|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | PROSIDING |  |  |
| HASIL-HASIL PENELITIAN DOSEN-DOSEN |
| UNIVERSITAS ISLAM KALIMANTAN |
|  |
| Tahun: ……… ISBN: ……… |
|  |
| Homepage: |
| https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/PPDU |

**KARAKTERISTIK NILAI *CALIFORNIA BEARING RATIO* (CBR) TANAH LEMPUNG BANJARMASIN YANG DISTABILISASI DENGAN LIMBAH KERTAS**

**Hendra Cahyadia\*, Fathurrahman b, Fitriani Ridzeki c**

***a Program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan MAB Banjarmasin***

***b Program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan MAB Banjarmasin cProgram studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan MAB Banjarmasin \*irarizqonroyan@gmail.com***

***Abstract***

Soil stabilization is an effort to characterize the soil in order to achieve the technical requirements in building structural. One of the mechanical properties of soil related to bearing capacity is CBR (California Bearing Ratio). CBR is the ability of the soil to withstand the allowable pressure. Generally CBR is used as a reference for road construction planning. Soft soil stabilization against CBR values ​​can be carried out chemically or nonchemical. The purpose of this study was to determine the effect of adding paper waste to soil bearing capacity parameters, in this case CBR. The proportions of the paper waste mixture used in this study were 3%, 5%, and 7% of the dry weight of the original soil. The original land used as an example is soft soil in Banjarmasin. The results showed that the CBR value of the original soil was 5.42%. After stabilization with a mix proportion of 3% paper waste and 97% of the original soil, the CBR value was 6.51%. Then, the proportion of original soil mixture 95% with 5% paper waste obtained CBR value of 7.14%. Meanwhile, the proportion of original soil mixture was 93% with 7% paper waste, the CBR value decreased to 6.31%. It can be concluded that the maximum CBR that can be achieved in this stabilization is the proportion of a mixture of 95% original soil and 5% waste paper.

Keywords :soft soil, stabilization, CBR, waste paper

**Abstrak**

Stabilisasi tanah merupakan upaya karakteristik tanah agar mencapai syarat teknis yang menjadi acuan dalam pekerjaan struktur bangunan sipil. Salah satu sifat mekanik tanah terkait daya dukung adalah CBR (California Bearing Ratio). CBR merupakan kemampuan tanah untuk menahan tekanan yang diijinkan. Umumnya CBR digunakan untuk acuan perencaan pembangunan jalan. Stabilisasi tanah lunak terhadap nilai CBR dapat dilakukan secara kimia atau nonkimia.Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah kertas terhadap parameter daya dukung tanah dalam hal ini CBR. Proporsi campuran limbah kertas yang dipakai dalam penelitian ini adalah 3%, 5%, dan 7% terhadap berat kering tanah asli. Tanah asli yang dijadikan contoh adalah tanah lunak di Banjarmasin.Hasil penelitian menunjukan bahwa nilai CBR tanah asli sebesar 5,42%. Setelah dilakukan stabilisasi dengan proporsi campuran 3% limbah kertas dan 97% tanah asli didapat nilai CBR sebesar 6,51%. Kemudian pada proporsi campuran tanah asli 95% dengan 5% limbah kertas didapat nilai CBR 7,14%. Sedangkan untuk proporsi campuran tanah asli 93% dengan limbah kertas 7% nilai CBR mengalami penurunan menjadi 6,31%. Dapat disimpulkan bahwa CBR maksimum yang dapat dicapai pada stabilisasi ini adalah dengan proporsi campuran 95% tanah asli dan 5% limbah kertas.

Kata Kunci: Tanah Lunak, Stabilisasi, CBR, Limbah Kertas.

**PENDAHULUAN**

**Latar Belakang**

Sifat mekanik tanah yang kurang baik dapat ditemukan di Kota Banjarmasin tepatnya di Kecamatan Banjarmasin Utara. Erliawan dan Firdaus mendapatkan data bahwa CBR tanah asli di Kecamatan Banjarmasin utara adalah sebesar 3,1%. Berdasarkan klasifikasi kondisi tanah tersebut adalah *poor to fair,* dengan penggunaan sebagai tanah dasar *(Subgrade)*.

Untuk mengatasi permasalahan tanah dengan nilai CBR yang rendah terdapat beberapa metode, salah satunya yaitu metode stabilisasi. Stabilisasi adalah suatu metode yang digunakan untuk meningkatkan nilai kekuatan tanah dengan mencampurkan bahan kimia maupun nonkimia. Diantaranya stabilisasi tanah menggunakan kapur, semen, *fly ash*, garam dan lain-lain. Seperti yang dilakukan oleh M. Khemiss yang menggunakan semen sebagai bahan stabilisasi tanah.

Selain menggunakan bahan diatas, ada juga stabilisasi menggunakan limbah kertas seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Khanif Aulia [3]. Hasilnya adalah penambahan limbah padat pabrik kertas hingga 15% dalam stabilisasi tanah lempung menyebabkan batas cair turun sampai 58,40%, batas plastis naik sampai 44,74%, indeks plastisitas turun sampai 13,66%, batas susut naik sampai 17,16% dan faksi lempung turun menjadi 71,40%. Berdasarkan unified, jenis tanah berubah dari kelompok CH menjadi MH. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Herman dan Sari memberikan hasil bahwa penambahan 10% abu limbah kertas dapat memperbaiki klasifikasi tanah menjadi lanau dengan plastisitas tinggi (MH) berdasarkan USCS dan A-7-5 (40) berdasarkan AASHTO dalam Hardiyatmo.

Berdasarkan uraian diatas, maka pada penelitian ini akan dicoba pencampuran tanah dengan limbah kertas. Limbah kertas dimaksud adalah yang dihasilkan dari perkantoran, sekolah-sekolah dan di tempat-tempat lainnya. Harapan pada penelitian ini kondisi kembang susut tanah dapat berkurang dengan melakukan usaha stabilisasi menggunakan campuran limbah kertas. Dimana stabilisasi yang akan dilaksanakan yaitu mencampurkan tanah asli dengan 3%, 5% dan 7% limbah kertas terhadap berat kering tanah asli.

.

**Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan karakteristik tanah lunak di Banjarmasin.
2. Menentukan klasifikasi tanah lunak di Banjarmasin
3. Menentukan nilai CBR tanah lunak di Banjarmasin
4. Mengetahui apakah penambahan bahan limbah kertas dapat mempengaruhi nilai CBR tanah lunak di Banjarmasin.

**METODE PENELITIAN**

**Prosedur Penelitian**

Prosedur penelitian meliputi pengujian sifat fisis dan sifat mekanik tanah asli dan pengujian mekanik tanah setelah dicampur limbah kertas.

Pengujian sifat fisis tanah asli meliputi:

* + - 1. Analisa saringan
      2. Atterberg limit

1. Batas Cair.
2. Batas Plastis.
   * + 1. Berat jenis
       2. Kadar air

Pengujian sifat mekanis tanah asli meliputi:

1. Uji Pemadatan

2. Uji CBR Rendaman

**Metode Pencampuran Limbah Kertas**

Pengujian menggunakan limbah kertas hanya dilakukan terhadap sifat mekanis tanah seperti pemadatan dan CBR. Masing-masing pengujian dilakukan menggunakan tiga sampel (3 sampel untuk pemadatan dan 3 sampel untuk CBR) dengan persentase campuran 3 %, 5% dan 7% limbah kertas terhadap berat kering tanah asli. Dengan berat 2000 gram untuk 1 sampel pemadatan dan 4.000 gram untuk satu sampel CBR.

Kebutuhan sampel tanah untuk uji sifat fisik dan mekanik dapat dilihat pata Tabel 1 berikut ini

Tabel 1. Perkiraan Kebutuhan Sampel Tanah

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Pengujian | Keperluan | Varian | Jumlah |
| 1  2  3  4  5  6  7 | Analisis Saringan  Batas Cair  Batas Plastis  Berat Jenis  Kadar Air  Pemadatan   1. Tanah Asli 2. Tanah Campuran   CBR   1. Tanah Asli 2. Tanah Campuran 3% 3. Tanah Campuran 5% 4. Tanah Campuran 7% | 1  1  1  1  1  1  3  2  2  2  2 | 2  3  4  3  3  5  5  3  3  3  3 | 2  3  4  3  3  5  15  6  6  6  6 |

Perkiraan kebutuhan limbah kertas sebagai bahan stabilisasi dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini

Tabel 2. Perhitungan Pemakaian Jumlah Tanah Dan Kertas

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Jenis Pengujian | Keperluan Sampel | Volume Tanah | Volume Kertas | Total Tanah | Total Kertas |
| 1.  2. | Pemadatan   * Tanah Asli * Tanah + 3% Kertas * Tanah + 5% Kertas * Tanah + 7% Kertas   CBR   * Tanah Asli * Tanah + 3% Kertas * Tanah + 5% Kertas * Tanah + 7% Kertas | 5  5  5  5  6  6  6  6 | 2000 gr  1940 gr  1900 gr  1860 gr  4000 gr  3880 gr  3800 gr  3720 gr | 0 gr  60 gr  100 gr  140 gr  0 gr  120 gr  200 gr  240 gr | 10000 gr  9700 gr  9500 gr  9300 gr  24000 gr  23280 gr  22800 gr  22320 gr | 0 gr  300 gr  500 gr  700 gr  0 gr  720 gr  1200 gr  1680 gr |
|  | | | | | 130.900 gr | 5.100 gr |

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Pengujian Tanah Asli**

Setelah dilakukan penelitian tanah asli Kelurahan Kelayan Timur Kecamatan Banjarmasin Selatan di Laboraturium Fakultas Teknik Universitas Islam Kalimantan Banjarmasin, diperoleh karakterisktik tanah melalui pengujian Analisa Saringan (*sieve analysis*), Berat Jenis (GS), Plastisitas Indeks (PI), Pemadatan (standart proctor), *California Bearing Ratio* (*CBR* rendaman) seperti yang terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik Tanah Asli Kelurahan Kelayan Timur

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Jenis Pengujian | Satuan | Hasil |
| Lolos saringan no. 200 | % | 90,90 |
| Kadar air mula | % | 4,15 |
| Berat Jenis (GS) | - | 2,64 |
| Batas Cair (LL) | % | 50,50 |
| Batas Plastis (PL) | % | 27,61 |
| Plastisitas Indeks (PI) | % | 22,89 |
| Berat isi kering maksimum | gr/cm³ | 1,335 |
| Kadar air optimum | % | 33,15 |
| CBR 95% | % | 5,42 |

**Analisa Saringan (*Sieve Analysis*).**

Pengujian analisa saringan dilakukan dengan cara menghitung jumlah tanah yang tertahan maupun yang lolos dari setiap saringan. Hasil pengujian analisa saringan dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini

Gambar 1. Analisa Saringan

Hasil pengujian analisa saringan diatas menunjukan bahwa dari sampel 500 gr tanah yang diuji, persentase lolos saringan no.200 sebesar 90,90% atau 454,49 gr dari 500 gr sample tanah yg diuji lolos saringan no.200. Dimana, menurut AASHTO tanah yang lolos saringan no. 200 lebih dari 36% termasuk ke dalam klasifikasi jenis tanah lempung atau lanau dalam kelompok A-6, sedangkan menurut USCS dalam Bowles, jika sample tanah yang diuji dengan saringan no.200 lolosnya lebih dari 50% maka termasuk kedalam klasifikasi tanah berbutir halus.

**Berat Jenis (*Specific Gravity*).**

Pengujian berat jenis dilakukan dengan cara mencari perbandingan antara berat volume butiran padat dengan berat air. Hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini :

Tabel 4. Hasil Pengujian Berat Jenis

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **BERAT JENIS** | | | |
| Nomor Piknometer | 1 | 2 | 3 |
| Berat piknometer kosong (W1) gr | 74,55 | 71,54 | 71,62 |
| Berat piknometer + tanah kering (W2) gr | 104,65 | 104,33 | 103,87 |
| Berat piknometer + tanah + air (W3) gr | 238,04 | 237,54 | 236,69 |
| Berat piknometer + air pada T o C (W4) gr | 219,28 | 217,33 | 216,54 |
| Suhu ( o C) | 30,00 | 30,00 | 30,00 |
| Berat jenis (Gs) | 2,654 | 2,607 | 2,665 |
| Berat jenis (Gs) Rata-Rata |  | 2,64 |  |

Dari Tabel 4 di atas, diketahui berat jenis tanah lempung Kelurahan Kelayan Timur sebesar 2,64.

**Batas-batas Atterberg (*Atterberg Limit*).**

Batas Atterberg (*Atterberg Limit*) adalah hasil perbandingan antara batas cair dan batas plastis tanah yang diuji menggunakan alat *Casagrande* dan juga pengujian tanah dengan cara membentuk gulungan berukuran diameter 3 mm dan terdapat retakan pada gulungan. Dari hasil pengujian, maka diketahui nilai:

1. Batas Cair (LL) = 50,50%
2. Batas Plastis (PL) = 27,61%
3. Plastisitas Indeks (PI) = 22,89%

Menurut Hardiyatmo, tanah dengan nilai PI lebih besar daripada 17% memiliki sifat plastisitas tinggi, termasuk kedalam golongan tanah lempung dan merupakan tanah kohesif atau tanah yang mampu mengikat antar butiran apabila dalam kondisi basah.

**Pemadatan Standar Proctor.**

Hasil dari pengujian pemadatan standar adalah nilai berat isi kering maksimum yang dikorelasi dengan nilai kadar air optimum yang dibaca dari Gambar uji pemadatan. Hasil pengujian pemadatan dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini

Gambar 2 Grafik Uji Pemadatan Tanah Asli

Dari Gambar 2 di atas, pengujian pemadatan menunjukan berat isi kering maksimum (γd) 1,335 gr/cm³ dan kadar air optimum (wopt) 33,15%. Sedangkam ZAV (Zero Air Void) merupakan berat isi kering dalam kondisi nol kadar udara sebesar 1,280 gr/cm³. Hasil uji pemadatan ini akan dijadikan parameter pengujian *California Bearing Ratio (CBR).*

***California Bearing Ratio (CBR).***

Hasil pengujian CBR tanah asli dengan kondisi peram1 hari dan rendam 5 hari dapat dilihat pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Hasil Uji CBR Tanah Asli

|  |  |
| --- | --- |
| Pemadatan standar Proctor | |
| Berat isi kering maksimum | 1,335 |
| Kadar air optimum | 33,15 |
| CBR 100% | 5,70 |
| CBR 95 % | 5,42 |

Dari Tabel 5 di atas, dapat dilihat bahwa nilai CBR tanah asli Kelurahan Kelayan Timur adalah sebesar 5,42% dengan berat isi kering maksimum γd sebesar 1,335 gr/cm³. Menurut Bowles (1992), bahwa tanah yang memliki nilai CBR antara 3-7 masuk ke dalam kategori *Subgrade Poor To Fair* dengan sistem klasifikasi menurut *Unified* OH, CH, MH, OL dan menurut *AASHTO* A4, A5, A6, A7.

**Hasil Pengujian Pemadatan Tanah Dengan Campuran Limbah Kertas.**

Gambar 3 berikut ini merupakan gambar perbandingan variasi hasil uji pemadatan campuran tanah dengan tambahan limbah kertas dengan berbagai variasi campuran.

Gambar 3 Grafik Perbandingan Hasil Uji Pemadatan Tanah Asli Dengan Tambahan Limbah Kertas Dengan Berbagai Variasi Campuran

***California Bearing Ratio* (CBR) Campuran Tanah Asli dengan Campuran Limbah Kertas.**

Hasil pengujian CBR terhadap tanah asli yang distabilisasi menggunakan limbah kertas dengan berbagai proporsi campuran dapat dilihat pada Tabel 6 berikut:

Tabel 6. CBR Asli Ditambah Campuran Limbah Kertas

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Sampel | Kadar Air Optimum (%) | Berat Isi Kering Maksimum (%) | CBR (%) |
| Tanah Asli | 33,15 | 1,335 | 5,42 |
| Tanah + 3% Limbah Kertas | 32,30 | 1,360 | 6,51 |
| Tanah + 5% Limbah Kertas | 30,00 | 1,340 | 7,14 |
| Tanah + 7% Limbah Kertas | 34,00 | 1,33 | 6,31 |

Dalam bentuk grafik, hasil uji CBR tanah asli menggunakan campuran limbah kertas dengan berbagai proporsi campuran dapat dilihat pada Gambar 4 berikut

Gambar 4 Grafik Perbandingan CBR Tanah Asli Dengan Tambahan Limbah Kertas Dengan Berbagai Variasi Campuran

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah:

1. Karakteristik tanah lempung Kelurahan Kelayan Timur merupakan tanah lempung organik berbutir halus dengan persentase lolos saringan no. 200 sebesar 90,90%, dan berat jenis 2,64 serta kadar air mula 4,15.
2. Berdasarkan nilai: PI= 22,89%, PL= 27,61%, LL= 50,50%, maka tanah di Kelurahan Kelayan Timur memiliki sifat plastisitas tinggi, termasuk kedalam golongan tanah lempung kohesif dimana mampu mengikat antar butiran apabila dalam kondisi basah.
3. CBR tanah asli Kelurahan Kelayan Timur sebesar 5,42% dengan berat isi kering maksimum γd sebesar 1,335 gr/cm³.
4. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, limbah kertas terbukti mampu meningkatkan nilai CBR tanah sampai dengan maksimal 7,14% pada komposisi pencampuran tanah asli dengan 5% limbah kertas. Sedangkan untuk komposisi tanah asli dengan limbah kertas 7% mengalami penurunan nilai CBR 14,49%. Menurut Bowles [6], nilai CBR 7-20% termasuk kategori Baik (*Fair)* mampu dijadikan *Subbase* (Tanah Timbunan) dengan klasifikasi OL, CL, ML, SC, SM, SP menurut *Unified* dan A2, A4, A6, A7 menurut AASHTO.

**Saran**

Diperlukan adanya penelitian lebih lanjut dengan sampel tanah lunak yang lebih tersebar di berbagai tempat di Kota Banjarmasin. Selain itu perlu dilakukan penelitian sifat mekanis tanah dengan parameter yang lain

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih atas

pendanaan penelitian ini dari Hibah APBU

UNISKA skema Penelitian Dosen Kompetitif No. Kontrak 12/UNISKA-PUSLIT/I/2021

Penulis juga mengucapkan terima kasih banyak atas kerjasama yang baik serta bantuan analisa oleh rekan rekan dosen dan mahasiswa di lingkungan Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Kalimantan Banjarmasin

**Daftar Pustaka**

Aulia, K. (2008). *Stabilitas Tanah Lempung Menggunakan Limbah Padat Pabrik Kertas Terhadap Kuat Geser Tanah*. Universitas Negeri Semarang, Semarang.

Bowles, J. . (1993). *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta: Erlangga.

Erliawan, G. A., & Firdaus, M. (2019). Stabilisasi Tanah Dengan Menggunakan Pasir Dan Abu Serabut Kelapa Terhadap Nilai CBR. *Gradasi Teknik Sipil*, *3*(2), 31–35.

Hardiyatmo, H. (2007). *Mekanika Tanah II*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press. https://doi.org/10.9744/CED.15.1.51-60

Hardiyatmo, H. . (2010). *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Herman, & Sari. (2018). Pengaruh Penambahan Abu Limbah Kertas Terhadap Kembang Susut Tanah Lempung. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, *1*(1), 15–21.

Khemissa, M. (2018). Cement and Lime Mixture Stabilization of an Expansive Overconsolidated Clay. *Applied Clay Science*, (January). https://doi.org/10.1016/j.clay.2014.03.017