

STABILISASI TANAH LEMPUNG CAMPUR KAPUR DAN ABU SEKAM PADI BERDASARKAN UJI CBR LABORATORIUM

Fishal¹, Gusrizal², Hanafiah³

- ¹Mahasiswa, Program Studi Teknologi Rekayasa Kontruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe Jl. Banda Aceh-Medan Km.280 Buketrata, email: fishal.palazzo@gmail.com
- ²Dosen, Program Studi Teknologi Rekayasa Kontruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Jl. Banda Aceh-Medan Km.280 Buketrata, email: gusrizal28@yahoo.co.id
- ³Dosen, Program Studi, Teknologi Rekayasa Kontruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe, Jl. Banda Aceh-Medan Km.280 Buketrata, email: hantz1158@gmail.com

ABSTRAK

Tanah merupakan material yang sangat berpengaruh dalam suatu pekerjaan konstruksi jalan. Tanah memiliki sifat-sifat yang dapat mengganggu suatu konstruksi jalan seperti kembang susut relative besar dan nilai CBR yang rendah. Tujuan utama dilakukannya penelitian stabilisasi ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan campuran kapur dan abu sekam padi terhadap nilai CBR tanah lempung. Pengujian dilakukan dengan cara mencampur tanah asli dengan kapur dan abu sekam padi, kemudian dilakukan pengujian sifat-sifat fisis dan mekanis tanah dengan menggunakan metode SNI. Sampel tanah lempung diambil dari quarry Cot Kayee Adang Desa Meunasah Manyang, Lhokseumawe, dengan klasifikasi Tanah A-7-5, bahan campuran abu sekam padi yang digunakan berasal dari Desa Rangkileh Geudong, kecamatan Meurah Mulia. Komposisi campuran Kapur dan Abu sekam padi 0%, 3+2%, 6+4%, dan 9+6%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi kenaikan daya dukung (CBR) *unsoaked* dan *soaked* seiring penambahan persentase. Nilai CBR tanah asli 0% *unsoaked* 10,7% dan *soaked* 3,9%, pada pencampuran Kapur dan Abu sekam Padi 3+2% meningkat menjadi 12,5% dan 5,1%, pada pencampuran persen Kapur dan Abu Sekam Padi 6+4% terjadi peningkatan nilai CBR *unsoaked* 14,2% dan *soaked* 5,6%, pada pencampuran 9+6% Kapur dan Abu Sekam Padi *unsoaked* turun menjadi 11,9% dan *soaked* 7,9%. Pada pengujian Geser langsung tanah asli 0% Kapur dan Abu sekam Padi *unsoaked* $c = 0.11 \text{ kg/cm}^2$, $\phi = 5.37^\circ$.

Kata Kunci : Tanah Lempung, kapur dan abu sekam padi, CBR, parameter kuat geser.

I. PENDAHULUAN

Tanah merupakan material yang paling banyak digunakan dalam pembangunan suatu konstruksi, seperti tanah timbunan, bendungan urugan, tanggul sungai, dan timbunan badan jalan. Stabilisasi tanah adalah suatu cara yang digunakan untuk mengubah atau memperbaiki sifat tanah dasar sehingga diharapkan tanah dasar tersebut mutunya dapat lebih baik dan dapat meningkatkan kemampuan daya dukung tanah dasar terhadap konstruksi yang akan dibangun di atasnya.

Tanah lempung yang digunakan merupakan tanah yang berasal dari quarry Cot Kayee Adang Desa Meunasah Manyang, Lhokseumawe. Berdasarkan dari penelitian sebelumnya, telah diketahui bahwa tanah di daerah tersebut adalah tanah lempung, sehingga menjadi alasan pemilihan tanah tersebut pada penelitian ini. Tanah lempung ini bersifat kohesif dan sangat lunak jika memiliki kadar air yang tinggi.

Berdasarkan hal tersebut penulis tertarik melakukan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan kapur dan abu sekam padi pada tanah lempung (*clay*) terhadap *index properties*, dan perkembangan nilai kuat tekan dari tanah yang distabilisasi kapur dan abu sekam padi. Penelitian yang dilakukan meliputi pengujian-pengujian sifat fisik tanah (*Specific Gravity*, berat volume, kadar air tanah, *Atterberg limit* dan analisis saringan) dan pengujian sifat mekanis tanah dengan uji pemadatan standar (*proktor test*), uji CBR (*California Bearing Ratio*) dan uji geser langsung pada sampel tanah asli, penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Lhokseumawe.

Permasalahan yang timbul dalam penelitian ini adalah. Bagaimana pengaruh penambahan kapur dan abu sekam padi terhadap daya dukung tanah lempung dari quarry Cot Kayee Adang Desa Meunasah Manyang, Lhokseumawe. Berapa besar persentase optimum kapur dan abu sekam padi terhadap tanah lempung untuk meningkatkan daya dukung tanah.

Berdasarkan tinjauan dalam penelitian ini maka diperlukan adanya batasan-batasan masalah. Tanah lempung yang digunakan berasal dari quarry Cot Kayee Adang Desa Meunasah Manyang, Lhokseumawe. Abu Sekam Padi yang dipakai ialah yang warna keabu-abuan. Dan kapur yang digunakan adalah kapur dolomite dengan komposisi kapur CaO 30% dan MgO 22%. Komposisi campurannya adalah 0%, 3+2 %, 6+4 %, dan 9+6 %. Pengujian yang dilakukan adalah CBR Laboratorium, CBR rendaman, CBR tanpa rendaman, Swelling.

Das (1988:9) memberi pengertian lempung adalah sebagai berikut: “sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopis dan submikroskopis (tidak dapat dilihat dengan jelas bila hanya dengan mikroskopis biasa) yang berbentuk lempengan- lempengan pipih dan merupakan partikel-partikel dari mika, mineral-mineral lempung (clay minerals), dan mineral-mineral yang sangat halus lain.”.

Hardiyatmo (1992:20) mengatakan sifat-sifat yang dimiliki dari tanah lempung yaitu antara lain ukuran butiran halus lebih kecil dari 0,002 mm, permeabilitas rendah, kenaikan air kapiler tinggi, bersifat sangat kohesif, kadar kembang susut yang tinggi dan proses konsolidasi lambat atau “Pelapukan tanah akibat reaksi kimia menghasilkan susunan kelompok partikel berukuran koloid dengan diameter butiran lebih kecil dari 0,002 mm”.

A. Pemadatan Tanah(Proctor Test)

Das (1995:234) “Tingkat pemadatan tanah diukur dari berat volume kering tanah yang dipadatkan. Bila air ditambahkan kepada suatu tanah yang sedang dipadatkan, air tersebut akan berfungsi sebagai unsur pembasah (pelumas) pada partikel-partikel tanah. Karena adanya air, partikel- partikel tanah tersebut akan lebih mudah bergerak dan bergeseran satu sama lain dan membentuk kedudukan yang lebih rapat/padat. Untuk usaha pemadatan yang sama, berat volume kering dari tanah akan naik bila kadar air dalam tanah (pada saat dipadatkan) meningkat”.

Pada uji proctor, tanah dipadatkan dalam sebuah silinder bervolume $1/30 \text{ ft}^3$ (943.3 cm³). Diameter cetakan tersebut 4 in (101.6 mm). Tanah sekitar 2500 gram dicampur air dengan kadar air berbeda-beda kemudian dipadatkan dengan alat penumbuk dengan berat 5.5 lb (2.5 kg), tinggi jatuh 12 in (30.48 cm). Pemadatan tanah tersebut dilakukan dalam 3 lapisan dengan jumlah tumbukan per lapis 25 kali. Percobaan dapat diulang dalam 5 kali percobaan dengan kadar air yang berbeda-beda.

Tabel. Spesifikasi ketentuan alat kepadatan tanah.

Keterangan	Standart
Berat penumbuk	5,5 lb =2,5 kg
Tinggi jatuh	12 inch=30,48 cm
Diameter cetakan	4 inch=10,16 cm
Jumlah tumbukan	25 kali
Volume	$1/30 \text{ ft}^3=9,44 \text{ cm}^3$
Jumlah lapisan	3 lapisan

Derajat kepadatan tanah diukur dari berat volume keringnya, hubungan berat volume kering (γ_d), berat volume basah (γ_b) dan kadar air (w) dinyatakan dengan persamaan:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1+w} \dots\dots\dots(2.1)$$

Untuk setiap percobaan, berat volume tanah basah (γ_b) dari tanah yang dipadatkan tersebut dapat dihitung:

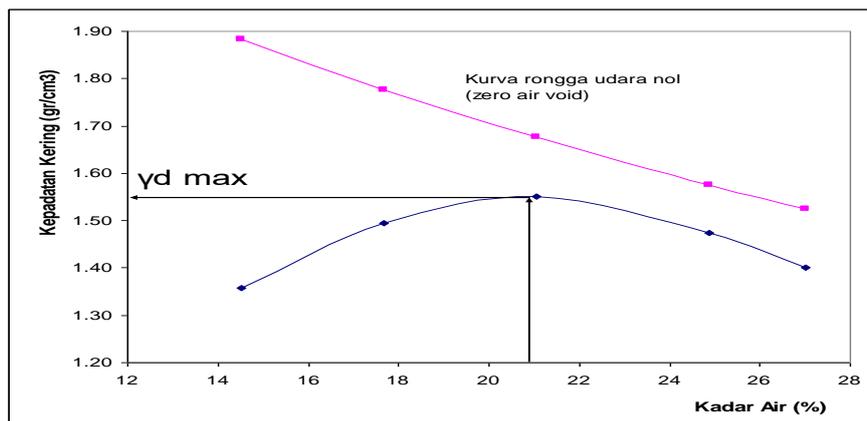
$$\gamma_b = \frac{W}{V} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan: W = berat tanah yang dipadatkan dalam cetakan
V = volume cetakan

B. Kadar Air Optimum

Tujuan pemadatan diantaranya untuk memadatkan tanah dalam keadaan kadar air optimum, sehingga udara dalam pori-pori tanah akan keluar. Untuk mengetahui kadar air yang optimum pada tanah, maka dilakukan pengujian pemadatan proktor standar, pengujian tersebut dilakukan dengan pemadatan sampel tanah basah (pada kadar air terkontrol) dalam suatu cetakan dengan jumlah 3 lapisan. Setiap lapisan dipadatkan dengan 25 tumbukan yang ditentukan dengan penumbuk dengan massa 2,5 kg dan tinggi jatuh 30 cm.

Kadar air yang memberikan berat kering yang maksimal disebut kadar air optimum. Untuk tanah berbutir halus dalam mendapatkan kadar air optimum digunakan batas plastisitasnya. Buat kurva hubungan antara kadar air (w) sebagai absis dan berat volume tanah kering sebagai ordinat, puncak kurva sebagai nilai (γ_d maks), kurva yang digunakan adalah kurva dari uji pemadatan tanah (*proctor standart*). Dari titik puncak ditarik garis vertikal memotong absis, pada titik ini adalah kadar air optimum seperti yang terlihat pada Gambar.



Grafik hubungan antara kadar air (w) dan berat volume kering (γ_d)

C. CBR Laboratorium (California Bearig Ratio)

CBR (*California Bearig Ratio*) adalah percobaan daya dukung tanah yang dikembangkan oleh *California State Highway Departement*. Prinsip pengujian ini adalah pengujian penetrasi dengan menusukkan benda kedalam benda uji. Dengan cara ini dapat dinilai kekuatan untuk membuat perkerasan.

Alat percobaan untuk mengukur besarnya CBR berupa alat yang mempunyai piston digerakkan dengan laju 0,05 in/min, vertikal kebawah. Proving ring yang digunakan untuk mengukur beban yang dibutuhkan pada penetrasi tertentu yang diukur dengan arloji pengukur (*dial*). Pengujian ini dimaksudkan untuk mendapatkan nilai daya dukung tanah dalam keadaan padat maksimum, dengan jalan melakukan penetrasi tanah yang dipadatkan.

Nilai CBR laboratorium biasanya digunakan untuk perencanaan pembangunan jalan baru. Peralatan yang digunakan antara lain, mesin penetrasi yang dilengkapi alat pengukur beban, cetakan logam yang dilengkapi leher sambung, alat penumbuk, alat pengukur pengembangan, keping beban, arloji pengukur penetrasi, dan sebagainya.

Prosedur pengujian meliputi tahapan pemadatan bahan di dalam cetakan dengan jumlah tumbukan tertentu, lalu buka leher sambung dan ratakan permukaannya. Letakkan keping beban

di atas permukaan, kemudian atur torak penetrasi pada permukaan benda uji dan berikan pembebanan dengan teratur sampai kecepatan penetrasi mendekati 1,27 mm/menit. Catat beban maksimum dan penetrasinya. Selanjutnya gambarkan grafik beban terhadap penetrasi. Umumnya harga CBR diambil pada penetrasi 2,54 mm. Panduan ini juga menguraikan pengujian untuk CBR yang direndam (*soaked*). Besarnya nilai CBR adalah ratio antara beban yang diperlukan untuk mencapai penetrasi sama. Test CBR dilakukan pada kepadatan maksimum dengan menggunakan kadar air optimum.

Percobaan CBR merupakan suatu metode empiris untuk menilai deformasi tanah terhadap pembebanan. Nilai CBR dihitung pada penetrasi 0,1 dan 0,2 inchi dengan cara membagi beban pada penetrasi masing-masing dengan beban standar. (Wesley, 1977) .

Untuk menghitung nilai CBR dapat dipakai rumus berikut :

$$CBR = \frac{\text{Beban Test}}{\text{Beban Standar}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.3)$$

$$CBR1 = \frac{\text{Nilai Beban Pada 0,1 inchi}}{3 \times 1000 \text{ lb}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.4)$$

$$CBR2 = \frac{\text{Nilai Beban Pada 0,2 inchi}}{3 \times 1500 \text{ lb}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.5)$$

Beban standar merupakan beban yang diperoleh dari pengujian terhadap batu pecah yang dianggap mempunyai nilai CBR 100%. Dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel. Beban Standar pada berbagai penetrasi CBR.

Penetration (inchi)	Beban standar (lb)	Penetrasi plunyer (mm)	Beban standar (kg)	Beban standar (kN)
0,10	3000	2,25	1370	13,50
0,20	4500	5,00	2055	20,00
0,30	5700	7,50	2630	25,50
0,40	6900	10,00	3180	31,00
0,50	7800	12,50	3600	35,00

Pada pengujian CBR laboratorium rendaman pelaksanaannya lebih sulit karena membutuhkan waktu dan biaya relatif lebih besar dibandingkan CBR laboratorium tanpa rendaman. Untuk pengujian *Swelling* rendaman diperoleh persamaan:

$$S = \frac{A}{H} \dots\dots\dots (2.15)$$

Keterangan: S = Potensi Pengembangan (%)

A = pembacaan Dial (mm)

H = Tinggi Benda Uji (mm)

II. METODELOGI

Tanah lempung yang digunakan berasal dari quarry Cot Kayee Adang Desa Meunasah Manyang, Lhokseumawe. Abu sekam padi yang digunakan berwarna keabu-abuan dengan pembakaran dibawah (600°C) dari Desa Rangkileh Geudong, kecamatan Meurah Mulia, Lhokseumawe.

Contoh tanah yang digunakan adalah tanah terganggu. Tanah tersebut dikeringkan terlebih dahulu dengan cara dijemur kemudian tanah yang menggumpal dihancurkan dengan

palu karet sehingga dihasilkan butiran tanah yang lolos ayakan No.4 yang akan digunakan sebagai bahan penelitian.

Penelitian yang dilakukan terdiri dari pengujian sifat-sifat fisis tanah yang meliputi analisa ukuran butir, batas-batas Atterberg, berat jenis dan uji geser langsung. Pengujian sifat mekanis meliputi pengujian pemadatan, pengujian CBR Laboratorium dalam kondisi tanpa rendaman dan rendaman.

Kapur dan Abu Sekam padi digunakan sebagai bahan aditif pada tanah lempung dengan prosentase 0%, 3+2 %, 6+4 % dan 9+6 % terhadap berat kering tanah lempung. Pengujian sifat fisis tanah asli untuk mengetahui parameter tanah asli yang dikandung oleh tanah tersebut, sedangkan pengujian campuran tanah lempung dengan kapur dan abu sekam padi meliputi batas-batas Atterberg, pemadatan, dan CBR. Sedangkan uji geser langsung hanya dilakukan pada tanah asli. Hasil dari pengujian campuran tanah lempung dengan kapur dan abu sekam padi akan dibandingkan dengan hasil pengujian tanah asli kemudian dianalisa untuk selanjutnya ditarik kesimpulan sebagai jawaban dari permasalahan yang akan dipecahkan dalam penelitian ini.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Tanah Asli

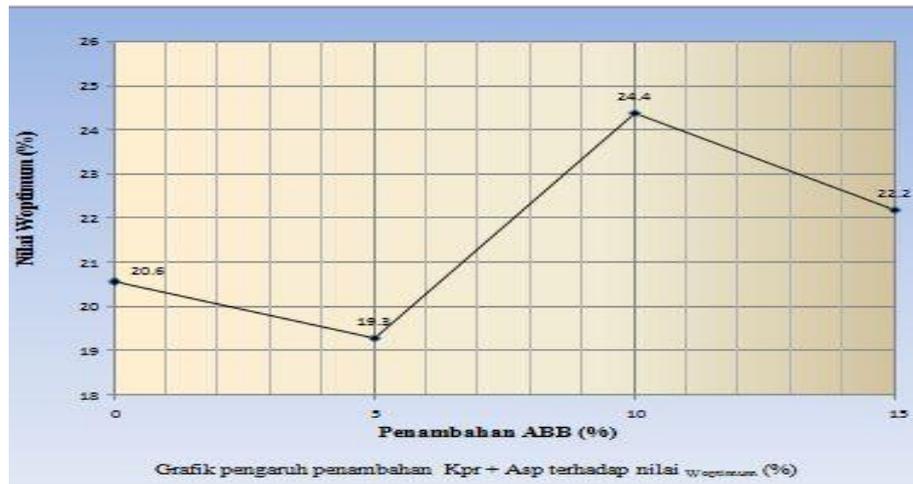
Hasil pengujian sifat-sifat fisis tanah asli pada penelitian ini diperlihatkan pada Tabel 1. Tabel 1. Hasil Pengujian Sifat Fisis dan Sifat Mekanis Tanah Asli

No.	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian
1.	Kadar air tanah asli (w)	%	11,6
2.	Berat volume tanah basah (γ_b)	gr/cm ³	1,72
3.	<i>Specific Gravity</i> (G_s)	(kN/m ³)	2,70
4.	<i>Atterberg Limit</i> : Batas Cair (LL)	%	61,8
5.	Batas Plastis (PL)	%	27,6
6.	Indeks Plastisitas (PI)	%	34,2
7.	Klasifikasi tanah	AASHTO	A-7-5
8.	Pemadatan standar : Kadar air optimum (W_{opt})	%	20,56
9.	Berat kering maksimum(γ_d)	%	1,48
10.	Uji CBR : Tidak Rendaman (<i>Unsoaked</i>)	%	10,4
11.	Rendaman 4 Hari (<i>Soaked</i>)	%	3,9
12.	Uji geser langsung : Nilai kohesi (C)	(kg/cm ²)	0,11
13.	Sudut geser dalam (ϕ)	°	5,37

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa menurut klasifikasi tanah sistem AASHTO, maka tanah dari quarry Cot Kayee Adang Desa Meunasah Manyang, Lhokseumawe. termasuk dalam klasifikasi tanah A-7-5.

B. Pemadatan Standar (Standard Proctor)

Hasil Pengujian Pemadatan Standar Proctor hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 1.

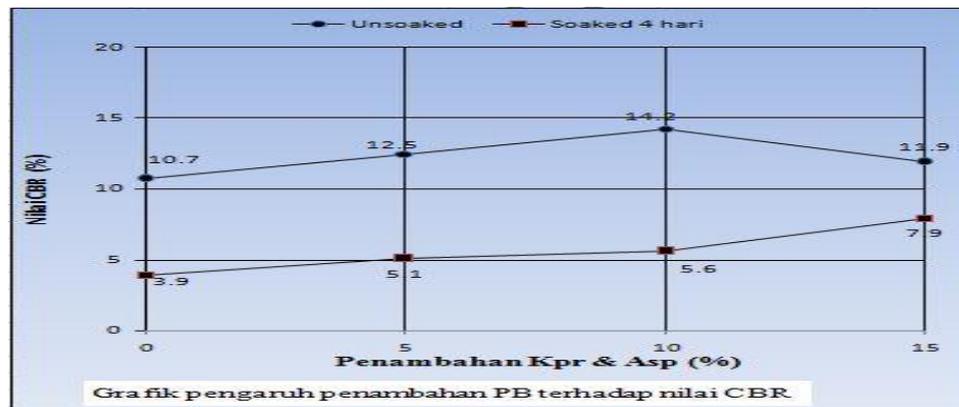


Gambar.1 Grafik pengaruh penambahan Kpr + Asp terhadap nilai W_{opt}

Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa pada pengujian pemadatan standar menunjukkan dengan penambahan kapur dan abu sekam padi tidak mempengaruhi nilai kadar air optimum, tidak mempengaruhinya nilai wopt ini disebabkan karena pengaruh zat kimia yang ada pada kapur dan daya serap air pada abu sekam padi yang tinggi maka air porinya tidak mudah terperas keluar rongga pori saat proses pemadatan jika dibandingkan dengan tanah asli.

C. Pengujian California Bearing Ratio (CBR)

Hasil Pengujian CBR Laboratorium dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar.2 Grafik pengaruh penambahan Kpr + Asp terhadap nilai CBR

Berdasarkan Gambar 2 terlihat bahwa pengujian nilai CBR laboratorium dengan persentase kapur dan abu sekam padi dan dengan perendaman 4 hari, hasil uji CBR laboratorium terhadap perubahan persentase kapur dan abu sekam padi untuk penambahan persentase 0%, 3+2%, 6+4% sampai 9+6% meningkat nilai CBR *unsoaked* dan *soaked*. Dari nilai CBR tanah asli *unsoaked* 10,7% dan *soaked* 3,9% meningkat menjadi 12,5% dan 5,1%, pada pecampuran kapur dan abu sekam padi 3+2%, demikian juga pada pencampuran persentase kapur dan abu sekam padi 6+4% terjadi peningkatan nilai CBR *unsoaked* 14,2% dan *soaked* 5,6%, turun menjadi 11,9% dan meningkat menjadi 7,9%. hal ini disebabkan oleh reaksi bahan tambahan

yang kurang menyatu dengan tanah lempung sehingga menguatkan nilai CBR. Optimalisasi campuran kapur dan abu sekam padi yang cukup baik adalah pada persentase campuran 6+4%.

IV. KESIMPULAN

1. Penambahan pasir besi pada pengujian pemadatan standar tidak mempengaruhi nilai W_{optimum} tetapi meningkatkan kepadatan kering maksimum ($\gamma_{d_{\text{max}}}$), W_{optimum} tanah asli yaitu 20,6% dan setelah dilakukan pencampuran kapur dan abu sekam padi W_{optimum} menurun menjadi 19,3% pada campuran 6+4% dan kepadatan kering maksimum naik dari 1,48 gr/cm³ menjadi 1,54 gr/cm³ pada campuran pasir besi 6+4%.
2. Penggunaan kapur dan abu sekam padi dapat meningkatkan nilai CBR tak direndam (*Unsoaked*) dan rendaman (*soaked*), seiring bertambahnya persentase kapur dan abu sekam padi pada tanah lempung, terjadi peningkatan sangat baik dari yang semula nilainya 10,7% menjadi 11,9% pada persentase 9+6%. Sedangkan untuk CBR *Soaked* terjadi peningkatan yang sangat baik pada persentase pasir besi 9+6%, dari yang semula nilainya 3,9% menjadi 7,9% dan pada penambahan pasir besi 9+6%. Ini menunjukkan bahwa dengan penambahan kapur dan abu sekam padi dapat meningkatkan nilai CBR. Jika dibandingkan peningkatan nilai tertinggi itu terjadi pada penambahan kapur dan abu sekam padi *Unsoaked* 6+4% yaitu 14,2%.

DAFTAR PUSTAKA

- Das, Braja, M. (1998). **Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)** Jilid-1, Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady. (1992). **Mekanika Tanah I**. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta (**mekanika Tanah**), Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady, (2002), **Mekanika Tanah I**, Fakultas Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Faisal, (2016). Tugas Akhir “**Stabilisasi Tanah lempung Menggunakan Pasir Besi Untuk Meningkatkan Daya Dukung**”. Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe, Lhokseumawe
- Aryanik, N., and Nugroho, A, (2007), **Pengaruh Kapur dan Abu Sekam Padi Pada Nilai CBR Laboratorium Tanah Tras Dusun Seropan Untuk Stabilitas Subgrade Timbunan**. Teknik Sipil Fakultas Teknik UKRIM, Yogyakarta.
- Warsiti; (2009), **Meningkatkan CBR dan Memperkecil Swelling Tanah Subgrade Dengan Metode Stabilisasi tanah dan Kapur**. Jurusan Teknik sipil Politeknik Semarang. SNI-1744-2012, **Metode Uji CBR Laboratorium**. Badan Standarisasi Nasional.