

**TESIS**

**EFEK PENAMBAHAN KARET TERHADAP KARAKTERISTIK  
MEKANIK TANAH HASIL SEDIMENTASI BENDUNGAN**

*The Effect of Rubber Addition on Mechanical Characteristics of Dam  
Sedimentation Soil*



**DWIAN TO  
D012192004**

**PROGRAM STUDI S2 TEKNIK SIPIL  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

**PENGAJUAN TESIS**

**EFEK PENAMBAHAN KARET TERHADAP KARAKTERISTIK  
MEKANIK TANAH HASIL SEDIMENTASI BENDUNGAN**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister  
Program Studi Magister Teknik Sipil

Disusun dan diajukan oleh

**DWIANTO**

**D012192004**

Kepada

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2023**

**TESIS**  
**EFEK PENAMBAHAN KARET TERHADAP**  
**KARAKTERISTIK MEKANIK TANAH HASIL**  
**SEDIMENTASI BENDUNGAN**

**DWIANTO**  
**D012192004**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Tesis yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi pada Program Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 21 Juni 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Prof. Dr. Eng. Ir. Tri Harianto, ST., MT  
NIP. 197203092000031002

Pembimbing Pendamping



Dr. Eng. Ir. Aray Arsyad, ST., M.Eng.Sc  
NIP. 197607072005011002

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr.Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST. MT. IPM  
NIP. 197309262000121002

Ketua Program Studi  
S2 Teknik Sipil



Dr. M. Asad Abdurrahman, ST. MEng.PM  
NIP. 197303061998021001

## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Dwianto  
Nomor Mahasiswa : D012192004  
Program Studi : Magister Teknik Sipil

Dengan ini menyatakan bahwa, Tesis berjudul **“Efek Penambahan Karet Terhadap Karakteristik Mekanik Tanah Hasil Sedimentasi Bendungan”** adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing Prof. Dr. Eng. Ir. Tri Harianto, ST., MT sebagai Pembimbing Ptama dan Dr. Eng. Ir. Ardy Arsyad, ST., M.Eng.Sc sebagai Pembimbing Pendamping. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di Jurnal (Design Engineering, Volume 2023, Issue 01, Halaman 371 – 381) sebagai artikel dengan judul **“The Effect of Rubber Addition on Soil Mechanical Characteristics of Dam Sedimentation Soil”**.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin

Gowa, 12 Juli 2023

Yang menyatakan

  
Dwianto

## ABSTRAK

**DWIANTO.** Efek Penambahan Karet Terhadap Karakteristik Mekanik Tanah Sedimentasi Bendungan. (Dibimbing oleh **Tri Harianto** dan **Ardy Arsyad**).

Tanah sedimen dari sedimentasi Bendungan umumnya memiliki karakteristik geoteknik yang buruk. Dibutuhkan upaya tambahan untuk mengoptimalkan karakteristiknya. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan menambahkan bahan tambah seperti serat karet yang dihasilkan dari industri vulkanisir. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh penambahan serat karet terhadap karakteristik mekanik tanah sedimen. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah sedimentasi Bendungan Bilibili Gowa Sulawesi Selatan. Sedangkan bahan serat diambil dari hasil serutan karet ban bekas kendaraan. Variasi komposisi penambahan serat karet dalam penelitian ini secara berurutan sebesar 2%, 3%, 4%, dan 5% terhadap total berat kering maksimum tanah. Kuat tekan diuji dengan menggunakan pengujian kuat tekan bebas. Kekuatan geser diuji dengan menggunakan metode uji geser langsung. Tes retak pengeringan juga diamati dalam penelitian ini. Hasil pengujian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai UCS tanah yang distabilisasi 7,0% - 27,08% dengan penambahan serat karet 2% - 4%. Namun menurun -12,1% pada persentase serat karet 5% dari tanah tanpa serat karet. Sedangkan untuk variabel nilai kuat geser, nilai sudut geser dalam diperoleh meningkat  $30,69^\circ - 42,06^\circ$ , namun terdapat penurunan nilai kohesi  $69,07 \text{ kN/m}^2 - 53,84 \text{ kN/m}^2$ . Untuk uji retak pengeringan, diamati bahwa dengan penambahan karet 2%, tanah tidak retak selama pengeringan.

**Kata Kunci: Sedimentasi; Serat Karet; Karakteristik Mekanik**

## ABSTRACT

**DWIANTO.** *The Effect Of Rubber Addition On Soil Mechanical Characteristics Of Dam Sedimentation Soil.* (Supervised by **Tri Harianto** and **Ardy Arsyad**).

The sedimented soil from the abundant sedimentation of a Dam has poor geotechnical characteristics. It takes an additional efforts to exchange its charecteristics. One of the efforts that can be conducted is by adding the admixture material such as rubber fibers obtained form shredded tyre industry. The purpose of this research was to examine the effect of rubber fibers addition on the mechanical characteristics of sediment soil. The material used in this study was the sedimentation soil of the Bilibili Dam at Gowa South Sulawesi, Indonesia. The fiber material taken from the residual of rubber shredded of vehicle tires. Variations in the composition of rubber fiber addition in this study were sequentially by 2%, 3%, 4%, and 5% to the total dry weight of the soil. The unconfined compressive strength (UCS) treated soil was tested by using a compressive. The shear strength was tested by using the direct shear test method. The desiccation crack test was also conduted in this research. The results showed that there was an increased of treated soil UCS 7.0% - 27.08% in the addition of 2% - 4% shredded rubber fiber. However, it decreased -12.1% with the 5% of rubber fiber. As for the variable shear strength value, the internal shear angle value is obtained increases from 30.69° to 42.06°, but there is a decrease in the cohesion value from 69.07 kN / m<sup>2</sup> to 53.84 kN/m<sup>2</sup>. For the desiccation crack test, it was observed that with the addition of 2% rubber, the soil observed not cracking during the desiccation

**Keywords: sedimented; rubber fiber; Mechanical Properties.**

## PRAKATA

Alhamdulillah, segala puja dan puji syukur penulis sampaikan kehadirat TUHAN Yang Maha Esa yang dengan limpahan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul **“Efek Penambahan Karet Terhadap Karakteristik Mekanik Tanah Hasil Sedimentasi Bendungan”** disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan di jenjang Magister (S-2) pada departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar. Harapannya semoga Tesis ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri dan masyarakat luas.

Dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua Orang Tua Saya. Yang selalu memberikan dukungan baik itu moral maupun materil dengan sabar dan ikhlas
2. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Tri Harianto, ST., MT. selaku dosen pembimbing 1 yang telah bersedia menyediakan waktu dan bimbingan bagi penulis
3. Bapak Dr. Eng. Ir. Ardy Arsyad, ST., MT. sebagai dosen pembimbing II yang atas ketersediaannya menyediakan waktu dan bimbingan untuk menyelesaikan Tesis ini.
4. Bapak Prof. Dr. Muh. Wihardi Tjaronge., ST., M.Eng selaku Kepala Departemen merangkap ketua Program Studi Teknik Sipil

Universitas Hasanuddin Makassar yang telah membantu penulis selama proses perkuliahan.

5. Bapak Komang Arya Utama, ST., M.Eng. selaku partner dalam penelitian yang telah banyak memberikan masukan dan saran dalam melengkapi Tesis penulis.
6. Seluruh staf dosen pengajar Pascasarjana Program Studi Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin Makassar yang telah mendidik serta berbagi pengetahuan yang akan berguna dikemudian hari dalam bidang infrastruktur sipil

Pada proses penyusunan Tesis ini, penulis menyadari masih terdapat kekurangan. Apabila terdapat kekeliruan yang tercantum dalam Tesis ini, penulis mengharapkan kritik serta saran positif yang bersifat membangun sehingga bisa membuat Tesis ini lebih baik lagi kedepannya. Akhirnya, semoga Tesis ini dapat bermanfaat bagi penulis dan dan pembaca. Aamiin....

Hormat Kami

Dwianto



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	6
1.3 Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Batasan Masalah .....	7
1.5 Manfaat Penelitian .....	7
1.6 Sistematika Penulisan.....	8
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>9</b>
2.1 Tanah Sedimen Bendungan.....	9
2.2 Pemanfaatan Tanah pada Pekerjaan Konstruksi .....	10
2.3 Karet Serut sebagai Material Reinforcement.....	11
2.4 Physical Properties Tanah .....	12
2.5 Kuat Geser Tanah .....	15
2.6 Kapasitas Dukung Tanah .....	18
2.7 Kerangka Konseptual .....	22
2.8 Matriks Penelitian Terdahulu .....	24

<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>27</b>
3.1 Umum .....	27
3.2 Lokasi Dan Waktu Penelitian .....	29
3.3 Material Penelitian .....	29
3.4 Rancangan Penelitian .....	31
3.4.1 Peralatan Penelitian .....	31
3.4.2 Rancangan Benda Uji Penelitian .....	35
3.5 Pengujian dan Standar Acuan .....	38
3.5.1 Standar Pengujian .....	38
3.5.2 Uji Kuat Tekan Bebas.....	39
3.5.3 Uji Kuat Geser .....	40
3.5.4 Uji CBR Laboratorium.....	40
3.5.5 Uji Desiccation Crack .....	41
3.6 Definisi Operasional.....	45
3.7 Bagan Alir Penelitian.....	47
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>48</b>
4.1 Karakteristik Fisik Material .....	48
4.1.1 Tanah Sedimen.....	48
4.1.2 Karet Serut.....	51
4.2 Karakteristik Mekanik Elemen Geokomposit .....	53
4.2.1 Karakteristik Kepadatan Tanah Sedimen dan Tanah Sedimen- Karet .....	53

4.2.2 Kuat Tekan Bebas Tanah Sedimen dan Tanah sedimen – Karet .....	57
4.2.3 Kuat Geser Tanah Sedimen dan Tanah Sedimen-Karet.....	61
4.2.4 Karakteristik Mekanis Nilai California Bearing Ratio Tanah Sedimen dan Tanah Sedimen-Karet .....	67
4.3 Karakteristik Retak Pengeringan Tanah dan Tanah-Karet.....	72
4.3.1 Hubungan Massa dan Kadar Air dengan Waktu .....	73
4.3.2 Hubungan Penyusutan Volumetrik dengan Waktu.....	76
4.3.3 Variasi CIF dengan Berbagai Kandungan Serat Karet .....	78
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>86</b>
4.1 Kesimpulan.....	86
4.2 Saran .....	88
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>89</b>

## DAFTAR TABEL

**Tabel 3.1** Peralatan dan Jenis Pengujian

**Tabel 3.2** Rancangan Benda Uji Kuat Tekan (UCT), CBR, Kuat Geser, dan  
Konsolidasi Elemen Tanah Kerukan – Serutan Ban Bekas

**Tabel 3.3** Daftar Standarisasi Pengujian Material

**Tabel 4.1** Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Sedimen

**Tabel 4.2** Persentase Fraksi Butiran Serutan Karet

**Tabel 4.3** Rekapitulasi Nilai Kuat Tekan Bebas Benda Uji

**Tabel 4.4** Nilai Kuat Geser Tanah untuk Setiap Persentase Serat Karet

**Tabel 4.5** Perbandingan Hasil Penelitian yang Dilakukan dengan Penelitian  
Terdahulu

## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1** Kurva penurunan terhadap beban yang diterapkan
- Gambar 2.2** Kerangka Konseptual Penelitian
- Gambar 3.1** Variabel Penelitian
- Gambar 3.2** Lokasi quarry tanah sedimentasi bendungan
- Gambar 3.3.** Material Karet Serut Vulkanisir
- Gambar 3.4** Contoh benda uji geokomposit
- Gambar 3.5** Sketsa bentuk sampel Direct Shear (kiri), CBR (Tengah) dan UCT (Kanan)
- Gambar 3.6** Model uji laboratorium timbunan geokomposit tanah
- Gambar 3.7** Bagan Alir Penelitian
- Gambar 4.1** Diagram Klasifikasi Tanah Casagrande
- Gambar 4.2** Grafik Hubungan Perubahan Kadar Air dan Berat Isi Kering Tanah Sedimen
- Gambar 4.3** Grafik Rekapitulasi Hubungan Perubahan Kadar Air dan Berat Isi Kering
- Gambar 4.4** Grafik Hubungan Berat Isi Kering dan Persentase Karet
- Gambar 4.5** Grafik Hubungan Kadar Air Optimum dan Persentase Karet
- Gambar 4.5** Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Tanah Sedimen
- Gambar 4.6** Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Tanah-Karet
- Gambar 4.7** Perbandingan Nilai Kuat Tekan Bebas Benda Uji
- Gambar 4.8** Grafik Nilai Sudut Geser Dalam Tanah dengan Berbagai Porsi Penambahan Serat Karet

**Gambar 4.9** Grafik Nilai Kohesi Tanah dengan Berbagai Porsi Penambahan Karet

**Gambar 4.10** Grafik Hubungan Rekapitulasi Nilai CBR *Soaked* dengan Berbagai Proporsi Karet

**Gambar 4.11** Grafik Hubungan Rekapitulasi Nilai CBR *Unsoaked* dengan Berbagai Proporsi Karet

**Gambar 4.12** Pengeringan Uji Desiccation Crack

**Gambar 4.13** Hubungan Perubahan Massa Terhadap Waktu

**Gambar 4.14** Hubungan Perubahan Kadar Air Terhadap Waktu

**Gambar 4.15** Hubungan Pengurangan Kadar Air dengan Kadar Serat Karet

**Gambar 4.16** Hubungan Penyusutan Volumetrik Terhadap Kadar Air

**Gambar 4.17** Hubungan Penyusutan Volumetrik dengan Kadar Karet

**Gambar 4.18** Hubungan CIF Terhadap Kadar Air

**Gambar 4.19** Hubungan CIF Terhadap Waktu

**Gambar 4.20** Hubungan Efektifitas Serat Karet Terhadap Nilai CIF

## DAFTAR ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN

Lambang/Singkatan	Arti/Keterangan
$\text{CaCO}_3$	= Kalsium Karbonat
$\text{NaHCO}_3$	= Natrium bikarbonat
$\text{NH}_4\text{CL}$	= Amonium klorida
$\text{CaCL}_2$	= Kalsium klorida
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	= Urea
$\text{NH}_3$	= Amonia
pH	= Derajat keasaman
Gr	= Gram
L	= Liter
$^{\circ}\text{C}$	= Celcius
kN	= Kilonewton
ml	= Mili liter
cm	= Sentimeter
%	= Persen
Qu	= Kuat Tekan Bebas
$Y_d$	= Kepadatan kering
e	= Angka Pori
Kg	= Kilogram
$\phi$	= Sudut geser dalam
Gs	= Berat Jenis
w	= Kadar air
$\varepsilon$	= Regangan
$\Sigma$	= Tegangan
h	= Tinggi
LL	= <i>Liquid Limit</i> /Batas Cair

---

PL	= <i>Plastic Limit</i> /Batas Plastis
PI	= <i>Plasticity Indeks</i> /Indeks Plastis
SL	= <i>Shrinkage Limit</i> /Batas Susut
C	= Kohesi
Cu	= Cohesi Undarined
LRC	= Kalibrasi kuat tekan bebas
LS	= Lintang Selatan
BT	= Bujur Timur
OMC	= Kadar Air optimum
Tf	= Kuat geser
ASTM	= <i>American Standard Testing and Materials</i>
AASHTO	= <i>American Association of State Highway and Transportation Official</i>
SNI	= Standar Nasional Indonesia
UCT	= <i>Unconfined Compression Test</i>
DST	<i>Direct Shear Test</i>

---



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

#### 1.1.1 Permasalahan Tanah Endapan Sedimen Bendungan

Tanah, dalam dunia teknik sipil, umumnya di artikan sebagai kombinasi mineral, bahan organik, material endapan yang relatif lepas (*Lose*), yang letaknya berada di atas batuan dasar (*bedrock*). Kohesifitas yang relatif lemah ini diakibatkan oleh beberapa hal seperti karbonat, zat organik, ataupun oksida-oksida yang terendap di antara partikel-partikel. Kemudian, ruang di antara partikel-partikel tersebut dapat terisi oleh air, udara ataupun gabungan keduanya (air dan udara). Umumnya tanah terbentuk dari proses pelapukan batuan (beku, sedimen, metamorf) ataupun proses geologi lainnya yang terjadi di dekat permukaan bumi. Proses pelapukan batuan induk ini yang kemudian berubah menjadi tanah dapat berupa proses fisik maupun kimiawi (Hardiyatmo, 2012).

Proses pelapukan batuan menjadi partikel-partikel kecil yang kemudian terbentuk menjadi tanah secara fisik, umumnya disebabkan oleh pengaruh erosi baik itu oleh angin, air dan es, aktifitas manusia, ataupun diakibatkan oleh perubahan suhu dan cuaca (*Transported Soil*). (Hardiyatmo, 2012). Salah satu hasil dari proses erosi yang terjadi pada batuan adalah terbentuknya sedimen tanah pada sebuah bendungan.

Salah satu masalah yang dihadapi dalam pengelolaan bendungan adalah masalah sedimentasi. Sedimentasi pada bendungan terjadi akibat erosi yang terjadi pada lahan-lahan kritis yang terdapat pada daerah tangkapan bendungan. Erosi dapat didefinisikan sebagai proses penghanyutan tanah oleh gesekan atau kekuatan air baik secara alamiah maupun akibat aktifitas manusia.

Umumnya, Erosi dapat dibedakan menjadi dua kategori yaitu erosi yang bersifat normal (*geological erosion*) dan erosi yang bersifat dipercepat (*acceleration erosion*) (Arsyad, 1989). Fenomena erosi yang bersifat normal terjadi secara alamiah dengan beberapa tahap yang dimulai dengan pemecahan agregat tanah menjadi butiran-butiran tanah yang kecil, partikel tanah ini kemudian mengendap pada daerah-daerah yang lebih rendah. Adapun erosi yang dipercepat terjadi akibat aktifitas manusia yang notabenehnya kegiatan yang bersifat negatif.

Langbein and Schumm (1958) menjelaskan tentang hubungan antara kehilangan tanah dan iklim menunjukkan bahwa erosi maksimum terjadi pada daerah yang mempunyai hujan efektif rerata tahunan 300 mm. Hal ini disebabkan oleh besarnya pola curah hujan, jenis dan pertumbuhan vegetasi serta jenis tanah dasarnya. Ketika material tanah sedimentasi tersebut masuk ke dalam aliran sungai dalam jumlah masif, maka laju sedimentasi yang masuk ke dalam bendungan akan semakin besar pula bahkan bisa melampaui laju sedimen rencana.

Sebagai contoh, menurut laporan Bank Dunia pada tahun 1985, menyatakan bahwa beberapa DAS yang ada di pulau Jawa mengalami erosi yang cukup tinggi. Sekitar 1,9 juta ha lahan kritis akibat erosi, laju erosi rerata berkisar antara 20-60 ton/ha/tahun sedangkan erosi maksimum yang ditolerir ialah 12,5 ton/ha/tahun atau kurang lebih setebal 0,8-1 mm/tahun (Arsyad, 1989).

Bendungan Bilibili yang terletak di Sulawesi Selatan, Kabupaten Gowa mengalami penyusutan akibat sedimentasi yang terjadi. Volume sedimen dalam bendungan Bili-bili semakin bertambah. Hasil pengukuran pada tahun 2017, di elevasi +99,5 (muka air normal), kapasitas bendungan dari 347,81 juta m<sup>3</sup> berkurang menjadi 239,76 juta m<sup>3</sup> selama 20 tahun. Sehingga total volume sedimentasi sampai tahun 2017 ialah sebanyak 108.050 juta m<sup>3</sup>. Hingga pada tahun 2019 total volume sedimentasi Bendungan Bilibili sebanyak 110,371 juta m<sup>3</sup>. Sehingga dalam kurun waktu dari tahun 2017 sampai tahun 2019 laju sedimentasi bendungan Bilibili sebanyak 2,321 juta m<sup>3</sup> (Sanjaya, 2020).

Salah satu usaha pengendalian endapan sedimentasi di beberapa bendungan-bendungan besar di Indonesia adalah dengan melakukan pengerukan secara berkala. Pengerukan ini dilakukan secara terus menerus selama bendungan masih beroperasi dan akan menghasilkan material tanah hasil pengerukan dalam jumlah yang cukup besar.

Umumnya tanah hasil pengerukan sedimen ini masih jarang digunakan secara masif. Artinya ketersediaan tanah ini tidak diimbangi

dengan pemanfaatannya yang kemudian akan terjadi penumpukan bahkan bisa masuk dalam kategori limbah lingkungan. Kurangnya pemanfaatan tanah hasil endapan sedimen ini umumnya dikarenakan karakteristik fisik maupun mekanik tanahnya yang kurang baik terutama daya dukung dan kuat gesernya (Marhendi, 2013).

### **1.1.2 Limbah Karet Serut Vulkanisir**

Indonesia adalah negara yang memiliki jumlah alat transportasi bermotor yang cukup tinggi. Umumnya setiap kendaraan bermotor pasti menggunakan ban dengan bahan dasar karet. Hal ini tentu berdampak pula pada jumlah atau kuantitas produksi dan limbah ban karet setiap tahunnya.

Jumlah produksi ban karet yang semakin meningkat setiap tahunnya tentu berbanding lurus dengan jumlah volume limbah karet hasil dari produksi ban tersebut. Hal ini dapat berdampak terhadap kualitas lingkungan hidup. Limbah karet merupakan salah satu limbah yang cukup sulit terurai oleh alam ataupun didaur ulang oleh manusia. Dengan demikian, pembuangan limbah ban bekas pada *landfill* (tempat pembuangan) akan menjadi masalah yang cukup serius dikarenakan pembuangan limbah tersebut akan membutuhkan lahan yang cukup luas sebagai tempat pembuangannya.

Indonesia memiliki kurang lebih 14 industri ban berskala nasional sebagai pemasok kebutuhan ban dalam negeri. Kapasitas produksi ban seluruh industri di Indonesia dapat mencapai 77 juta ban mobil, truck, dan bus. Adapun untuk kendaraan roda dua bisa mencapai 64 juta ban.

beberapa industri nasional tersebut juga telah memproduksi kebutuhan ban untuk negara lain seperti Jepang, Australia, beberapa negara bagian Amerika, bahkan sampai ke Eropa (Wirasadewa, et al. 2020).

Limbah karet ban bekas yang dihasilkan oleh pabrik ban setiap bulannya bisa mencapai kurang lebih 5 ton. Indonesia dengan 14 industri perusahaan yang bergerak di bidang proses industri ban dapat menghasilkan limbah yang cukup besar. Hal ini diperparah dengan pengolahan limbah ban yang masih cukup minim.

Komposisi kimia ban mengandung beberapa bahan, diantaranya adalah karet, *black carbon*, *clay*, *softener*, lilin atau parafin, antioksidan, *curing agent*, bahan aktif vulkanisir, *accelerator*, *anti scorcing agent*, dan *rainforcing agent*. Karbon merupakan komposisi terbesar dari total komposisi ban, berkisar antar 67-76 % dari keseluruhan komposisi (Anne and Russ, 2006). Jumlah limbah karbon yang terlalu besar ini tentunya akan berdampak buruk pada kondisi lingkungan. Sehingga dirasa perlu untuk melakukan usaha mengurangi limbah ban bekas tersebut.

Secara mekanis, nilai kuat Tarik karet ban bekas cukup tinggi. Menurut Huat, dkk, (2008) nilai kuat Tarik karet ban bekas bisa mencapai lebih dari 20 kN. Ban karet juga memiliki modulus elastis sebesar 0,77 – 1,33 Mpa, dan memiliki berat isi yang rendah yakni berkisar antara 1,08 – 1,27 t/m<sup>3</sup> (Yang, et. All, 2002). Tafti dan Emadi (2016) menyatakan bahwa metode perkuatan tanah dengan menggunakan bahan tambah karet serut

ban bekas dapat meningkatkan nilai kuat geser pada tanah lempung dan tanah pasir dengan kadar serat karet optimum berturut-turut 1,5% dan 1%.

Oleh karena itu, berdasarkan pemaparan di atas, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut guna menunjang usaha untuk mengurangi limbah ban bekas. Penelitian ini mencoba meneliti tentang bagaimana pengaruh atau efek karet terhadap karakteristik mekanik tanah khususnya nilai CBR (*California Bearing Ratio*) atau daya dukung tanah, kohesi dan sudut gesek dalamnya. Tentunya diharapkan penambahan material karet dapat menaikkan nilai daya dukung tanah khususnya pada jenis-jenis tanah yang memiliki nilai daya dukung yang relatif rendah sehingga pemanfaatan limbah karet ini bisa dimanfaatkan dengan semaksimal mungkin.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang dapat dirangkum berdasarkan latar belakang di atas adalah:

1. Bagaimana karakteristik timbunan tanah sedimen hasil kerukan bendungan?
2. Bagaimana karakteristik mekanik elemen tanah sedimen dengan penambahan karet?
3. Bagaimana perilaku retak pengeringan tanah dengan menggunakan material tanah-karet?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan:

1. Menganalisis karakteristik timbunan tanah sedimen hasil kerukan pada bendungan.
2. Menganalisis karakteristik mekanik elemen timbunan tanah sedimen dengan penambahan karet
3. Menganalisis perilaku retak pengeringan tanah-karet serut dengan menggunakan analisis digitasi perangkat lunak.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Penelitian ini memiliki batasan masalah sebagai berikut:

1. Material tanah yang digunakan adalah tanah sedimen hasil kerukan Bendungan (Bendungan Bilibili).
2. Karet yang digunakan adalah karet serut vulkanisir ban kendaraan truck dan bus.
3. Seluruh pengujian dilakukan dalam skala Laboratorium

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diusahakan agar dapat memberikan manfaat bagi seluruh pelaku konstruksi maupun masyarakat dari sisi ekonomis maupun efisiensinya. Memanfaatkan karet serut vulkanisir sebagai bahan tambah pada tanah timbunan diharapkan dapat meningkatkan nilai karakteristik mekanik pada tanah sehingga limbah karet dapat dimanfaatkan secara

masif yang selanjutnya akan mengurangi limbah karet sehingga lebih ramah lingkungan.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan proposal penelitian ini ialah berisi tentang:

1. **BAB I PENDAHULUAN:** Berisi latar belakang dilakukannya penelitian yang dimaksud. Bab ini juga berisi tentang rumusan masalah, tujuan, manfaat, serta ruang lingkup penelitian.
2. **BAB II TINJAUAN PUSTAKA :** Merupakan bab yang memuat tentang literatur-literatur yang dijadikan rujukan penelitian
3. **BAB III METODE PENELITIAN:** adalah bab yang memuat tentang metode-metode yang digunakan dalam penelitian.
4. **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN :** Merupakan bab yang memuat penjabaran data hasil serta pembahasan penelitian
5. **BAB V PENUTUP :** Bab yang berisi tentang kesimpulan dan saran dari penelitian yang dilakukan



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tanah Sedimen Bendungan**

Tanah sedimen merupakan tanah hasil endapan yang diakibatkan oleh erosi yang terjadi pada lahan-lahan kritis yang terdapat pada daerah tangkapan bendungan. Erosi terjadi secara alamiah meliputi pemecahan agregat-agregat tanah atau bongkahan menjadi butiran tanah yang lebih kecil. Berbagai literatur menyebutkan, tanah sedimentasi bendungan umumnya ialah tanah kohesif atau berbutir halus yang memiliki karakteristik fisik dan mekanik yang kurang baik terutama daya dukung dan kuat gesernya. Ketersediaan tanah sedimen hasil pengerukan bendungan ini terbilang cukup melimpah hal ini dikarenakan dilakukannya pengerukan secara berkala namun disisi lain pemanfaatan tanah ini belum optimal.

Belum optimalnya pemanfaatan tanah sedimen bendungan ini dikarenakan karakteristik mekanik tanah yang kurang baik sehingga dibutuhkan penanganan khusus untuk memanfaatkannya. Hal ini dimaksudkan untuk menaikkan nilai daya dukung dan kuat geser tanah tersebut agar memenuhi syarat-syarat yang ditetapkan untuk keperluan infrastruktur sipil.

## 2.2 Pemanfaatan Tanah pada Pekerjaan Konstruksi

Dalam perkembangannya, tanah dikenal dan dikelompokkan dengan istilah tanah pasir, tanah lempung, tanah lanau ataupun lumpur. Istilah – istilah tersebut digunakan untuk mendeskripsikan ukuran partikel pada batas ukuran butiran yang telah ditentukan. Istilah – istilah ini juga digunakan untuk menggambarkan sifat – sifat khusus pada tanah seperti lempung adalah jenis tanah yang bersifat kohesif (berbutir halus) dan palstis, sedangkan pasir ialah jenis tanah yang bersifat non-kohesif dan tidak plastis.

Namun, pada kenyataannya tanah itu sendiri tersusun dari banyak campuran ataupun terdiri dari lebih dari satu macam ukuran partikel. Tanah lempung belum tentu hanya terdiri dari partikel lempung saja, akan tetapi dapat tercampur dengan butiran-butiran lanau dan pasir, dan bahkan bisa bercampur dengan bahan-bahan organik maupun anorganik. Ukuran partikel tanah dapat bervariasi berkisar diantara yang lebih besar 100 mm sampai dengan yang lebih kecil dari 0,001 mm. Pada perkembangannya tanah kemudian diklasifikasikan berdasarkan ukuran butirannya seperti klasifikasi menurut *Unified Soil Classification System (USCS)*, ASTM, MIT, ataupun *International Nomenclature* (Hardiyatmo, 2012).

Tanah pasir atau tanah granuler (berbutir kasar) dikenal memiliki nilai daya dukung yang lebih tinggi dari tanah lempung dan lanau sehingga pada prakteknya di lapangan tanah pasir lebih dipilih untuk dijadikan sebagai

material pada pekerjaan penimbunan. Oleh karena sifat atau karakteristik tanah pasir yang umumnya memiliki nilai kekuatan (strength) yang lebih tinggi dari pada tanah jenis lempung dan lanau, maka jenis tanah ini lebih banyak di eksploitasi untuk keperluan pembangunan infrastruktur.

### **2.3 Karet Serut sebagai Material *Reinforcement***

Komposisi ban terdiri dari beberapa bahan, diantaranya adalah karet, *black carbon*, *clay*, *softener*, lilin atau parafin, antioksidan, *curing agent*, bahan aktif vulkanisir, *accelerator*, *anti scorcing agent*, dan *rainforcing agent*. Karbon menyumbang komposisi terbesar dari total komposisi ban, berkisar antara 67-76 % dari seluruh komposisi ban (Anne and Russ, 2006). Secara mekanis, nilai kuat Tarik karet ban bekas cukup tinggi sehingga sangat relevan untuk dikembangkan sebagai material tambahan untuk perbaikan dan stabilisasi tanah. Menurut Huat, dkk., (2008) Nilai kuat tarik ban bekas bisa mencapai lebih dari 20 kN.

Tafti dan Emadi, (2016) menjelaskan dampak penggunaan serat ban daur ulang pada sifat mekanik tanah, bahwa kandungan serat optimum untuk tanah lempung dan berpasir ialah 1,5% dan 1%. Penambahan serat karet ini akan meningkatkan nilai kuat tekan bebas, daya rekat, dan nilai sudut geser dalam. Penambahan serat ban daur ulang ini juga akan meningkatkan daktilitas dan kemampuan penyerapan energi dari material tanah.

## 2.4 *Physical Properties Tanah*

Secara umum, psichal properties atau sifat fisik tanah dapat didefinisikan sebagai sifat yang berkaitan dengan elemen penyusun massa tanah yang ada. Sifat fisik tanah umumnya terdiri dari bebarapa macam yaitu berat jenis tanah, berat volume tanah kadar air tanah, batas-batas Atterberg tanah (batas cair, batas plastis, dan indeks plastis), dan gradasi butiran.

Nilai-nilai dari psichal properties tanah ini bisa didapatkan dengan melakukan pengujian dilaboratorium yang kemudian data-data dari hasil pengujian diolah dengan beberapa rumus dasar. Adapun rumus-rumus untuk menghitung atau menganalisis psichal properties tanah adalah sebagai berikut (Hardiyatmo, 2012).

### A. Kadar Air

Kadar air dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara berat air ( $W_w$ ) dengan berat butiran padat ( $W_s$ ). atau bisa dituliskan sebagai berikut (Bowles, 1984)

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

### B. Berat Volume tanah

Berat volume tanah didefinisikan sebagai perbandingan antara berat butiran tanah dengan volume total tanah. Berat volume tanah dibagi menjadi tiga kategori yakni berat volume basah ( $\gamma_b$ ), berat volume

kering ( $\gamma_d$ ), dan berat volume padat ( $\gamma_s$ ) (Bowles, 1984). Adapun persamaannya dapat ditulis sebagai berikut.

$$\text{Berat volume basah, } \gamma_b = \frac{W}{V} \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{Berat volume kering, } \gamma_d = \frac{W_s}{V} \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{Berat volume padat, } \gamma_s = \frac{W_s}{V_s} \dots\dots\dots(4)$$

### C. Berat Spesifik atau Berat Jenis

Berat jenis tanah ( $G_s$ ) didefinisikan sebagai perbandingan antara berat volume butiran padat ( $\gamma_s$ ) dengan berat volume air ( $\gamma_w$ ) pada temperatur 4°C (Bowles, 1984). Persamaannya dapat dituliskan sebagai berikut.

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \dots\dots\dots(5)$$

Pada dasarnya berat jenis tanah tidak berdimensi. Secara tipikal berat jenis tanah granuler berkisar di antara 2,65 sampai 2,75, sedangkan untuk tanah kohesif berkisar diantara 2,68 sampai 2,72.

### D. Batas-Batas Atterberg Tanah

Plastisitas adalah suatu hal yang penting pada tanah berbutir halus. Plastisitas disebabkan oleh adanya partikel lempung dalam tanah. Plastisitas didefinisikan sebagai kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk pada volume yang konstan tanpa retak atau remuk (Hardiyatmo, 2012)

Atterberg (1911) memberikan gambaran batas-batas konsistensi dari tanah kohesif dengan mempertimbangkan kandungan kadar air tanah. Batas-batas tersebut adalah batas cair (liquid limit), batas plastis (Plastic limit), dan batas susut (Shrinkage limit).

**Batas cair (LL)** didefinisikan sebagai kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis yaitu batas atas dari daerah plastis. Batas cair bisa juga dituliskan dengan persamaan,

$LL = W_N \left(\frac{N}{25}\right)^{0.053}$  dimana  $N$ =jumlah pukulan untuk menutup celah 12,7 mm,  $w_n$  = Kadar air, dan  $0.053 = 0,121$  (tidak semua jenis tanah)

**Batas Plastis (PL)** didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu persentase kadar air dimana tanah mulai terjadi keretakan ketika digulung pada diameter 3,2 mm.

**Batas Susut (SL)**, ialah kadar air pada kedudukan antara daerah semi padat dan padat, yaitu persentase kadar air dimana pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan pada volume tanah. Batas susut juga dapat dituliskan dengan persamaan,  $SL = \left\{ \frac{(m_1 - m_2)}{m_2} - \frac{(v_1 - v_2)\gamma_w}{m_2} \right\} \times 100\%$  dimana ;  $m_1$  = berat tanah basah dalam cawan percobaan (g),  $m_2$  = berat tanah kering oven (g),  $v_1$  = volume tanah basah dalam cawan (cm<sup>3</sup>),  $v_2$  = volume tanah kering oven (cm<sup>3</sup>), dan  $\gamma_w$  = berat volume air

**Indeks Plastis (PI)** ialah selisih batas cair dan batas plastis ( $PI = LL - PL$ )

**Indeks Cair (LI)**, ialah kadar air tanah asli relatif pada kedudukan plastis dan cair, dinyatakan dalam bentuk persamaan,  $LI = \frac{w_n - P}{PI}$  dengan  $w_n$  adalah kadar air di lapangan.

## 2.5 Kuat Geser Tanah

Perencanaan-perencanaan infrastruktur khususnya dalam bidang geoteknik parameter nilai kuat geser tanah sangat diperlukan untuk mengetahui nilai kapasitas dukung tanah. Mohr (1910), dalam Hardiyatmo, 2012 mendefinisikan keruntuhan suatu bahan terjadi diakibatkan oleh adanya kombinasi keadaan kritis dari tegangan normal dan tegangan geser.

Kuat geser tanah diartikan sebagai gaya lawan atau perlawanan yang dilakukan oleh butiran tanah terhadap desakan atau tarikan. Apabila tegangan normal tanah melampaui kuat geser tanah, maka tanah akan mengalami kegagalan atau kelongsoran. Berdasarkan pengertian ini, ketika terjadi pembebanan pada tanah akan ditahan oleh kohesi tanah yang bergantung pada jenis tanah serta gesekan antar butiran tanah yang besarnya berbanding lurus dengan tegangan normal pada bidang gesernya. Adapun Coulomb (1776) mendefinisikan  $f(\sigma)$  sebagai:

$$\tau = c + \sigma \operatorname{tg} \varphi \dots \dots \dots (6)$$

Dimana :

$\tau$  = Kuat geser tanah (kN/m<sup>2</sup>)

$c$  = Kohesi Tanah (kN/m<sup>2</sup>)

$\phi$  = Sudut gesek dalam tanah (derajat)

$\sigma$  = Tegangan normal pada bidang runtuh (kN/m<sup>2</sup>)

Tekanan air pori sangat mempengaruhi nilai tegangan efektif yang terjadi di dalam tanah. Oleh karena itu, Terzaghi (1925) dalam hal ini merevisi persamaan Coulomb tersebut dalam bentuk tegangan efektif sebagai berikut :

$$\tau = c' + (\sigma - u) \operatorname{tg} \phi' \dots\dots\dots(7)$$

Dimana :

$\tau$  = Kuat geser tanah (kN/m<sup>2</sup>)

$c'$  = Kohesi Tanah efektif (kN/m<sup>2</sup>)

$\phi$  = Sudut gesek dalam tanah efektif (derajat)

$\sigma'$  = Tegangan normal efektif pada bidang runtuh (kN/m<sup>2</sup>)

$u$  = Tekanan Air pori

Persamaan Coulomb cenderung menghasilkan data yang kurang akurat, hal ini dikarenakan nilai kohesi ( $c$ ) dan sudut gesek dalam tanah ( $\phi$ ) yang diperoleh sangat bergantung pada jenis pengujian yang dilakukan. Adapun untuk persamaan yang dirumuskan oleh Terzaghi cenderung menghasilkan data untuk nilai-nilai  $c'$  dan  $\phi'$  yang lebih akurat.



Dalam topik kuat geser tanah, ada beberapa istilah-istilah berikut ini yang menggambarkan keadaan tanah.

- A. Kelebihan tekanan pori, adalah kelebihan tekanan air pori yang diakibatkan oleh tambahan tekanan yang mendadak
- B. Tekanan *Overburden*, adalah tekanan pada suatu titik di dalam tanah akibat dari berat material tanah dan air yang ada di atas titik tersebut. Semakin tinggi suatu bidang tanah maka semakin besar pula tekanan overburdennya.
- C. Tekanan *Overburden efektif*, adalah tekanan akibat beban tanah dan air di atasnya dikurangi tekanan air pori
- D. Tanah *Normally Consolidated* (terkonsolidasi normal) adalah tanah dimana tegangan efektif yang membebani pada waktu sekarang adalah nilai tegangan maksimumnya.
- E. Tanah *Overconsolidated* (terkonsolidasi berlebih) adalah tanah dimana tegangan efektif yang pernah terjadi sebelumnya lebih besar daripada tegangan efektif yang bekerja pada waktu sekarang.
- F. Tekanan prakonsolidasi, adalah nilai tekanan maksimum yang sebelumnya pernah dialami oleh tanah tersebut
- G. *Overconsolidation Ratio* (OCR) didefinisikan sebagai nilai perbandingan antara tekanan prakonsolidasi dengan tekanan *overburden* efektif yang terjadi sekarang. Jadi, bila  $OCR = 1$ , maka

tanah tersebut dalam kondisi *Normally consolidated*, ketika  $OCR > 1$ , maka tanah tersebut dalam kondisi *overconsolidated*.

Untuk mengetahui nilai kuat geser tanah perlu dilakukan pengujian tanah baik di laboratorium maupun pengujian langsung di lapangan (*in-situ test*). Parameter-parameter kuat geser tanah ditentukan dari pengujian laboratorium pada benda uji yang diambil dari lapangan dalam keadaan kondisi tanah tak terganggu (*undisturbed sample*) dimana hal itu ditujukan agar kondisi sampel dapat menggambarkan kondisi asli di lapangan.

Pengujian kuat geser tanah dari benda uji di laboratorium umumnya dilakukan dengan besaran beban yang telah ditentukan terlebih dahulu dan dikerjakan dengan menggunakan alat dengan tipe yang khusus. Ada beberapa pengujian yang bisa dilakukan untuk menentukan kuat geser tanah, antara lain:

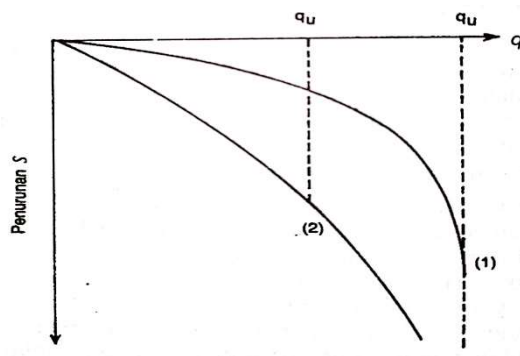
1. Uji geser langsung (*direct shear test*)
2. Uji triaksial (*Triaxial test*), umumnya dilakukan pada tanah kohesif
3. Uji kuat tekan bebas (*unconfined compression test*)
4. Uji kuat geser kipas (*vane shear test*)

## 2.6 Kapasitas Dukung Tanah

Ketika pada tanah terjadi pembebanan seperti beban fondasi dan pembebanan lainnya, maka tanah akan mengalami distorsi dan penurunan. Bila pada pembebanan terjadi penambahan secara berangsur-angsur,

penurunanpun juga akan bertambah. Hingga pada suatu saat, terjadi kondisi dimana pada beban tetap, pondasi mengalami penurunan yang sangat besar dan melampaui nilai penurunan ijin. Kondisi ini menunjukkan bahwa telah terjadi keruntuhan kapasitas dukung (Hardiyatmo, 2010).

Kurva penurunan terhadap beban ditunjukkan pada gambar 2.1. pada awal pembebanan yang diterapkan, penurunan yang terjadi sebanding dengan bebannya. Hal ini digambarkan sebagai kurva yang mendekati garis lurus, yang menunjukkan hasil distorsi elastis dan pemampatan tanah. Apabila beban terus bertambah, pada kurva terjadi lengkungan tajam yang dilanjutkan dengan bagian garis lurus kedua dengan kemiringan yang lebih curam. Bagian ini menggambarkan telah terjadi keruntuhan geser.



**Gambar 2.1** Kurva penurunan terhadap beban yang diterapkan

Kapasitas dukung ultimit (*ultimate bearing capacity*) ( $q_u$ ) didefinisikan sebagai beban maksimum persatuan luas dimana tanah masih dapat mendukung beban dengan tidak mengalami keruntuhan.

$$q_u = \frac{P_u}{A} \dots \dots \dots (10)$$

dimana:

$q_u$  = kapasitas dukung ultimit ( $\text{kN/m}^2$ )

$P_u$  = beban ultimit atau beban batas (kN)

$A$  = luas beban ( $\text{m}^2$ )

Analisis keruntuhan daya dukung tanah dilakukan dengan pendekatan bahwa material tanah bersifat sebagai bahan yang plastis. Prinsip ini dikemukakan pertama kali oleh Prandl, yang pada perkembangannya kemudian dikembangkan oleh Terzaghi (1943), Meyerhof (1953) dan lain-lain. Persamaan-persamaan daya dukung tanah umumnya didasarkan pada persamaan Mohr-Coulomb:

$$T = c + \sigma \operatorname{tg} \varphi \dots\dots\dots(11)$$

dimana,

$T$  = kuat geser tanah

$c$  = kohesi

$\varphi$  = sudut gesek dalam

$\sigma$  = tegangan normal

Cara pendekatan yang digunakan dalam analisis ialah dengan mengasumsi fondasi berbentuk memanjang tak terhingga, dengan lebar  $B$  terletak di atas tanah yang homogen, dengan beban yang bekerja adalah beban terbagi rata. Daya dukung tanah menyatakan kemampuan kekuatan tanah terhadap geseran untuk mencegah penurunan, yakni kuat geser yang dapat dikerahkan tanah pada bidang gesernya.

Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) ialah salah satu pengujian tanah untuk mengetahui nilai kapasiti dukung tanah dasar (*Subgrade*) khususnya pada konstruksi jalan. Pengujian ini pertama kali dikembangkan oleh *California State Highway Department* sebagai metode untuk mengetahui nilai kekuatan tanah dasar.

Kekuatan dan durabilitas konstruksi perkerasan jalan sangat bergantung pada sifat-sifat fisik dan mekanik serta daya dukung tanah dasarnya. Metode pengujian CBR ini kemudian dikembangkan oleh badan-badan lain salah satunya ialah U.S. Army Corpe Of Engineers yang kemudian diberikan nilai CBR yang merupakan perbandingan antara kekuatan tanah dengan kekuatan bahan agregat yang dianggap sebagai standar internasional. Perbandingan tersebut antara lain sebagai berikut:

- a. 0,1 inci penetrasi 1000 psi
- b. 0,2 inci penetrasi 1500 psi
- c. 0,3 inci penetrasi 1900 psi
- d. 0,4 inci penetrasi 2300 psi
- e. 0,5 inci penetrasi 2600 psi

Nilai CBR dihitung pada harga penetrasi 0,1 inci dan 0,2 inci dengan cara membagi beban pada penetrasi masing-masing dengan beban sebesar  $3 \times 1000 = 3000$  pound dan  $3 \times 1500 = 4500$  pound.

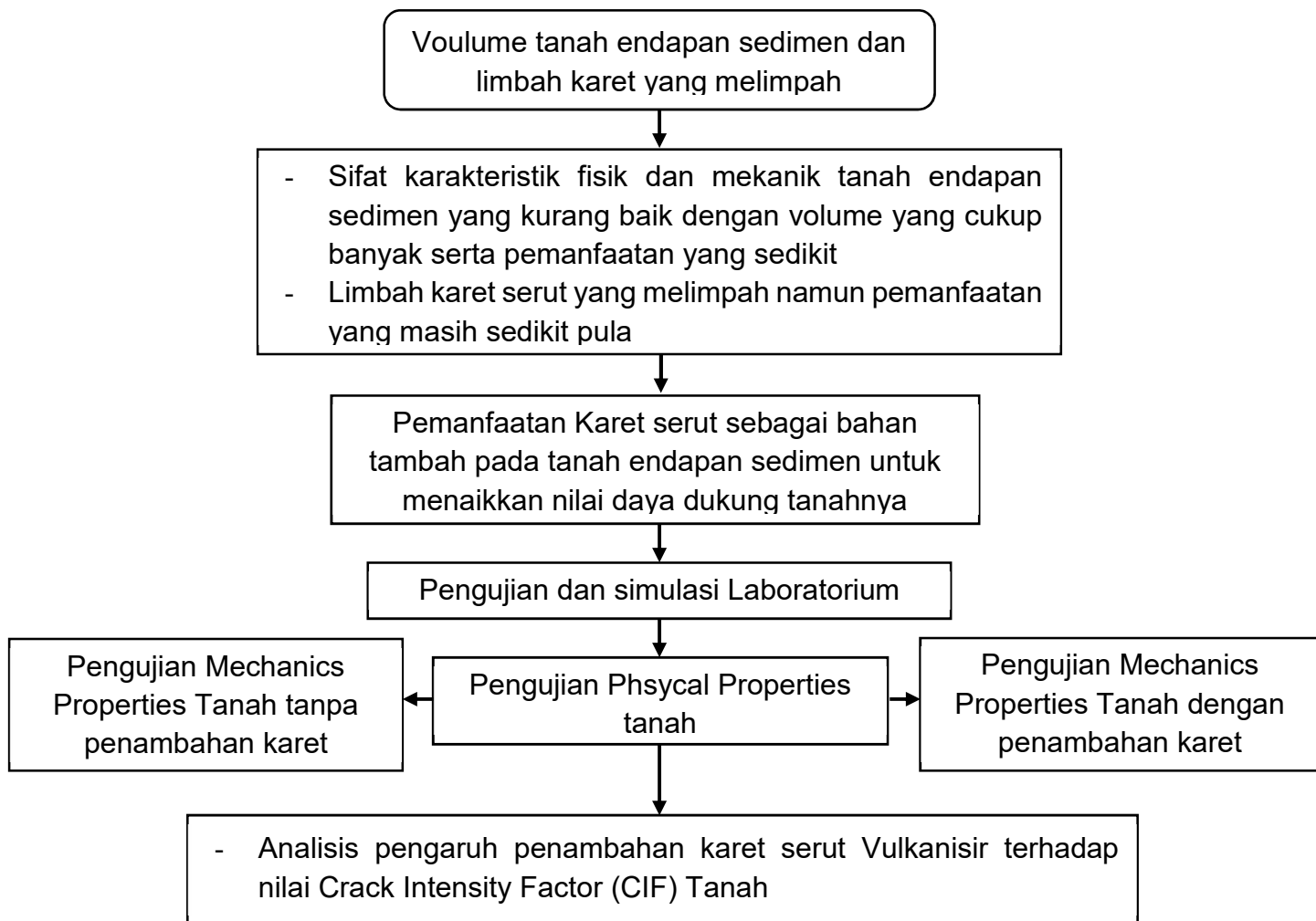
## 2.7 Kerangka Konseptual

Tanah endapan hasil sedimentasi pada bendungan merupakan tanah dengan karakteristik fisik yang kurang baik dengan jumlah yang cukup melimpah. Disamping jumlahnya yang cukup melimpah, pemanfaatan tanah ini masih tergolong sedikit. Untuk tanah endapan sedimen dengan jenis tanah kohesif biasanya digunakan untuk pembuatan batu bata atau bata merah. Oleh karena karakter fisik dan mekanik yang kurang baik, perlu dilakukan modifikasi tanah dengan penambahan suatu bahan yang bisa menaikkan nilai parameter mekaniknya sehingga dapat meningkatkan nilai daya dukungnya. Dalam hal ini, material yang dipilih sebagai bahan stabilisasi ialah karet serut vulkanisir.

Karet serut vulkanisir dari ban bekas merupakan limbah lingkungan dimana pemanfaatannya masih tergolong kecil. Dari segi sifat mekaniknya, karet serut memiliki kuat tarik yang cukup tinggi bisa mencapai 20 kN sehingga perlu dilakukan inofasi untuk lebih memaksimalkan pemanfaatannya. Hal ini tentu akan mengurangi pencemaran lingkungan oleh limbah karet serut itu sendiri.

Berdasarkan karakteristik fisik dan mekanik tanah endapan sedimen yang kurang baik, dan nilai kuat tarik dari karet serut vulkanisir yang cukup tinggi dengan jumlahnya yang cukup melimpah, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan karet serut terhadap karakteristik

mekanik guna meningkatkan nilai daya dukung tanah. Berikut ini skema kerangka konseptual penelitian ini.



**Gambar 2.2** Kerangka Konseptual Penelitian

## 2.8 Matriks Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian; Author; Tahun Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan Terhadap Penelitian Sekarang
1	Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Semen dan Renolith, Nur Kholis, 2018	Dengan adanya penambahan Semen dan Renolith mampu meningkatkan nilai mekanik tanah (CBR = 552.35%, UCS = 163,33%, Direct Shear = 1%) sehingga dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tanah Lempung</li> <li>- Bahan Stabilisasi menggunakan Semen dan Renolith</li> </ul>
2	Studi Eksperimental Stabilisasi Tanah Menggunakan Pozzolans Alami; Hadi Bahadori; 2019	Stabilisasi tanah menggunakan pozzolan alami dapat meningkatkan karakteristik mekanik tanah dan bisa diaplikasikan pada konstruksi gedung dan jalan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tanah Marl</li> <li>- Bahan Stabilisasi menggunakan Pozzolan Alami</li> </ul>
3	Karakteristik Geoteknik Fly Ash dan Aplikasinya untuk Stabilisasi Tanah Lunak; Emilliani Anak Geliga; 2010	Fly Ash bisa dijadikan bahan stabilisasi pada tanah lunak dan dapat meningkatkan kekuatannya. Peningkatan maksimum terjadi pada pemeraman 7 hari.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bahan stabilisasi menggunakan Fly Ash</li> </ul>
4	Soil Stabilization Using Natural Viber Coir; George R, Otoko; 2016	Serat kelapa sawit dalam meningkatkan nilai CBR. Penambahan optimum Serat abu kelapa sawit untuk stabilisasi tanah berada pada 3 – 5 % dari berat sampel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bahan stabilisasi menggunakan serat abu kelapa sawit</li> </ul>



5	Soil Stabilization Using Scrap Rubber Tyre; Sanjeev Singh; 2017	Terjadi kenaikan nilai kuat tekan bebas pada penambahan karet serut jika dibandingkan dengan tanah asli. Nilai kuat tekan bebas tertinggi adalah 1,75 kg/cm <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Material tanah menggunakan tanah lempung</li> <li>- Hanya melakukan pengujian UCS</li> </ul>
6	Soil Stabilization Using Shredded Rubber Tyre; Umar Jan; 2015	Penambahan 8% irisan karet (25 mm x 50 mm) dapat memperbaiki nilai CBR tanah asli sebesar 66,28%	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hanya melakukan pengujian CBR</li> <li>- Material tanah menggunakan tanah lempung</li> </ul>
7	Soil Stabilization Using Waste Fiber Materials; Satyam Tiwari; 2016	Penambahan limbah material serat dapat mereduksi nilai batas plastis dari nilai 29,35% ke 25,8%	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidak melakukan pengujian karakteristik mekanis</li> </ul>
8	Soil Stabilization with Waste Plastic and Waste Tyre Fibers; D. Gardete; 2019	Penambahan material limbah plastik dan Limbah serat karet ban adalah 1%, 2%, dan 3%. Peningkatan nilai CBR berada pada penambahan 1%	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hanya melakukan pengujian CBR untuk karakteristik mekaniknya.</li> </ul>
9	Impact of Using Resycled Tire Fibers on the Mechanical Properties of Clay and Sandy Soils; Tafti and Emadi; 2018	Penambahan serutan karet pada tanah lempung dan granuler dapat meningkatkan nilai kuat Geser dengan penambahan optimum berturut-turut sebesar 1,5% dan 1%	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tidak melakukan pengujian CBR</li> </ul>

10	Peat Soil Stabilization Using Ordinary Portland Cement, Polypropylene Fibers, and Air Curing Technique; Behzad Kalantari; 2008	Pada pengujian UCS terjadi peningkatan kekuatan yang signifikan pada pemeraman 28, 90, 180 hari. Sedangkan untuk pengujian CBR terjadi peningkatan yang signifikan pada pemeraman 90 hari. Penambahan serat Polypropylene dapat memberikan penambahan kekuatan.	- Bahan stabilisasi menggunakan Semen Portland dan Serat Polypropylene
11	Unconfined Compressive Strength of Fly Ash-lime-Gypsum Composite Mixed with Treated Tire Chips; S. P. Guleria and R.K. Dutta; 2011	Terjadi peningkatan nilai kuat tekan bebas ketika sampel tanah ditambahkan dengan Fly Ash, Lime, dan Gypsum. Namun, terjadi penurunan nilai kuat tekan bebas apabila ketiga material tersebut dikombinasikan dengan Irisan karet (5% – 15%)	- Bahan Stabilisasi menggunakan Fly Ash, kapur, Gypsum dan Potongan karet
12	Shear and Compressibility Behavior of Sand-Tire Crumb Mixtures; M. Neaz Sheikh et al; 2013	Penambahan serat karet berkisar antara 0 – 40%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai kuat geser seiring penambahan serat karet. Namun, terjadi peningkatan nilai regangan aksial dengan penambahan serat karet sehingga meningkatkan sifat daktilitas spesimen tanah.	- Material tanah menggunakan tanah pasir atau tanah granuler