

SKRIPSI

PERBANDINGAN KUAT GESER *INTERFACE* TANAH LEMPUNG- KOMPOSIT RESIN *EPOXY* PUNTUNG ROKOK DAN TANAH LEMPUNG- ANYAMAN BAMBU

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S-1
pada Program Studi Teknik Sipil



Disusun Oleh:

IMAM FAUJI
2019D1B050

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

2024

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

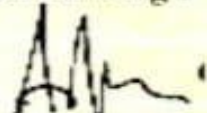
PERBANDINGAN KUAT GESER *INTERFACE* TANAH LEMPUNG-
KOMPOSIT RESIN *EPOXY* PUNTING ROKOK DAN TANAH LEMPUNG-
ANYAMAN BAMBU

Disusun Oleh;

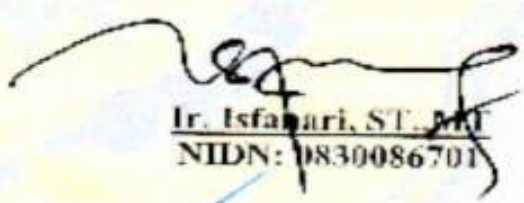
Imam Fauji
2019D1B050


Mataram, 2 Februari 2024


Pembimbing I


Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT
NIDN: 0828087201

Pembimbing II


Ir. Isfahari, ST., MT
NIDN: 0830086701


Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Mataram


Dr. H. Aji Syailendra Ubaidillah, ST., M., Sc
NIDN: 0806027101

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

**PERBANDINGAN KUAT GESER *INTERFACE* TANAH LEMPUNG-
KOMPOSIT RESIN *EPOXY* PUNTUNG ROKOK DAN TANAH LEMPUNG-
ANYAMAN BAMBU**

Disusun Oleh:

Imam Fauji
2019D1B050

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada Hari/Tanggal : Mataram, 7 Februari 2024

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

1. Penguji I : Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT. (.....)
2. Penguji II : Ir. Isfanari, ST., MT. (.....)
3. Penguji III : Adiman Fariyadin, ST., MT. (.....)

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Mataram

Dr. H. Aji Syailendra Ubaidillah, ST., M., Sc
NIDN: 0806027101

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir/Skripsi dengan judul: "PERBANDINGAN KUAT GESER *INTERFACE* TANAH LEMPUNG-KOMPOSIT RESIN *EPOXY* PUNTUNG ROKOK DAN TANAH LEMPUNG-ANYAMAN BAMBU"

Benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide dan hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir/Skripsi ini disebut dalam daftar Pustaka. Apabila terbukti di kemudian hari bahwa Tugas Akhir/Skripsi ini merupakan hasil plagiasi, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukuman yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat tanpa tekanan dari pihak manapun dan dengan kesadaran penuh terhadap tanggung jawab dan konsekuensi.

Mataram, 28 Februari 2024

Yang Membuat Pernyataan



Imam Fauji

NIM: 2019D1B050



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN DAN
PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN H. LALU MUDJITAHID UMMAT**

Jl. K.H.A. Dahlan No.1 Telp.(0370)633723 Fax. (0370) 641906 Kotak Pos No. 108 Mataram
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : perpustakaan@ummat.ac.id

**SURAT PERNYATAAN BEBAS
PLAGIARISME**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Imam Fauji
 NIM : 2019013050
 Tempat/Tgl Lahir : Tangerang, 23 September 2000
 Program Studi : Teknik Sipil
 Fakultas : Teknik
 No. Hp : 08124691170
 Email : Faujiimam23@gmail.com

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi/KTI/Tesis* saya yang berjudul :

PERBANDINGAN KUAT GESEK INTERFACE TANAH LEMPUNG - KOMPOSIT RESIN
EPOXY PUNTUNG POKOK DAN TANAH LEMPUNG - ANYAMAN BAMBU

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 46%

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian dari Skripsi/KTI/Tesis* tersebut terdapat indikasi plagiarisme atau bagian dari karya ilmiah milik orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dan disebutkan sumber secara lengkap dalam daftar pustaka, saya **bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum** sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Mataram.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun dan untuk dipergunakan sebagai mana mestinya.

Mataram, 28 Februari 2024
 Penulis

Mengetahui,
 Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



Imam Fauji
 NIM. 2019013050


Iskandar, S.Sos.,M.A.
 NIDN. 0802048904

*pilih salah satu yang sesuai



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN DAN
PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN H. LALU MUDJITAHID UMMAT**

Jl. K.H.A. Dahlan No.1 Telp.(0370)633723 Fax. (0370) 641906 Kotak Pos No. 108 Mataram
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : perpustakaan@ummat.ac.id

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Imam Fauji
 NIM : 2019018050
 Tempat/Tgl Lahir : Tangerang, 23 September 2000
 Program Studi : Teknik Sipil
 Fakultas : Teknik
 No. Hp/Email : 081246441170 / fauji.imam23@gmail.com
 Jenis Penelitian : Skripsi KTI Tesis

Menyatakan bahwa demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Mataram hak menyimpan, mengalih-media/format, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Repository atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama ***tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta*** atas karya ilmiah saya berjudul:

PERBANDINGAN KUAT GESER INTERFACE TANAH LEMPUNG - KOMPOSIT RESIN EPOXY
PUNTUNG ROBOK DAN TANAH LEMPUNG - ANYAMAN BAMBU

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada unsur paksaan dari pihak manapun.

Mataram, 20 Februari 2024

Penulis

Mengetahui,

Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



Imam Fauji
NIM. 2019018050



Iskandar, S.Sos.,M.A.
NIDN. 0802048904

MOTTO

“Ambilah kebaikan dari apa yang dikatakan. Jangan melihat siapa yang mengatakannya.”

(Nabi Muhammad SAW)

“Pedang dengan kualitas terbaik diperoleh dari hasil penempaan dengan kesabaran.”

(Imam Fauji)



PERSEMBAHAN

Ucapan persembahan ini merupakan salah satu bentuk rasa Syukur, hormat, dan terima kasih saya kepada beberapa pihak karena berkat dorongan dan bantuan baik moril maupun materil dari mereka, skripsi ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya. Maka skripsi ini dipersembahkan untuk :

1. Allah SWT karena atas nikmat-Nya lah skripsi ini dapat diberikan kelancaran dan kemudahan dalam proses pengerjaannya.
2. Nabi Muhammad SAW yang mencintai dan mendoakan keselamatan saya sebagai umat-nya.
3. Kedua orang tua saya tercinta bapak Abdul Farid dan ibu Fatmah yang tak pernah lelah dalam memberikan doa, dukungan moral maupun materil, harapan, kesabaran, serta kasih sayang dan cinta yang melimpah kepada saya sehingga menjadi motivasi terbesar saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Untuk diri sendiri, terima kasih banyak sudah memulai dan menyelesaikan dengan usaha dan perjuangan yang begitu keras. Terima kasih karena tidak menyerah dan terus menjalani hidup dengan sebaik-baiknya.

KATA PENGANTAR

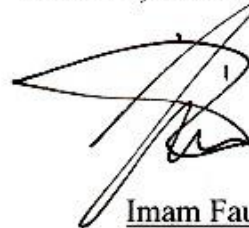
Alhamdulillah *rabbil 'alamin*, puja beserta syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan nikmat rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Perbandingan Kuat Geser *Interface* Tanah Lempung-Komposit Resin *Epoxy* Puntung Rokok Dan Tanah Lempung-Anyaman Bambu”. Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana S-1 pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram.

Menyelesaikan skripsi ini banyak pihak yang telah membantu, oleh karena itu penulis menghaturkan rasa terima kasih yang tulus kepada :

1. Drs. Abdul Wahab, Ma., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Dr. H. Aji Syailendra Ubaidillah, ST., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Adryan Fitrayudha, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing Utama.
5. Ir. Isfanari, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing Pendamping
6. Seluruh Civitas Akademik Fakultas Teknik.

Skripsi ini tentunya masih jauh dari kata kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang membangun untuk menjadi bahan pembelajaran penulis di masa depan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi dunia geoteknik teknik sipil.

Mataram, 28 Februari 2024



Imam Fauji
2019D1B050

ABSTRAK

Perlunya perkuatan terhadap stabilitas lereng untuk meningkatkan kuat geser. Perkuatan dari material komposit resin *epoxy* puntung rokok dan bambu dapat digunakan sebagai alternatif untuk mengganti fungsi geotekstil yang biasa digunakan. Parameter kuat geser pada tanah terdiri dari kohesi (c) dan sudut gesek dalam tanah (ϕ), sedangkan parameter kuat geser antar muka dari dua material antara tanah dengan perkuatan terdiri dari adhesi (c_a) dan sudut gesek antarmuka (δ). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan nilai parameter kuat geser *interface* tanah lempung-komposit resin *epoxy* puntung rokok dan tanah lempung-anyaman bambu dari berbagai tipe dilihat dari perubahan parameter kuat geser.

Penelitian ini menggunakan tanah lempung dengan perkuatan dari material komposit resin *epoxy* puntung rokok dan anyaman bambu. Material komposit terdiri dari komposit resin *epoxy* puntung rokok dengan serat 45%, serat 35%, dan serat 25% sedangkan material bambu terdiri dari grid bambu uniaksial, grid bambu biaksial, dan matras bambu. Parameter kuat geser dan kuat geser *interface* tanah lempung-komposit resin *epoxy* puntung rokok dan tanah lempung-anyaman bambu diuji dengan menggunakan uji kuat geser langsung.

Hasil penelitian didapatkan bahwa parameter yang dominan untuk tanah lempung adalah kohesi. Parameter kuat geser untuk tanah lempung terdiri dari nilai kohesi (c) sebesar 17,64 kPa dan sudut gesek dalam tanah (ϕ) sebesar 8,3°. Parameter sudut gesek *interface* (δ) dari tanah lempung-komposit resin *epoxy* puntung rokok maupun tanah lempung-anyaman bambu lebih besar ketimbang sudut gesek dalam tanah (ϕ). Parameter adhesi (c_a) dari tanah lempung-komposit resin *epoxy* puntung rokok maupun tanah lempung-anyaman bambu lebih kecil ketimbang kohesi (c), ini menunjukkan bahwa semakin halus permukaan *interface* pada interaksi tanah lempung-komposit resin *epoxy* puntung rokok maupun tanah lempung-anyaman bambu.

Kata kunci : parameter, adhesi, kohesi, sudut gesek, antarmuka.

ABSTRACT

There is a need for slope stability reinforcement to enhance shear strength. Reinforcement using composite materials of cigarette butt epoxy resin and bamboo can be used as an alternative to replace the function of commonly used geo-textiles. Shear strength parameters of soil consist of cohesion (c) and soil internal friction angle (ϕ), while the interface shear strength parameters between soil and reinforcement consist of adhesion (c_a) and interface friction angle (δ).

This study aims to compare the values of soil-clay composite epoxy resin cigarette butt interface shear strength parameters and soil-clay bamboo weave from various types observed through changes in shear strength parameters. This study uses clay soil reinforced with composite materials of cigarette butt epoxy resin and bamboo weave. The composite material consists of cigarette butt epoxy resin composite with fiber content of 45%, 35%, and 25%, while bamboo material consists of uniaxial bamboo grid, biaxial bamboo grid, and bamboo mat. Shear strength parameters and soil-clay composite epoxy resin cigarette butt and soil-clay bamboo weave interface shear strength were tested using direct shear tests.

The research results show that the dominant parameter for clay soil is cohesion. The shear strength parameters for clay soil consist of cohesion value (c) of 17.64 kPa and soil internal friction angle (ϕ) of 8.3°. The interface friction angle parameter (δ) of soil-clay composite epoxy resin cigarette butt and soil-clay bamboo weave is greater than the soil internal friction angle (ϕ). The adhesion parameter (c_a) of soil-clay composite epoxy resin cigarette butt and soil-clay bamboo weave is smaller than cohesion (c), indicating that the smoother the interface surface in the interaction of soil-clay composite epoxy resin cigarette butt and soil-clay bamboo weave.

Keywords: Parameters, Adhesion, Cohesion, Friction Angle, Interface.

MENGESAHKAN
SALINAN FOTO COPY SESUAI ASLINYA
MATARAM _____



DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|-------------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| HALAMAN PENGSAHAN PEMBIMBING..... | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI | iii |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN | iv |
| SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME | v |
| SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH | vi |
| MOTTO | vii |
| PERSEMBAHAN | viii |
| KATA PENGANTAR..... | ix |
| ABSTRAK..... | x |
| ABSTRACT..... | xi |
| DAFTAR ISI..... | xii |
| DAFTAR TABEL | xvi |
| DAFTAR GAMBAR..... | xvii |
| DAFTAR NOTASI..... | xix |
| DAFTAR LAMPIRAN | xxi |
| BAB I..... | 1 |
| PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan masalah..... | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.4 Batasan Masalah..... | 3 |

| | | |
|---|--|-----------|
| 1.5 | Manfaat Penelitian | 4 |
| BAB II | | 5 |
| TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI..... | | 5 |
| 2.1. | Tinjauan Pustaka..... | 5 |
| 2.1.1. | Tanah lempung..... | 5 |
| 2.1.2. | Bambu | 5 |
| 2.1.3. | Komposit resin <i>epoxy</i> puntung rokok | 6 |
| 2.1.4. | Kuat geser tanah..... | 7 |
| 2.1.5. | Penelitian terdahulu | 8 |
| 2.2. | Landasan Teori..... | 12 |
| 2.2.1. | Klasifikasi tanah | 12 |
| 2.2.2. | Kadar air | 16 |
| 2.2.3. | Berat jenis | 16 |
| 2.2.4. | Analisa saringan dan hidrometer..... | 17 |
| 2.2.5. | Batas <i>atterberg</i> | 17 |
| 2.2.6. | Pemadatan tanah | 19 |
| 2.2.7. | Kuat geser langsung (<i>Direct shear test</i>) | 19 |
| 2.2.8. | Perhitungan bahan komposit | 21 |
| BAB III..... | | 23 |
| METODOLOGI PENELITIAN..... | | 23 |
| 3.1. | Bagan Alir Penelitian..... | 23 |
| 3.2. | Lokasi Penelitian | 24 |
| 3.3. | Alat dan Bahan | 25 |
| 3.3.1. | Alat..... | 25 |
| 3.3.2. | Bahan | 34 |

| | | |
|-----------------------------|---|-----------|
| 3.4. | Tahapan Penelitian | 37 |
| 3.4.1. | Studi pustaka | 37 |
| 3.4.2. | Pengambilan sampel tanah | 37 |
| 3.4.3. | Tahapan pembuatan/pencetakan komposit resin <i>epoxy</i> puntung rokok..... | 38 |
| 3.4.4. | Tahapan pembuatan anyaman (Grid bambu) | 41 |
| 3.4.5. | Jenis pengujian | 42 |
| 3.4.6. | Rancangan penelitian..... | 50 |
| BAB IV | | 53 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN | | 53 |
| 4.1. | Hasil Uji Sifat-Sifat Fisik Tanah..... | 53 |
| 4.1.1. | Kadar air tanah | 53 |
| 4.1.2. | Pengujian berat isi tanah..... | 54 |
| 4.1.3. | Berat jenis tanah..... | 54 |
| 4.1.4. | Analisa saringan dan hidrometer..... | 55 |
| 4.1.5. | Batas cair | 57 |
| 4.1.6. | Batas plastis..... | 58 |
| 4.1.7. | Indeks plastisitas..... | 58 |
| 4.1.8. | Uji pemadatan standar <i>proctor</i> | 59 |
| 4.2. | Hasil Uji Mekanik Tanah..... | 61 |
| BAB V | | 69 |
| KESIMPULAN DAN SARAN | | 69 |
| 5.1. | Kesimpulan..... | 69 |
| 5.2. | Saran | 70 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 71 |
| LAMPIRAN I | | 74 |

| | |
|-------------------------------|------------|
| LEMBAR ASISTENSI | 74 |
| LAMPIRAN II | 77 |
| DATA LABORATORIUM..... | 77 |
| LAMPIRAN III..... | 111 |
| DOKUMENTASI..... | 111 |



DAFTAR TABEL


| | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu | 8 |
| Tabel 2.2 Klasifikasi USCS..... | 13 |
| Tabel 2. 3 Sistem klasifikasi AASHTO | 15 |
| Tabel 2. 4 Nilai indeks plastisitas dan macam tanah | 19 |
| Tabel 3. 1 Perhitungan spesimen komposit resin <i>epoxy</i> puntung rokok..... | 40 |
| Tabel 3. 2 Jenis dan variasi perkuatan | 51 |
| Tabel 4. 1 Hasil pengujian kadar air tanah..... | 53 |
| Tabel 4. 2 Hasil pengujian berat isi tanah | 54 |
| Tabel 4. 3 Hasil pengujian berat jenis tanah | 55 |
| Tabel 4. 4 Analisa saringan dan hidrometer..... | 56 |
| Tabel 4. 5 Hasil pengujian batas cair | 57 |
| Tabel 4. 6 Hasil pengujian batas plastis | 58 |
| Tabel 4. 7 Hasil uji pemadatan standar <i>proctor</i> | 60 |
| Tabel 4. 8 Nilai parameter kuat geser pada sampel uji..... | 66 |
| Tabel 4. 9 Rasio adhesi dengan kohesi (c_a/c) dan rasio sudut gesek <i>interface</i> dengan sudut gesek dalam tanah (δ/ϕ) | 67 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 2. 1 Skema Alat uji batas cair | 18 |
| Gambar 2. 2 Kurva kombinasi kadar air dengan hasil ketukan..... | 18 |
| Gambar 2. 3 Uji kuat geser..... | 20 |
| Gambar 3. 1 Bagan alir penelitian | 24 |
| Gambar 3. 2 Lokasi pengambilan sampel | 24 |
| Gambar 3. 3 Timbangan dengan akurasi 0,1 gr..... | 25 |
| Gambar 3. 4 Timbangan dengan akurasi 0,01 gr..... | 25 |
| Gambar 3. 5 Palu karet..... | 26 |
| Gambar 3. 6 Gelas ukur 100ml..... | 26 |
| Gambar 3. 7 Gelas ukur 1000 ml..... | 27 |
| Gambar 3. 8 Saringan | 27 |
| Gambar 3. 9 Penumbuk..... | 28 |
| Gambar 3. 10 Jangka sorong | 28 |
| Gambar 3. 11 Cetakan komposit resin <i>epoxy</i> | 29 |
| Gambar 3. 12 Sarung tangan | 29 |
| Gambar 3. 13 <i>Mould</i> | 29 |
| Gambar 3. 14 Cawan..... | 30 |
| Gambar 3. 15 Oven pengering..... | 30 |
| Gambar 3. 16 Alat <i>Casagrande</i> | 31 |
| Gambar 3. 17 Piknometer..... | 31 |
| Gambar 3. 18 Centongan dan baskom | 32 |
| Gambar 3. 19 <i>Ekstruder</i> hidrolik | 32 |
| Gambar 3. 20 Pengaduk mekanik (<i>Mechanical stirrer</i>) | 33 |
| Gambar 3. 21 Alat uji kuat geser (<i>Direct shear electric</i>)..... | 33 |
| Gambar 3. 22 Kotak uji..... | 33 |
| Gambar 3. 23 <i>Sieve shaker</i> | 34 |
| Gambar 3. 24 Resin epoxy | 34 |

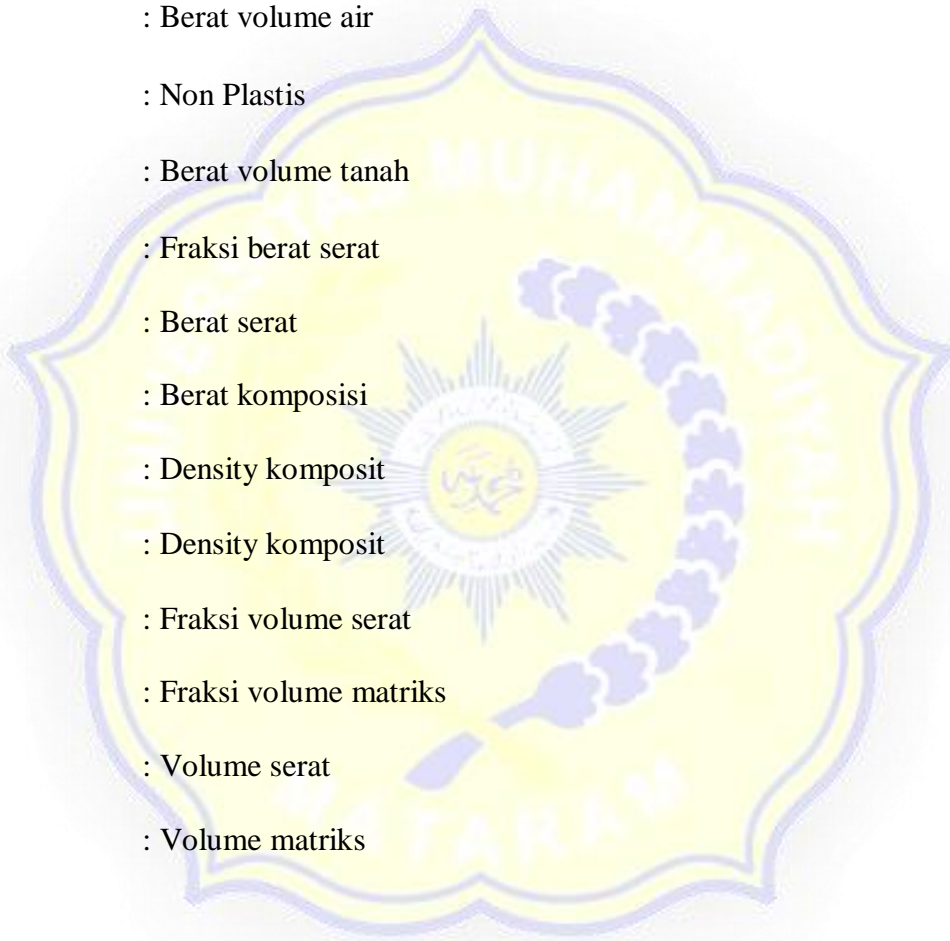
| | |
|---|----|
| Gambar 3. 25 Puntung rokok | 35 |
| Gambar 3. 26 Katalis (<i>Hardener</i>)..... | 35 |
| Gambar 3. 27 <i>Wax</i> | 36 |
| Gambar 3. 28 Bambu tali | 36 |
| Gambar 3. 29 NaOH..... | 37 |
| Gambar 3. 30 Kiri uniaksial; tengah biaksial; kanan matras..... | 42 |
| Gambar 3. 31 Skema susunan benda uji | 52 |
| Gambar 4. 1 Grafik distribusi ukuran butiran | 56 |
| Gambar 4. 2 Grafik batas cair..... | 58 |
| Gambar 4. 3 Grafik hubungan berat volume kering dengan kadar air | 61 |
| Gambar 4. 4 Hubungan tegangan geser dengan regangan normal pada tanah lempung | 62 |
| Gambar 4. 5 Hubungan tegangan geser dengan regangan normal pada tanah lempung-ayaman bambu biaksial..... | 62 |
| Gambar 4. 6 Hubungan tegangan geser dengan regangan normal pada tanah lempung-anyaman bambu uniaksial..... | 63 |
| Gambar 4. 7 Hubungan tegangan geser dengan regangan normal pada tanah lempung-anyaman bambu matras..... | 63 |
| Gambar 4. 8 Hubungan tegangan geser dengan regangan normal pada tanah lempung-komposit resin epoxy 45% serat..... | 64 |
| Gambar 4. 9 Hubungan tegangan geser dengan regangan normal pada tanah lempung-komposit resin epoxy 35% serat..... | 64 |
| Gambar 4. 10 Hubungan tegangan geser dengan regangan normal pada tanah lempung-komposit resin epoxy 25% serat..... | 65 |
| Gambar 4. 11 Hasil uji kuat geser <i>interface</i> tanah lempung | 66 |
| Gambar 4.12 Rasio (c_a/c) dan rasio (δ/ϕ)..... | 68 |

DAFTAR NOTASI



| | |
|-----------|--|
| τ | : Tahanan geser tanah |
| c | : Kohesi |
| c_a | : Adhesi |
| ϕ | : Sudut gesek dalam tanah |
| δ | : Sudut gesek <i>interface</i> |
| σ | : Tegangan normal |
| GI | : Indeks Kelompok (group indeks) |
| F | : Persen butiran lolos saringan no. 200 (0,075 mm) |
| LL | : Batas cair |
| PI | : Indeks plastisitas |
| w | : Kadar air |
| $W1$ | : Berat cawan + tanah basah |
| $W2$ | : Berat cawan + tanah kering |
| $W3$ | : Berat cawan |
| $W1 - W2$ | : Berat air |
| $W2 - W3$ | : Berat tanah kering |
| G_s | : Berat jenis tanah |
| $W1$ | : Berat Piknometer kosong |
| $W2$ | : Berat piknometer + tanah kering |
| $W3$ | : Berat piknometer + tanah + air |
| $W4$ | : Berat piknometer + air |

| | |
|----------|----------------------------------|
| PL | : Batas Cair |
| $m1$ | : Berat tanah basah dalam cawan |
| $m2$ | : Berat tanah kering oven |
| $v1$ | : Volume tanah basah dalam cawan |
| $v2$ | : Volume tanah kering oven |
| ρ_w | : Berat volume air |
| NP | : Non Plastis |
| γ | : Berat volume tanah |
| W_f | : Fraksi berat serat |
| W | : Berat serat |
| w_C | : Berat komposisi |
| ρ_c | : Density komposit |
| ρ_f | : Density komposit |
| V_f | : Fraksi volume serat |
| V_m | : Fraksi volume matriks |
| v_f | : Volume serat |
| v_m | : Volume matriks |

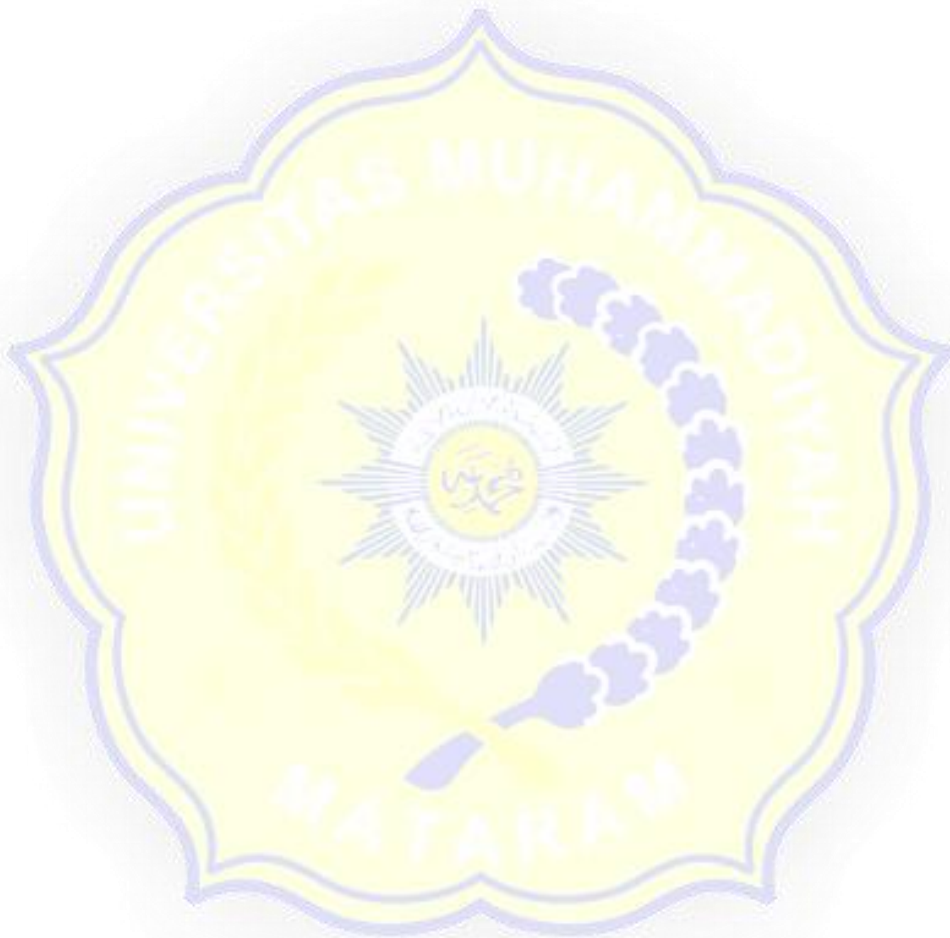


DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Asistensi

Lampiran II Data Laboratorium

Lampiran III Dokumentasi



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah adalah salah satu faktor dasar yang perlu diperhatikan dalam upaya pembangunan konstruksi. Pada dasarnya campuran antara butiran mineral yang tidak mengandung bahan organik maupun mengandung bahan organik merupakan tanah yang terdapat di alam. Dengan melewati tahap baik secara fisik maupun kimia, terbentuknya tanah berawal dari hasil terjadinya pelapukan batu. Sifat dari batuan induk yang menjadi material awal maupun penyebab lainnya yang menjadi dasar peristiwa pelapukan batuan tersebut, sehingga dapat mempengaruhi sifat dari tanah. Faktor yang mempengaruhi lancarnya kegiatan manusia di permukaan bumi tergantung pada sifat tanah, yang dimana mempunyai fungsi krusial dalam menopang beban yang disebabkan oleh kegiatan tersebut.

Keadaan tanah dasar di suatu wilayah bervariasi, sehingga terdapat jenis tanah pada kedalaman tertentu di suatu tempat berbeda-beda atau kepadatan tanah yang berbeda-beda atau juga kadar air tanah yang berbeda-beda seperti tanah ekspansif. Perilaku tanah ekspansif yaitu mengembang jika dalam kondisi basah dan menyusut dalam kondisi kering adalah penyebab munculnya keretakan pada perkerasan jalan yang dibangun diatas tanah ekspansif (Pujiastuti et al., 2023). Adanya perbedaan kondisi tanah tersebut, sehingga akan sangat mempengaruhi daya dukung tanah dalam memperoleh beban yang disebabkan dari jenis tanah dan kepadatan yang berbeda serta adanya perubahan kadar air tanah. Daya dukung tanah dipengaruhi oleh parameter kuat geser tanah, kohesi untuk tanah berbutir halus, dan sudut geser untuk tanah berbutir kasar (Waruwu A, & Waruwu E, 2021).

Tanah lempung ialah agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang terbentuk dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis pada selang kadar air sedang sampai luas. Pada kadar air yang lebih tinggi (basah) tanah lempung memiliki tekstur lengket. Kekuatan geser tanah merupakan kemampuan tanah melawan tegangan geser yang terjadi pada saat terbebani (Desmi, 2013). Adapun faktor yang mempengaruhi kuat geser

tanah (pengaruh lapangan) adalah kondisi tanah, jenis tanah, kadar air (terutama lempung), jenis beban dan tingkatnya. Keruntuhan geser tanah terjadi bukan disebabkan karena hancurnya butir-butir tanah tersebut tetapi karena adanya gerak relatif antara butir-butir tanah tersebut. Parameter kuat geser pada tanah terdiri dari kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ), sedangkan parameter kuat geser antar muka (*interface*) dari dua material antara tanah dengan perkuatan terdiri dari kohesi *interface* berupa adhesi (c_a) dan sudut gesek *interface* tanah-perkuatan (δ) (Rifa'i, 2009).

Jika dibandingkan dengan material yang berbeda, bambu memiliki beberapa keunggulan dalam hal kekuatannya, antara lain batangnya yang lurus, rata, dan keras. Pemilihan bambu yang dibentuk menjadi anyaman maupun grid dalam penelitian ini, sangat mudah diperoleh dan harganya relatif lebih murah. Selain itu, anyaman bambu diletakkan pada tanah lempung dengan daya dukung rendah, sehingga penempatan perkuatan anyaman bambu ini dimaksudkan untuk meningkatkan daya dukung tanah karena anyaman bambu akan memotong bidang runtuh tanah. Pemilihan material bambu dilakukan dengan pertimbangan material tersebut mudah ditemukan dan dalam aspek biaya tidak terlalu mahal, sehingga tidak menyulitkan untuk lokasi pembangunan di daerah yang terpencil (Sutejo et al., 2021).

Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia bahwa jumlah perokok di Indonesia bertambah 8 juta orang selama 10 tahun terakhir dimana berdasarkan hasil *Global Adult Tobacco Survey* atau GATS 2021. Merokok adalah kegiatan yang berdampak buruk terhadap kesehatan maupun lingkungan. Dampak buruk terhadap lingkungan yang dihasilkan oleh rokok salah satunya limbah puntung rokok sebagaimana kita ketahui limbah puntung rokok merupakan limbah yang susah terurai. Oleh sebab itu langkah yang diambil dalam meminimalisir jumlah limbah puntung rokok ialah pemanfaatan puntung rokok sebagai serat pembuatan komposit. Penggunaan material komposit resin *epoxy* puntung rokok sebagai penambah perkuatan kuat geser.

Tujuan penelitian ini untuk membandingkan kuat geser antarmuka (*interface*) tanah lempung-komposit resin *epoxy* puntung rokok dan tanah lempung-anyaman

bambu dengan pengujian yang dilakukan ialah uji *direct shear test* dengan skala laboratorium.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimanakah sifat fisik tanah dari Tanak Awu Kabupaten Lombok Tengah?
2. Berapa parameter kuat geser antarmuka (*interface*) tanah dari Tanak Awu Kabupaten Lombok Tengah dengan perkuatan anyaman bambu, komposit resin *epoxy* puntung rokok dan tanpa perkuatan ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas adapun tujuan penelitian ini diuraikan sebagai berikut :

1. Menentukan sifat fisik dan mekanik tanah dari Tanak Awu Kabupaten Lombok Tengah.
2. Menentukan perbandingan parameter kuat geser antarmuka (*interface*) tanah lempung-komposit resin *epoxy* puntung rokok, tanah lempung-anyaman bambu, dan tanpa perkuatan.

1.4 Batasan Masalah

Laboratorium mekanika tanah teknik sipil Universitas Muhammadiyah Mataram menjadi tempat penelitian yang dilakukan. Adapun batasan-batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Anyaman bambu yang digunakan yaitu anyaman bambu matras, uniaksial, dan aksial.
2. Serat yang digunakan sebagai bahan komposit resin *epoxy* yaitu limbah puntung rokok.
3. Komposisi matriks dengan resin 75% serat 25%, resin 65 % serat 35%, dan resin 55% serat 45%.

4. Menggunakan sampel tanah yang didapatkan dari tempat penelitian yaitu di Desa Tanak Awu Kabupaten Lombok Tengah.
5. Pengujian menggunakan alat *direct shear test* SNI 2813:2008 cara uji kuat geser langsung tanah terkonsolidasi dan terdrainase .
6. Beban kerja yang digunakan untuk uji coba 3.167 kg, 6.334 kg, dan 9.501 kg.
7. Tidak membandingkan nilai ekonomis dari bahan perkuatan.
8. Tidak membahas reaksi kimia pada resin *epoxy*.
9. Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Mataram.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapatkan dari penelitian ini yaitu :

1. Memanfaatkan limbah puntung rokok sebagai serat penguat komposit.
2. Memberikan alternatif perkuatan kuat geser antar muka (*interface*) tanah lempung.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka adalah pembahasan yang mengikat dengan masalah-masalah terhadap studi kasus dari hasil penelitian terdahulu yang digunakan sebagai acuan korelasi atau referensi dalam perencanaan penelitian.

2.1.1. Tanah lempung

Pada tanah lempung terdapat kandungan air yang tinggi pada situasi basah, menyebabkan pada situasi ini tanah lempung memiliki daya dukung yang sangat rendah dalam mendukung beban yang diterima. Tanah lempung memiliki tegangan geser dan permeabilitas yang rendah oleh karena itu tanah tersebut harus diperbaiki terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai landasan konstruksi agar memperoleh daya dukung yang lebih baik (Agustian Nusantara, n.d.). Dalam perbaikan pada sebuah konstruksi diwajibkan bagi kita untuk mengamati permasalahan sifat tanah agar menghasilkan sebuah konstruksi yang aman. Tanah lempung yang digunakan sebagai sampel pada penelitian kali ini pada kedalaman 20 – 70 cm yang diprediksi sudah tidak terdapat tanah humus.

2.1.2. Bambu

Bambu merupakan salah satu sumber daya alam yang ada di Indonesia dan telah menjadi bagian dari kehidupan masyarakat. bambu yang termasuk tanaman cepat tumbuh dan mempunyai daur yang relatif pendek merupakan salah satu sumber daya alam yang cukup menjanjikan sebagai bahan substitusi kayu. Bambu di Indonesia potensinya sangat menjanjikan untuk dimanfaatkan dengan baik, bambu merupakan tumbuhan mudah dikembangkan dan mempunyai daur hidup yang relatif cepat, dengan waktu panen hanya 3 – 4 tahun (Arsad, 2015). Penelitian lainnya yaitu dilakukan oleh (Saefudin & Wulandari, 2019) anyaman bambu dan grid bambu digunakan sebagai material perkuatan yang diharapkan dapat menjadi

alternatif material perkuatan untuk meningkatkan daya dukung tanah lempung dengan variasi kedalaman perkuatan, jarak grid dan spasi lapis perkuatan.

Bambu memiliki banyak keuntungan dibandingkan dengan bahan lain, seperti batangnya yang kuat, ulet, lurus, kuat, dan keras. Grid bambu, yang digunakan dalam hal ini, sangat mudah ditemukan dan harganya cukup murah. Sebagai perkuatan, anyaman bambu ini diletakkan pada tanah gambut dengan daya dukung rendah yang di atasnya diperkuat dengan lapisan sirtu (Dewi et al., n.d.-a). Diharapkan dengan posisi perkuatan anyaman bambu tersebut bidang runtuh tanah akan dipotong oleh anyaman bambu, yang menyebabkan daya dukung tanah akan melonjak naik. Penelitian yang dilakukan (Waruwu & Waruwu, 2021) material bambu diambil dari daerah Sibolangit - Sumatera Utara untuk dibentuk sebagai grid bambu tipe uniaksial dan biaksial, selain bentuk grid, material bambu juga dibentuk sebagai matras bambu.

2.1.3. Komposit resin *epoxy* puntung rokok

Komposit diartikan sebagai bentuk kombinasi dari dua bahan atau lebih, yang terdapat sifat mekaniknya dari masing-masing bahan penyusunnya beragam, dengan mengkombinasikan bahan atau material-material tertentu sehingga akan menghasilkan suatu bahan yang lain dengan sifat yang lebih baik dari masing-masing bahan asalnya, dari masing-masing bahan diambil sifat baiknya. Komposit terdiri dari matrik yang berfungsi untuk perekat atau pengikat dan pelindung filler (pengisi) dari kerusakan eksternal dan filler berfungsi sebagai penguat (Yuliyono et al., n.d.). Komposit menyimpan sejumlah keistimewaan tersendiri jika dinilai dari material teknik alternatif lainnya, seperti material komposit lebih kuat, tahan terhadap korosi, lebih terjangkau dan lainnya. Puntung rokok digunakan sebagai serat perkuatan komposit dalam penelitian ini. penelitian yang dilakukan (Rizaldy et al., 2021) dalam penelitian ini menggunakan fraksi volume matriks dan serat 60% : 40%, 55% : 45%, 50% : 50%, bahan yang digunakan serat filter rokok (*selulosa aetat*).

2.1.4. Kuat geser tanah

Kuat geser tanah ialah kapasitas tanah menopang tegangan geser yang diterima pada saat terbebani. Standar kuat geser tanah digunakan untuk analisis-analisis kapasitas dukung tanah, stabilitas lereng dan gaya dorong pada dinding penahan tanah. Menurut teori Mohr (1910) kondisi keruntuhan suatu bahan terjadi oleh akibat adanya kombinasi keadaan krisis dari tegangan normal dan tegangan geser.

Kekuatan geser yang dimiliki oleh suatu tanah disebabkan oleh beberapa faktor yaitu (Hardiyatmo, H. C. 2012).

- a. Pada tanah berbutir halus (kohesif) misalnya tanah lempung, kekuatan geser yang dimiliki tanah disebabkan karena adanya kohesi atau lekatan antara butir-butir tanah.
- b. Pada tanah berbutir kasar (non kohesif), kekuatan geser disebabkan karena adanya geseran antara butir-butir tanah sehingga sering disebut sudut geser dalam.
- c. Pada tanah yang merupakan campuran antara tanah halus dan tanah kasar (c dan ϕ)

Daya tarik menarik antara partikel dalam tanah disajikan dengan satuan berat persatuan luas biasanya disebut dengan kohesi. Pengujian laboratorium dilakukan menggunakan pengujian triaxial (*triaxial test*) atau pengujian kuat geser langsung (*direct shear strength test*) yang bertujuan mendapat nilai kohesi. Faktor yang mempengaruhi tingginya nilai kohesi yaitu jika kuat gesernya juga semakin tinggi.

Sudut geser dalam terbentuk dari hubungan tegangan normal dan tegangan geser pada material batuan ataupun tanah. Semakin besar sudut geser dalam suatu material maka akan semakin tahan dalam menerima tegangan dari luar, kepadatan sebuah jenis tanah memiliki kaitan juga dengan besaran sudut geser dalam (Haris et al., 2018).

2.1.5. Penelitian terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan penelitian yang telah dilaksanakan sebelumnya oleh peneliti lain di aspek yang sama terhadap yang sedang diteliti. Adapun beberapa penelitian terdahulu yang digunakan sebagai acuan penelitian kali ini dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu

| No | Nama, Tahun | Judul Penelitian | Kesimpulan |
|----|-----------------------|---|---|
| 1 | Waruwu & Waruwu, 2021 | Kajian Interaksi Tanah-Bambu Ditinjau Dari Parameter Kuat Geser | Hasil penelitian didapatkan bahwa parameter yang dominan untuk tanah lempung adalah kohesi, sedangkan tanah pasir memiliki parameter sudut geser yang lebih dominan. Parameter kuat geser untuk tanah lempung terdiri dari nilai kohesi (c) sebesar 21,72 kPa dan sudut geser (φ) sebesar 7,40°, untuk parameter tanah pasir terdiri dari sudut geser 36,44° dan tanpa kohesi. Parameter adhesi (c_a) pada tanah lempung dengan grid bambu lebih kecil dari nilai kohesi, sedangkan parameter sudut geser interface (δ) pada tanah pasir dengan grid bambu lebih kecil dari parameter φ . Nilai adhesi lempung-bambu ditemukan lebih rendah, karena kontak permukaan lempung-bambu hampir tidak mengakibatkan lekatan antara permukaan tanah lempung dengan bambu. Namun demikian, sudut geser |

| No | Nama, Tahun | Judul Penelitian | Kesimpulan |
|----|----------------------------|---|---|
| | | | antar muka jauh lebih tinggi dari sudut geser tanah lempung. Sudut geser antar muka antara pasir dengan bambu didapatkan lebih kecil dari sudut geser tanah pasir. Ini menunjukkan bahwa kekasaran pada interaksi pasir-bambu lebih rendah dari tanah pasir. |
| 2 | Saefudin & Wulandari, 2019 | Perbaikan Tanah Lempung Berlanau Menggunakan Kombinasi Perkuatan Anyaman Bambu Dan Grid Bambu | Dari studi model di laboratorium diperoleh hasil bahwa dengan adanya pengurangan kedalaman perkuatan, jarak grid dan pengurangan spasi lapis perkuatan akan memberikan angka rasio daya dukung (BCR) yang semakin besar. Hasil diperoleh kombinasi yang memberikan nilai daya dukung tertinggi adalah penggunaan jarak grid 5 cm perkuatan dengan jarak kedalaman 0,15 B (B adalah lebar pondasi) dengan spasi perkuatan (z) 0.4 B. Nilai daya dukung tersebut sebesar 68 kPa dengan rasio daya dukung (BCR) sebesar 4 atau persen peningkatannya sebesar 300%. |
| 3 | Sutejo et al., 2021 | Permodelan Perkuatan Menggunakan Bambu Untuk | Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perkuatan grid bambu dan anyaman bambu dapat meningkatkan nilai daya dukung (qult) pada tanah |

| No | Nama, Tahun | Judul Penelitian | Kesimpulan |
|----|----------------------|---|--|
| | | <p>Daya Dukung Pondasi Dangkal Pada Tanah Gambut</p> | <p>gambut. Lebar kedalaman pondasi yang semakin efektif dan jumlah lapis perkuatan yang semakin banyak maka nilai rasio daya dukung BCR (Bearing Capacity Rasio) tanah gambut semakin meningkat .</p> |
| 4 | Rizaldy et al., 2021 | <p>Pengaruh Fraksi Volume Serat Filter Rokok Terhadap Kekuatan Tarik Dan Impak Pada Matrik Polister</p> | <p>Pengujian yang dilakukan adalah uji Tarik sesuai standart ASTM D-638, uji impak sesuai standar ASTM D 256-00 dan hasil patahan rata-rata yang paling maksimal pada komposit berpenguat serat filter rokok dengan fraksi matriks dan serat 60% : 40%. Pada uji tarik didapatilah nilai 14,10 Mpa dan pada uji impak mendapatkan hasil 0.0139 (J/ mm²). Hal ini disebabkan karena campuran yang tercampur dengan sempurna dan menutup pori-pori pada serat sehingga membuat material menjadi lebih kuat. Sedangkan pada campuran matriks dan serat 50% : 50%. pada pengujian tarik atau impak pendapat nilai paling kecil, yang diakibatkan oleh campuran yang tidak merata dan menyebabkan pori-pori serat tidak tercampur dengan baik.</p> |

| No | Nama, Tahun | Judul Penelitian | Kesimpulan |
|----|-----------------------|--|--|
| 5 | (Dewi et al., n.d.-b) | Penggunaan Terpal Dan Gird Bambu Sebagai Alternatif Perbaikan Tanah Terhadap Penurunan Pondasi Dangkal Pada Tanah Gambut | Variasi kedalaman terpal dan gird bambu terhadap dasar pondasi tidak selalu menunjukkan kenaikan daya dukung yang lebih besar, namun variasi penambahan lebar perkuatan selalu menunjukkan kenaikan daya pada daya dukung tanah. Pada variasi jarak dari perkuatan ke pondasi, peningkatan yang paling maksimal ditunjukkan pada kedalaman 0,5B dengan lebar perkuatan sebesar 4B dengan $q_{ultimit}$ sebesar 20,44 kPa. Nilai BCR terbesar terdapat pada variasi jarak perkuatan dari dasar pondasi 0,5B dan lebar perkuatan 4B dengan nilai 3,78 dan persen peningkatan 277,8%. Peningkatan persen BCR ini hampir 3 kali lipat dari nilai persen BCR tanpa perkuatan terpal dan grid bambu. Terpal dan grid bambu yang dipergunakan sebagai alternatif material perkuatan tanah gambut dapat meningkatkan daya dukung ultimate dan nilai BCR dari tanah gambut. |

Penelitian yang dilakukan sebelumnya dengan pemanfaatan bambu sebagai bahan material perkuatan dengan menggunakan berbagai metode yang menghasilkan nilai daya dukung yang mampu dipertimbangkan dan perlu dikaji lebih lanjut manfaatnya. Seperti halnya penelitian pemanfaatan material bambu, penggunaan limbah puntung rokok yang dijadikan sebagai serat penguat komposit

resin *epoxy*. Terobosan akan *recycle* limbah puntung rokok yang dinilai mampu sebagai bahan *furniture* nilai tersendiri. Adapun pembaruan dari penelitian kali ini adalah perbandingan kuat geser tanah dengan perkuatan bambu dan komposit resin *epoxy* puntung rokok, yang diharapkan hasil penelitian ini dapat menambah variasi yang ekonomis dengan pemanfaatan material terhadap kuat geser tanah seperti halnya penggunaan *geotextile* terhadap kuat geser tanah.

2.2. Landasan Teori

Landasan teori merupakan sebagai acuan atau dasar teori yang dijadikan pedoman agar mudah dipahami dan dilaksanakan untuk menentukan langkah yang diambil dalam menyelesaikan permasalahan pada saat pelaksanaan penelitian.

2.2.1. Klasifikasi tanah

Pada dasarnya pengelompokan tanah menggunakan indeks tipe pengujian yang cukup mudah dipahami untuk mendapatkan karakteristik tanah. Karakteristik dikhususkan sebagai penetapan kelompok klasifikasi. Biasanya klasifikasi tanah didasarkan atas ukuran partikel yang dihasilkan dari analisis saringan (dan uji sedimentasi) dan plastisitas.

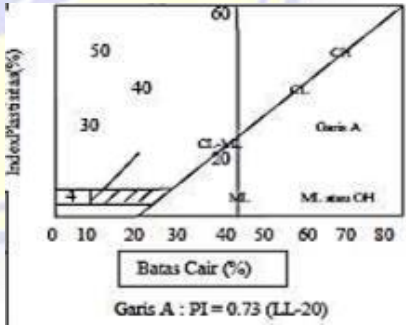
Dua sistem klasifikasi tanah yang paling umum digunakan adalah *Unified Soil Classification System* dan *American Association of State Highway and Transportation Officials*. Kedua sistem ini menggunakan indeks sifat tanah sederhana seperti plastisitas, batas cair, dan distribusi ukuran butiran.

2.2.1.1. Sistem klasifikasi *Unified*

Dengan menggunakan sistem *Unified*, tanah dikelompokkan menjadi tanah berbutir kasar (kerikil atau pasir) jika kurang dari 50% lolos saringan nomor 200, dan tanah berbutir halus (lempung/lanau) jika lebih dari 50% lolos saringan nomor 200. Selanjutnya tanah dikelompokkan dalam beberapa kelompok dan sub kelompok yang dilihat dalam Tabel 2.2 berikut :

Tabel 2.2 Klasifikasi USCS

| Divisi utama | | Simbol | Nama utama | Kriteria klasifikasi |
|---|--|---|--|---|
| Tanah berbutir kasar $\geq 50\%$ butiran Tertahan saringan no. 200 | Kerikil $50\% \geq$ fraksi kasar tertahan saringan no. 4 | Kerikil bersih (hanya kerikil) | GW | Kerikil bergradasi baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus |
| | | Kerikil dengan butiran halus | GP | Kerikil bergradasi buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus |
| | | Kerikil dengan butiran halus | GM | Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau |
| | | | GC | Kerikil berlempung campuran kerikil-pasir-lempung |
| | Pasir $50\% \geq$ fraksi kasar lolos saringan no. 4 | Pasir bersih (hanya pasir) | SW | Pasir bergradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak sama sekali mengandung butiran halus |
| | | | SP | Pasir bergradasi buruk, pasir berkerikil, sedikit atau tidak sama sekali mengandung butiran halus |
| | | Pasir dengan butiran halus | SM | Pasir berlanau, campuran pasir-lanau |
| | | | SC | Pasir berlempung, campuran pasir-lempung |
| | | | Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus, kurang dari 5% lolos saringan no. 200 GM, GP, SW, SP, Lebih dari 12% lolos saringan no. 200 : GM, GC, SM, SC, 5% - 12% lolos saringan no. 200 : Berdasarkan klasifikasi yang mempunyai simbol dobel | |
| | | | Kriteria klasifikasi | |
| Cu = $\frac{D_{30}}{D_{10}} > 4$ Cc = $\frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 | | Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW | | |
| Cu = $\frac{D_{30}}{D_{10}} > 6$ Cc = $\frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 | | Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW | | |
| Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau PI < 4 | | Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas maka di pakai dobel symbol | | |
| Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau PI > 7 | | Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas maka di pakai dobel symbol | | |
| Tanah berbutir kasar $\leq 50\%$ butiran Tertahan saringan no. 200 | Lanau dan lempung batas cair $\leq 50\%$ | ML | Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung | Diagram Plastisitas : Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan kasar. Batas Atterberg yang termasuk dalam daerah yang diarsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol. |
| | | CL | Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" | |
| | | OL | Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas tinggi | |
| | Lanau dan lempung batas cair $\geq 50\%$ | MH | Lanau anorganik atau pasir halus <i>diatomae</i> atau lanau <i>diatomae</i> , lanau yang elastis | |
| | | CH | Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" | |
| | | OH | Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi | |
| Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi | PT | Peat (gambut), <i>muck</i> , dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi | Manual untuk klasifikasi secara visual dapat di lihat di ASTM Designation D-2488 | |



(Sumber : Hardiyatmo, 2012)

2.2.1.2. Sistem klasifikasi *American Association of State Highway and Transportation Officials*

Sistem klasifikasi *American Association of State Highway and Transportation Officials* memiliki fungsi dalam menentukan kualitas tanah yang digunakan pada perencanaan timbunan jalan. Sistem klasifikasi AASHTO membagi tanah ke dalam 8 kelompok, A-1 sampai dengan A-8 termasuk dengan sub-sub kelompoknya pada Tabel 2.3 yang diukur rumus-rumus empiris tanah-tanah dalam tiap kelompoknya dianalisis tentang indeks kelompoknya. Pengujian yang dilakukan adalah analisa saringan dan batas-batas *Atterberg*. Index kelompok atau *Group Index (GI)* dihitung menggunakan persamaan 2-1

$$GI = (F - 35)[0,2 + 0,05 (LL - 40)] + 0,01(F - 15)(PI - 10) \quad (2-1)$$

dengan :

- GI = Indeks Kelompok (*group indeks*)
- F = Persen butiran lolos saringan no. 200 (0,075 mm)
- LL = batas cair
- PI = Indeks plastisitas

Dalam menentukan nilai GI terdapat beberapa aturan yang perlu diketahui yaitu :

- a. Jika $GI < 0$, akan dinyatakan $GI = 0$
- b. Nilai GI yang dihitung, hasilnya dibulatkan pada angka yang terdekat
- c. Adapun nilai GI untuk kelompok tanah A-1a, A-1b, A-2-4, A-2-5, dan A-3 selalu nol.
- d. Untuk kelompok tanah A-2-6 dan A-2-7, hanya bagian dari persamaan indeks kelompok digunakan : $GI=0,01(F-15)(PI-10)$
- e. Tidak ada batas nilai GI untuk tanah lempung A-7, GI maksimum 20.

Tabel 2. 3 Sistem klasifikasi AASHTO

| Klasifikasi umum | Material granuler (< 35% lolos saringan No.200) | | | | | | Tanah-tanah lanau-lempung (> 35% lolos saringan No. 200) | | | | |
|---|---|---------|-------------|--|-------------------|-------------------|--|--------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| | A- | | A-3 | A | | | | A-4 | A-5 | A-6 | A- |
| | A-1-a | A-1-b | | A-2-4 | A-2-5 | A-2-6 | A-2-7 | | | | A-7-5/A-7-6 |
| Analisis saringan (% lolos) 2,00 mm (no. 10) 0,425 mm (no.40) 0,075 mm (no. 200) | 50 maks | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 30 maks | 50 maks | 51 min | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 15 maks | 25 maks | 10 maks | 35 maks | 35 maks | 35 maks | 35 maks | 36 min | 36 min | 36 min | 36 min |
| Sifat fraksi lolos saringan no. 40 Batas cair (LL) Indeks plastis (PI) | - | - | - | 40 maks 10 maks | 41 min 10 maks | 40 maks 11 min | 41 min 11 min | 40 maks 10 maks | 41 min 10 maks | 40 maks 11 min | 41 min 11 min |
| Indeks kelompok (G) | 0 | | 0 | 0 | | 4 maks | | 8 maks | 12 maks | 16 maks | 20 maks |
| Tipe material yang pokok pada umumnya | Pecahan batu, kerikil dan pasir | | Pasir halus | Kerikil berlanau atau berlempung dan pasir | | | | Tanah berlanau | | Tanah berlempung | |
| Penilaian umum sebagai tanah dasar | Sangat baik sampai baik | | | | | | Sedang sampai buruk | | | | |

(Sumber : Hardiyatmo, 2012)

Catatan :

Kelompok A-7 dibagi atas A-7-5 dan A-7-6 bergantung pada batas plastisitasnya (PL)

Untuk $PL > 30$, klasifikasinya A-7-5

Untuk $PL < 30$, klasifikasinya A-7-6

N_p = Non plastis

2.2.2. Kadar air

Kadar air adalah percobaan untuk menentukan persentase air dalam sampel tanah berdasarkan berat basah dan keringnya, dan ditunjukkan dalam satuan persen. Penghitungan kadar air dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 2-2 yang ditemukan dalam SNI 1965-2008:

$$w = \frac{w_1 - w_2}{w_2 - w_3} \times 100\% \quad (2-2)$$

Dengan :

W = kadar air (%)

W_1 = Berat cawan + tanah basah (gram)

W_2 = Berat cawan + tanah Kering (gram)

W_3 = Berat cawan (gram)

Ketelitian 1% atau 0,1% digunakan untuk menghitung kadar air benda uji.

2.2.3. Berat jenis

Berat jenis atau *Specific gravity* (G_s) adalah perbandingan berat butiran tanah dibandingkan dengan air suling (destilasi) dengan volume yang sama pada suhu tertentu berat jenis. Berat jenis dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2-3 berikut:

$$G_s = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \quad (2-3)$$

dengan :

W_1 = Berat piknometer kosong (gram)

W_2 = Berat piknometer + tanah kering (gram)

W_3 = Berat piknometer + tanah + air (gram)

W_4 = Berat piknometer air (gram)

2.2.4. Analisa saringan dan hidrometer

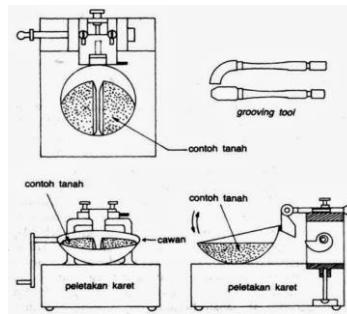
Untuk mengetahui pemisahan butir agregat, atau gradasi, dilakukan analisis saringan. Sifat tanah sangat dipengaruhi oleh ukuran butiran. Untuk memberikan nama dan pengelompokan tanah, ukuran butiran yang dimanfaatkan sebagai dasar. Butiran agregat yang lebih besar dari 0,075 milimeter akan dimanfaatkan dalam analisis saringan sedang, dan butiran agregat yang kurang dari 0,075 milimeter akan dimanfaatkan dalam analisa hidrometer. Selain itu, analisa hidrometer berlangsung dengan bersandar pada dasar sedimentasi atau pengendapan butiran tanah dalam air bersama bahan yang ditambahkan yaitu larutan *bratachem water glass*.

2.2.5. Batas *atterberg*

Batas *Atterberg* ialah menghitung batasan konsistensi dengan menggunakan tanah berbutir halus yang keluar dari saringan no. 40 yang mempertimbangkan jumlah air yang ada pada tanah. Batas *Atterberg* memiliki tiga batas: batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*), dan batas susut (*shrinkage limit*).

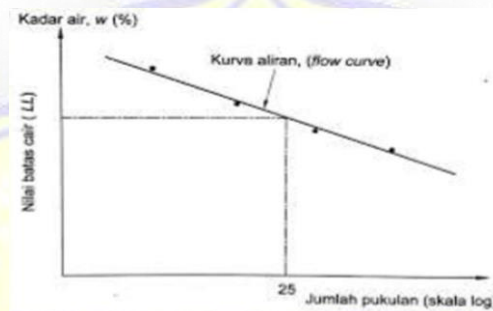
a. Batas cair (*liquid limit*)

Pengujian batas cair untuk mendapatkan kadar air tanah di antara plastis dan kondisi cair. Ini juga merupakan batas atas area plastis. Pengujian *Casagrande* (1948) menentukan batas cair. Gambar 2.1 menunjukkan skema gambar peralatan pengujian batas cair. Persentase yang diperlukan untuk merapatkan celah pada dasar mangkuk selepas 25 kali ketukan disebut sebagai batas cair tanah tersebut. Untuk menyelesaikan masalah ini, pengujian diulang pada campuran kadar air beda dari yang sebelumnya sehingga menghasilkan ketukan antara 15 sampai 35 kali ketukan. Grafik semi-logaritmik menunjukkan hasil akhir kadar air melalui kombinasi kadar air dengan berbagai ketukan, dapat dilihat pada gambar 2.2 sebagai berikut.



Gambar 2. 1 Skema Alat uji batas cair

Sumber : Hardiyatmo, 2012



Sumber : Hardiyatmo, 2012

Gambar 2. 2 Kurva kombinasi kadar air dengan hasil ketukan

b. Batas plastis (*plastic limit*)

Batas plastis adalah persentase kadar air pada area plastis dan semi padat, berupa persentase kadar air pada tanah beserta tanah yang dibentuk silinder dengan ukuran 3 milimeter hampir retak serabut pada saat dibentuk.

c. Indeks plastisitas (*plasticity index*)

Indeks plastisitas menunjukkan sifat plastisitas tanah. Hal ini didasarkan pada selisih dari batas cair dengan batas plastis di mana tanah tetap plastis. Jika PI tanah tinggi, itu menunjukkan bahwa ada banyak butiran lempung di dalamnya. Sebaliknya, jika PI rendah ibarat lanau, kadar air mungkin lebih rendah, yang dapat menyebabkan tanah mengering. Persamaan 2-5 dapat digunakan untuk menemukan indeks plastisitas (sumber: Hardiyatmo, 2012).

$$PI = LL - PL \quad (2-5)$$

dengan :

PI = Indeks plastisitas

PL = Batas cair

LL = Batas plastis

Kualifikasi pada indeks plastisitas, jenis, maupun sifat pada, dihasilkan oleh *atterberg* yang ada pada Tabel 2.4

Tabel 2. 4 Nilai indeks plastisitas dan macam tanah

| No. | PI | Sifat | Macam Tanah | Kohesif |
|-----|--------|--------------------|------------------|------------------|
| 1 | 0 | Non plastis | Pasir | Non kohesif |
| 2 | < 7 | Plastisitas rendah | Lanau | Kohesif sebagian |
| 3 | 7 – 17 | Plastisitas sedang | Lempung berlanau | Kohesif |
| 4 | > 17 | Plastisitas tinggi | Lempung | Kohesif |

(sumber : Hardiyatmo, 2012)

2.2.6. Pemadatan tanah

Percobaan pemadatan yang berlangsung bertujuan agar mengetahui kombinasi dari kadar air dengan berat volume juga sebagai memperkirakan tanah sehingga mencapai standar kepadatan, sehingga percobaan pemadatan dilakukan. Proctor (1933) telah melakukan analisa untuk memastikan bahwa terdapat kombinasi yang pasti pada kadar air dengan berat volume kering tanah padat. Ada nilai kadar air ideal pada setiap jenis tanah untuk menghasilkan berat volume kering maksimum.

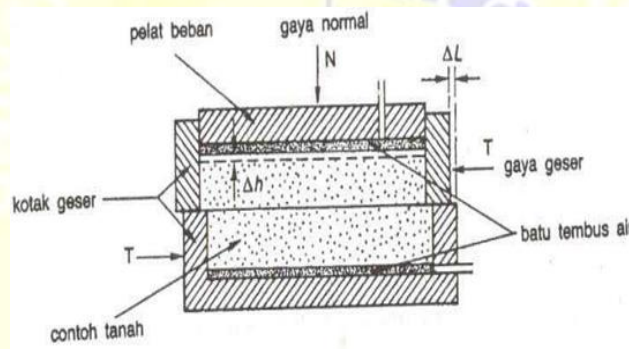
2.2.7. Kuat geser langsung (*Direct shear test*)

Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan disebabkan gesekan atau tarikan pada butiran tanah. Penentuan kekuatan geser parameter tanah tak jenuh sangat penting untuk digunakan untuk menyelesaikan masalah geoteknik seperti analisis kemiringan lereng analisis stabilitas lereng, perancangan dinding penahan tanah, tanah galian dan timbunan, dan daya dukung pondasi dangkal dan dalam (Pujiastuti

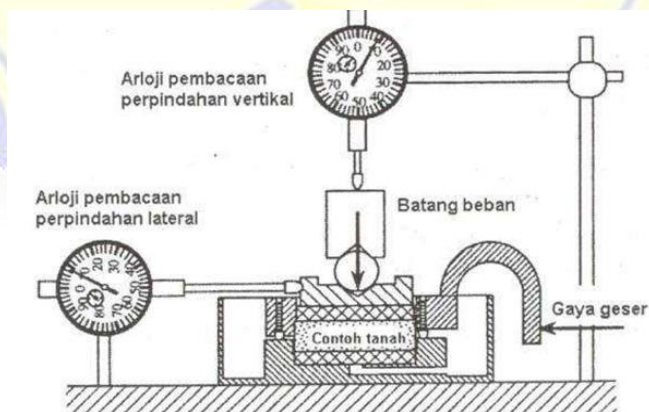
et al., 2018). Berlandaskan definisi tersebut, jika tanah terjadi pembebanan maka akan ditopang oleh :

- a. Kepadatan maupun jenis tanah sangat mempengaruhi nilai kohesi, walupun tidak terpengaruhi dengan adanya tegangan normal yang bereaksi pada bidang geser
- b. Tergesernya butir-butir tanah yang jumlahnya berbanding lurus dengan tegangan normal pada bidang gesernya.

Kuat geser tanah didapatkan melewati pengujian di laboratorium dengan sampel pengujian yang digunakan berasal dari lapangan. Pengambilan sampel uji dengan cara (*undisturbed*), dengan kadar air dan komposisi tanah yang sesuai dilapangan. Alat yang digunkaa dalam pengambilan sampel bisa digunakan tabung yang berfungsi untuk meminimalkan perubahan keadaan tanah. Pada gambar 2.3 memperlihatkan alat uji geser langsung yang dapat dilihat dibawah ini.



a) Gambaran tanah selepas tergeser



b) Skema pengujian

Gambar 2. 3 Uji kuat geser

Sumber : Hardiyatmo, 2012

Berikut persamaan 2-6 maupun persamaan 2-7 dapat digunakan dalam menghitung kekuatan geser tanah sebagai berikut :

$$s = c' + (\sigma - u)\tan\phi' \quad (2-6)$$

Atau

$$s = c' + \sigma'\tan\phi' \quad (2-7)$$

dengan :

s : kekuatan geser atau perlawanan geser

σ : Tegangan normal total pada bidang geser

u : Tekanan air pori pada bidang geser

σ' : Tegangan normal efektif pada bidang geser

c' : Kohesi menurut keadaan tegangan efektif

ϕ' : Sudut ketahanan gesek (sudut gesek) menurut keadaan tegangan efektif

2.2.8. Perhitungan bahan komposit

Salah satu aspek bentuk komposit adalah volume porsi serat komposit. Komposit yang diperkuat serat harus memiliki distribusi serat dan matriks yang sama pada saat pencampuran agar meminimalisir rongga yang dihasilkan. Dalam mencari fraksi volume, kita harus mengetahui parameter seperti kerapatan matriks *epoxy*, kerapatan serat, bobot komposit, dan bobot serat.

Persamaan yang digunakan dalam menentukan fraksi volume yaitu menggunakan persamaan (Harper, 1996) sebagai berikut :

$$Wf = \frac{Wf}{Wc} = \frac{Pf.Vf}{Pc.Vc} = \frac{Pf}{Pc} \quad (2-8)$$

$$Vf = \frac{Pc}{Pf} . wf = 1 - vm \quad (2-9)$$

Persamaan yang digunakan dalam mencari fraksi volume dan fraksi massa serat dihitung setelah mengetahui massa dan densitas matriks dan serat saat

membuat komposit. Persamaan yang digunakan yaitu persamaan (Shackelford, 1992) disajikan pada persamaan 2-10 sebagai berikut.

$$V_f = \frac{\frac{W_f}{P_f}}{\frac{W_f}{P_f} + \frac{W_m}{P_m}} \quad (2-10)$$

dengan :

W_f : Fraksi berat serat

W : Berat serat

w_c : Berat komposisi

ρ_c : Density komposit

ρ_f : Density komposit

V_f : Fraksi volume serat

V_m : Fraksi volume matriks

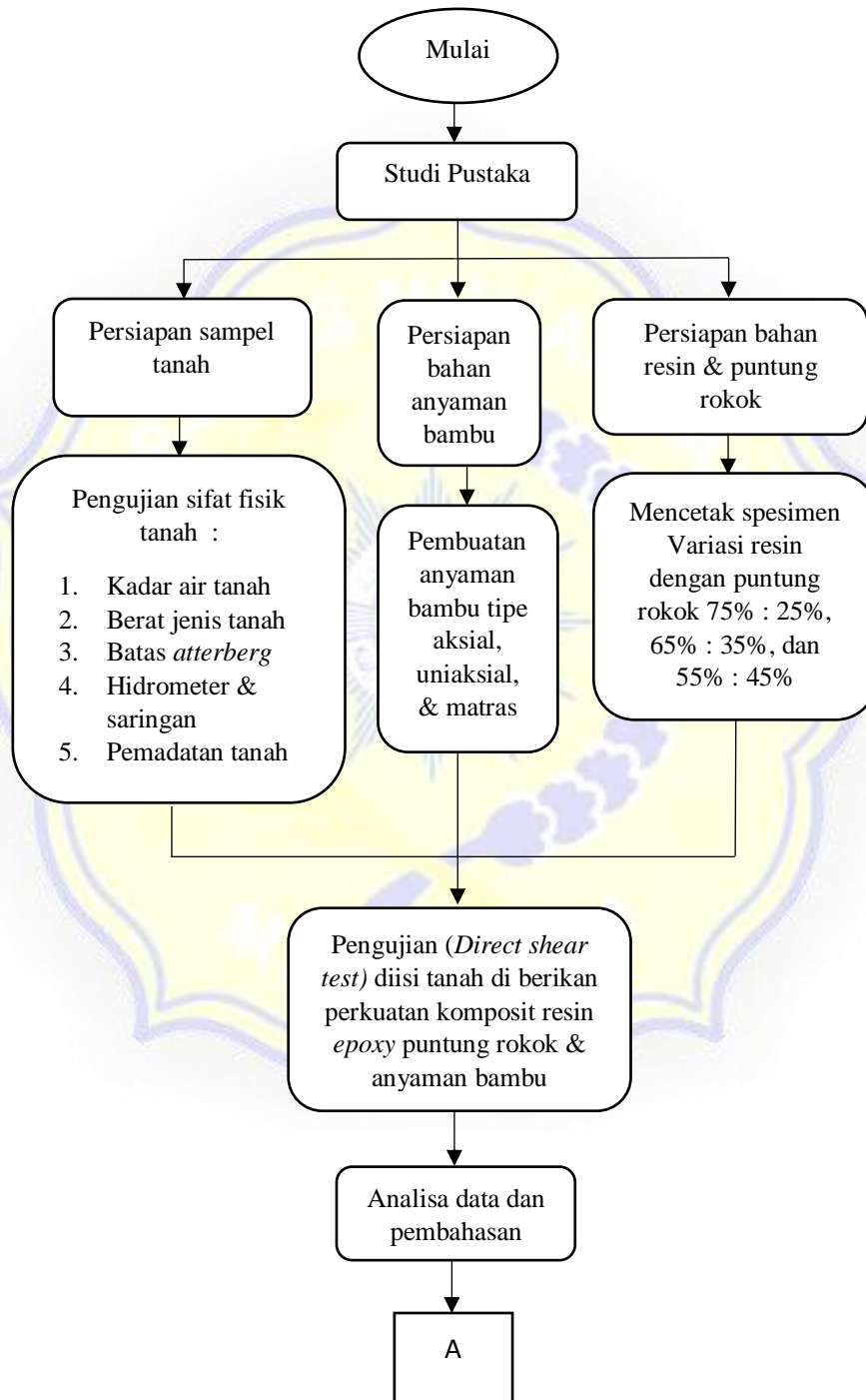
v_f : Volume serat

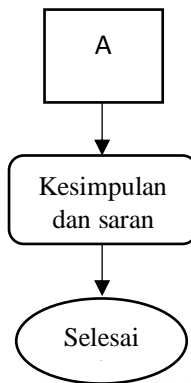
v_m : Volume matriks



BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Bagan Alir Penelitian

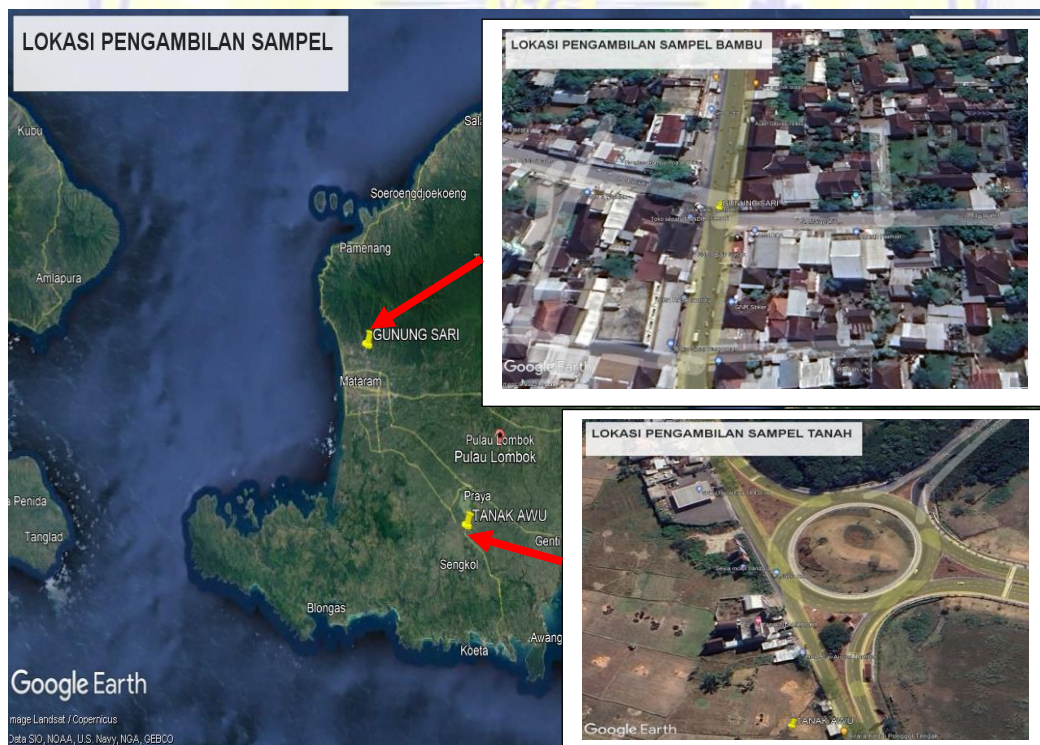




Gambar 3. 1 Bagan alir penelitian

3.2. Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan sampel tanah terletak di Tanak Awu, Kecamatan Pujut, Kabupaten Lombok Tengah, NTB yang akan dipergunakan sebagai bahan utama dalam riset ini. Bahan lainnya seperti bambu yang digunakan diambil dari Desa Gunung sari, Kabupaten Lombok Barat, NTB. Penelitian dilakukan pada Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Muhammadiyah Mataram.



Gambar 3. 2 Lokasi pengambilan sampel

3.3. Alat dan Bahan

Adapun beberapa peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

3.3.1. Alat

1) Timbangan

Timbangan elektrik dengan akurasi 0.01 gram maupun 0.1 gram digunakan pada penelitian kali ini. benda uji dengan berat hingga 200 gram menggunakan timbangan dengan akurasi 0.01 gram , tetapi benda uji yang beratnya melampui 200 gram menggunakan timbangan dengan akurasi 0.1 gram. Gambar 3.3 maupun gambar 3.4 menampilkan timbangan yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 3. 3 Timbangan dengan akurasi 0,1 gr



Gambar 3. 4 Timbangan dengan akurasi 0,01 gr

2) Palu karet

Ketika pengambilan sampel tanah pada lokasi penelitian, beberapa tanah memiliki bentuk dengan ukuran gumpalan besar, oleh sebab itu palu karet diperlukan dalam menghancurkan tanah sehingga menghasilkan ukuran butiran-butiran lebih halus. Gambar 3.5 menampilkan palu karet yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 3. 5 Palu karet

3) Gelas ukur

Gelas ukur adalah alat ukur yang memiliki satuan ukuran mililiter (ml). Gelas ukur biasanya memiliki ukuran dari 100 mililiter hingga 1000 mililiter, dan keduanya digunakan untuk mencampurkan air saat pemeraman. Gambar 3.6 dan 3.7 menampilkan peralatan yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 3. 6 Gelas ukur 100ml



Gambar 3. 7 Gelas ukur 1000 ml

4) Saringan

Selama proses menyaring, saringan digunakan untuk membagi bagian-bagian susunan tanah yang seragam ukuran pada bagian yang diperlukan untuk penelitian. Oleh sebab itu, ayakan digunakan dalam penelitian ini. Untuk ukuran yang diperlukan, berbagai variasi ukuran ayakan dapat digunakan. Gambar 3.8 menampilkan saringan yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 3. 8 Saringan

5) Penumbuk

Untuk menguji pemadatan tanah, penumbuk yang akan dipakai pada percobaan dibuat dengan berat yang sesuai dengan persyaratan dan ketentuan SNI. Gambar 3.9 menampilkan alat yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 3. 9 Penumbuk

6) Jangka sorong

Dalam kegiatan mengukur menggunakan skala centimeter maupun milimeter, penelitian kali ini menggunakan alat yang biasa disebut jangka sorong. Ukuran yang diperlukan dalam penelitian seperti tinggi dan diameter sangat mudah didapatkan menggunakan jangka sorong sehingga sangat membantu dalam proses penelitian. Gambar 3.10 menampilkan bentuk jangka sorong yang digunakan penelitian kali ini.



Gambar 3. 10 Jangka sorong

7) Cetakan komposit resin *epoxy*

Dalam proses mencampur dan mencetak bahan resin dengan serat puntung rokok, cetakan berfungsi sebagai patokan untuk menghasilkan spesimen yang memenuhi standar pengujian. Cetakan pada gambar 3.11 terbuat dari bahan kaca dengan ukuran ketebalan 0,5 cm dengan diameter 6 cm.



Gambar 3. 11 Cetakan komposit resin *epoxy*

8) Sarung tangan

Penggunaan sarung tangan yang bertujuan untuk menghindari kontak langsung dengan zat kimia pada matriks. Gambar 3.12 menampilkan bentuk sarung tangan yang digunakan pada penelitian kali ini.



Gambar 3. 12 Sarung tangan

9) *Mould* pemadatan standar proctor

Mould adalah alat yang dibuat khusus untuk membentuk benda uji dengan bahan yang sesuai yaitu kuat dengan bentuk cetakan yang terdiri dari beberapa bagian atas, tengah, dan bawah. Gambar 3.13 menampilkan bentuk dari *mould* yang digunakan.



Gambar 3. 13 *Mould*

10) Cawan

Karena cawan yang digunakan dalam penelitian akan selalu digunakan berulang, maka cawan yang digunakan memiliki kualitas tinggi maupun tahan karat, serta tahan terhadap macam kondisi seperti panas, dingin, dan berat. Gambar 3.14 menampilkan cawan yang digunakan pada penelitian.



Gambar 3. 14 Cawan

11) Oven pengering

Untuk mengeringkan sampel, oven pengering digunakan dalam mengeringkan benda uji pada suhu yang telah ditetapkan oleh acuan penelitian. Gambar 3.15 menampilkan bentuk dari oven pengering yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 3. 15 Oven pengering

12) Alat *Casagrande*

Dalam mencari nilai batas cair diperlukan alat *Casagrande*. Gambar 3.16 menampilkan alat *Casagrande* yang digunakan pada penelitian.



Gambar 3. 16 Alat *Casagrande*

13) Piknometer

Piknometer memiliki ukuran yang kecil dengan bentuk bulat terbuat dari kaca yang memiliki volume 100 mililiter yang tahan terhadap suhu tinggi. Piknometer terdapat pada gambar 3.17 berikut ini.



Gambar 3. 17 Piknometer

14) Centongan dan baskom pencampuran

Alat ini tidak hanya digunakan dalam memindahkan benda uji pada wadah yang berbeda, tetapi juga dimanfaatkan sebagai wadah berfungsi mencampurkan benda uji dengan air untuk menghasilkan campuran yang ideal. Gambar 3.18 Menampilkan alat yang digunakan pada penelitian.



Gambar 3. 18 Centongan dan baskom

15) *Ekstruder* hidrolik

Alat ini memiliki bagian yang dirancang sedemikian rupa yang berfungsi melepaskan benda uji dari cetakan yang dihasilkan dari pengujian biasa disebut *ekstruder* hidrolik. Gambar 3.19 menunjukkan bentuk peralatan yang digunakan pada penelitian.



Gambar 3. 19 *Ekstruder* hidrolik

16) Pengaduk mekanik (*Mechanical stirrer*)

Pengaduk mekanik adalah salahsatu alat elektronik yang dipakai untuk mengaduk bahan cair agar tercampur rata. Alat ini juga dipakai saat proses analisis hidrometer. Gambar 3.20 berikut menunjukkan bentuk alat.



Gambar 3. 20 Pengaduk mekanik (*Mechanical stirrer*)

17) Alat uji kuat geser (*Direct shear electric*)

kegunaan alat ini untuk menghitung nilai kohesi dan sudut gesek dalam tanah, yang memiliki beberapa komponen yaitu kotak uji, alat utama, dan plat beban. Gambar 3.21 maupun gambar 3.22 menunjukkan alat yang dimaksud.



Gambar 3. 21 Alat uji kuat geser (*Direct shear electric*)



Gambar 3. 22 Kotak uji

18) *Sieve shaker*

ketika proses pembagian butiran tanah untuk mendapat nilai analisa saringan diperlukan alat yang mampu mengocok benda uji dengan susunan saringan yang ditentukan biasanya disebut dengan alat *sieve shaker*. Alat tersebut perlihatkan dalam gambar 3.24 berikut ini.



Gambar 3. 23 *Sieve shaker*

3.3.2. Bahan

Berikut adalah bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian :

1) Resin *epoxy* (matriks *polimer*)

Resin *epoxy* (matriks *polimer*) yaitu salah satu bahan dasar yang digunakan pada penelitian ini bertujuan membantu merekatkan bahan campuran lain agar mendapatkan kekuatan yang diharapkan. Gambar 3.24 memperlihatkan resin *epoxy* yang digunakan pada penelitian.



Gambar 3. 24 Resin *epoxy*

2) Puntung rokok

Puntung rokok digunakan sebagai serat penguat membuat campuran komposit. Gambar 3.25 memperlihatkan puntung rokok yang digunakan pada penelitian.



Gambar 3. 25 Puntung rokok

3) Katalis (*Hardener*)

Katalis digunakan sebagai zat pengawet pada proses pengeringan bahan matriks komposit. Gambar 3.26 menampilkan katalis yang dipakai pada penelitian.



Gambar 3. 26 Katalis (*Hardener*)

4) *Wax*

Wax berfungsi sebagai pelapis cetakan, membantu material komposit yang sudah mengering dilepaskan dari cetakan dengan mudah. Gambar 3.27 menampilkan *wax* yang dipakai dalam penelitian.



Gambar 3. 27 Wax

5) Bambu

Jenis bambu yang dimanfaatkan yaitu bambu tali yang diambil dari Desa Gunung Sari, Kabupaten Lombok Barat. Sebelumnya bambu dianyam sehingga menjadi bahan perkuatan terhadap kuat geser antar muka. Gambar 3.28 menampilkan bambu yang dipakai pada penelitian.



Gambar 3. 28 Bambu tali

6) NaOH

NaOH digunakan sebagai larutan untuk perendaman potongan bambu sebagai bahan anyam. NaOH berfungsi dapat meningkatkan kekuatan tarik dari bambu, sehingga saat penganyaman bambu tidak mudah patah. Gambar 3.29 menampilkan NaOH yang dipakai pada penelitian.



Gambar 3. 29 NaOH

3.4. Tahapan Penelitian

3.4.1. Studi pustaka

Studi pustaka adalah cara untuk meninjau dan mengumpulkan data dalam membantu penelitian berjalan lancar. Dalam studi ini, para peneliti mencari atau melengkapi referensi, seperti data, dokumen, dan gambar, yang berkaitan dengan topik penelitian. Ini membuat pengolahan dan analisis data berikutnya lebih mudah.

3.4.2. Pengambilan sampel tanah

Pengambilan sampel tanah dapat diklasifikasikan ada 2 (dua) yaitu tidak terganggu (*Undisturbed*) dan terganggu (*Disturbed*).

- 1) Sampel tanah tidak terganggu (*Undisturbed sample*) dapat disebut juga sampel tanah asli merupakan suatu sampel tanah yang tetap memberikan sifat asli dari tanah yang diteliti. Sampel tanah yang diteliti tidak terjadi perubahan terhadap struktur dan kadar air ataupun susunan kimianya. Pengambilan sampel tanah tidak terganggu dapat dilakukan dengan menggunakan pipa PVC dengan diberikan tekanan tanpa mengalami hambatan agar tanah terisi pada pipa PVC. Sampel tanah yang diambil merupakan tanah dengan kedalaman minimal dibawah 20 cm dari permukaan tanah. Pengambilan sampel tanah tidak terganggu akan dilakukan penelitian kuat geser pada Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Muhammadiyah Mataram.

- 2) Sampel tanah terganggu (*Disturbed*) dilakukan dengan cara biasa menggali tanah menggunakan sekop dengan kedalaman sama dengan cara pengambilan sampel tanah tidak terganggu. Tanah hasil galian dimasukkan kedalam plastik dan diberikan penamaan, dan selanjutnya dibawa di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Muhammadiyah Mataram agar dapat dilakukannya riset terhadap sampel tanah yang telah diambil. Adapun pengujian yang dilakukan menggunakan sampel tanah terganggu yaitu pengujian batas cair, beras jenis, berat isi, *atterberg*, dan kepadatan.

3.4.3. Tahapan pembuatan/pencetakan komposit resin *epoxy* puntung rokok

Adapun langkah-langkah pembuatan spesimen pada penelitian ini adalah :

- 1) Pembuatan cetakan dari kaca dengan ukuran diameter 6 cm dan tinggi 0,5 cm.
- 2) Menyiapkan semua bahan baku yaitu Matriks resin *epoxy* dan serat puntung rokok.

Berdasarkan massa jenis serat puntung rokok dan matriks *epoxy* dapat dihitung dengan volume cetakan (V_c) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_c &= \pi \times r^2 \times t & (3-1) \\ &= 3,14 \times 3^2 \times 0,5 \\ &= 14,13 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Berdasarkan massa jenis serat puntung rokok dan matriks *epoxy* dapat dihitung :

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (3-2)$$

dengan :

ρ = Massa jenis (kg/cm^3) atau (gr/cm^3)

m = Massa (kg atau gr)

v = Volume (m^3 atau cm^3)

Untuk menghitung persentase berat serat dan matriks yang perlu diketahui adalah volume cetakan (V_c) $14,13 \text{ cm}^3$. Massa jenis serat puntung rokok (ρ serat) = $0,11 \text{ gr}/\text{cm}^3$ dan massa jenis matriks *epoxy* (ρ matriks) = $1,20 \text{ gr}/\text{cm}^3$.

Dari hasil diatas maka dapat kita hitung berat dari masing-masing serat dan matriks. Untuk menghitung volume serat, Anda harus mengetahui berat massa matriks, serat, komposit, dan serat sebagai berikut:

Berat serat puntung rokok :

$$\begin{aligned} \text{Massa} &= V \text{ cetakan} \times \rho \text{ serat} & (3-3) \\ &= 14,13 \text{ cm}^3 \times 0.11 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 1,55 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

Berat matriks *epoxy* :

$$\begin{aligned} \text{Massa} &= V \text{ cetakan} \times \rho \text{ matriks} & (3-4) \\ &= 14,13 \text{ cm}^3 \times 1.20 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 17 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

a. Spesimen 1

Adapun langkah dalam menentukan volume campuran komposisi serat puntung rokok 25% dengan matriks 75% adalah :

$$\begin{aligned} \text{Serat} &= 25\% \times 1,55 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 0,375 \text{ gr/cm}^3 \\ \text{Matriks} &= 75\% \times 17 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 12,75 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

Sehingga perbandingan campuran adalah 0,375 gr/cm³ (25% serat) dan 12,75 gr/cm³ (75% matriks).

b. Spesimen 2

Adapun langkah dalam menentukan volume campuran komposisi serat puntung rokok 35% dengan matriks 65% adalah :

$$\begin{aligned} \text{Serat} &= 35\% \times 1,55 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 0,543 \text{ gr/cm}^3 \\ \text{Matriks} &= 65\% \times 17 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 11,05 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

Sehingga perbandingan campuran adalah 0,543 gr/cm³ (35% serat) dan 11,05 gr/cm³ (65% matriks).

c. Spesimen 3

Adapun langkah dalam menentukan volume campuran komposisi serat puntung rokok 45% dengan matriks 55% adalah :

$$\begin{aligned} \text{Serat} &= 45\% \times 1,55 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 0,7 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Matriks} &= 55\% \times 17 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 9,4 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

Sehingga perbandingan campuran adalah 0,7 gr/cm³ (45% serat) dan 9,4 gr/cm³ (55% matriks).

Tabel 3. 1 Perhitungan spesimen komposit resin *epoxy* puntung rokok

| SERAT | | | | | |
|---------------------|----------|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|
| Variasi serat (%) | Spesimen | Volume cetakan (cm ³) | ρ Serat (gr/cm ³) | Berat serat (gr/ cm ³) | Perbandingan campuran (gr/ cm ³) |
| 25 | 1 | 14,3 | 0,11 | 1,55 | 0,375 |
| 35 | 2 | 14,3 | 0,11 | 1,55 | 0,543 |
| 45 | 3 | 14,3 | 0,11 | 1,55 | 0,7 |
| MATRIKS | | | | | |
| Variasi matriks (%) | Spesimen | Volume cetakan (cm ³) | ρ Matriks (gr/cm ³) | Berat matriks (gr/ cm ³) | Perbandingan campuran (gr/ cm ³) |
| 75 | 1 | 14,3 | 1,20 | 17 | 12,75 |
| 65 | 2 | 14,3 | 1,20 | 17 | 11,05 |
| 55 | 3 | 14,3 | 1,20 | 17 | 9,4 |

- 3) Serat puntung rokok dikupas menjadi bagian-bagian kecil.
- 4) Selanjutnya serat puntung rokok dan resin *epoxy* yang ditentukan jumlah persentasenya dengan volume cetakan.

- 5) Campurkan resin epoxy dan serat puntung rokok secara merata pada wadah dengan komposisi yang berbeda.
- 6) Tuangkan campuran resin dan serat puntung rokok secara merata ke dalam wadah cetakan.
- 7) Tunggu 1 x 24 jam untuk campuran resin dan serat puntung rokok mengering dan keras.
- 8) Setelah bahan campuran kering, pastikan benar-benar mengeras. Selanjutnya siap digunakan sebagai perkuatan dalam pengujian *Direct Shear Test*.

3.4.4. Tahapan pembuatan anyaman (Grid bambu)

Penelitian yang dilakukan (Waruwu & Waruwu, 2021) material bambu disiapkan membentuk lajur dengan lebar 1 cm dan tebal 2 mm. Grid bambu tipe uniaksial dibentuk dengan jarak dari sisi luar sama dengan lebar lajurnya, sedangkan grid bambu tipe biaksial dibentuk seperti tikar namun dengan dengan lubang kosong berukuran 1 cm x 1 cm. Matras bambu dibentuk seperti tikar dan disusun dengan rapat tanpa lubang. Adapun langkah dalam pembuatan anyaman (grid bambu) sebagai berikut:

- 1) Siapkan bambu tali lebih kurang 50 cm .
- 2) Belah bambu lalu di potong dengan panjang 6 cm, lebar 0,5 cm, dan tebal 0,25 cm.
- 3) Lalu siapkan NaOH seberat 5 gram dan dilarutkan dalam air sebanyak 200 ml.
- 4) Setelah NaOH larut dalam air, masukan bambu yang sudah dipotong sesuai ukuran yang dibutuhkan dan juga lupa menggunakan sarung tangan agar tidak terkontak langsung dengan cairan keras.
- 5) Lakukan perendaman selama waktu 2-5 jam.
- 6) Setelah dilakukan perendaman jemur selama 1 jam dan potongan bambu siap dianyam dalam bentuk uniaksial, biaksial, dan matras.



Gambar 3. 30 Kiri uniaksial; tengah biaksial; kanan matras

3.4.5. Jenis pengujian

Penelitian dilakukan dengan beberapa proses eksperimen untuk mengumpulkan informasi yang diperlukan untuk mengevaluasi kelayakan sifat fisik dan mekanik tanah, antara lain :

3.4.5.1. Kadar air

Salah satu dari banyak pengujian yang akan dilakukan adalah pengujian kadar air. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui berapa persentase kadar air yang ada pada sampel tanah asli. Pelaksanaan pengujian, menggunakan SNI 1965:2008 meliputi langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Timbang cawan kosong, catat hasil timbangan, dan kemudian gunakan cawan yang siap untuk memasukkan benda uji.
- 2) Setelah sampel tanah basah diambil dari lokasi pengambilan sampel, masukan sampel ke dalam cawan kosong yang telah disiapkan sebelumnya, dan timbang cawan bersama dengan tanah basah.
- 3) Selanjutnya masukan benda uji pada oven pengering agar dikeringkan selama 16 hingga 24 jam pada suhu $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- 4) Ketika pada saat hitungan waktu menunjukkan 16 hingga 24 jam selesai, bahan uji dikeluarkan dari oven dan didinginkan sesuai dengan suhu ruang. Kemudian, bahan uji agar mendapatkan berat tanah kering.

3.4.5.2. Berat isi

Berdasarkan perbandingan antara berat tanah dengan volumenya dalam gr/cm^3 , berat isi tanah yang diperoleh dari sampel tanah di lapangan adalah tujuan

dari pengujian ini. sampel uji yang digunakan hanya dapat memakai tanah asli. Proses pengujian menggunakan SNI 03-3637-1994 meliputi langkah-langkah sebagai berikut :

- 1) Menyiapkan peralatan dan bahan yang digunakan, seperti cincin benda uji, ekstruder hidrolik, gergaji besi untuk memotong tanah, dan sampel tanah yang *Undisturbed*.
- 2) Bersihkan cincin yang dipakai sebagai cetakan pertama tanah, kemudian timbang beratnya (W1).
- 3) Gunakan *ekstruder* hidrolik untuk mengeluarkan benda uji, kemudian letakkan sisi tajamnya di atas tanah dan tekan sampai cincin terisi rata dengan tanah. Selanjutnya, gunakan gergaji besi untuk memotong dan ratakan tiap sisi cincin sampai tidak terdapat rongga dari tanah.
- 4) Ambil sebagian tanah yang serupa lalu tekan pada cincin sebagai pengisi jika terdapat rongga, selanjutnya tahap pembersihan sisa tanah yang menempel pada sisi luar dari cincin.
- 5) Timbang berat cincin, selepas ditimbang kemudian masukkan sampel tanah ke dalam cawan agar menghitung kadar air tanah.
- 6) Setelah mendapatkan nilai yang dibutuhkan, dilanjutkan dengan perhitungan agar menghasilkan nilai berat isi tanah kering maupun berat isi tanah basah.

3.4.5.3. Berat jenis

Tujuan pengujian adalah untuk mengukur berat isi tanah dari sampel tanah yang diambil di lapangan, berdasarkan perbandingan antara berat tanah dan volumenya dalam gr/cm^3 . Penelitian kali ini menggunakan temperatur 29°C . Pelaksanaan pengujian menggunakan SNI 1964:2008 meliputi langkah-langkah sebagai berikut :

- 1) Masukkan air suling ke dalam piknometer, keringkan, dan timbang (W1 gram)
- 2) Masukkan benda uji ke dalam piknometer, dan timbang (W2 gram).
- 3) Gunakan air suling untuk membersihkan piknometer, dan timbang (W1 gram)
- 4) Siapkan piknometer isi dengan sampel uji, lalu timbang (W2 gram)

- 5) Piknometer yang telah diisi sampel uji lalu ditambahkan air suling, sampai terisi dua pertiga dari piknometer.
- 6) Biarkan benda uji yang terbuat dari tanah lempung tergenang sampai 24 jam atau lebih.
- 7) Panaskan dengan hati-hati piknometer yang terisi sampel uji yang tergenang air suling selama kurang lebih 10 menit atau lebih, sesekali piknometer dimiringkan yang bertujuan untuk mempercepat keluarnya udara di dalam piknometer.
- 8) Rendam piknometer pada wadah yang berisi air dengan suhu ruang sampai suhu stabil. Berikan air suling secukupnya lalu keringkan bagian luar dari piknometer dilanjutkan dengan penimbangan (W_3 gram).
- 9) Ukur suhu dalam botol ukur atau piknometer untuk mendapatkan faktor koreksi (K).
- 10) Setelah dibersihkan atau dikosongkan, piknometer diisi dengan air destilasi bebas udara sampai penuh, tutupnya ditutup, dan sisi luarnya dikeringkan. Setelah itu, berat air dalam piknometer ditimbang.

3.4.5.4. Batas batas *atterberg*

Menurut Atterberg, tanah berbutir halus memiliki batas-batas kestabilan tanah dapat digambarkan dengan memperhitungkan kandungan air tanah. Adapun batas-batas tersebut yaitu batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*). Berikut pengertian batas- batas *atterberg* sebagai berikut :

- 1) Batas cair merupakan batas atas batas plastis dan kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan plastis. Pengujian dengan *Casagrande* yang bertujuan menentukan batas cair. Tata cara pengujian menggunakan SNI 1967:2008 dengan langkah-langkah sebagai berikut :
 - a. Masukkan sampel tanah (sekitar 200 gram) ke dalam cawan porselen. Aduk dengan baik dan tambahkan air destilasi (15 cc–20 cc), tekan dengan spatel. Jika perlu ditambahkan air dengan bertahap, sekitar 1 cc hingga 3 cc lalu aduk, tekan, dan tusuk-tusuk campuran dengan spatel.

- b. Bila tanah telah tercampur secara merata dengan tingkat kebasahannya sehingga mendapatkan 30 sampai 40 ketukan pada alat *Casagrande*. Selanjutnya dalam upaya pencegahan gelembung udara terperangkap dalam tanah, gunakan spatel dengan baik. Pertama, permukaan tanah diratakan, kemudian buatlah ujung depan dengan tepat pada ujung bawah mangkuk. Jika tanah sisi terdalam memiliki ketebalan 1 cm, masukkan sampel tanah yang lebih di dalam mangkuk porselen.
- c. Gunakan alat pembarut untuk membuat alur lurus pada garis tengah mangkuk yang searah dengan sumbu alat. Ini harus memiliki bentuk yang baik dan tajam, dan ukurannya harus sesuai dengan alat pembarut. Barut dengan gerakan vertikal berulang kali, dengan menekan sedikit ke dalam untuk mencegah alur atau tanah bergeser di dalam mangkuk.
- d. Gerakan cepat pemutar, sampai mangkuk terangkat dan jatuh ke atasnya dengan kecepatan dua putaran per detik. Ini harus terjadi sampai kedua bagian mangkuk bertemu sepanjang kira-kira 13 mm (1/2").
- e. Mencatat jumlah ketukan yang dibutuhkan. Pada pengujian pertama, dengan total ketukan yang diperlukan yaitu mulai 30-40 kali. Jika lebih dari 40 kali, tanahnya kurang basah. Untuk mengatasi masalah ini, kembalikan tanah ke cawan porselen dan tambahkan air secara bertahap.
- f. Tuang air kembali ke dalam mangkuk *Casagrande* dan keringkan menggunakan kain. Luangkan waktu sebentar dan ulangi pekerjaan dari poin 2 hingga 4.
- g. Menggunakan spatel, ambil sebagian tanah dari mangkuk secara langsung dan buat alur melintang tegak yang mencakup bagian tanah yang saling bertemu. Periksa kadar air tanah.
- h. Masukkan sisa tanah dalam mangkuk dan tambah air secara merata ke dalam cawan porselen. Setelah mencuci, keringkan mangkuk.
- i. Ulangi langkah tahap ke 2,3,4,7, dan 8 untuk mendapatkan beberapa total data sebagai pembandingan hubungan antara kadar air dengan ketukan 15 hingga 35 dimana masing-masing selisih hampir sama. Pengujian dilakukan dengan tanah yang sebelum menjadi lebih basah.

- 2) Kadar air yang berada pada tanah plastis antara area plastis dan semi padat atau persentase kadar air di mana tanah dengan silinder 3,2 mm mulai retak ketika digulung, dikenal sebagai batas plastis tanah dan indeks plastisitas. Kedua definisi ini ditunjukkan dengan nilai persenan dan digunakan untuk membedakan batas plastis dan batas cair. Tata cara pengujian menggunakan SNI 1966:2008 dengan langkah-langkah sebagai berikut :
- a. Masukkan sampel tanah ke dalam cawan porselin dan tambahkan air secara bertahap. Setelah itu, campurkan tanah dengan air sampai tercampur secara merata. Jika tanah terlihat sedikit plastis sehingga dapat dibentuk menjadi lingkaran dan tidak menempel saat dibentuk dengan jari.
 - b. Membuat bola atau ellipsoidaKepal lalu buat menjadi bentuk bola atau dibentuk ellipsoida dari contoh tanah seberat 8 gram (diameter \pm 13mm). Dengan menggunakan tekanan secukupnya, gulung benda uji di atas plat kaca yang terletak pada bidang datar di bawah jari-jari tangan Anda. Ini akan membentuk batang dengan diameter rata. Menggulung tanah dengan kecepatan setengah detik per gerakan maju mundur.
 - c. Setelah batang diameternya mencapai sekitar 3 mm (dibandingkan dengan batang kawat pembanding) dan ternyata masih licin di penggilingan, ambil batang itu dan potong menjadi 6 atau 8 bagian. Kemudian remas seluruhnya antara ibu jari dan jari lain kedua tangan sampai rata. Gulung lagi seperti sebelumnya, ulangi remas bentuk menjadi bola lagi, dan gulungng sampai batang tanah tidak dapat digiling menjadi batang yang lebih kecil meskipun belum mencapai diameter 3 milimeter.
 - d. Segera kumpulkan tanah yang retak atau terputus-putus dan ukur kadar airnya.

3.4.5.5. Analisa saringan dan hidrometer

Penentuan persentase berat butiran dalam saringan dengan ukuran diameter lubang tertentu dikenal sebagai analisis saringan. Analisis hidrometer digunakan untuk menyebarkan butiran tanah yang halus, atau dengan kata lain, butiran tanah

yang lolos saringan no. 200. Tata cara pengujian menggunakan langkah-langkah sebagai berikut :

- 1) Bahan uji seberat 50 gram dipersiapkan dalam pengujian kali ini.
- 2) Masukkan bahan uji ke dalam wadah dan isi air.
- 3) Tambahkan 2,5 gram larutan Bratachem water glass ke dalam gelas lalu larutkan bersama bahan uji sampai 24 jam.
- 4) Setelah menunggu 24 jam, masukkan benda uji dan air ke dalam mangkuk *mixer* untuk membuat tanah lebih mudah hancur, tambahkan air suling.
- 5) Selanjutnya, tambahkan benda uji ke dalam tabung ukur atau gelas ukur kaca, dan tambahkan air mencapai 1 liter termasuk air pencucian dari mangkuk *mixer*.
- 6) Menutup ujung gelas ukur dengan tangan tidak ada rongga di mulut. Kemudian, guncangkan gelas ukur yang berisi benda uji dalam selama 1 menit dengan agar air tidak tumpah.
- 7) Setelah gelas ukur diguncangkan, gelas ukur yang berisi benda uji dimasukkan pelampung pengukur hidrometer sampai mengapung dalam dan bersamaan dengan pembacaan sesuai waktu yang ditentukan. Untuk mencegah warna pelampung berubah menjadi kecoklatan karena campuran bahan kimia pada gelas ukur, masukan alat pelampung 120 detik sebelum pembacaan.
- 8) Pembacaan hidrometer dilakukan dalam rentang waktu mulai dari 2, 5, 30, 60, 250, dan 1440 menit, dan catat hasil pembacaan pelampung disetiap waktu yang ditetapkan.
- 9) Setelah proses nomor 7 selesai, letakkan benda uji dalam gelas ukur pada saringan nomor 200 untuk menghilangkan semua tanah yang tersisa di dalam saringan. Masukkan tanah yang tersisa dari saringan nomor 200 ke dalam cawan kosong, lalu oven benda uji sampai kering untuk proses analisis saringan berikutnya.

Pelaksanaan pengujian analisa saringan dengan tata cara seperti dibawah ini:

- 1) Gunakan kembali tanah tertahan saringan nomor 200 pada hasil pengujian hidrometer sebagai bahan pengujian analisa saringan.

- 2) Selanjutnya, tanah tertahan pada saringan nomor 200 di oven selama kurang lebih 120 menit supaya benda uji mengering.
- 3) Kemudian siapkan saringan nomor 4, 16, 20, 40, dan 60, masing-masing, dan susun saringan yang telah disiapkan.
- 4) Masukkan bahan uji ke dalam ayakan dalam urutan yang tepat. Kemudian, masukkan ayakan ke dalam mesin pengocok selama sepuluh hingga dua puluh lima menit, lalu matikan mesin.
- 5) Setiap saringan dilakukan penimbangan dengan tanah tertahan termasuk menimbang tanah yang lolos saringan nomor 200 .
- 6) Simpan kembali peralatan yang digunakan setelah dilakukan pembersihan.

3.4.5.6. Pemadatan tanah

Uji pemadatan biasanya dilakukan untuk mengetahui hubungan antara kadar air dan berat volume dan untuk mengetahui apakah tanah memenuhi persyaratan kepadatan. Tata cara pengujian menggunakan SNI 1742:2008 dengan cara A sebagai berikut :

- 1) Siapkan tanah kering sebagai bahan uji dan keluarkan 10 kilogram dari saringan no. 40.
- 2) Buatlah 5 sampel dari tanah 10 kg dengan berat 2 kilogram per sampel
- 3) Campurkan air secukupnya kira-kira airnya 6% di bawah kadar air ideal bersama sampel pertama
- 4) Gunakan kadar air mulai dari 200 mililiter, 300 mililiter, 400 mililiter, 500 mililiter, dan 600 mililiter.
- 5) Pemeraman dikaukan selama 12 jam dengan wadah penyimpanan sampel tanah tertutup rapat sebelum melakukan pemadatan.
- 6) Ukur berat cetakan dan keping alas dengan ketelitian 1 gram (B1) dan ukur diameternya dengan ketelitian 0,1 milimeter.
- 7) memasang sambungan leher pada cetakan dan keping alas, kemudian kunci dan letakkan pada lantai beton dengan massa tidak kurang dari 100 kilogram yang diletakkan pada dasar yang stabil.

- 8) Sampel tanah diambil setelah diperam selama setidaknya dua belas jam dan disiapkan untuk ditumbuk dalam silinder pemadatan.
- 9) Padatkan sampel tanah secara bertahap dengan tiga lapis tanah yang sama tebal. Gunakan banyak tumbukan untuk pemadatan standar sebanyak 25 kali, 9 kali pada lapis pertama, 8 kali pada lapis kedua dan 8 kali pada lapis ketiga, hingga tanah padat menjadi sekitar 0,50 cm lebih tinggi dari tinggi silinder utama.
- 10) Potong tanah di bagian atas silinder dan ratakan pada silinder utama dengan pisau untuk membantu meratakan potongan tanah. Jika terdapat lubang pada permukaan silinder, gunakan tanah di bagian atas silinder untuk menutupi lubang, lalu ratakan kembali permukaan silinder. Lepaskan silinder dari plat alas, lalu timbang berat silinder dengan tanahnya.
- 11) Keluarkan tanah dari silinder dengan alat yang telah disediakan. Timbang sampel tanah pemadatan dengan memotongnya menjadi dua bagian. Kemudian pisahkan sampel bagian atas, tengah, dan bawah.
- 12) Untuk menganalisis data pemadatan, lakukan langkah 1 hingga 11 lima kali atau sebanyak sampel yang disiapkan untuk menghasilkan grafik kadar air ideal untuk lima sampel.

3.4.5.7. Kuat geser langsung (*Direct shear test*)

Pengujian geser langsung, juga dikenal sebagai (*Direct shear test*) adalah salah satu jenis pengujian tertua dan paling sederhana yang digunakan untuk mengukur kohesi tanah (c) dan sudut gesek dalam tanah (ϕ). Jenis pengujian yang dilakukan yaitu dengan jenis *Consolidated Drained Test*. Tata cara pengujian menggunakan SNI 2813:2008 dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- 1) Ukur tinggi dan lebar, serta timbang berat benda uji
- 2) Untuk pengujian, pindahkan benda uji dari cetakan ke dalam kotak geser, dengan bagian atas dan bawah dipasang pelat atau batu pori.
- 3) Atur penggantung beban vertikal ke posisi nol untuk memberikan berat normal pada benda uji.

- 4) Pasang batang penggeser horizontal untuk memberikan beban mendatar pada kotak penguji. Atur arloji beban dan regangan hingga nol muncul.
- 5) Beri beban normal pertama (termasuk berat penggantung) agar sesuai dengan beban yang dibutuhkan. Tujuan dari pemberian beban normal pertama adalah untuk memastikan bahwa tegangan pada benda uji tidak lebih besar dari tegangan geostatik di lapangan selama pengujian yang *Consolidated drained/undrained*. Untuk melakukan ini, berikan air segera ke permukaan benda uji dan tahan selama pengujian.
- 6) Sebelum penggeseran, uji konsolidasi dengan mencatatnya secara berkala dan menunggu sampai selesai. Untuk menetapkan waktu t_{50} , yaitu pada saat derajat konsolidasi $U = 50\%$, gunakan metode Taylor.
- 7) Kecepatan pergeseran horizontal dapat ditentukan berdasarkan pengujian:
 - a) Pada pengujian dengan pengaliran (*Drained Test*) kecepatan pergeseran horizontal didapat dengan cara membagi deformasi geser dengan $50 \times t_{50}$. Deformasi maksimum diperkirakan sebesar 10% diameter / lebar asli benda uji.
- 8) Lepaskan baut pengunci dari lubang tambahan dan putar secukupnya hingga kotak geser atas dan bawah terpisah $\pm 0,5$ mm.
- 9) Lakukan pergeseran sampai jarum pada arloji beban menunjukkan nilai tetap atau konstanta pada tiga pembacaan terakhir berturut-turut, atau sampai sampel runtuh, yang ditunjukkan dengan turunnya bacaan arloji beban. Baca arloji geser setiap 15 detik sampai terjadi keruntuhan. Lepaskan benda uji dari mesin, cari kadar air, berat isi dan sebagainya
- 10) Untuk benda uji kedua, beri beban normal dua kali lipat dari beban normal pertama, kemudian ulangi langkah (1, 4, 2 s/d 1, 4, 10).
- 11) Untuk benda uji kedua, beri beban normal tiga kali lipat dari beban normal pertama, kemudian ulangi langkah (1, 4, 2 s/d 1, 4, 10).

3.4.6. Rancangan penelitian

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode eksperimental dengan melakukan pengujian kuat geser langsung (*Direct shear test*) pada tanah lempung-

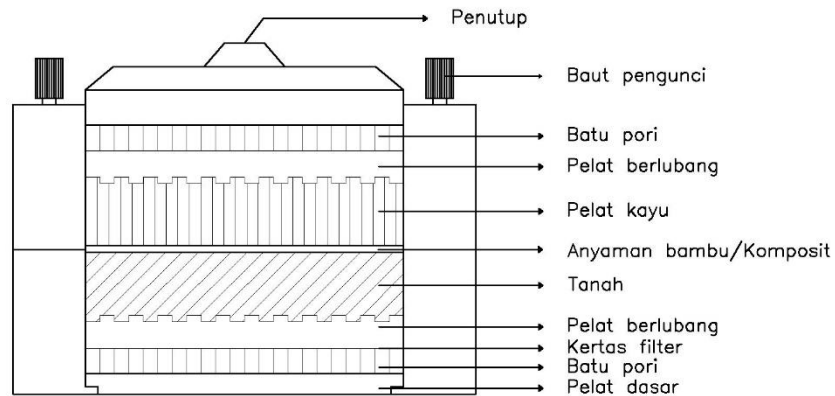
komposit resin *epoxy* puntung rokok dan tanah lempung-anyaman bambu. Penelitian ini dilakukan dengan percobaan penambahan perkuatan yang bertujuan mendapatkan parameter kuat geser antar muka (*interface*) dengan tanah lempung (TL).

Jenis dan variasi perkuatan dalam penelitian kali ini yaitu komposit resin *epoxy* serat puntung rokok 25% (K25%S), komposit resin *epoxy* serat puntung rokok 35% (K35%S), komposit resin *epoxy* serat puntung rokok 45% (K45%S), anyaman bambu uniaksial (U), anyaman bambu biaksial (B), anyaman bambu matras (M), ditunjukkan pada Tabel 3.2 dibawah ini.

Tabel 3. 2 Jenis dan variasi perkuatan

| No | Jenis dan variasi perkuatan |
|----|-----------------------------|
| 1 | TL (tanpa perkuatan) |
| 2 | TL-K25%S |
| 3 | TL-K35%S |
| 4 | TL-K45%S |
| 5 | TL-U |
| 6 | TL-B |
| 7 | TL-M |

Adapun skema susunan dari benda uji pada saat pengujian *direct shear test* ditunjukkan pada gambar 3.31 dibawah ini.



Gambar 3. 31 Skema susunan benda uji

Rasio parameter kuat geser *interface* dengan kuat geser tanah merupakan rasio kohesi (c) dengan adhesi (c_a) dan rasio sudut gesek dalam tanah (ϕ) dengan sudut gesek *interface* (δ). Persamaan yang digunakan dalam menghitung rasio parameter kuat geser tanah dengan kuat geser *interface* dapat dilihat pada Persamaan (3-5) sebagai berikut.

$$n = \frac{c_a}{c} \quad \text{atau} \quad n = \frac{\delta}{\phi} \quad (3-5)$$

dengan :

n = Rasio parameter kuat geser *interface* dengan kuat geser tanah

c = Kohesi dari kuat geser tanah lempung

c_a = Adhesi dari kuat geser *interface* komposit resin *epoxy* dan anyaman bambu

ϕ = Sudut gesek dalam tanah lempung

δ = Sudut gesek *interface*