

UPAYA PENINGKATAN NILAI CBR TANAH LEMPUNG MENGUNAKAN CAMPURAN KAPUR, ABU SEKAM, DAN SERAT FIBER

Indrayani^{1*}, Andi Herius¹⁾, Puryanto¹⁾, Revias Noerdin¹⁾, Maharu Ismail¹⁾, dan Siti Aisyah¹⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya, Jl. Sriwijaya Negara Bukit Besar, Palembang

Abstract

Soil is an important element in supporting development activities in the world of civil construction. One type of soil that is often found in South Sumatra is clay. Clay soil is a type of fine-grained soil that is strongly influenced by water content. Each type of clay has a different carrying capacity value. Therefore, an analysis is needed to test the effect of adding a mixture of materials to the clay. A test was carried out to see the effect of adding mixed materials to the soil. In this test, soil samples were taken from the Banyuasin district and mixed with materials in the form of fiber, husk ash, and lime. For variations in soil mixture testing, 0.1% fiber, 2.5% husk ash, and lime consist of 2.5%, 5%, and 7.5%, as well as plain water. The test results show that the addition of a mixture of fiber, husk ash, and cement can improve the physical and mechanical properties of clay, where the optimum addition variation in the 4th variation is a mixture of soil + fiber 0.1% + husk ash 2.5% + lime 5%, which is 52.49%.

Key Words: CBR, clay, fiber, husk ash, lime.

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat tentunya akan mendorong pembangunan-pembangunan di segala bidang. Kondisi tanah dasar tentunya merupakan hal yang sangat penting untuk diperhatikan dalam suatu pembangunan agar bangunan tersebut dapat berdiri dengan kuat dan kokoh. Tanah dengan karakteristik yang kurang baik akan menimbulkan masalah. Demikian pula pada pelaksanaan pembangunan prasarana jalan, kondisi tanah merupakan faktor utama yang harus diperhatikan agar jalan yang dibangun dapat sesuai dengan umur rencana yang telah didesain. Daya dukung tanah merupakan hal yang sangat menentukan kekuatan jalan, jika tanah dasar mempunyai daya dukung yang rendah, maka kondisi jalan akan cepat mengalami kerusakan.

Klasifikasi tanah dibagi dalam 2 kategori utama, yaitu: (i) tanah berbutir kasar (*coarse-grained soils*) yang terdiri atas kerikil dan pasir kurang dari 50% tanah yang lolos saringan No. 200 ($F_{200} < 50$). Simbol kelompok diawali dengan G untuk kerikil (*gravel*) atau tanah berkerikil (*gravelly soil*) atau S untuk pasir (*sand*) dan tanah berpasir (*sandy soil*), (ii) tanah berbutir halus (*fine-grained soils*) $\geq 50\%$ tanah lolos saringan No. 200 ($F_{200} \geq 50$). Simbol diawali dengan M untuk tanah organik (*anorganic silt*), atau C untuk lempung anorganik (*anorganic clay*), atau O untuk lanau dan lempung organik. Simbol Pt digunakan untuk gambut (*peat*) dan tanah dengan kandungan organik tinggi. Simbol lain yang

digunakan untuk klasifikasi W untuk gradasi baik (*well graded*), P gradasi buruk (*poorly graded*), L plastisitas rendah (*low plasticity*) dan H plastisitas tinggi (*high plasticity*).

Sistem klasifikasi AASHTO ini berguna untuk menentukan kualitas tanah guna menentukan lapis dasar (*subbase*) di pekerjaan jalan dan tanah dasar (*subgrade*). Karena sistem ini ditujukan untuk pekerjaan jalan tersebut, maka penggunaan sistem ini dalam prakteknya harus dipertimbangkan terhadap maksud aslinya. Sistem ini membagi tanah ke dalam 7 kelompok utama yaitu A-1 sampai A-7. Tanah yang terklasifikasikan dalam kelompok A-1, A-2, dan A-3 merupakan tanah granuler yang memiliki partikel yang lolos saringan No. 200 kurang dari 35%. Tanah yang lolos saringan No. 200 lebih dari 35% diklasifikasikan dalam kelompok A-4, A-5, A-6, dan A-7. Tanah-tanah dalam kelompok ini biasanya merupakan jenis tanah lanau dan lempung. Sistem klasifikasi menurut AASHTO disajikan yang mana didasarkan pada kriteria sebagai berikut:

- 1) Kerikil: fraksi yang lolos saringan ukuran 75 mm (3 in) dan tertahan pada saringan No. 10.
 - 2) Pasir: fraksi yang lolos saringan No. 10 (2 mm) dan tertahan pada saringan No. 200 (0,075 mm).
 - 3) Lanau dan lempung: fraksi yang lolos saringan No. 200.
2. Plastisitas: tanah berbutir halus digolongkan lanau bila memiliki indek plastisitas, $PI \leq 10$ dan dikategorikan sebagai lempung bila mempunyai indek plastisitas, $PI \geq 11$ Berbagai upaya telah dilakukan untuk

meningkatkan daya dukung tanah dasar, diantaranya dengan cara memperbaiki kualitas tanah dasar (stabilisasi). Stabilisasi tanah merupakan usaha untuk memperbaiki sifat tanah secara teknis dengan menggunakan bahan-bahan tertentu, sehingga tanah menjadi lebih stabil. Proses stabilisasi tanah meliputi pencampuran tanah dengan tanah lain untuk memperoleh gradasi yang diinginkan atau pencampuran tanah dengan bahan tambah buatan sehingga sifat-sifat tanah menjadi lebih baik.

Tanah lempung merupakan salah satu jenis tanah yang banyak terdapat di wilayah Kota Palembang dimana tanah ini memiliki daya dukung rendah, sehingga untuk meningkatkan daya dukung tanah dapat dilakukan penambahan bahan tambah lain atau dapat digunakan tanah lain. Sifat khas tanah lempung adalah dalam keadaan kering tanah akan bersifat keras, jika tanah dalam keadaan basah akan bersifat lunak plastis dan kohesif. Tanah lempung yang dipergunakan untuk tanah dasar jalan dengan nilai CBR yang rendah akan menghasilkan konstruksi jalan yang tidak optimal (cepat rusak), untuk itu perlu dilakukan perbaikan terhadap tanah dasar dengan meningkatkan nilai CBR tanah agar tanah dasar tersebut mampu menahan konstruksi jalan yang berada di atasnya.

Bahan yang sering digunakan sebagai bahan campuran tanah untuk meningkatkan tanah dasar adalah kapur. Kapur merupakan salah satu material untuk pembangunan yang telah banyak digunakan dalam upaya peningkatan daya dukung tanah, dimana kapur ini merupakan senyawa kimia yaitu kalsium oksida (CaO) yang dibuat dari batuan karbonat dan dipanaskan pada suhu sangat tinggi. Beberapa penelitian yang telah dilakukan terhadap upaya peningkatan daya dukung tanah menggunakan kapur (Herius, dkk., 2019; Indrayani, dkk., 2020; Putri dan Seohardi, 2017; Gati dan Ha, 2016; Nadhirah dan Zuhay, 2018). Disamping itu, pada penelitian lain juga dilakukan penambahan abu sekam dalam upaya peningkatan nilai CBR tanah (Jasmine, 2019; Abdurrozak dan Mufti, 2017; Muntohar, 2011). Dari dasar inilah maka dilakukan penelitian ini yaitu dengan menambahkan kapur, abu sekam, dan serat pada tanah untuk meningkatkan nilai CBR tanah.

2. METODOLOGI

Pengambilan tanah lempung berlokasi di Kecamatan Tanjung Lago, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan, sedangkan penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya. Penelitian ini berlangsung selama 6 bulan. Lokasi pengambilan sampel tanah dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Tanah

Bahan atau material yang digunakan yaitu tanah lempung, kapur, abu sekam dan serat fiber. Sampel tanah diambil di Kecamatan Tanjung Lago, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan. Sampel tanah lempung diambil pada kedalaman lebih kurang 20 cm. Kapur, abu sekam dan serat fiber didapat dari toko bangunan yang ada kota Palembang.

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah : (i) satu set saringan standar ASTM D421-58 dan hidrometer ASTM D422-63; (ii) alat ukur kadar air ASTM D 2216-80; (iii) satu set alat *Specific Gravity* ASTM D8554-58; (iv) alat uji batas konsistensi (*Atterberg limit*) ASTM D423-66, ASTM D424-59 dan ASTM D427-61; (v) alat pemadat standar ASTM D698-78; (vi) satu set alat uji CBR (*California Bearing Ratio*) ASTM D1883-94; dan (vii) alat-alat bantu yang terdiri dari oven, timbangan dengan ketelitian 0,01, *stop watch*, termometer, gelas ukur 1000 ml, desikator, cawan, piknometer.

Beberapa pengujian yang dilakukan, yaitu (i) pengujian indeks propertis meliputi pengujian kadar air, batas-batas konsistensi, berat jenis dan analisis hidrometer, (ii) pengujian pemadatan, dan (iii) pengujian nilai CBR.

Pengujian pemadatan tanah dan nilai CBR dilakukan terhadap 5 variasi benda uji, yaitu : (i) tanah asli, (ii) tanah + serat fiber 0,1% + abu sekam 2,5%; (iii) tanah + serat fiber 0,1% + abu sekam 2,5% + kapur 2,5%; (iv) tanah + serat fiber 0,1% + abu sekam 2,5% + kapur 5%; (v) tanah + serat fiber 0,1% + abu sekam 2,5% + kapur 7,5%. Persentase abu sekam diambil dari volume tanah, sedangkan persentase abu sekam diambil dari berat tanah. Pengujian CBR dilakukan pada kondisi rendam 4 hari. Pengujian dilakukan berpedoman pada SNI, ASTM dan AASTHO.

Pengujian indeks properties yang dilakukan antara lain:

- 1) Pengujian Kadar air, dilakukan dengan tujuan mendapatkan kadar air optimum yang terkandung tanah. Kadar air adalah perbandingan antara berat air yang terkandung didalam tanah dengan berat total sampel tanah. Kadar air tanah dinyatakan dalam persen (%).
- 2) Analisis Saringan, dilakukan untuk mendapatkan ukuran butir dan susunan butiran tanah (gradasi) tertahan saringan no.200.
- 3) Pengujian Berat Jenis Tanah (GS), dilakukan untuk menentukan hasil dari perbandingan antara berat butir tanah dengan volume tanah sehingga dapat menentukan jenis tanah.
- 4) Pengujian Analisis Hidrometer, dilakukan untuk mendapatkan pembagian ukuran butir tanah yang berbutir halus.
- 5) Pengujian Batas-Batas Konsistensi, dilakukan untuk mendapatkan nilai batas cair dan batas plastis.

Selanjutnya pengujian sifat mekanis tanah, meliputi:

- 1) Pengujian Pemasatan, dilakukan untuk menghasilkan berat volume kering maksimum yang dicapai pada kadar air optimum tertentu, nilai ini digunakan sebagai acuan dalam proses pembuatan benda uji CBR.
- 2) Pengujian nilai CBR, dilakukan pengujian CBR ini adalah untuk mengetahui nilai CBR pada variasi kadar air pemasatan. Untuk menentukan kekuatan lapisan tanah dasar dengan cara percobaan CBR diperoleh nilai yang kemudian dipakai untuk menentukan tebal perkerasan yang diperlukan di atas lapisan yang nilai CBRnya tertentu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian indeks propertis tanah, antara lain:

1) Pengujian Berat Jenis

Hasil dari pengujian berat jenis dengan variasi persentase tanah asli. Nilai berat jenis tanah asli adalah 2,55.

Data hasil pengujian *indeks properties* dapat dilihat pada Tabel 1.

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa hasil dari pengujian berat jenis tanah asli, yaitu : 2,55.

Tabel 1. Data hasil pengujian berat jenis tanah

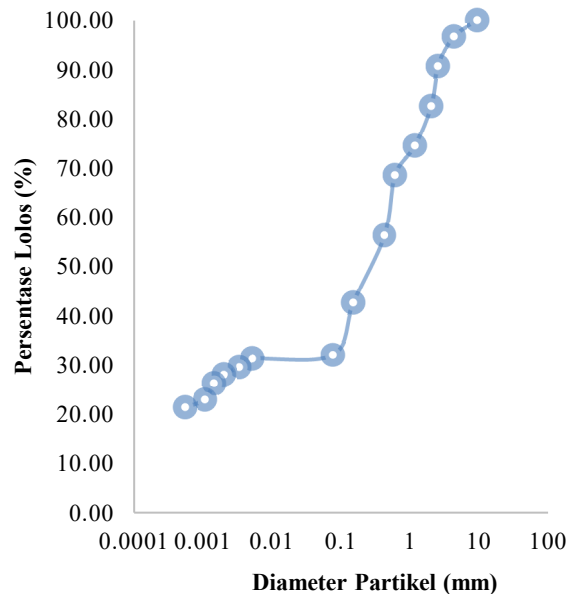
URAIAN	B	C	D
W2	48,34	50,13	45,76
W1	36,69	40,03	36,16
Wt	11,65	10,10	9,60
W3	79,52	88,18	86,12
W4	86,65	94,38	91,84
$W5 = Wt + W3$	91,17	98,28	95,72
$Gs = Wt / (W5 - W3)$	2,58	2,59	2,47
Rata-rata		2,55	

2) Batas-Batas Konsistensi

Berdasarkan hasil pengujian atterberg limits tanah lempung untuk tanah asli, didapatkan nilai batas cair (LL) sebesar 60% dan untuk nilai batas plastis (PL) didapatkan nilai sebesar 9,768% serta untuk indeks plastisnya didapat nilai sebesar 50,654% tanah asli ini tergolong A-7 merupakan tanah lempung berplastisitas tinggi bersifat jelek atau biasa, apabila digunakan di pondasi jalan.

3) Hidrometer

Grafik pada Gambar 2 menunjukkan hasil pengujian Hidrometer.



Gambar 2. Pengujian Hidrometer

Dari hasil pengujian analisis saringan dan hidrometer didapat bahwa persentase lolos saringan #4 adalah 96,83% dan lolos saringan #200 adalah 82,59%.

Hasil pengujian sifat mekanis tanah yang dilakukan yaitu pemasatan dan CBR. Pengujian pemasatan dan nilai CBR dilakukan dalam 5 variasi, yaitu:

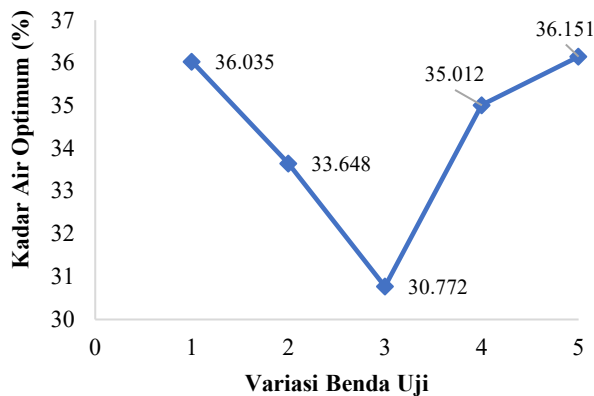
- 1) Variasi I: tanah asli;
- 2) Variasi II: tanah + serat fiber 0,1% + abu sekam 2,5%;
- 3) Variasi III: tanah + serat fiber 0,1% + abu sekam 2,5% + kapur 2,5%;
- 4) Variasi IV: tanah + serat fiber 0,1% + abu sekam 2,5% + kapur 5%;
- 5) Variasi V: tanah + serat fiber 0,1% + abu sekam 2,5% + kapur 7,5%.

Pada Tabel 2 dapat dilihat hasil dari pengujian pemasatan.

Tabel 2. Hasil Pengujian Pematatan dan CBR

Variasi	Kadar Air Optimum (W_{opt})	Volume kering maksimum (γ_d) gr/cm ³	CBR (%)
I	36.035	1,206	6,37
II	33,648	1,34	13,31
III	30.772	1,295	24,56
IV	35.012	1,204	52,49
V	36.151	1,254	21,61

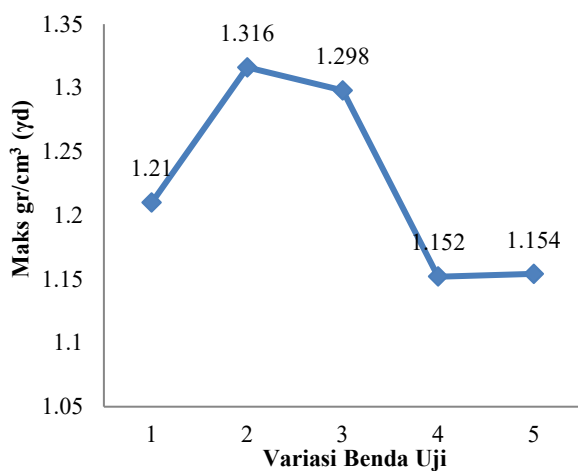
Grafik hasil pengujian Kadar Air Optimum dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Kadar Air Optimum

Dari grafik pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa pada variasi 2 dan variasi 3 kadar air mengalami penurunan. Selanjutnya pada variasi 4 dan variasi 5 mengalami kenaikan. Kadar air optimum berada pada variasi 5, yaitu campuran tanah + serat fiber 0,1% + abu sekam 2,5% + kapur 7,5%, yaitu sebesar 36,151%.

Grafik hasil pengujian Berat Isi Kering dapat dilihat pada Gambar 4.

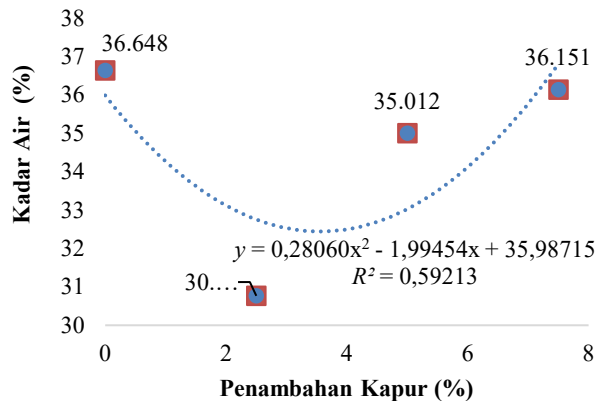


Gambar 4. Grafik Berat Isi Kering Maksimum

Dari grafik pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa berat isi kering mengalami kenaikan pada variasi 2 dan variasi 2, variasi 3, variasi 4, dan variasi 5

mengalami penurunan. Kadar air optimum berada pada variasi 3 pada campuran tanah + serat fiber 0,1% + abu sekam 2,5%, yaitu sebesar 1,316 gr/cm³.

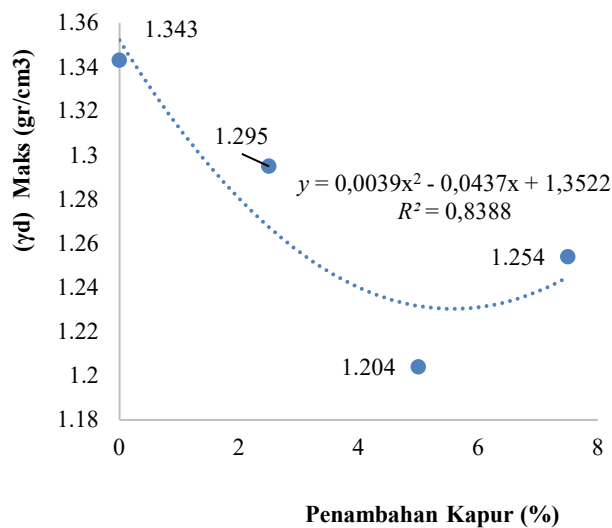
Selanjutnya dibuat grafik antara kadar air terhadap kapur, hubungan antara kadar air terhadap kapur dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Kadar Air Terhadap Kapur

Dari grafik pada Gambar 5, kadar air terhadap kapur cenderung naik pada persentase kapur 2,5% dengan nilai kadar air 30.772 (w_{opt}) sampai dengan 7,5% dengan nilai kadar air sebesar 36.151 (w_{opt}).

Sedangkan hubungan antara berat isi kering terhadap kapur dapat dilihat pada Gambar 6.



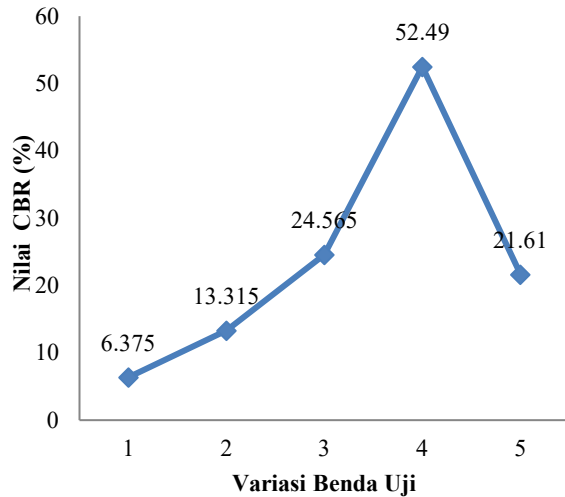
Gambar 6. Berat Isi Kering Terhadap Kapur

Dari grafik pada Gambar 6, dapat dilihat bahwa berat isi kering cenderung menurun pada persentase kapur variasi 5 yaitu campuran tanah + serat fiber 0,1% + abu sekam 2,5% + kapur 7,5%, senilai 1.204 gr/cm³.

Tahapan akhir adalah pengujian CBR dengan perendaman selama 4 hari, pada Tabel 2 dapat dilihat hasil dari pengujian nilai CBR. Dan Grafik Nilai CBR dapat dilihat pada Gambar 7.

Tabel 3. Hasil Pengujian Nilai CBR

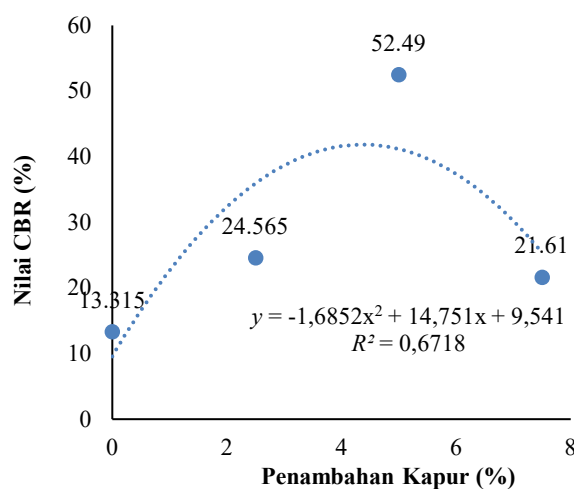
Variasi	Nilai CBR (%)
I	6,37
II	13,31
III	24,56
IV	52,49
V	21,61



Gambar 7. Nilai CBR

Dalam pengujian CBR mengalami kenaikan pada variasi 1 sampai 4 dan mengalami penurunan pada variasi 5. Dapat dilihat persentase tertinggi terdapat pada variasi ke 4 pada campuran tanah + serat fiber 0,1% + abu sekam 2,5% + kapur 5%, yaitu sebesar 52,49%. Hal ini menunjukkan bahwa campuran abu sekam, kapur dan serat dapat meningkatkan nilai CBR tanah asli dari 6,375% menjadi 52,49%.

Pada Gambar 8 dapat dilihat hubungan antara nilai CBR terhadap kapur.



Gambar 8. CBR Terhadap Kapur

Grafik hubungan antara nilai CBR terhadap kapur yang ditunjukkan pada Gambar 8 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai CBR sampai persentase kapur 5% dan mengalami penurunan pada persentase kapur 7,5%. Secara umum hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kapur pada tanah lempung berpengaruh pada peningkatan nilai CBR.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis dapat disimpulkan bahwa:

- Pengujian batas-batas konsistensi (*Atterberg limits*) menurut AASHTO menunjukkan tanah asli ini tergolong A-7 dan tidak mengalami perubahan jenis tanah.
- Pada pengujian pemadatan di dapatkan nilai optimum berat isi kering senilai 1.343 (γ_d) gr/cm^3 dan nilai optimum kadar air senilai 36.151 (W_{opt}).
- Penambahan persentase tanah pada uji CBR *soaked* mengalami peningkatan, dimana variasi penambahan optimum pada variasi ke 4 yaitu pada campuran tanah + serat fiber 0,1% + abu sekam 2,5% + kapur 5%, yaitu sebesar 52,49%. Pengujian ini menunjukkan bahwa penambahan bahan tambah mampu meningkatkan nilai pada CBR.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada Politeknik Negeri Sriwijaya kami sampaikan terimakasih atas pendanaan dan fasilitas laboratorium yang telah diberikan.

REFERENSI

- AASHTO, 1998. *Standard Specification for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing Part I: Specification*. 19th edition, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington D C.
- ASTM 4318. *Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index of Soils*.
- ASTM D422. *Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils*.
- Gati S. U. dan HA A. H., 2016. Analisis Pemanfaatan Batu kapur Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung Ditinjau dari Kuat Geser. *SNSTT IV*, Institut Teknologi Adhi Tama, Surabaya.
- Herius. A., Indrayani, Hasan. A., Mirza. A., 2019. Addition Effect of Petrasoil Additive Material on CBR Value of Soil in Swamp Areas. *Indonesian Journal of Environmental Management and Sustainability*, Vol. 3, No. 2, pp: 67-70.
- Indrayani, Herius,A., Sudarmadji, Mirza,A., Saputra, D., Fadil, A.M., 2020. Campuran Fly Ash dan Petrasoil dalam Peningkatan Daya Dukung Tanah. *Bentang: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, Vol 8, No.2, pp: 99-104.
- Muntohar, A. S., 2011. Karakteristik Kuat Geser Tanah Pasir dengan Campuran Kapur dan Abu Sekam Padi. *Pertemuan Ilmiah Tahunan XIV HATTI*, Yogyakarta.
- Nadhirah M. Z. dan Zuhayr M. G., 2018. Peat Soil Stabilization using Lime and Cement. *E3S Web of Conferences*, Malaysia.

Putri, L.D. dan Soehardi F., 2017. Stabilisasi Tanah dengan Variasi Penambahan Batu kapur dan Waktu Pemeraman. *Prosiding KNTSP*, Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau, Riau.