

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS (*UNCONFINED COMPRESSION TEST*) PADA STABILISASI TANAH LUNAK MENGGUNAKAN CAMPURAN KAPUR ALAM DAN ABU SEKAM PADI

Ahmad Gasruddin¹ dan Adi Rifaldi Kusnadi²

(Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Unidayan Baubau)¹

(Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Unidayan)²

Email : agash778@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk menganalisa campuran terbaik antara kapur alam dan abu sekam padi pada stabilisasi tanah lunak, serta mengetahui kuat tekan bebas (*unconfined compression test*) tanah lunak menggunakan campuran kapur alam dan abu sekam padi. Penelitian dimulai dengan melakukan pengambilan sampel tanah dan pengujian di laboratorium guna mengetahui nilai index properties menggunakan uji Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*). Sampel tanah terdiri dari lima variasi campuran terdiri dari tanah asli, tanah dengan tambahan kapur alam 2%, tanah dengan tambahan kapur alam 2% dan abu sekam padi 2%, tanah dengan tambahan kapur alam 2% dan abu sekam padi 5% dan tanah dengan tambahan kapur alam 2% dan abu sekam padi 10%. Dari uji kuat tekan bebas tanah diperoleh nilai kuat tekan tanah pada masa pemeraman selama tiga hari sebesar 0,22 kg/cm², pemeraman selama tujuh hari sebesar 0,26 kg/cm² dan pemeraman selama empat belas hari sebesar 0,29 kg/cm². Setelah tanah distabilisasi dengan berbagai variasi abu sekam padi diperoleh kesimpulan bahwa material abu sekam padi efektif berfungsi dapat menstabilisasi tanah dengan nilai kuat tekan bebas tertinggi pada variasi campuran TANAH + 2% KPR + 10% ASP dengan masa pemeraman selama empat belas hari yaitu dengan nilai kuat tekan bebas sebesar 0,33 kg/cm².

Kata Kunci : Perbaiki tanah, Kapur alam, Abu sekam padi, Stabilisasi tanah, Kuat tekan bebas.

A. PENDAHULUAN

Jalan raya sebagai salah satu sarana transportasi mempunyai fungsi yang sangat penting sebagai penghubung antar wilayah. Untuk mendukung agar sarana transportasi tersebut berfungsi dengan baik, maka diperlukan suatu konstruksi yang memenuhi syarat spesifikasi.

Lapis pondasi (*base course*) merupakan salah satu bagian dari struktur perkerasan jalan raya. Konstruksi lapis pondasi umumnya terdiri material agregat batu pecah atau yang lebih dikenal dengan base A, base B atau base C. Akan tetapi sering terjadi kesulitan mendapatkan material agregat, terutama pada daerah-

daerah tertentu yang jauh atau langka sumber material tersebut. Untuk mengatasi masalah tersebut, salah satu alternatif yang sering dilaksanakan di Indonesia adalah metoda stabilisasi dengan menggunakan semen, kapur, fly ash, bahan kimia atau bitumen.

Dalam metoda stabilisasi, tanah merupakan salah satu alternatif material yang digunakan sebagai material lapis pondasi atas (*base course*) atau lapis pondasi bawah (*sub base course*). Struktur lapis pondasi terletak di bawah lapis permukaan (*surface course*). Keseluruhan beban lalu lintas kendaraan, didukung oleh lapis permukaan dan diteruskan ke lapisan pondasi di bawahnya.

B. KAJIAN PUSTAKA

1. Pengertian Umum Tanah

Tanah merupakan komposisi dari dua atau tiga fase yang berbeda. Jika tanah dalam keadaan kering maka terdiri dari dua fase yaitu partikel padat dan pori-pori udara. Tanah yang jenuh seluruhnya juga terdiri dari dua fase yaitu partikel padat dan air pori. Jika tanah dalam keadaan jenuh sebagian maka terdiri dari tiga fase yaitu partikel padat, pori-pori udara dan air pori.

2. Klasifikasi Tanah

Kebanyakan klasifikasi tanah menggunakan indeks tipe pengujian yang sangat sederhana untuk menentukan karakteristik tanahnya. Karakteristik tersebut digunakan untuk menentukan kelompok klasifikasinya. Umumnya klasifikasi tanah didasarkan atas ukuran partikel yang diperoleh dari analisa saringan dan plastisitasnya. Sekarang, terdapat dua sistem klasifikasi yang dapat digunakan yaitu *Unified Soil Classification System* dan AASHTO.

a. Sistem klasifikasi unified (USCS)

Klasifikasi tanah dari sistem Unified (USCS) pertama kali diajukan oleh Casagrande pada tahun 1942 yang kemudian direvisi oleh kelompok teknisi dari USBR (*United State Bureau of Reclamation*). Pada sistem Unified, suatu contoh tanah diklasifikasikan ke dalam tanah berbutir kasar (kerikil dan pasir) jika lebih dari 50% tertinggal dalam saringan No. 200, dan sebagai tanah berbutir halus (lanau dan lempung) jika lebih dari 50% lolos saringan No. 200 (Hardiyatmo, 1992).

Klasifikasi berdasarkan Unified System (Das, 1994), tanah dikelompokkan menjadi :

- 1) Tanah butir kasar (*coarse-grained-soil*) yaitu tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan No.200. Simbol 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.
- 2) Tanah berbutir halus (*fine-grained-soil*) yaitu tanah dimana lebih dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan No.200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal M untuk lanau (*silt*) anorganik, C untuk lempung (*clay*) anorganik, dan O untuk lanau organik dan lempung organik. Simbol PT digunakan untuk tanah gambut (*peat*), muck, dan tanah-tanah lain dengan kadar organik yang tinggi. Tanah berbutir kasar ditandai dengan simbol kelompok seperti : GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM dan SC.

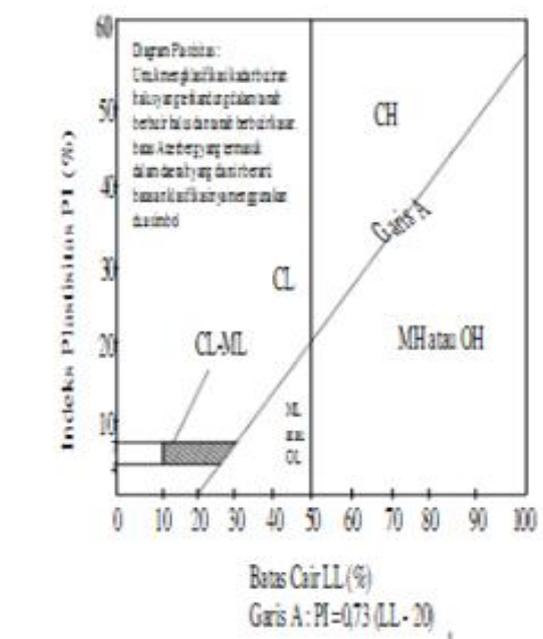
Untuk klasifikasi yang benar, perlu memperhatikan faktor-faktor berikut ini :

1. Persentase butiran yang lolos ayakan No.200 (*fraksi halus*).
2. Persentase fraksi kasar yang lolos ayakan No.40.
3. Koefisien keseragaman (*Uniformity coefficient, Cu*) dan koefisien gradasi (*gradation coefficient, Cc*) untuk tanah dimana 0 - 12% lolos ayakan No.200.
4. Batas cair (LL) dan Indeks Plastisitas (PI) bagian tanah yang lolos ayakan No.40 (untuk tanah dimana 5% atau lebih lolos ayakan No.200), berikut gambar klasifikasi tanah berdasarkan sistem Unconfied seperti terlihat pada gambar 1.

Divisi Utama		Simbol Kelompok	Nama Jenis	Nama jenis	
tanah berbutir kasar Lebih dari 50% butiran tertahan saringan no. 200 (0,075 mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	GW	Kerikil Gradasi baik dan campuran pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4, C_c = \frac{(D_{20})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW Batas-batas Atterberg dibawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$ bila batas Atterberg berada didaerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol	
		GP	Kerikil Gradasi buruk dan campuran pasir kerikil, atau tidak mengandung butiran halus		
		GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir-lempung		
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil pasir-lempung		
	pasir lebih dari 50% fraksi kasar lolos saringan no. 4 (4,75 mm)	Pasir bersih (hanya pasir)	SW	Pasir Gradasi baik, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6, C_c = \frac{(D_{20})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW Batas-batas Atterberg dibawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$ bila batas Atterberg berada didaerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol
			SP	Pasir Gradasi buruk, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	
		Pasir dengan butiran halus	SM	pasir berlanau, campuran pasir lanau	
			SC	pasir berlempung, campuran pasir-lempung	

klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus, kurang dari 5% lolos saringan no. 200 : GW, GP, SW, SP, lebih dari 12% lolos saringan no. 200-GM, GC, SM, SC, 5%-12% lolos saringan no. 200. batasan klasifikasi yang mempunyai simbol dobel

tanah berbutir halus > 50% lolos saringan no. 200 (0,075 mm)	Lanau dan lempung batas cair 50% atau kurang	ML	lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung
		CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berlanau, lempung kurus (lean clays)
	Lanau dan lempung batas cair > 50%	OL	lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah
		MH	lanau tak organik atau pasir halus diatomae, lanau elasis.
		CH	lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk (fatclays)
		OH	lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi
Tanah dengan kadar organik tinggi	Pt	Gambut ("peat") dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi	



manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488

Gambar 1. Klasifikasi Tanah Sistem Unified (Das, 1994)

b. Sistem Klasifikasi ASSHTO

Sistem Klasifikasi AASHTO membagi tanah ke dalam 8 kelompok, A-1 sampai A-7 termasuk sub-sub kelompok. Tanah yang diklasifikasikan ke dalam A-1, A-2, dan A-3 adalah tanah berbutir di mana 35 % atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos ayakan No. 200. Tanah di mana lebih dari 35 % butirannya tanah lolos ayakan No. 200 diklasifikasikan ke dalam 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.

Apabila sistem klasifikasi AASHTO dipakai untuk mengklasifikasikan tanah, maka data dari hasil uji dicocokkan dengan angka-angka yang diberikan dalam Tabel 4 dari kolom sebelah kiri ke kolom sebelah kanan hingga ditemukan angka-angka yang sesuai, berikut tabel klasifikasi tanah berdasarkan AASHTO seperti yang terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO

Klasifikasi Umum	Tanah berbutir (35 % atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)						Tanah lanau - lempung (lebih dari 35 % dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)			
	A-1		A-3	A-2			A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1a	A-1b		A-2.4	A-2.5	A-2.6				
Analisis ayakan (% lolos)										
No. 10	≤ 50	---	---	---	---	---	---	---	---	---
No. 40	≤ 30	≤ 50	≥ 51	---	---	---	---	---	---	---
No. 200	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≥ 36	≥ 36	≥ 36
Sifat fraksi yang lolos ayakan No. 40										
Batas Cair (LL)	---	---	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 40	≤ 40	≥ 41
Indek Plastisitas (PI)	≤ 6	NP	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung			Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik						Biasa sampai jelek			

Sumber : Das, 1995.

Keterangan : ** Untuk A-7-5, $PI \leq LL - 30$
* Untuk A-7-6, $PI > LL - 3$

3. Pengujian Sifat-sifat Mekanis Tanah

a. Pemadatan Tanah (*Compaction*)

Pemadatan adalah suatu proses dimana udara pada pori-pori tanah dikeluarkan dengan salah satu cara mekanis atau suatu proses berkurangnya volume tanah akibat adanya energi mekanis, pengaruh kadar air dan gradasi butiran.

Untuk setiap daya pemadatan tertentu kepadatan yang tercapai tergantung pada banyaknya air didalam tanah tersebut yang disebut kadar air. Tingkat pemadatan tanah diukur dari berat volume kering tanah yang dipadatkan. Air dalam pori tanah berfungsi sebagai unsur pembasah (*pelumas*) tanah, sehingga butiran tanah tersebut lebih mudah bergerak atau bergeser satu sama lain dan membentuk kedudukan yang lebih padat atau rapat.

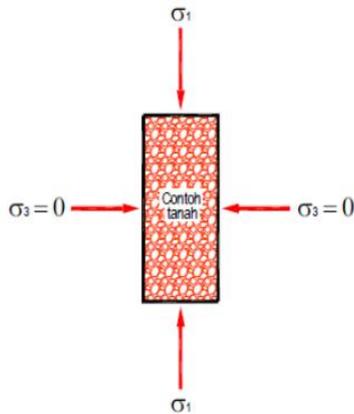
Peristiwa bertambahnya berat volume kering oleh beban dinamis disebut dengan pemadatan. Pemadatan tanah dapat dimaksudkan untuk mempertinggi kuat geser tanah, mengurangi sifat mudah mampat (*kompresibilitas*), mengurangi permeabilitas serta dapat mengurangi perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air dan lainnya.

b. Uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Test*)

Pada material tanah, parameter yang perlu ditinjau adalah kekuatan geser tanahnya. Pengetahuan mengenai kekuatan geser diperlukan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang berkaitan dengan stabilisasi tanah. Salah satu pengujian yang digunakan untuk mengetahui parameter kuat geser tanah adalah uji kuat tekan bebas.

Cara pengujian kuat tekan bebas ini memiliki perbedaan dengan uji

triaksial, dimana pada uji kuat tekan bebas tidak ada tegangan sel yaitu $\sigma_3 = 0$. Gambar skematik dari prinsip pembebanan dalam percobaan ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema uji kuat tekan bebas

Pembebanan pada sampel tanah berasal dari tekanan aksial satu arah yang diangsur-angsur bertambah sampai benda uji mengalami keruntuhan. Hubungan konsistensi dengan kuat tekan bebas dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi tanah berdasarkan nilai kuat tekan bebas

Sifat Tanah	Unconfined Compression Test
Very soft (sangat lunak)	$< 0,25 \text{ kg/cm}^2$
Soft	$0,25 - 0,50 \text{ kg/cm}^2$
Firm/Medium (tengah)	$0,50 - 1,00 \text{ kg/cm}^2$
Stiff (kenyal)	$1,00 - 2,00 \text{ kg/cm}^2$
Very stiff (sangat kenyal)	$2,00 - 4,00 \text{ kg/cm}^2$
Hard (keras)	$>4,00 \text{ kg/cm}^2$

Sumber : Das (1994)

c. Tanah Lempung

Tanah lempung adalah akumulasi partikel mineral yang lemah dalam ikatan antar partikelnya, yang terbentuk dari pelapukan batuan. Proses pelapukan batuan ini terjadi secara fisis dan secara kimiawi. Proses cara fisis antara lain berupa erosi, tiupan angin, pengikisan oleh air, glistier dan lain sebagainya. Tanah yang terjadi akibat proses ini memiliki komposisi yang sama dengan batuan asalnya, tipe ini mempunyai ukuran-ukuran partikel yang hampir sama rata dan dideskripsikan berbentuk utuh. Sedangkan pelapukan yang disebabkan secara kimiawi menghasilkan kelompok-kelompok partikel kristal berukuran mikroskopik sampai submikroskopik, koloid ($< 0,002 \text{ mm}$) yang dikenal sebagai mineral lempung (clay mineral).

Dilihat dari mineral pembentuknya lempung dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu lempung non-ekspansif dan lempung ekspansif. Tanah lempung non-ekspansif tidak sensitif terhadap perubahan kadar air, artinya potensi kembang susutnya kecil apabila terjadi perubahan kadar air. Sedangkan tanah lempung ekspansif adalah tanah yang mempunyai potensi kembang susut yang besar apabila terjadi perubahan kadar air tanah.

d. Abu Sekam Padi (*Pozzolan*)

Selama proses pembakaran sekam padi menjadi abu, zat-zat organik akan hilang dan meninggalkan sisa yang kaya akan silika. Secara umum faktor suhu, waktu dan lingkungan pembakaran harus dipertimbangkan dalam proses pembakaran sekam padi untuk menghasilkan abu yang mempunyai tingkat reaktivitas maksimal. Silika merupakan unsur pokok abu sekam padi (*Rice Husk Ash /RHA*) yang menguntungkan, karena pada kondisi yang sesuai dapat bereaksi dengan kapur bebas membentuk gel yang bersifat sebagai bahan ikat. Secara tipikal komposisi kimia abu

sekam padi meliputi SiO₂, K₂O, Fe₂O₃, CaO, MgO, Cl, P₂O₅, Na₂O₃, SO₃ dan sedikit unsur lainnya. Kandungan minimum dan maksimum unsur oksida yang harus ada pada suatu pozzolan dapat ditunjukkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan kimia Abu sekam padi (*pozzolan*)

Kandungan kimia	Kelas <i>Pozzolan</i>		
	N	F	C
SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃ , minimum %	70	70	50
SO ₃ , minimum %	4	5	5
Kadar air, maksimum %	3	3	3
Hilang dalam pembakaran, %	10	6	6

Sumber : ASTM C 618-92a

e. Kapur Alam

Batu kapur merupakan bahan alam yang banyak terdapat di Indonesia. Batu kapur adalah batuan padat yang mengandung banyak kalsium karbonat (Lukman et al., 2012). Mineral karbonat yang umum ditemukan berasosiasi dengan batu kapur adalah aragonite (CaCO₃), yang merupakan mineral metastable karena pada kurun waktu tertentu dapat berubah menjadi kalsit (CaCO₃) (Sucipto et al., 2007).

Batu kapur (Gamping) dapat terjadi dengan cara, yaitu secara organik, secara mekanik, atau secara kimia. Sebagian besar batu kapur yang terdapat di alam terjadi secara organik, jenis ini berasal dari pengendapan cangkang/rumah kerang dan siput, foraminifera atau ganggang, atau berasal dari kerangka binatang koral/kerang. Batu kapur dapat berwarna putih susu, abu muda, abu

tua, coklat bahkan hitam, tergantung keberadaan mineral pengotornya. Mineral karbonat yang umum ditemukan berasosiasi dengan batu kapur adalah argonit (CaCO₃), yang merupakan mineral metastable karena kurun waktu tertentu dapat berubah menjadi kalsit (CaCO₃). Mineral lainnya yang umum ditemukan berasosiasi dengan batu kapur atau dolomit, tetapi dalam jumlah kecil adalah Siderit (FeCO₃), ankererit (Ca₂MgFe(CO₃)₄), dan magnesit (MgCO₃). Penggunaan batu kapur sudah beragam diantaranya untuk bahan kaptan, bahan campuran bangunan, industri karet dan ban, kertas dan lain-lain. Potensi dan lain-lain. potensi batu kapur di Indonesia sangat besar dan tersebar hampir merata di seluruh kepulauan Indonesia. Kapur juga merupakan bahan dasar pembuatan semen PC kapur/gamping berkadar kalsium tinggi yang dimasak dalam tanur betekan tinggi. Standar industri semen biasanya mengacu pada ASTM (*America Society for Testing and Materials*).

f. Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah suatu metode yang digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dasar supaya daya dukung tanahnya menjadi lebih baik sehingga tanah tersebut menjadi stabil dan mampu memikul beban yang bekerja terhadap konstruksi diatas tanah.

Stabilisasi tanah dapat terdiri dari salah satu tindakan :

1. Meningkatkan kerapatan tanah.
2. Menambah bahan untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawia dan atau fisis pada tanah.
3. Menurunkan (mengeluarkan) muka air tanah (drainase tanah).
4. Menggantikan tanah yang buruk.

Metode-metode stabilisasi yang dikenal adalah stabilisasi mekanis, stabilisasi kimiawi, stabilisasi mineral dan stabilisasi hidraulis. Stabilisasi mekanis adalah penambahan kekuatan dan daya dukung tanah dengan jalan mengatur gradasi tanah yang dimaksud. Usaha ini biasanya menggunakan sistem pemadatan. Pemadatan dapat dengan berbagai jenis peralatan mekanis seperti mesin gilas (*roller*), benda berat yang dijatuhkan, ledakan tekanan tanah statis dan sebagainya (Bowles, 1991).

Stabilisasi hydrolis adalah suatu teknik modifikasi yang biasa dipakai untuk mempercepat proses konsolidasi pada suatu tanah seperti dengan cara penambahan vertical drain dan beban. Kadar air pori yang ada dalam tanah dipaksa keluar dari tanah melalui saluran-saluran atau sumur-sumur drain yang telah dibuat. Pada tanah berbutir kasar, keadaan ini diperoleh dengan menurunkan muka air tanah oleh pemompaan dari lubang-lubang hasil pengeboran (*bore holes*) atau parit-parit; pada tanah berbutir halus diperoleh dari aplikasi gaya-gaya luar (*preloading*) dalam jangka waktu lama (*long term*) atau diperlukan gaya elektrik (*elektokinetik stabilization*).

Sedangkan stabilisasi tanah secara kimiawi adalah penambahan bahan stabilisasi yang dapat mengubah sifat-sifat kurang menguntungkan dari tanah. Bahan yang digunakan untuk stabilisasi tanah disebut stabilizing agent karena setelah diadakan pencampuran menyebabkan terjadinya stabilisasi. Bahan stabilisasi ini dapat berupa semen, fly ash serta bahan kimia lainnya seperti HCl, NaCl, dan NaOH.

C. METODOLOGI PENELITIAN

1. Tinjauan Umum Penelitian

Penelitian ini secara garis besar dilakukan pada sampel tanah asli yang tidak diberikan bahan tambah stabilisasi

berupa kapur alam dan abu sekam padi dan pada tanah yang diberikan bahan stabilisator berupa kapur alam dan abu sekam padi dengan berbagai variasi campuran yang telah ditentukan.

Tahapan penelitian yang disusun dalam penelitian ini dimulai dari pekerjaan persiapan, pelaksanaan uji laboratorium sampai analisis data hasil uji laboratorium yang diperoleh.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tanah lempung, yang berasal dari daerah Kelurahan Bosoa, Kecamatan Batauga, Kabupaten Buton Selatan.
2. Abu sekam padi, yang berasal dari daerah Kelurahan Ngkaring-ngkaring, Kecamatan Bungi Kota Baubau
3. Kapur alam, yang bersumber dari daerah Gunung Teletubies Kecamatan Pasar Wajo Kabupaten Buton.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat untuk uji analisis saringan, uji berat jenis, uji kadar air, uji batas-batas atterberg, uji pemadatan, uji kuat tekan bebas dan peralatan lainnya yang ada di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo.

2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo, Jln. H.E.A Mokodompit Kampus Bumi Tridharma Anduonohu, Kendari Sulawesi Tenggara. Penelitian ini mulai dilaksanakan pada bulan Juni 2017 sampai dengan bulan Januari 2018. Tahapan waktu yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini mulai dari penyusunan proposal, bimbingan proposal, penelitian sampai dengan pelaksanaan ujian akhir.

3. Teknik Pengumpulan Data

Pengambilan sampel untuk tanah lempung, abu sekam padi dan kapur alam

dilakukan secara langsung dilokasi. Hal ini dilakukan agar sampel yang diambil benar-benar langsung bersumber dari lokasi tersebut. Sampel kemudian dimasukkan kedalam satu tempat (*box*) untuk dilakukan pemeriksaan data-data karakteristik dan mix design, setelah pengujian dilaboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil Universitas Halu Oleo. Lokasi pengambilan material tanah lempung dari Kelurahan Boso, sedangkan material abu sekam padi dari Kelurahan Ngkaringngkaring sedangkan batu kapur berasal dari Gunung Teletubies Kecamatan Pasar Wajo Kabupaten Buton.

D. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

Hasil uji sifat fisik tanah asli ditunjukkan pada Tabel 4. Hasil-hasil pengujian sifat fisik tanah ini meliputi :

1. Kadar Air
2. Berat Jenis
3. Batas-batas Atterberg
4. Uji Analisa Saringan

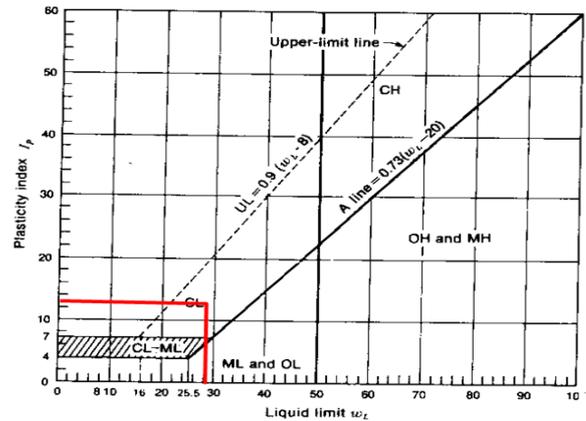
Tabel 4. Data uji sifat fisik tanah asli

No.	Pengujian	Hasil	Metode Pemeriksaan
1.	Kadar Air (<i>Water Content</i>)	27,52 %	ASTMD - 2216 - 71
2.	Berat Jenis (<i>Specific Gravity</i>)	2,64	ASTMD - 854- 58
3.	Batas Cair (<i>Liquid Limit</i>) LL	28,66 %	ASTMD - 423- 66
4.	Batas Plastis (<i>Plastic Limit</i>) PL	17,62 %	ASTMD - 423- 66
5.	Indeks Plastisitas (<i>Plasticity Index</i>) PI	11,03 %	ASTMD - 423- 66
6.	Persen lolos saringan No. 200	55,70 %	ASTMD - 423- 60

Sumber : Hasil Analisa Data

Menurut sistem klasifikasi USCS, tanah lolos ayakan No. 200 sebesar 55,70 % dan nilai batas cair (*liquid limit*) sebesar 28,66% sehingga dilakukan plot pada grafik penentuan klasifikasi tanah yaitu yang ditunjukkan pada Gambar 3 berikut. Dari hasil plot diperoleh tanah termasuk dalam kelompok CL yaitu tanah lempung

berpasir tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang (*clays*).



Gambar 3. Plot Grafik Klasifikasi USCS

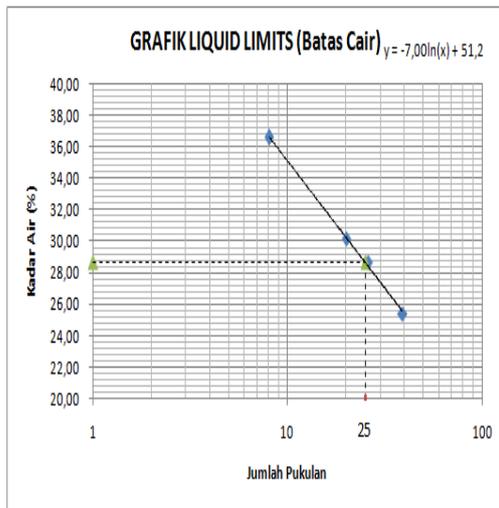
Pemeriksaan analisa saringan yang dilakukan terhadap tanah asli mengacu pada ASTMD sebagai acuan, hasil pemeriksaanya dapat dilihat pada Tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5. Data hasil analisa saringan tanah asli

Nomor Saringan	Ukuran Partikel (mm)	Persentase Lolos (%)
No. 4	4,750	100,00
No. 10	2,000	100,00
No.18	0,840	100,00
No.40	0,425	95,67
No.60	0,250	88,17
No.100	0,150	77,78
No.200	0,075	55,70
P A N	0,000	0,00

Sumber : Hasil Analisa Data

Pada gambar 4 dapat dilihat hasil pemeriksaan batas cair (*liquid limits*) pada pengujian konsistensi Atterbrg.



Gambar 4. Grafik batas cair (*liquid limits*), atterberg limit.

a. Pengujian Pemadatan Tanah Asli (*Compaction*)

Hasil yang diperoleh pada penelitian berupa kurva yang menunjukkan hubungan antara kadar air optimum dan berat isi kering maksimum. Dalam hal ini penelitian menggunakan metode pengujian dengan uji pemadatan (*compaction*) *standart*, yang dilaksanakan sesuai ASTM D. Dimana alat yang digunakan diantaranya :

- Mould cetakan Ø 10,2 cm, diameter dalam Ø 10,16 cm.
- Berat penumbuk 3,5 kg dengan tinggi jatuh 30 cm.
- Sampel tanah lolos saringan no. 4.

Hasil uji pemadatan tanah tertera dalam Tabel 6.

Tabel 6. Data Uji Pemadatan Tanah.

No.	Hasil Pengujian	Nilai
1.	Kadar Air Optimum	17,66 %
2.	Berat Isi Kering Maksimum	1,49 gram/cm ³

Sumber :Hasil analisa data

b. Pengujian Pemadatan Tanah (*Compaction*) dengan Bahan Stabilisator

Hasil pengujian pemadatan tanah lunak yang telah distabilisasi dengan campuran kapur alam dan abu sekam padi yang diperoleh adalah nilai kepadatan maksimum (γ_d maks) dengan kadar air optimum (W_{opt}) sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Data hasil pemadatan tanah dengan bahan stabilisator.

Sampel	γ_d maks (gr/cm ³)	W_{opt} (%)
Tanah + KPR 2%	1,45	21,77
Tanah + KPR 2% + ASP 2%	1,36	23,13
Tanah + KPR 2% + ASP 5%	1,33	23,88
Tanah + KPR 2% + ASP 10%	1,26	24,78

Sumber :Hasil analisa data

c. Pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*) Dengan Masa Pemeraman Selama 3 Hari

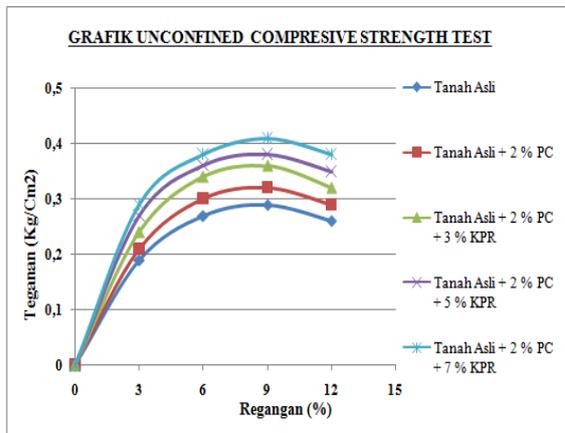
Hasil dari uji kuat tekan bebas yang diperoleh adalah nilai q_u dan nilai kekuatan geser yaitu (c_u) pada setiap variasi campuran dengan masa pemeraman selama 3 hari yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Data Hasil Uji Kuat Tekan Bebas pada masa pemeraman 3 hari.

Sampel	Regangan (%)				
	0	3	6	9	12
Tanah Asli	0	0,13	0,18	0,22	0,19
Tanah Asli + KPR 2%	0	0,13	0,19	0,23	0,20
Tanah Asli + KPR 2% + ASP 2%	0	0,14	0,19	0,24	0,19
Tanah Asli + KPR 2% + ASP 5%	0	0,15	0,20	0,25	0,21
Tanah Asli + KPR 2% + ASP 10%	0	0,16	0,23	0,27	0,22

Pada pengujian kuat tekan tanah pada tanah asli diperoleh nilai kuat tekan tanah (q_u) tertinggi sebesar 0,22 kg/cm². Pada penambahan 2% KPR pada tanah asli terjadi kenaikan nilai (q_u) tertinggi menjadi 0,23 kg/cm². Kemudian pada penambahan 2% KPR + 2% ASP nilai (q_u) tertinggi menjadi 0,24 kg/cm². Kemudian pada penambahan 2% KPR + 5% ASP nilai (q_u) tertinggi menjadi 0,25 kg/cm², dan pada penambahan 2% KPR + 10% ASP nilai (q_u) tertinggi menjadi 0,27 kg/cm², yang mana artinya semakin bertambahnya kadar abu sekam padi pada tanah lunak dengan masa pemeraman selama tiga hari dapat meningkatkan nilai (q_u) atau kuat tekan tanah lunak.

Berikut dapat dilihat gambar 5. Grafik pengujian kuat tekan bebas (*unconfined compression test*) dengan masa pemeraman selama tiga hari.



Gambar 5. Grafik pengujian kuat tekan bebas (*unconfined compression test*) dengan masa pemeraman selama tiga hari.

d. Pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*) Dengan Masa Pemeraman Selama 7 Hari

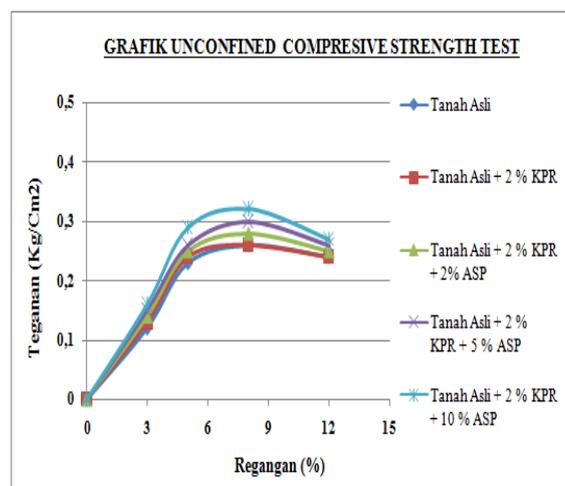
Hasil dari pengujian ini adalah nilai kuat tekan bebas tanah (q_u) pada tanah asli, dan pada tiap variasi tanah yang telah dicampur dengan stabilisator kapur alam dan abu sekam.

Tabel 9. Data Hasil Uji Kuat Tekan Bebas pada masa pemeraman 7 hari.

Sampel	Regangan (%)				
	0	3	6	10	12
Tanah Asli	0	0,12	0,23	0,26	0,24
Tanah Asli + KPR 2%	0	0,13	0,24	0,26	0,24
Tanah Asli KPR 2%+ ASP 2%	0	0,14	0,25	0,28	0,25
Tanah Asli KPR 2%+ ASP 5%	0	0,15	0,26	0,30	0,26
Tanah Asli + KPR 2%+ ASP 10%	0	0,16	0,29	0,32	0,27

Sumber : Hasil analisa data

Pada pengujian kuat tekan tanah pada tanah asli diperoleh nilai kuat tekan tanah (q_u) tertinggi sebesar 0,26 kg/cm². Pada penambahan 2% KPR pada tanah asli terjadi kenaikan nilai (q_u) tertinggi menjadi 0,26 kg/cm². Kemudian pada penambahan 2% KPR + 2% ASP nilai (q_u) tertinggi menjadi 0,28 kg/cm². Kemudian pada penambahan 2% KPR + 5% ASP nilai (q_u) tertinggi menjadi 0,30 kg/cm², dan pada penambahan 2% KPR + 10% ASP nilai (q_u) tertinggi menjadi 0,32 kg/cm², yang mana artinya semakin bertambahnya kadar abu sekam padi pada tanah lunak dengan masa pemeraman selama tujuh hari dapat meningkatkan nilai (q_u) atau kuat tekan tanah lunak.



Gambar 6. Grafik pengujian kuat tekan bebas (*unconfined compression test*) dengan masa pemeraman selama 7 hari.

e. Pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*) Dengan Masa Pemeraman Selama 14 Hari

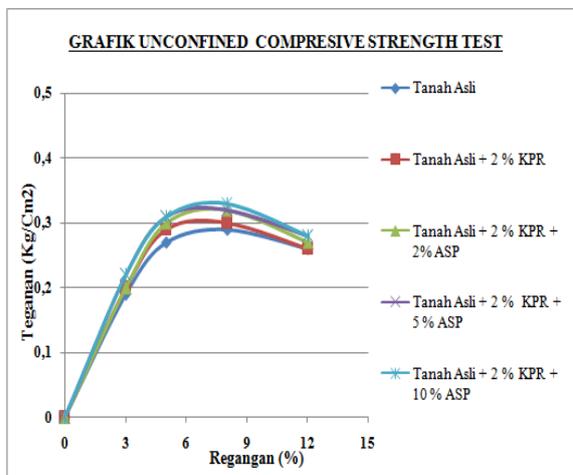
Hasil dari pengujian ini adalah nilai kuat tekan bebas tanah (q_u) pada tanah asli, dan pada tiap variasi tanah yang telah dicampur dengan stabilisator kapur alam dan abu sekam padi. Hasil dari uji kuat tekan bebas yang diperoleh adalah nilai q_u dan nilai kekuatan geser yaitu (c_u) pada setiap variasi campuran dengan masa pemeraman selama 14 hari yang dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Data Hasil Uji Kuat Tekan Bebas pada masa pemeraman 14 hari.

Sampel	Regangan (%)				
	0	3	6	9	12
Tanah Asli	0	0,19	0,27	0,29	0,26
Tanah Asli + KPR 2%	0	0,20	0,29	0,30	0,26
Tanah Asli + KPR 2% + ASP 2%	0	0,20	0,30	0,32	0,27
Tanah Asli + KPR 2% + ASP 5%	0	0,22	0,31	0,32	0,28
Tanah Asli + KPR 2% + ASP 10%	0	0,22	0,31	0,33	0,28

Sumber : Hasil analisa data

Berikut dapat dilihat gambar 7. Grafik pengujian kuat tekan bebas (*unconfined compression test*) dengan masa pemeraman empat belas hari.



Gambar 15. Grafik pengujian kuat tekan bebas (*unconfined compression test*)

dengan masa pemeraman selama empat belas hari.

Pada pengujian kuat tekan tanah pada tanah asli diperoleh nilai kuat tekan Tanah asli (q_u) tertinggi sebesar 0,29 kg/cm². Pada penambahan 2% KPR pada tanah asli terjadi kenaikan nilai (q_u) tertinggi menjadi 0,30 kg/cm². Kemudian pada penambahan 2% KPR + 2% ASP nilai (q_u) tertinggi menjadi 0,32 kg/cm². Kemudian pada penambahan 2% KPR + 5% ASP nilai (q_u) tertinggi menjadi 0,32 kg/cm², dan pada penambahan 2% KPR + 10% ASP nilai (q_u) tertinggi menjadi 0,33 kg/cm², yang mana artinya semakin bertambahnya kadar abu sekam padi pada tanah lunak dengan masa pemeraman selama empat belas hari dapat meningkatkan nilai (q_u) atau kuat tekan tanah lunak.

2. Pembahasan

Dari uji kuat tekan bebas pada sampel tanah asli diperoleh nilai kuat tekan tanah pada masa pemeraman selama 3 (tiga) hari sebesar 0,22 kg/cm², pemeraman selama 7 (tujuh hari) sebesar 0,26 kg/cm² dan pemeraman selama 14 (empat belas) hari sebesar 0,29 kg/cm². Setelah tanah distabilisasi dengan berbagai variasi abu sekam padi diperoleh kesimpulan bahwa material abu sekam padi efektif berfungsi dapat menstabilisasi tanah lunak dengan nilai kuat tekan bebas tertinggi pada variasi campuran TANAH ASLI + 2% KPR + 10% ASP dengan masa pemeraman selama 14 (empat belas) hari yaitu dengan nilai kuat tekan bebas sebesar 0,33 kg/cm².

E. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari uji kuat tekan bebas pada sampel di peroleh komposisi campuran yang terbaik antara kapur alam dan abu

sekam padi pada stabilisasi tanah lunak yaitu pada variasi campuran TANAH ASLI + 2% KPR + 5% ASP dengan masa pemeraman selama 14 (empat belas) hari.

2. Dari uji kuat tekan bebas pada sampel tanah asli diperoleh nilai kuat tekan tanah pada masa pemeraman selama 3 (tiga) hari sebesar 0,22 kg/cm², pemeraman selama 7 (tujuh hari) sebesar 0,26 kg/cm² dan pemeraman selama 14 (empat belas) hari sebesar 0,29 kg/cm². Setelah tanah distabilisasi dengan berbagai variasi abu sekam padi diperoleh kesimpulan bahwa material abu sekam padi efektif berfungsi dapat menstabilisasi tanah lunak dengan nilai kuat tekan bebas tertinggi pada variasi campuran TANAH ASLI + 2% KPR + 10% ASP dengan masa pemeraman selama 14 (empat belas) hari yaitu dengan nilai kuat tekan bebas sebesar 0,33 kg/cm².

DAFTAR PUSTAKA

- Adha, I., (2011). *Pemanfaatan Abu Sekam Padi sebagai Pengganti Semen pada Metoda Stablisasi Tanah Semen*, Jurnal Rekayasa, Vol.15, No.1 (Online), (<http://ftsipil.unila.ac.id/ejournals/index.php/jrekayasa/article/download/107/pdf>).
- Alhassan, M. dan Mustapha, A., (2007). *Effect of Rice Husk Ash on Cement Stabilized Laterite*. Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies, Issue 11, p. 47-58.
- ASTM C 618-92a, *Standard Specification of Pozzolan*.
- 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.
- Bowles, E.J. (1989). *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. PT. Erlangga. Jakarta.
- Das, B. M., (1994). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayas Geoteknis) Jilid I*. Jakarta: Erlangga.
- Das, B. M., (1994). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayas Geoteknis) Jilid II*. Jakarta: Erlangga.
- Fadillah, N., (2014). *Pengujian Kuat Tekan Bebas (Unconfined Compression Test) Pada Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Campuran Semen dan Abu Sekam Padi*, Tugas Akhir, Bidang Studi Geoteknik, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
- Hardiyatmo, H. C., 1992. *Mekanika Tanah Jilid I & II*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Setyowati, A., 2014. *Daya Dukung Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Spent Catalyst RCC 15 dan Kapur*, Jurnal Bentang Vol.2, No.1 (online)
- Sucipto E. (2007). *Hubungan Pemaparan Partikel Debu Pada Pengolahan Batu Kapur Terhadap Penurunan Kapaistas Fungsi Paru Studi Kasus di Desa Karangdawa Kecamatan Margasri Kabupaten Tegal*. [Tesis] Semarang: UNDIP.