

PENGARUH PENAMBAHAN BATU ZEOLIT DAN SEMEN PORTLAND TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH LEMPUNG

Oleh: **Zulfanu Hadi¹⁾**, **H. Suradji Gandi²⁾** dan **Fatma Sarie³⁾**

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya
e-mail : zulfanihadi17@gmail.com

ABSTRAK

Tanah adalah dasar dari sebuah struktur bangunan. Namun tidak semua tanah dalam suatu bangunan dapat digunakan. Sifat yang tidak baik dari tanah dapat mengakibatkan bangunan yang didirikan mengalami kerusakan. Hal tersebut sangat tidak diinginkan dalam suatu konstruksi. Maka dari itu, suatu kondisi tanah tertentu mempengaruhi kuat atau tidaknya suatu konstruksi. Pada penelitian ini akan digunakan tanah lempung pada lokasi daerah Desa Samba Kahayan Kecamatan Katingan Tengah, Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu upaya dalam meningkatkan daya dukung tanah. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan campuran batu zeolite dan semen portland yang dicampurkan dengan tanah asli berdampak pada meningkatnya nilai daya dukung tanah yang didapatkan dari hubungan antara nilai DDT dengan $CBR_{rencana}$. Daya dukung tanah asli adalah sebesar 3,62 dengan penambahan tanah asli, batu zeolite dan semen portland di pemeraman 3 hari menjadi 4,43, 4,85 dan 5,08, dengan nilai tertinggi daya dukung tanah dasar terbesar di pemeraman 3 hari terjadi di penambahan batu zeolite dan semen portland 10% sebesar 5,08 dengan persentase kenaikan dari daya dukung tanah asli menjadi 40,3%. Sedangkan untuk pemeraman 7 hari menjadi 4,54, 5,01 dan 5,25. Nilai daya dukung tanah dasar terbesar terjadi di penambahan batu zeolite dan semen portland 10% yaitu 5,25 dengan persentase kenaikan dari daya dukung tanah asli menjadi 45,02%.

Kata Kunci: Tanah Lempung, Batu Zeolit, Semen Portland, California Bearing Ratio, Daya Dukung Tanah.

THE EFFECT OF ADDITIONAL STONE ZEOLITE AND PORTLAND CEMENT ON THE CARRYING CAPACITY OF CLAY

ABSTRACT

Soil is the basis of a building structure. However, not all land in a building can be used. The unfavorable nature of the soil can cause the buildings that are erected to be damaged. This is highly undesirable in a construction. Therefore, a certain soil condition affects whether or not a construction is strong. In this study, clay soil will be used at the location of the Samba Kahayan Village, Central Katingan District, Katingan Regency, Central Kalimantan. This research is expected to be one of the efforts to increase the bearing capacity of the soil. Based on the tests that have been carried out, it is found that a mixture of zeolite and portland cement mixed with native soil has an impact on increasing the carrying capacity of the soil obtained from the relationship between the DDT value and the planned CBR. The original soil bearing capacity was 3.62 with the addition of native soil, zeolite stone and portland cement in 3 days of curing to 4.43, 4.85 and 5.08, with the

highest value of the largest subgrade bearing capacity at 3 days curing occurred at the addition of zeolite stone and 10% portland cement was 5.08 with a percentage increase from the original soil bearing capacity to 40.3%. As for the 7-day curing, it becomes 4.54, 5.01 and 5.25. The greatest value of subgrade bearing capacity occurred in the addition of zeolite stone and 10% portland cement, namely 5.25 with a percentage increase from the original soil bearing capacity to 45.02%.

Keywords: Clay, Zeolite, Portland Cement, California Bearing Ratio, Soil Bearing Capacity

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah adalah dasar dari sebuah struktur bangunan. Namun tidak semua tanah dalam suatu bangunan dapat digunakan. Sifat yang tidak baik dari tanah dapat mengakibatkan bangunan yang didirikan mengalami kerusakan. Hal tersebut sangat tidak diinginkan dalam suatu konstruksi. Maka dari itu, suatu kondisi tanah tertentu mempengaruhi kuat atau tidaknya suatu konstruksi.

Permasalahan yang muncul pada tanah lempung adalah nilai daya dukungnya yang rendah. Hal ini dikarenakan kuat gesernya yang kecil dan memiliki kompresibilitas yang tinggi, sehingga tanah ini sering menimbulkan masalah seperti sensitif dengan jumlah kadar air yang terkandung didalamnya, penurunan yang besar, dan dapat menyebabkan pondasi yang berada di atasnya mengalami kerusakan. Oleh karena itu, sangat diperlukan upaya untuk perbaikan tanah lempung untuk menghindari kegagalan tanah saat dipergunakan sebagai tanah dasar.

Stabilisasi tanah merupakan suatu usaha untuk memperbaiki sifat-sifat tanah. Uji perbaikan tanah telah banyak dilakukan, antara lain dengan pemadatan atau mencampur bahan kimia yang dapat menambah kekuatan tanah. Penambahan bahan kimia tertentu bukan saja dapat mengurangi sifat pengembangan dan sifat plastisitas, tetapi juga dapat meningkatkan kekuatan dan mengurangi besarnya

penurunan pada tanah. Berdasarkan uraian di atas, salah satu usaha untuk mengatasi kerusakan konstruksi karena tanah yang tidak stabil dengan menggunakan bahan alternative dimana dalam penelitian ini material yang digunakan adalah batu zeolit, dan semen portland sebagai stabilisasi.

Batu zeolid dapat dijumpai pada toko-toko, batu zeolid adalah senyawa zat kimia alumino-silikat berhidrat dengan kation natrium, kalium dan barium. Semen portland yang akan digunakan adalah semen yang biasa digunakan sehari-hari dapat dijumpai di toko bangunan atau pasar.

Pada penelitian ini akan digunakan tanah lempung pada lokasi daerah Desa Samba Kahayan Kecamatan Katingan Tengah, Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu upaya dalam meningkatkan daya dukung tanah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan yaitu :

- 1) Bagaimana sifat fisik dan mekanis tanah lempung asli di daerah desa Samba Kahayan, Kecamatan Katingan Tengah, Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah?
- 2) Bagaimana Kepadatan dan nilai CBR?
- 3) Bagaimana pengaruh penambahan batu zeolid dan semen portland

terhadap kepadatan dan nilai daya dukung tanah lempung?

1.3 Batasan Masalah

Mengingat terbatasnya waktu dalam pengumpulan data, maka studi ini dibatasi pada beberapa masalah sebagai berikut:

- 1) Sampel tanah lempung diambil dari kawasan Desa Samba Kahayan, Kecamatan Katingan Tengah, Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah.
- 2) Batu zeolit didapat dari toko-toko.
- 3) Semen portland yang digunakan adalah semen yang dijual di toko bangunan.
- 4) Tidak melakukan pengujian kandungan kimia pada tanah, batu zeolit dan semen portland.
- 5) Pengujian dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah jurusan Teknik sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangkaraya
- 6) Pengujian sifat fisik yang dilakukan di laboratorium meliputi :
 - a) Uji kadar air
 - b) Uji berat jenis
 - c) Uji batas-batas *Atterberg*
 - d) Uji berat volume
 - e) Uji analisa saringan

1.4 Tujuan Penelitian

- 1) Menganalisis sifat fisik dan mekanis tanah lempung didaerah desa Samba Kahayan, Kecamatan Katingan Tengah, Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah.
- 2) Menganalisis Kepadatan dan nilai CBR.
- 3) Menganalisis pengaruh penambahan batu zeolit dan semen portland terhadap kepadatan dan nilai daya dukung tanah lempung.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan tanah dengan ukuran mikrokonis sampai dengan sub mikrokonis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan. Tanah lempung sangat keras dalam

keadaan kering, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah, bersifat plastis pada kadar air sedang. Di Amerika bagian barat, untuk lempung yang keadaan plastisnya ditandai dengan wujudnya yang bersabun atau seperti terbuat dari lilin disebut "gumbo". Sedangkan pada keadaan air yang lebih tinggi tanah lempung akan bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak (Terzaghi, 1987).

Kadar Air terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah yang dinyatakan dalam persen. Tanah gambut mempunyai kadar air yang tinggi.

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana : w = Kadar air (%)

W_w = Berat air (gram)

W_s = Berat tanah kering (gram)

1. Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Berat jenis tanah adalah angka perbandingan antara berat isi butir tanah dan berat isi air suling pada temperatur dan volume yang sama. Berat jenis tanah ini digunakan untuk menentukan sampel tanah yang diuji pada jenis tanah tertentu.

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

Dimana : G_s = berat jenis

W₁ = berat picnometer (gram)

W₂ = berat picnometer dan bahan kering (gram)

W₃ = berat picnometer bahan dan air (gram)

W₄ = berat picnometer dan air (gram)

Batas *Atterberg* adalah batas konsistensi dimana keadaan tanah melewati keadaan lainnya dan terdiri atas batas cair, batas plastis, batas susut dan indek plastisitas.

a) Batas Cair (*Liquid Limit*)

Batas cair adalah kadar air minimum dimana tanah tidak mendapat gangguan dari luar. (Scott. C. R, 1994). Sifat fisik tanah dapat ditentukan dengan mengetahui batas cair suatu tanah, tujuannya adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada batas antara keadaan plastis dan keadaan cair. Batas cair ditentukan dari alat uji Casagrande. (ASTM D 4318-00).

b) Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis adalah kadar air minimum dimana tanah dapat dibentuk secara plastis. Tujuannya adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada keadaan batas antara keadaan plastis dan keadaan semi padat. (ASTM D 4318-00).

c) Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks plastisitas adalah selisih batas cair dan batas plastis. Dengan persamaan berikut :

$$PI = LL - PL$$

Dengan : PI = Plastic index

LL = Liquid limit

PL = Plastic limit

Indek platisitas (*PI*) merupakan interval kadar air di mana tanah masih bersifat platis. Karena itu, indeks plastisitas menunjukkan sifat keplastisan tanah. Karena itu, indeks plastisitas menunjukkan sifat keplastisan tanah. Jika tanah mempunyai *PI* tinggi, maka tanah mengandung banyak butiran lempung. Jika *PI* rendah, seperti lanau, sedikit pengurangan kadar air berakibat tanah menjadi kering.

2. Berat Volume (*Unit Weight*)

Berat volume (γ) adalah berat tanah per satuan volume. Para ahli tanah kadang-kadang menyebut berat volume (*unit weight*) sebagai berat volume basah (*moist unit weight*).

$$\gamma = \frac{w}{v} \quad (3)$$

Dimana : γ = Berat Volume Tanah (gr/cm^2)

w = berat tanah basah (gr)

v = volume total tanah (cm^3)

3. Analisa Saringan

Tujuan dari analisa saringan adalah untuk mengetahui ukuran butir dan susunan butir (gradasi) tanah yang tertahan disaringan no. 200

2.2 STABILISASI TANAH

Bowles (1984) mengemukakan bahwa ketika tanah di lapangan bersifat sangat lepas atau sangat mudah tertekan atau pun memiliki indeks konsistensi yang tidak stabil, permeabilitas yang cukup tinggi, atau memiliki sifat-sifat lain yang tidak diinginkan yang membuatnya tidak sesuai untuk digunakan di dalam suatu proyek konstruksi, maka tanah tersebut perlu dilakukan usaha stabilisasi tanah.

Bowles (1984) menyatakan bahwa stabilisasi tanah mungkin dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Meningkatkan kepadatan tanah.
2. Menambahkan bahan-bahan inert untuk meningkatkan kohesi dan/atau kekuatan geser dari tanah.
3. Menambahkan bahan-bahan yang mampu mengakibatkan perubahan secara kimiawi ataupun fisik dari tanah.
4. Merendahkan permukaan air tanah.
5. Memindahkan dan/atau mengganti tanah yang bersifat buruk tersebut.

2.3 BATU ZEOLIT

Kata "zeolit" berasal dari kata Yunani *zein* yang berarti membuih dan *lithos* yang berarti batu. Zeolit merupakan mineral hasil tambang yang bersifat lunak dan mudah kering. Warna dari zeolit adalah putih keabu-abuan, putih kehijau-hijauan, atau putih kekuning-kuningan. Ukuran kristal zeolit kebanyakan tidak lebih dari 10-15 mikron (Mursi Sutarti, 1994).

Zeolit terbentuk dari abu vulkanik yang telah mengendap jutaan tahun silam. Sifat-

sifat mineral zeolit sangat bervariasi tergantung dari jenis dan kadar mineral zeolit. Zeolit mempunyai struktur berongga biasanya rongga ini diisi oleh air serta kation yang bisa diperuntukkan dan memiliki ukuran pori tertentu. Oleh karena itu zeolite dapat dimanfaatkan sebagai penyaring molekuler, senyawa penukar ion, sebagai filter dan katalis.

2.4 SEMEN PORTLAND

Semen Portland adalah jenis umum yang digunakan secara umum di seluruh dunia sebagai bahan dasar beton, mortar, plester, dan adukan non-spesialisasi Semen ini dikembangkan dari jenis lain kapur hidraulis di Britania Raya pada pertengahan abad ke-19, dan biasanya berasal dari batu kapur. Semen ini adalah serbuk halus yang diproduksi dengan memanaskan batu gamping dan mineral tanah liat dalam tanur untuk membentuk klinker, penggilingan klinker, dan menambahkan sejumlah kecil bahan lainnya. Beberapa jenis semen Portland tersedia, yang paling umum disebut semen Portland biasa (OPC), berwarna abu-abu, namun semen Portland putih juga tersedia. Semen Portland bersifat kaustik, sehingga bisa menyebabkan luka bakar kimia. Bubuk tersebut dapat menyebabkan iritasi atau, dengan paparan yang parah, kanker paru-paru, dan dapat mengandung beberapa komponen berbahaya; Seperti kristal silika dan kromium heksavalensi. Kekhawatiran lingkungannya adalah konsumsi energi yang tinggi yang dibutuhkan untuk menambang, memproduksi, dan mengangkut semen; serta polusi udara terkait, termasuk pelepasan gas rumah kaca (misalnya karbon dioksida), dioksin, NO_x, SO₂ dan partikulatnya.

2.5 PEMADATAN TANAH

Pemadatan tanah adalah suatu proses memadatkan partikel tanah sehingga terjadi pengurangan volume udara dan volume air dengan memakai cara mekanis. Pemadatan dilakukan bila tanah

dilapangan membutuhkan perbaikan untuk mendukung konstruksi diatasnya, atau tanah akan digunakan sebagai bahan timbunan. Maksud dari pemadatan tanah adalah sebagai berikut :

1. Menambahkan nilai kuat geser tanah,
2. Mengurangi sifat mudah mampat (kompresibilitas),
3. Mengurangi sifat permeabilitas, dan
4. Mengurangi perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air dan lainnya.

2.6 CBR

Uji CBR berasal dari Departemen Transportasi California tahun 1929. Uji ini dimaksudkan untuk menentukan kelayakan suatu lapisan tanah yang akan digunakan sebagai sub base atau base course dalam konstruksi jalan raya. Harga CBR digunakan untuk menilai kemampuan tanah, utamanya digunakan sebagai California Bearing Ratio (CBR)

Base atau *subbase* dibawah perkerasan jalan atau lapangan terbang, CBR dapat dibagi atas :

a. CBR Lapangan

CBR lapangan disebut juga CBR *inplace* atau *field* CBR dengan kegunaan sebagai berikut :

- 1) Mendapatkan CBR asli di lapangan sesuai dengan kondisi tanah dasar.
- 2) Untuk mengontrol apakah kepadatan yang diperoleh sudah sesuai dengan yang diinginkan.

b. CBR Laboratorium

Tanah dasar pada konstruksi jalan baru dapat berupa tanah asli, tanah timbunan atau tanah galian yang dipadatkan sampai mencapai 95% kepadatan maksimum. Dengan demikian daya dukung tanah dasar merupakan kemampuan lapisan tanah yang memikul beban setelah tanah itu dipadatkan. CBR ini disebut CBR Laboratorium, karena disiapkan di Laboratorium. CBR Laboratorium dibedakan atas 2 macam, yaitu CBR Laboratorium rendaman dan CBR

Laboratorium tanpa rendaman. Pada penelitian ini akan dilakukan CBR laboratorium tanpa rendaman adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standart dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Uji CBR ini bertujuan untuk mengetahui nilai CBR pada variasi kadar air pemadatan.

Makin tinggi nilai CBR tanah (subgrade) maka lapisan perkerasan di atasnya akan semakin tipis, dan sebaliknya semakin kecil nilai CBR (daya dukung tanah rendah) maka akan semakin tebal lapisan perkerasan di atasnya sesuai beban yang akan dipikulnya. Dengan demikian daya dukung tanah dasar tersebut merupakan nilai kemampuan lapisan tanah memikul beban setelah tanah tersebut dipadatkan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk mengetahui campuran batu zeolid, dan semen portland sebagai bahan alternatif campuran tanah dasar. Pembuatan dan pengujian pada sampel akan dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.

Penelitian ini dari tahapan-tahapan sebagai berikut :

- a) Pengambilan Data
- b) Metode pencampuran sampel tanah dengan batu zeolit dan semen portland.
- c) Pengolahan Data di Laboratorium
- d) Pemeriksaan sifat fisik dan sifat mekanik tanah asli.
- e) Pemeriksaan sifat mekanik campuran.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah

Penelitian ini mengambil sampel tanah pada 25 November 2020 pukul 09.00 WIB, di Desa Samba Kahayan, Kelurahan Kasongan Lama, Kabupaten Katingan, Provinsi Kalimantan Tengah. Berdasarkan penelitian yang dilakukan di

Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya, diperoleh hasil penelitian pada tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah

Jenis Pemeriksaan	Satuan	Hasil Pengujian Rata-Rata
Kadar Air (w)	%	40,45
Berat Isi Basah (γ)	gr/cm ³	1,55
Berat Isi Kering (γ_d)	gr/cm ³	1,27
Berat Jenis (<i>Specific Gravity</i>)	Gs	2,72
Angka Pori (e)	e	1,15
Derajat Kejuhan	%	94,90
Porositas (n)		0,54
Batas-batas Atterberg		
- Batas cair (LL)	%	41,81
- Batas Plastis (PL)	%	23,50
- Indeks Plastisitas (PI)	%	18,31
- Batas Susut (SL)	%	16,40
Analisa Saringan		
- Berat tertahan di saringan No 200	%	38,10
- Lolos saringan	%	61,69
Analisis Hydrometer	%	8,69

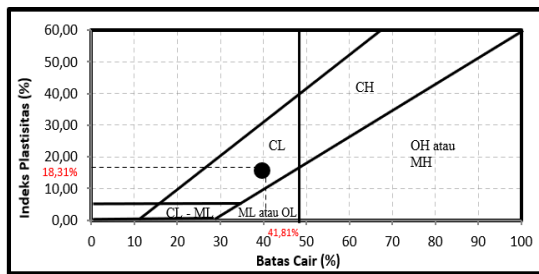
Sumber : Analisis Data (2021)

4.2 Sistem Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah yang digunakan dalam penelitian ini digunakan sistem klasifikasi *Unified* (USCS) dan AASTHO. Klasifikasi tanah berdasarkan sistem USCS mengikuti prosedur sebagai berikut:

1. Persentase material lolos saringan No.200 (0,075 mm) di dapat nilai rata-rata 61,69% > 50%, maka tanah tersebut termasuk tanah berbutir halus.
2. Dari hasil pemeriksaan batas-batas atterberg, di dapat nilai batas cair (LL) rata-rata sebesar 41,81% < 50%, maka tanah tersebut termasuk kelompok ML, CL atau OL.
3. Dari hasil pemeriksaan batas-batas atterberg, di dapat nilai batas plastis (PL) rata-rata sebesar 23,50%, jadi dapat dihitung nilai indeks plastisitas $PI = LL - PL = 41,81\% - 23,50\% = 18,31\%$.
4. Dari grafik batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) yang diplot maka tanah tersebut termasuk kelompok CL (Lempung organik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang).

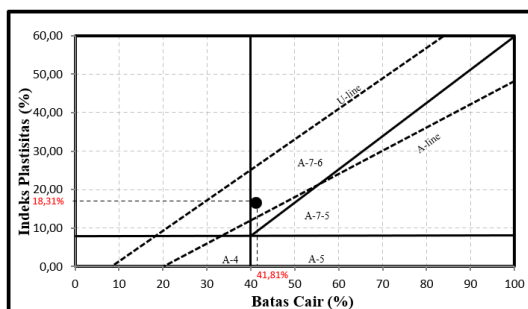
Berikut adalah grafik sistem klasifikasi berdasarkan *Unified (USCS)* :



Gambar 1 Sistem Klasifikasi Berdasarkan USCS

Klasifikasi tanah berdasarkan sistem AASHTO mengikuti prosedur sebagai berikut:

1. Dari hasil pemeriksaan analisis saringan, persentase material lolos saringan No. 200 (0,075 mm) adalah $61,69\% > 35\%$, maka tanah tersebut termasuk dalam klasifikasi lanau-lempung, kelompok A-4, A-5, A-6 atau A-7.
2. Pemeriksaan batas-batas *Atterberg* didapat nilai batas cair (LL) rata-rata sebesar $41,81\% > 40\%$ dan indeks plastisitas (PI) rata-rata sebesar $18,31\% > 11\%$ maka tanah tersebut termasuk kelompok sub grup A-7-6 (Tanah berlempung sedang sampai buruk).



Gambar 2 Sistem Klasifikasi Berdasarkan AASTHO

Kelompok A-7 adalah kelompok tanah lempung yang lebih bersifat plastis. Tanah ini mempunyai sifat perubahan volume besar. Sistem klasifikasi ini membagi tanah dalam beberapa kelompok yang setiap kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompoknya (GI).

$$GI = ((F - 35) (0,2 + 0,005 (LL - 40)) + (0,01 (F - 15) (PI - 10)))$$

$$GI = ((61,69-35) (0,2+0,005 (41,81-40)) + (0,01 (61,69-15) (18,31-10))) = 9,46 \sim 9$$

Jadi, tanah diklasifikasikan sebagai tanah berlempung dalam kelompok A-7-6 (9).

4.3 Hasil Pengujian Sifat Mekanik Tanah

Pemadatan Laboratorium

Pemadatan laboratorium bertujuan untuk mengetahui nilai berat isi kering tanah optimum yang telah dipadatkan sebagai berikut:

1. Sampel tanah ditimbang untuk menghitung masing-masing kadar air dari kelima sampel tanah (volume = volume mold = 995 cm^3)

$$\gamma_b = \frac{W}{V}$$

2. Ambil sedikit tanah sebanyak 30 – 40 gr, untuk mengetahui kadar airnya (w), lalu hitung γ_d

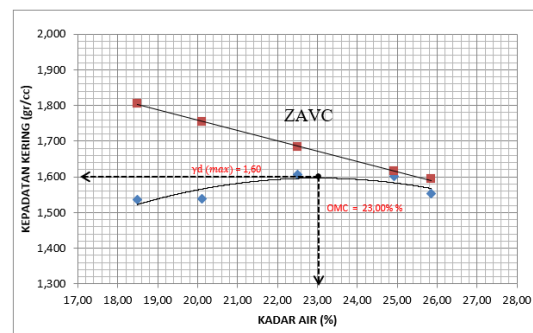
$$\gamma_d = \frac{\gamma}{100 + w} \times 100\%$$

3. Lakukan untuk setiap sampel tanah (5 kali percobaan)
4. Plotkan nilai γ_d (sumbu –y) dan kadar air (w) sumbu x dari setiap sampel tanah
5. Tentukan kadar air maksimumnya (w_{opt})

Contoh perhitungan: Dik : $W = 1851 \text{ gr}$,
 $V = 925,51 \text{ cc}$, $w = 24,93 \%$

$$\gamma = \frac{1851}{925,51} = 2,00 \text{ g/cc}$$

$$\gamma_d = \frac{2,00}{100+24,93} \times 100\% = 1,60 \text{ g/cc}$$



Gambar 3 Grafik Pemadatan

Dari grafik di atas didapat nilai berat isi kering maksimum ($\gamma_d \text{ max}$) = 1,60. Kadar air optimum (OMC) = 23,00%, dengan rumus:

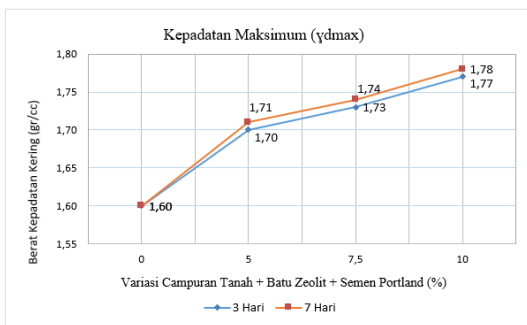
$$\gamma_{ZAV} = \frac{\gamma W}{(w\%/100) + (1/G_s)}$$

Keterangan:

- Gs : berat jenis tanah
- W : berat isi air
- γW : kadar air

Variasi Campuran	Kadar Air Optimum (%)			Kepadatan Kering Maksimum (g/cc)		
	0 Hari	3 Hari	7 Hari	0 Hari	3 Hari	7 Hari
Tanah Asli 100%	23,00	-	-	1,60	-	-
Tanah Asli + Batu Zeolit 5% + Semen Portland 5%	-	20,34	19,60	-	1,70	1,71
Tanah Asli + Batu Zeolit 7,5% + Semen Portland 7,5%	-	17,81	18,40	-	1,73	1,74
Tanah Asli + Batu Zeolit 10% + Semen Portland 10%	-	15,5	17,24	-	1,77	1,78

Tabel 2 Hasil Pemeriksaan Pematatan Tanah
Sumber: Hasil Penelitian (2021)



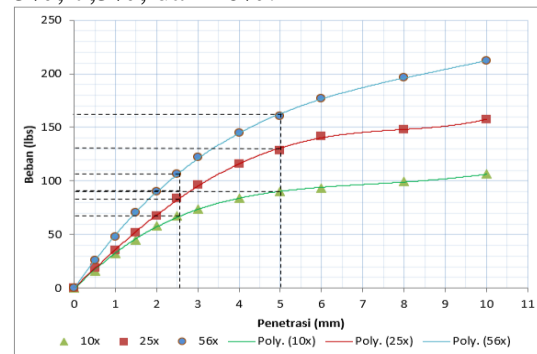
Gambar 4 Grafik Pematatan Waktu Pemeraman 3 Hari dan 7 Hari

Pada pengujian pematatan dapat dilihat bahwa berat isi kering tanah asli adalah sebesar 1,60 g/cc. Dengan penambahan batu zeolit, dan semen portland didapatkan berat isi kering terbesar menurut grafik di atas sebesar 1,78 g/cc dengan kadar variasi campuran tertinggi sebesar 10% dengan waktu pemeraman 7 hari. Maka dapat disimpulkan terjadi kenaikan persentase berat isi kering tanah

sebesar 11.3% dari tanah asli ke persentase variasi campuran tertinggi 10% di pemeraman 7 hari.

CBR (California Bearing Ratio)

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan nilai CBR dengan mengetahui kuat hambatan campuran tanah dengan batu zeolit, dan semen portland terhadap penetrasi kadar air optimum dengan waktu pemeraman 3 hari dan 7 hari dengan variasi campuran 0%, 5%, 7,5%, dan 10%.

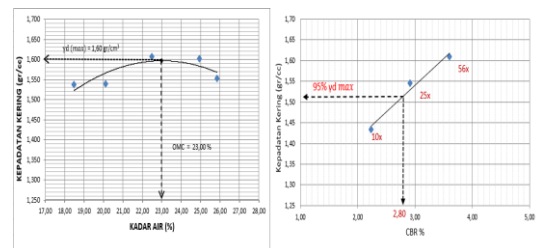


Gambar 5 : Grafik CBR

Tabel 3 Hasil Pemeriksaan Pematatan Tanah

Pukulan	10x	25x	56x
Penetrasi 1,0	67/1000 x = 2,23	82/1000 x = 2,73	107/1000 x = 3,57
Penetrasi 2,0	91/1500 x = 2,02	131/1500 x = 2,91	162/1500 x = 3,60

Sumber: Hasil Penelitian (2021)

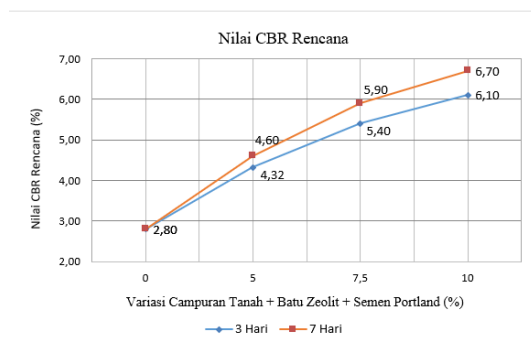


Gambar 6 Grafik CBR Rencana

Dari grafik pada Gambar 6 didapat dengan nilai CBR rencana; 2,8% untuk tanah asli seperti terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Pemeriksaan CBR Rencana

Variasi Campuran	Kepadatan Kering Maksimum (g/cm ³)			Nilai CBR Rencana (%)		
	0 Hari	3 Hari	7 Hari	0 Hari	3 Hari	7 Hari
	Tanah Asli 100%	1,60	-	-	2,80	-
Tanah Asli + Batu Zeolit 5% + Semen Portland 5%	-	1,70	1,71	-	4,32	4,60
Tanah Asli + Batu Zeolit 7,5% + Semen Portland 7,5%	-	1,73	1,74	-	5,40	5,90
Tanah Asli + Batu Zeolit 10% + Semen Portland 10%	-	1,77	1,78	-	6,10	6,70



Gambar 7 Grafik Hasil Pengujian CBR Laboratorium Waktu Pemeraman 3 Hari dan 7 Hari

Berdasarkan hasil pengujian CBR Laboratorium dapat disimpulkan bahwa nilai CBR tanah asli cukup rendah yaitu 2,80%. Sedangkan penambahan batu zeolit dan semen protland dengan variasi campuran 5%, 7,5%, dan 10% dengan waktu pemeraman 3 hari dan 7 hari, dapat meningkatkan nilai CBR bahkan disetiap penambahan campurannya. Pada campuran pertama nilai CBR naik menjadi 4,32% meningkat menjadi 54,2% dari tanah asli, pada campuran kedua nilai CBR naik menjadi 5,40% meningkat

menjadi 92,8% dari tanah asli dan campuran ketiga nilai CBR naik menjadi 6,10% meningkat menjadi 117,8% dari tanah asli untuk pemeraman 3 hari. Untuk pemeraman 7 hari pada campuran pertama CBR naik menjadi 4,60% meningkat menjadi 64,2% dari tanah asli pada campuran kedua nilai CBR naik menjadi 5,90% meningkat 110,7% dari tanah asli dan campuran ketiga nilai CBR naik 6,70 % meningkat sebesar 139,2% dari tanah asli.

Hubungan Daya Dukung Tanah dengan CBR_{rencana}

Daya dukung tanah dasar (DDT) merupakan salah satu parameter yang digunakan dalam nonogram penetapan indeks tebal perkerasan (ITP). Nilai daya dukung tanah dasar didapat dari hari grafik kolerasi CBR tanah dasar terhadap DDT, secara analitis nilai DDT dengan menggunakan persamaan berikut (Sukirman,1999).

$$DDT = 4,3 \text{ Log CBR} + 1,7$$

Keterangan:

Tanah Asli : 2,80%

DDT : Daya dukung tanah dasar

CBR : Nilai CBR tanah dasar

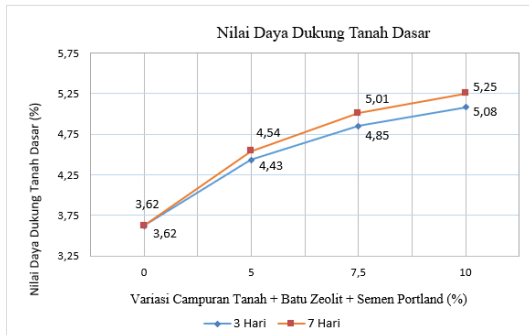
Di dapat nilai DDT sebagai berikut :

$$DDT = 4,3 \times \text{Log } 2,80 + 1,7 = 3,62\%$$

Tabel 5 Grafik Hasil Pengujian Daya Dukung Tanah

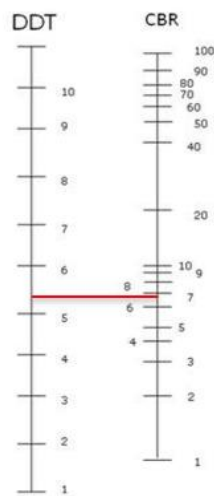
Variasi Campuran	Nilai CBR _{rencana} (%)			Nilai Daya Dukung Tanah Dasar		
	0 Hari	3 Hari	7 Hari	0 Hari	3 Hari	7 Hari
	Tanah Asli 100%	2,80	-	-	3,62	-
Tanah Asli + Batu Zeolit 5% + Semen Portland 5%	-	4,32	4,60	-	4,43	4,54
Tanah Asli + Batu Zeolit 7,5% + Semen Portland 7,5%	-	5,40	5,90	-	4,85	5,01

		7,5%				
Tanah Asli + Batu Zeolit 10% + Semen Portland 10%	-	6,10	6,70	-	5,08	5,25



Gambar 8 Grafik Hasil Pengujian Daya Dukung Tanah

Dari tabel 8 didapat bahwa nilai daya dukung tanah asli adalah sebesar 3,62 dengan penambahan campuran batu zeolit, dan semen portland pemeraman 3 hari meningkat menjadi 4,43, 4,85 dan 5,08 dan untuk pemeraman 7 hari meningkat menjadi 4,54, 5,01 dan 5,25. Nilai daya dukung terbesar terjadi di pencampuran batu zeolit dan semen portland 10% pada hari ke 7 yaitu 5,25. Nilai yang telah didapat selanjutnya akan dilihat pada grafik hubungan antar CBR dengan DDT (daya dukung tanah).



Gambar 9 Grafik Hubungan DDT dengan CBR

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian sifat-sifat fisik tanah asli didapat nilai, kadar air (w) = 40,45%; berat isi Tanah (γ) = 1,55 g/cm³; berat isi kering (γ_d) = 1,27 g/cm³; berat jenis (G_s) = 2,72; batas-batas Atterberg yaitu Batas Cair (*Liquid Limit*) = 41,81%; Batas Plastis (*Plastic Limit*) = 23,50%; Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*) = 18,31%; Batas Susut (*Shrinkage Limit*) = 16,40%; Analisis saringan persentase lolos saringan No.200 = 61,69%. Berdasarkan klasifikasi tanah USCS, tanah di Desa Samba Kahayan, Kecamatan Katingan Tengah, Kabupaten Katingan, Provinsi Kalimantan Tengah termasuk kelompok CL (kelompok tanah lempung dengan batas cair rendah) dan Berdasarkan klasifikasi tanah AASHTO, tanah ini termasuk kelompok A-7-6 yaitu tanah lempung yang lebih bersifat plastis.
2. Dari pengujian laboratorium tanah asli didapat nilai, OMC = 23,00%, dan γ_{dmax} = 1,60 (gr/cc) dan nilai $CBR_{rencana}$ tanah asli adalah 2,80%. Setelah dilakukan stabilisasi dengan penambahan campuran batu zeolit, dan semen portland dengan kadar persentase batu zeolit dan semen portland yang bertambah dari 5%, 7,5% 10% waktu pemeraman 3 hari, didapat nilai $CBR_{rencana}$ dari nilai $CBR_{rencana}$ tanah aslinya 2,80% menjadi sebesar 4,32%, 5,40%, 6,10%. Untuk nilai $CBR_{rencana}$ tertinggi dengan persentase 10% sebesar 6,10% meningkat menjadi 117%, dan pemeraman 7 hari didapat nilai $CBR_{rencana}$ 4,60%, 5,90%, 6,70%. Untuk nilai $CBR_{rencana}$ tertinggi dengan persentase 10% sebesar 139,20%, sehingga campuran tanah asli, batu zeolite dan semen portland mempunyai pengaruh dalam stabilisasi tanah.

Campuran batu zeolite dan semen portland yang dicampurkan dengan tanah asli berdampak pada meningkatnya nilai daya dukung tanah yang didapatkan dari hubungan antara nilai DDT dengan $CBR_{rencana}$. Daya dukung tanah asli adalah sebesar 3,62 dengan penambahan tanah asli, batu zeolite dan semen portland di pemeraman 3 hari menjadi 4,43, 4,85 dan 5,08, dengan nilai tertinggi daya dukung tanah dasar terbesar di pemeraman 3 hari terjadi di penambahan batu zeolite dan semen portland 10% sebesar 5,08 dengan persentase kenaikan dari daya dukung tanah asli menjadi 40,3%. Sedangkan untuk pemeraman 7 hari menjadi 4,54, 5,01 dan 5,25. Nilai daya dukung tanah dasar terbesar terjadi di penambahan batu zeolite dan semen portland 10% yaitu 5,25 dengan persentase kenaikan dari daya dukung tanah asli menjadi 45,02%.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Materials (ASTM) D 423-66. 1972. *Standard Test Method of Test for Liquid Limit of Soil*.
- ASTM D – 653. 1997. *Standard Terminology Relating to Soil, Rock and Contained Fluids*. the American Society of Civil Engineers and the American Society for Testing and Materials. Jurisdiction of ASTM Committee. USA.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) D 1883-73. 2002. *Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils*.
- ASTM International. 2002. *Standard Test Method for Specific Gravity of Soil by Water Pycnometer (ASTM D 854)*, United State: ASTM International
- ASTM International. 2002. *Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils (ASTM D 422 – 63)*, United State: ASTM International
- ASTM International. 2005. *Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index Soils (ASTM D 4318)*, United State: ASTM International
- ASTM International. 2005. *Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass (ASTM D 2216)*, United State: ASTM International
- ASTM International. 2006. *Standard Test Method for Amount of Material in Soils Finer than No. 200 (75- μ m) Sieve (ASTM D 1140)*, United State: ASTM International
- ASTM International. 2006. *Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristic of Soil using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³ (2,700 kNm/m³)) (ASTM D 1557)*, United State: ASTM International
- Abduh, Muh. 2013. *Pemanfaatan Campuran Pasir Dan Semen Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung Tanon Sragen* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Bowles, J. 1984. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Edisi Kedua. Jakarta: Erlangga.
- Bowles, E.J. 1989. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta: PT. Erlangga.
- Bowles, Joseph E. Johan K. Helnim. 1991. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika tanah)*. Jakarta: PT. Erlangga.
- Canonica, Lucio. 1991. *Memahami Mekanika Tanah*. Bandung: Angkasa.
- Cowd, M.A., 1991, *Kimia Polimer*. Bandung, Penerbit ITB.
- Foth, Henry D & Adisoemarto S. 1994. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta: Erlangga

- Hardiyatmo. 1999. *Mekanika Tanah I*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2002. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2006. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2012. *Mekanika Tanah I*. Edisi keenam. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Terzaghi, K., Peck, R. B. 1987. *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*. Jakarta: Erlangga.