

ANALISA PENGGUNAAN CAMPURAN SEMEN PADA TIMBUNAN TANAH LUNAK DALAM MENINGKATKAN DAYA DUKUNG TERHADAP NILAI UJI CBR

Kamaluddin¹⁾, Nela Permata Sari²⁾, Marwan Lubis³⁾

¹⁾Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area

²⁾Program Studi Ekonomi Pembangunan Universitas Tjut Nyak Dien

³⁾Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sumatera Utara

klubis250@gmail.com

Abstrak

Tanah merupakan suatu elemen penting pada struktur lapis pondasi bawah Pekerjaan timbunan /tanggul khususnya timbunan jalan tanah lunak harus mempunyai daya dukung yang kuat agar kekuatan lapis jalan mampu menahan beban yang dipikul juga terhadap bahayalongsor/ geser tanah disebabkan sifat tanah tidak stabil. Secara khusus tanah terkadang mempunyai sifat berbeda di lapangan banyak ditemukan tanah memiliki daya dukung rendah dan Indeks Plastisitas tinggi seperti tanah lempung, A-7. dan sering terjadi kegagalan daya dukung pondasi jalan. Oleh karena itu perlu melakukan stabilisasi tanah dengan tujuan meningkatkan daya dukung tanah tersebut. Metode penelitian menggunakan metode AASTHO dan USCS dengan menentukan karakteristik tanah baik sifat fisis maupun sifat mekanis. akan didapatnya parameter serta karakteristik tanah lempung tersebut. Penelitian bertujuan menentukan daya dukung tanah dengan cara menambah semen terhadap campuran tanah lunak dengan komposisi tertentu yang kemudian diuji dengan California bearing ratio (CBR) uji soaked.. Sedangkan komposisi campuran digunakan dalam penambahan campuran semen sebesar 5%, 10%, dan 15% dari berat agregat dalam uji CBR sedangkan penambahan jumlah air optimum OMC24% berdasarkan uji proctor standard, uji waktu pemeraman benda uji yaitu 1, 7, dan 14 hari. Dari hasil uji yang dilakukan didapat dari uji nilai CBR terbesar terjadi pada variasi penambahan Semen 15% dengan lama waktu pemeraman 14 hari diperoleh sebesar CBR sebesar 185.50%, Kesimpulan tanah lunak yang mempunyai IP rendah bila dicampur dengan semen dengan komposisi campuran tertentu dan kemudian dilakukan uji proctor dengan nilai kadar air optimum tertentu sangat berpengaruh terhadap perubahan sifat tanah lempung baik sifat fisis dan mekanis sehingga nilai stabilisasi tanah dari uji CBR akan meningkat.

Kata Kunci : Nilai CBR Unsoaked, Waktu Pemeraman, Stabilisasi Tanah Lunak.

I. PENDAHULUAN

Kekuatan tanah dasar lapis ac-bc perkerasan jalan merupakan hal utama yang sangat penting agar pondasi dapat memikul bobot kendaraan (Mantiri et al., 2019)

Jenis tanah yang memenuhi persyaratan untuk material timbunan tanah yang dipilih sebaiknya tidak termasuk tanah indeks plastisitas tinggi atau tanah yang nilai CBRnya tidak kurang dari 6 % setelah perendaman 4 hari (Akbar, 2017)

Pada rencana jalan daerah tertentu tanah lunak untuk memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan sulit didapat. Hal ini seringkali tidak ada pilihan lain untuk material timbunan, sehingga tanah indeks plastisitas tinggi seperti tanah jenis A-7 (jenis tanah lempung) digunakan sebagai material timbunan (Maryati & Apriyanti, 2016).

Uji CBR laboratorium dengan penambahan semen sebagai bahan campuran tanah lempung merupakan salah satu campuran atau juga filler untuk meningkatkan stabilisasi tanah karena semen mempunyai daya ikat yang kuat bila dicampurkan kedalam campuran tanah (Ramadhan et al., 2020).

Nilai CBR pada tanah lunak dapat ditingkatkan dengan cara pemadatan, pada pengujian dilakukan

mengacu pada kadar air optimum (*Optimum moisture Content*) (Kusuma et al., 2020)

Sedangkan Berat Isi kering maksimum (*Maximum Dry Density*). Menurunkan Nilai CBR tanah dasar jalan bila diperoleh 1,26 % , termasuk tanah tersebut kategori buruk (Akbar, 2017).

Peranan tanah ini sangat penting dalam perencanaan atau pelaksanaan perkerasan terutama timbunan pondasi jalan tersebut berfungsi untuk mendukung beban yang ada di atasnya, oleh karena itu tanah yang akan dipergunakan untuk mendukung konstruksi harus dipersiapkan terlebih dahulu sebelum dipergunakan sebagai tanah dasar (*subgrade*) (Tenrianjeng, 2012)

Sejarah transportasi secara keseluruhan mencakup sejarah peradaban manusia. ketika, pada masa Paleolitik dan Neolitik Awal manusia melakukan aktivitas secara berpindah-pindah masih menggunakan kedua kakinya (Istianto, 2019)

Kegiatan manusia di dalam memenuhi kebutuhan hidupnya terkadang harus menyebabkan melakukan mobilisasi, oleh karena itu dibutuhkan sarana yang mendukung kegiatan mobilisasi tersebut (Hardiyatmo, 1992)

Pertumbuhan bertambahnya jumlah manusia Jalan adalah faktor utama yang menjadi penopang kegiatan manusia di dalam melakukan

perpindahan. Merujuk pada (Undang-Undang RI Nomor 38 Tentang Jalan, 2004) jalan sebagai salah satu prasarana transportasi merupakan unsur penting dalam pengembangan kehidupan berbangsa dan bernegara, dalam pembinaan persatuan dan kesatuan bangsa, wilayah negara, dan fungsi masyarakat serta dalam memajukan kesejahteraan umum. Jalan sebagai bagian system transportasi nasional memiliki fungsi utama dalam mendukung bidang ekonomi, sosial budaya dan lingkungan yang kembangkan melalui pendekatan pengembangan wilayah agar tercapai keseimbangan dan pemerataan pembangunan antar daerah, membentuk dan memperkuat kesatuan nasional untuk menetapkan pertahanan dan keamanan nasional, serta membentuk struktur ruang dalam rangka mewujudkan sasaran pembangunan nasional (Nilawati et al., 2021)

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 California Bearing Ratio

Dalam menentukan daya dukung tanah, terdapat beberapa cara untuk mengetahui kemampuan tanah dalam memikul beban, salah satunya adalah pengujian *California Bearing Ratio*.

California Bearing Ratio merupakan suatu pengujian untuk menentukan jumlah bahan yang digunakan sebagai lapisan pondasi terhadap suatu bahan standart (Badan Litbang Kementerian PUPR, 2015)

Penentuan daya dukung tanah dengan *California Bearing Ratio*, tidaklah terlepas dari pengujian- pengujian parameter tanah lainnya, akan tetapi semuanya saling berhubungan. Oleh karena itu sebelum melakukan pengujian *California Bearing Ratio* diperlukan pada pengujian-pengujian tanah lainnya salah satunya adalah pengujian kadar air optimum (Andriani et al., 2012)

CBR adalah suatu metode empiris untuk mengukur nilai kepadatan tanah. Metode ini mula-mula diciptakan oleh O.J Porter, kemudian dikembangkan di California, Amerika Serikat. Metode ini mengkombinasikan percobaan pembebanan penetrasi dilaboratorium atau dilapangan dengan rencana empiris untuk menentukan tebal lapisan perkerasan (Badan Litbang Kementerian PUPR, 2015).

Untuk mendapatkan nilai CBR tersebut dinamakan tebal lapisan perkerasan Pelaksanaan pembangunan konstruksi jalan harus terlebih dahulu memperhatikan subgrade-nya agar lapis AC-BC tidak terjadi kerusakan pada saat menahan beban lalu lintas yang akan diterima (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017)

Analisis pengaruh penambahan komposisi bahan semen untuk stabilisasi tanah lempung terhadap nilai CBR Lab, dengan tujuan untuk mengetahui nilai daya dukung tanah terhadap penambahan semen, nilai stabilitas dan indeks plastisitas (IP dan nilai CBR) pada tanah lempung (Kurniawan et al., 2014).

Dalam pelaksanaan konstruksi jalan tol, terdapat cukup banyak hal yang dapat diangkat menjadi topic permasalahan, yaitu antara lain: Daya dukung tanah dasar Metode CBR lapangan Kandungan air pada tanah dasar (*subgrade*) (Irfan et al., 2021)

Pemadatan tanah timbun sebagai lapisan tanah dasar (*subgrade*) Parameter plastisitas dihitung melalui percobaan atterberg limit dan parameter daya dukung dihitung melalui percobaan CBR laboratorium dan *Unconfined Compression Strength* (Darwis, 2018)

2.2 Sistem Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi memberikan suatu bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara mudah sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi tanpa penjelasan yang terperinci. Sebagian besar sistem klasifikasi tanah yang telah dikembangkan untuk tujuan rekayasa didasarkan pada sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butir dan plastisitas (Badan Standarisasi Nasional, 2015).

2.3 Sistem Klasifikasi Unified

Sistem klasifikasi *unified* mengelompokkan tanah ke dalam dua kelompok besar, yaitu : Tanah berbutir kasar (*coarse-grained-soil*), yaitu tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50 % berat total contoh tanah lolos ayakan no 200 (Badan Standarisasi Nasional, 2015)

Symbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal G atau S, G adalah untuk kerikil (*gravel*) atau tanah berkerikil, dan S adalah untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir. Tanah berbutir (*fine-grained-soil*) yaitu tanah dimana lebih dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan No 200. Simbol dari kelompok ini dimulai dari huruf awal M untuk lanau telah (*silt*) anorganik C untuk lempung (*clay*) anorganik, dan O untuk lanau-organic dan lempung organic. Symbol PT. Digunakan untuk tanah gambut (*peat*) muck dan tanah-tanah lain dengan kadar organik tinggi (Das, 2021)

Symbol-simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi USCS adalah :

| | |
|---|---|
| W | = <i>well graded</i> (tanah dengan gradasi yang baik) |
| P | = <i>Poorly graded</i> (tanah dengan gradasi buruk) |
| L | = <i>low plasticity</i> (plastisitas rendah) (LL < 50) |
| H | = <i>high plasticity</i> (plastisitas tinggi) (LL > 50) |

Tanah berbutir kasar ditandai dengan symbol kelompok seperti : GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM dan SC.

Untuk klasifikasi yang benar, factor-faktor berikut ini perlu diperhatikan: Persentase butiran yang lolos ayakan No. 200 (ini adalah fraksi halus) Persentase fraksi kasar yang lolos ayakan No. 40

Koefisien keseragaman (uniformy coefisien, Cu) dan koefisien gradasi (gradation coefficient, Cc) untuk tanah dimana 0-12 % lolos ayakan No 200 Batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) bagaian tanah yang lolos ayakan No. 40 (untuk tanah dimana 5% lebih lolos ayakan No. 200). Bilamana persentase butiran yang lolos ayakan No 200 adalah antara 5 sampai dengan 12% symbol ganda seperti GW- GM, GP-GM, GW-GC, SW-SC, SP-SM, dan SP-SC diperlukan klasifikasi tanah berbutir halus dengan menggunakan symbol ML, CL, OL, MH, CH, dan OH didapat dengan cara menggambarkan batas cair dan indeks plasisitas yang bersangkutan pada bagan plastisitas

2.4 Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi tanah ini dikembangkan dalam tahun 1929 oleh public roadadministration classification system. Sistem ini sudah mengalami beberapa perbaikan versi yang saat ini berlaku adalah yang diajukan oleh commite on classification of material for subgrade and gramular type road of the highwayresearchboarddalam(ASTMStandartNoD328 2, AASHTO metode M145)(Tri Mulyono2017)

Pada sistem ini tanah diklasifikasikan kedalam tujuh kelompok besar yaitu A-1 sampai A-7. Tanah yang diklasifikasikan A-1, A-2, dan A-3 adalah tanah berbutir dimana 35% atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos ayakan No.200. Tanah dimana lebih dari 35% butirannya lolos ayakan No200 diklasifikasikan kedalam kelompok A-4, A-5,A-6 dan A-7. Butiran dalam kelompok A-4 sampai dengan A-7 tersebut sebagian besar adalah lanau dan lempung sistem klasifikasi ini didasarkan pada kriteria dibawah ini : Ukuran butir Kerikil bagian tanah yang lolos ayakan dengan diameter 75 mm (3 in) dan yang tertahan pada ayakan No 200 (2 mm) Pasir bagian tanah yang lolos ayakan no 10 (2 mm) dan yang tertahan pada ayakan No 200 (0, 0075 mm) Plastisitas Nama berlanau dipakai apabila bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas (plasticity index, PI) sebesar 10 atau kurang nama berlempung dipakai bilamana bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastis sebesar 11 atau lebih apabila bantuan (ukuran lebih besar dari 75 mm) ditemukan di dalam contoh tanah yang akan di tentukan klasifikasi tanah, maka bantuan tersebut(harus dikeluarkan terlebih dahulu, tetapi persentase dari bantuan yang dikelurakan tersebut harus di catat (Das et al., 2001).

Untuk mengevaluasi mutu (*quality*) dari suatu tanah sebagai bahan lapisan dasar (*subgrad*) dari suatu jalan raya, suatu angka yang dinamakan indeksgrup (*group indeks/GI*) juga diperlukan selain kelompok dan subkelompokdari tanah yang bersangkutan.

Indeks grup dapat dihitung dengan memakai persamaan seperti dibawah ini :

$$GI= (F1-35)[0,2+0,005(LL-40)]+0,01(F-15)(PI-10) \quad (1)$$

dimana :

F =Persentansi butiran yang lolos ayakan No. 200
LL = Batas cair (*liquid limit*)
PI = Indeks plastisitas
(Tedjo, 2015)

Pada persamaan.1 yaitu (F-35)[0.2+0,005 (LL-40)] adalah bagian dari indeks group yang ditentukan dari batas cair (LL) suku yang kedua yaitu 0,01 (F- 15) (PI-10) adalah bagian dari indeks grup yang ditentukan dari indeks plastisitas (PI).

Berikut ini adalah aturan untuk menentukan harga dari indeks group:Apabila persamaan (1) menghasilkan nilai GI yang negative, maka harga GI dianggap 0 Indeks grup yang dihitung menggunakan persamaan (1) dibulatkan keangka yang paling dekat Tidak ada batas atas untuk indeks group Indeks grup untuk tanah yang masuk dalam kelompok A-IA, A-Ib, A-2-4, A-2-5 dan A-3 selalu sama dengan nol Untuk tanah yang masuk kelompok A-2-6 dan A-2-7, hanya bagian dari indeks grup untuk PI saja yang digunakan yaitu:

$$GI = 0.001 (F-15) (PI-10) \quad (2)$$

III. METODE PENELITIAN

Adapun sumber pengambilan tanah lempung adalahpengambilan tanah timbunruas jalan tol Tebing tinggi – ParapatMedan Sumatera Utara. Tanah yang digunakantergolong lempung yang berwarna merahsedangkan semen yang digunakanjenis merek semen merah. Penelitian dilakukan 2 tahapyaitua)penelitian terhadaptanah asli (sebelum dicampurdengan semen) dan b)Tanahsetelahdicampur denganSemen dengan komposisi5%,10%, 15%terhadap tanah asli,dengan terlebih dahulu ditentukan kadar optimum dengan uji *proctor standart*(Mahardika & Pratama, 2020)

Adapun pengujian yang dilakukan antara lain:
Indeks Properties

1. Kadar air (sesuai dengan SNI 03-1965-1990)
2. Batas Cair (sesuai dengan SNI 03-1967-1990)
3. Batasplastis (sesuai dengan SNI 03-1966-1990)
4. Analisis saringan (sesuai dengan SNI03-1968-1990)
5. Berat jenis (sesuai dengan SNI03-1996-1990)
6. Analisis hydrometer (sesuai dengan SNI03-3423-1994)

Engineering Propertis

1. Percobaan (Proctor T-99) CBR Laboratorium (sesuai dengan SNI031744-1989)
2. *Unconfined Compreession Test* (sesuai dengan SNI 03-1965-1994)

Penelitian terhadap tanah yang telah distabilisasi adapun pengujian yang dilakukan antara lain :

1. Batas cair sesuai dengan SNI 03-1967-1990
2. Batas Plastis sesuai dengan SNI03-1966-1990
3. Pemadatan (ProctorT-99) CBR Laboratorium sesuai dengan SNI 03-1744-1989)
4. *Unicinfined Compression Test* (sesuai dengan SNI 03-3638-1994)

Pada percobaan laboratorium dilakukan pemeraman selama1hari, 7 hari dan14hari untuk mengetahui pengaruh yang diakibatkan oleh reaksi kimia antara semen dan Tanah lempung serta air (Maryati & Apriyanti, 2016).

Tanah lempung terdiri dari butir-butir yang sangat kecil (<0,002 mm) dan menunjukkan sifat-sifat plastisitas dan kohesimenunjukkan kenyataan bahwa bagian-bagian itu melekat satu sama lainnya, sedangkan plastisitas adalah sifat yang memungkinkan bentuk bahan itu dirubah rubah tanpa perubahan ini atau tanpa kembali kebentuk aslinya dan tanpa terjadi retakan-retakan atau terpecah-pecah (Aribudiman & Widyatmika, 2017)

Partikel lempung dapat berbentuk seperti lembaran yang mempunyai permukaan khusus karena itu, tanah lempung mempunyai sifat sangat dipengaruhi oleh gaya-gaya permukaan umumnya, terdapat kir-kira15 macam mineral yang diklasifikasikan sebagai mineral lempung beberapa mineral yang diklasifikasikan sebagai mineral lempung yakni montmorrillonite, illete, kaolinite, dan plygorskite (Bina Marga, 2017)

Semua macam tanah secara umum terdiri dari tiga bahan yaitu : butiran tanah sendiri,air dan udara yang terdapat dalam ruangan antara butir-butir tersebut.Ruangan ini disebut pori (*voids*) apabila tanah sudah benar-benar kering maka tidak akan ada air sama sekali dalam porinya, keadaan semacam ini jarang ditemukan pada tanah yang masih dalam keadaan asli di lapangan(Das et al., 2001)

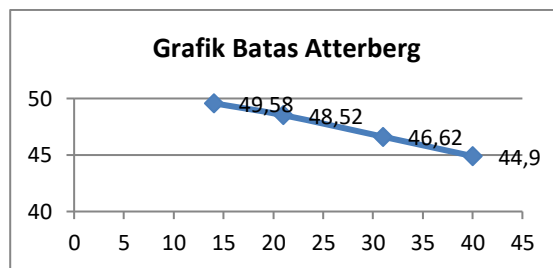
Air dapat dihilangkan sama sekali dari tanah apabila kita ambil tindakan khusus untuk maksud itu misalnya dengan memanaskan di dalam oven (Abdurrozak & Mufti, 2017)

3.1 Konsistensi Tanah

Apabila tanah berbutir halus mengandung mineral lempung, maka tanah tersebut dapat diremas-remas (*remolded*) tanpa menimbulkan retakan. Sifat kolektif ini disebabkan karena adanya air yang terserap (*absorbed water*) disekeliling Permukaan dari partikel lempung(Afriani & Juansyah, 2016). Pada awal tahun 1900 seorang ilmuwan dari swedia bernama atterbargmengembangkan suatu metode untuk menjelaskan sifat konsistensi tanah berbutir halus pada kadarairyangbervariasibilamana kadar airnya sangat tinggi campuran tanah dan air akan menjadi plastisitas semakin tinggi(Prasetyo & Arifudin, 1995)

Batas cair (*liquid limit*) didefinisikan sebagai kadar air (*water content*) yang terkandung di dalam tanah pada perbatasan antara fase cair dan fase plastis (Badan Standarisasi Nasional, 2008)

Batas Plastis (*Plastic Limit*)Batas plastis didefinisikan sebagai kadar air di dalam tanah pada fase antara plastis dan semi padat. Apabila kadar air di dalam tanah berkurang , maka tanah akan menjadi lebih keras dan memiliki kemampuan untuk menahan perubahan bentuk (Badan Standarisasi Nasional, 2006)



Sumber :Analisa Data 2023
Gambar 1. Grafik Batas Atterberg

- Batas Cair (LL) = 40,50 %
- Batas Plastis (PL)=24.48%
- Plastis Indektifitas (PI) =16,02%

3.2 Pengukuran CBR Labororium

Pengukuran CBR meliputi dua macam yaitu :Nilai CBR untuk tekanan penetrasi pada0,254 cm (0,1) terhadap penetrasi Standart sebesarnya 70,37kg/cm² (1000 psi)

Nilai CBR = (PI/70,37)X100% (PI dalam kg/cm²)m

Nilai CBR untuk tekanan penetrasi pada 0,508 cm (0,2) terhadap penetrasi Standart sebesarnya105,56 kg/cm² (1500 psi)

Nilai CBR = (PI/105.56)X100% (PI dalam kg/cm²)

Dari CBR kedua hitungan nilai terbesar digunakan

3.3 CBR Labororium

Pengujian CBR labororium dapat dibedakan dua jenis yaitu :CBR labororium rendaman (*Soaked Design CBR*) CBR labororium dengan rendaman (*soaked Design CBR*) (Nasution, 2019)

3.4 Komposisi Campuran

Tanah yang digunakan untuk campuran adalah tanah yang sudah kering dengan kondisi lolos saringan No4.Berat tanah untuk pengujian CBR 5500 gram Jumlah semen yang digunakan dihitung sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

| Komposisi Campuran | Berat semen (gram) |
|--------------------|--------------------|
| Tanah +semen | - |
| Tanah: PC | - |
| 100%: 5 % | 225 |
| 100%: 10% | 450 |
| 100%: 15 % | 625 |

Sumber: Analisa data 2023

IV. PEMBAHASAN

Hasil pengujian laboratorium Dari hasil uji pemeriksaan laboratorium dapat dilihat dalam resume tabel 2 berikut.

Tabel 2 Resume Sifat Fisis Tanah

| No | Jenis uji | Hasil uji |
|----|-------------------------------|-------------------------|
| 1 | Kadar air tanah asli | 35,51% |
| 2 | Berat jenis | 2,53 gr/cm ³ |
| 3 | Butiran lolos saringan no.200 | 50,37 % |
| 4 | Batas cair (LL) | 40,50 % |
| 5 | Batas plastis (PL) | 24,48 % |
| 6 | Indeks plastisitas (IP) | 16,02 % |
| 7 | Klasifikasi tanah | A-7 |

Sumber: Analisa data 2023

Dari klasifikasi tanah, untuk tanah kelas A-7 di atas termasuk jenis tanah lempung.

4.1 Pengujian sifat mekanis tanah asli

Pengujian sifat mekanis tanah yang dilaksanakan pada tanah asli adalah pengujian pemadatan tanah dengan metode *standard proctor* dan pengujian CBR soaked (Apriyanti, 2013)

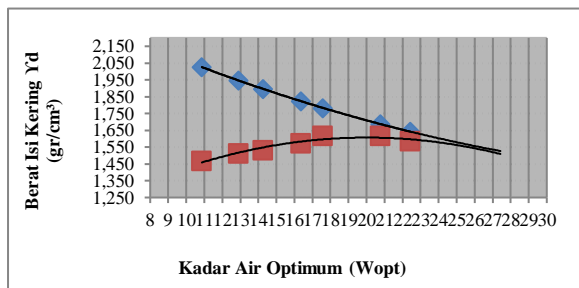
4.2 Hasil Uji Pemadatan Tanah Asli

Pengujian pemadatan tanah dilakukan pada tanah asli dengan pemadatan *standart proctor* yang menggunakan standar ASTM D 698-9 (Dermawan, 2017). Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan kadar air optimum (optimum mouisture content/OMC) dan berat volume kering tanah (*dry maksimum*) (Syafuruddin, 2007). Hasil pemadatan proctor standart pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Uji Pemadatan Tanah (Standard Proctor)

| NO | Jenis tanah | OMC | dry maksimum |
|----|-------------|-----|------------------------|
| 1 | A-7 | 24% | 1,37gr/cm ³ |

Sumber :Analisa Data 2023



Gambar 2. Proctor standart

4.3 Hasil Uji CBR Tanah Asli

Standar yang digunakan untuk pengujian CBR adalah standar ASTM D 1883-94. Pengujian CBR dilakukan pada kondisi air optimum dengan menggunakan metode CBR *unsoaked* (Junaidi,

2022). Hasil uji CBR unsoaked untuk tanah asli A-7 sebagaimana ditampilkan pada Tabel 4. Dibawah

Tabel 4. Hasil Uji CBR Benda Uji Soaked

| No | Kadar air optimum | Nilai CBR tanah asli A-7 (%) |
|----|-------------------|------------------------------|
| | | 1 hari 7 hari 14 hari |
| 1 | 24% | 4.104.104.10 |

Sumber: Analisa data 2023

Dari Tabel 4 di atas menunjukkan bahwa nilai CBR untuk tanah asli A-7 pada kondisi air optimum pada umur 1,7, dan 14 hari tidak mengalami kenaikan maupun penurunan karena kadar air pada tanah asli tidak mengalami perubahan sehingga kekuatan tanah relatif sama. Nilai CBR tanah A-7 asli sebesar 4,10 %.

4.4 Hasil Uji Tanah yang Distabilisasi

Dari pengujian CBR soaked didapat hasil pengujian untuk tanah yang distabilisasi dengan semen sebagaimana tercantum pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Pengujian CBR unsoaked untuk Tanah A-7+ PC

| Jenis tanah dan dan campuran | Kadar air optimum, (w=24%) |
|------------------------------|----------------------------|
| | 1 hari 7 hari 14 hari |
| Tanah.A-7 + PC 5% | 797 11421372 |
| Tanah.A-7+ PC 10% | 107 13491602 |
| Tanah .A-7+ PC 15% | 116 16021855 |

Sumber: Analisa Data 2023

Pada Tabel 5 hasil pengujian CBR untuk tanah A-7 dengan campuran semen dapat diperoleh bahwa terjadi peningkatan nilai CBR dibandingkan dengan tanah A-7 saja, pada tanah A-7 dengan campuran semen nilai CBR maksimum sebesar 69,13% dan prosentase peningkatan nilai sebesar 102,02%. Peningkatan nilai CBR dapat terjadi karena adanya proses sementasi antara tanah dan semen, sehingga nilai kekuatan tanah meningkat.

Pada Tabel 5 dapat digambarkan grafik dari peningkatan nilai CBR untuk tanah yang distabilisasi dengan semen terhadap variabel umur pemeraman maupun terhadap variabel prosentase semen dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3. Dari Gambar 2 menunjukkan bahwa pada tanah A-7 dengan campuran semen pada tiap komposisi campuran terjadi peningkatan nilai CBR terjadi seiring lamanya waktu pemeraman sehingga kekuatan tanah akan terjadi peningkatan.

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa dengan penambahan prosentase semen maka nilai CBR semakin juga meningkat.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan data dan analisis dari penelitian stabilisasi tanah menggunakan bahan stabilisasi semen, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Stabilisasi tanah lempung yang dicampur dengan komposisi penambahan semen dengan kadar optimum tertentu dapat meningkatkan nilai CBR maximum hal ini terjadi seiring adanya proses pengikatan tanah lempung dengan semen pada saat proses berlangsungnya pemeraman tanah. Didapat dari prosentase semen 5% sebesar 139,2%. Tanah asli A-7 sebesar 4,10% menjadi 69,31% dengan penambahan prosentase semen 15% umur pemeraman 14 hari, persentase peningkatan nilai dari tanah asli sebesar 185,5%.
2. Pengaruh kadar air optimum tertentu juga sangat berpengaruh terhadap sifat tanah lempung mengakibatkan nilai CBR dan stabilitas juga meningkat bertambahnya umur pemeraman dari 1 hari sampai 14 hari. 0,20, 40, 60, 80, 0,7, 14, 21, 28, 35.
3. Regresi CBR unsoaked
Tanah A-7 + PC, kondisi air optimum Tanah A-7 + PC 5%
 $y = a \cdot t^b$; $R = 0,992$; $a = 25,79$; $b = 0,211$
Tanah A-7 + PC 12,5%
 $y = a \cdot t^b$; $R = 0,97$; $a = 32,973$; $b = 0,179$
Tanah A-7 + PC 10%
 $y = a \cdot t^b$; $R = 0,994$; $a = 36,88$; $b = 0,834$.
Nilai CBR = %
4. Umur pemeraman, (hari) 0 20 40 60 80 0 2.5 5 7.5 10 12.5 15 17.5 20
Nilai CBR tanah A-7 + PC, kondisi air optimum 1 hari 7 hari 14 hari Nilai CBR, % Persentase Semen, %

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada semua terkait yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang membantu pelaksanaan penelitian. Semoga penelitian ini dapat berguna sebagai referensi bagi pembacaan peneliti selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Abdurrozzak, M. R., & Mufti, D. N. 2017. *Stabilisasi Tanah Lempung dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi dan Kapur pada Subgrade Perkerasan Jalan*. Jurnal Teknisia, XXII (2), 416–424.
- [2]. Afriani, L., & Juansyah, Y. 2016. *Pengaruh Fraksi Pasir Dalam Campuran Tanah Lempung Terhadap Nilai CBR dan Indeks Plastisitas Untuk Meningkatkan Daya Dukung Tanah Dasar*. Jurnal Rekayasa, 20(1), 24–32.
- [3]. Akbar, S. J. 2017. *Kajian Pengaruh Nilai CBR Subgrade Terhadap Tebal Perkerasan Jalan (Studi Komparasi CBR Kecamatan Nisam Antara, Kecamatan Sawang dan Kecamatan Kuta Makmur)*. Teras Jurnal, 3(2), 138. <https://doi.org/10.29103/tj.v3i2.39>
- [4]. Andriani, Yuliet, R., & Fernandez, F. L. 2012. *Pengaruh Penggunaan Semen Sebagai Bahan Stabilisasi Pada Tanah Lempung Daerah Lambung Bukit Terhadap Nilai CBR Tanah*. Jurnal Rekayasa Sipil, 8(1), 29–44.
- [5]. Apriyanti, Y. 2013. *Peningkatan Nilai CBR Tanah Lempung dengan Menggunakan Semen untuk Timbunan Jalan*. Jurnal Fropil, 1(2).
<https://doi.org/https://doi.org/10.33019/fropil.v1i2.263>
- [6]. Aribudiman, I. N., & Widyatmika, I. N. H. 2017. *Analisis Pengaruh Pemeraman Tanah Lempung Yang Dicampur Dengan Aspal Emulsi*. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, 21(2), 143–152.
<https://doi.org/https://doi.org/10.24843/JITS.2018.v21.i02.p08>
- [7]. Badan Litbang Kementerian PUPR. 2015. *Daftar Standar dan Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil (Maret)*. Badan Litbang Kementerian PUPR.
- [8]. Badan Standarisasi Nasional. 2006. *Cara Uji Penentuan Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah SNI 1966:2006*. Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- [9]. Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah SNI 1967:2008 (ICS 93.020)*. Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- [10]. Badan Standarisasi Nasional. 2015. *Tata Cara Pengklasifikasian Tanah untuk Keperluan Teknik dengan Sistem Klasifikasi Unifikasi Tanah (ASTM D 2487-06, MOD) (ICS 93.020)*. Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- [11]. Bina Marga. 2017. *Manual Manajemen Proyek*. In *Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga (Revisi 2)*. Kementerian PUPR Direktorat Jenderal Bina Marga.
- [12]. Darwis. 2018. *Dasar-dasar Mekanika Tanah (I, Issue Februari)*. Pena Indis.
- [13]. Das, B. M. 2021. *Principle of Geotechnical Engineering (Tenth)*. Cengage.
- [14]. Das, B. M., Endah, N., & Mochtar, I. B. 2001. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) (2nd ed.)*. Penerbit Erlangga.
- [15]. Dermawan, H. 2017. *Uji Kompaksi ASTM D698 Dan ASTM D1557*.
- [16]. Hardiyatmo, H. C. 1992. *Mekanika Tanah I*. Gadjah Mada University Press.

- [17]. Hardiyatmo, H. C. 2022. *Analisis dan Perancangan Fondasi II* (5th ed.). Gadjah Mada University Press.
- [18]. Irfan, A., Nenobais, H., & Darmanto. 2021. *Implementasi Standar Pelayanan Minimal Jalan Tol (Sebuah Pendekatan Kebijakan Publik)* (Vol. 1). Penerbit Amerta Media. www.penerbitbuku.id
- [19]. Istianto, B. 2019. *Transportasi Jalan di Indonesia Sejarah dan Perkembangannya* (I). Melvana Publishing.
- [20]. Junaidi. 2022. *Perbandingan Daya Dukung (CBR) Kondisi Soaked Dan Unsoaked Agregat Kelas B Berdasarkan Variasi Gradasi Lapangan (Studi Kasus : Material Agregat Kelas B di Quarry Pulau Bengkalis)*. Seminar Nasional Industri Dan Teknologi, November, 124–133.
- [21]. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2017. *Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2017* (Issue 02). Direktorat Jenderal Bina Marga.
- [22]. Kurniawan, V., Zaika, Y., & Harimurti. 2014. *Pengaruh Penambahan Serbuk Gypsum dengan Lamanya Waktu Pengeraman (Curing) terhadap Karakteristik Tanah Lempung Ekspansif di Bojonegoro*. Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, 1(2).
- [23]. Kusuma, R. I., Mina, E., Fathonah, W., & Kartika, C. D. 2020. *Stabilisasi Tanah Lempung Organik Menggunakan Semen Slag Terhadap Nilai Cbr Berdasarkan Variasi Kadar Air Optimum (Studi Kasus Jl. Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kabupaten Serang)*. Jurnal Fondasi, 9(2), 154. <https://doi.org/10.36055/jft.v9i2.9015>
- [24]. Mahardika, A. G., & Pratama, M. F., 2020, *Pengujian Pematatan Tanah Metode Standard Proctor Dengan Alat Uji Pematat Standard*. Isu Teknologi STT Mandala, 15(2), 64–68.
- [25]. Mantiri, C. C., Sendow, T. K., & Manoppo, M. R. E. 2019. *Analisa Tebal Perkerasan Lentur Jalan Baru Dengan Metode Bina Marga 2017 Dibandingkan Metode Aashto 1993*. Jurnal Sipil Statik, 7(10).
- [26]. Maryati, & Apriyanti, Y. 2016. *Analisis Perbandingan Penggunaan Limbah Gypsum Dengan Semen Sebagai Bahan Stabilization Tanah Lempung*. FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil), 4(1), 49–64. <https://journal.ubb.ac.id/index.php/fropil/article/view/1240>
- [27]. Nasution, B. A. 2019. *Analisis Pengaruh Penambahan Gypsum Dan Semen Untuk Stabilisasi Tanah Lempung*. Universitas Medan Area.
- [28]. Nilawati, Mahsyar, A., & Tahir, M. 2021. *Peran Pemerintah Dalam Menanggulangi Kerusakan Infrastruktur Jalan Di Kabupaten Bone*. Jurnal Unismuh, 2(5), 1859–1873. <https://journal.unismuh.ac.id/index.php/kimapp/index>
- [29]. Prasetyo, M. A., & Arifudin, R. 1995. *Pengaruh Kadar Air Terhadap Stabilisasi Tanah Lempung dengan Semen Pada Subgrade Jalan Raya* (Vol. 164).
- [30]. Undang-Undang RI Nomor 38 Tentang Jalan, Pub. L. No. 38, 1., 2004. http://www.dpr.go.id/dokblog/dokumen/F_2_0150616_4760.PDF
- [31]. Ramadhan, M. E., Utomo, S. H. T., & Suparma, L. B. 2020. *Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Semen Dan Aspal Emulsi Terhadap Subgrade Perkerasan Jalan*. Teknisia, XXV(1), 1–10. <https://doi.org/10.20885/teknisia.vol25.iss1.art1>
- [32]. Syafruddin. 2007. *Hubungan Teoritis Antara Berat Isi Kering dan Kadar Air Untuk Menentukan Kepadatan Relatif*. Info Teknik, 8(2), 142–150.
- [33]. Tedjo, Y. 2015. *Mekanika Tanah Modul 3 Klasifikasi Dari Sifat Tanah*. <http://www.ocw.upj.ac.id/files/Slide-TSP204-PERTEMUAN-3-KLASIFIKASI-DARI-SIFAT-TANAH.pdf>
- [34]. Tenrianjeng, A. T.(2012). *Rekayasa Jalan Raya -2*. In Universitas Gunadharma Jakarta.