade jalan.

DAFTAR PUSTAKA

Bowles, J. E. (1997). *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)* (Edisi Kedua, Erlangga, Trans.). Jakarta: Erlangga.

Chen, F. H. (2012). *Foundations on Expansive Soils*. Elsevier.

Das, B. M., & Sobhan, K. (2014). *Principles of Geotechnical Engineering* (8th ed.). Cengage Learning.

Hardiyatmo, H. C. (2010). *Stabilisasi Tanah untuk Perkerasan Jalan*. Gadjah Mada University Press.

Hardiyatmo, H. C. (2015). *Mekanika Tanah II* (Edisi Keenam). Gadjah Mada University Press.

Ingles, O. G., & Metcalf, J. B. (1972). *Soil Stabilization: Principles and Practice*. Butterworths.

Muntohar, A. S. (2005). Utilization of Rice Husk Ash and Lime for Soil Stabilization. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, 6(2), 101–112.

Putra, A., & Satyanaga, A. (2019). Pengaruh Penambahan Kapur dan Abu Sekam Padi Terhadap Nilai Kuat Geser Tanah Lempung Ekspansif. *Jurnal Geoteknik Indonesia*, 8(1), 25–34.

Suryolelono, K. B. (2002). *Tanah Masalah (Problematic Soils)*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.

Yulianto, B., & Rahmawati, A. (2021). Analisis Stabilisasi Tanah Lempung Metode Campuran Kapur dan Abu Sekam Padi untuk Lapisan Subgrade. *Sains dan Teknologi Perkerasan Jalan*, 3(2), 45–53.

LAMPIRAN- LAMPIRAN






















SF-400
34


DIRECT SHEAR







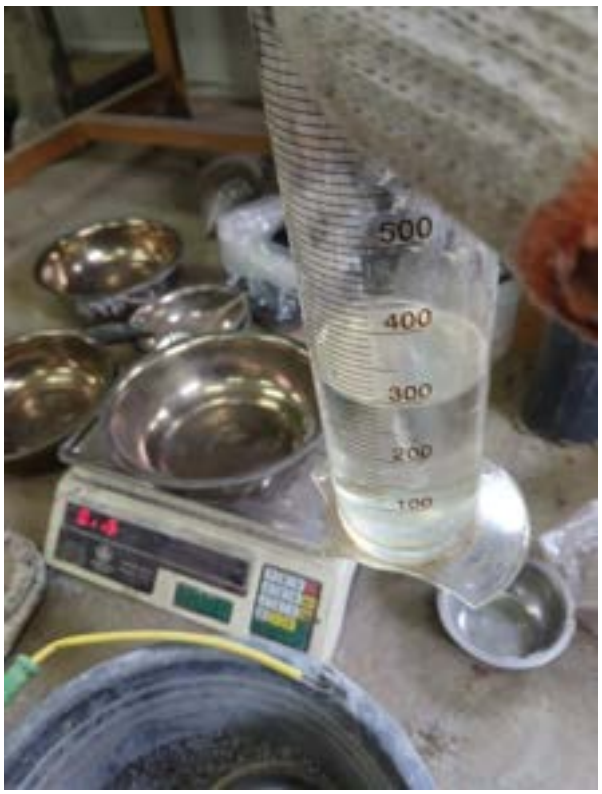

140










500
400
300
200
100













