

STUDI STABILISASI TANAH LEMPUNG BERPASIR MENGUNAKAN CAMPURAN KAPUR ALAM DAN SEMEN

Agus Firdiansyah

(Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Unidayan Baubau)

Email : firdiansyah_eng@yahoo.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui campuran terbaik antara kapur alam dan semen pada stabilisasi tanah lempung berpasir, serta untuk mengetahui kuat tekan bebas (*Unconfined Compression test*) tanah lempung berpasir dengan menggunakan kapur alam dan semen. Penelitian ini dimulai dengan melakukan pengambilan sampel tanah lempung berpasir dan pengujian dilaboratorium guna mengetahui sifat-sifat tanah lempung berpasir sebelum dan sesudah distabilisasi menggunakan kapur alam dan semen seperti nilai kadar air, berat jenis, batas cair, batas plastis dan nilai *indeks propeties* dan *engineering propeties* menggunakan uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compression test*). Sampel tanah terdiri dari 5 (lima) variasi campuran terdiri dari tanah asli, tanah asli dengan penambahan 2% semen, tanah asli dengan penambahan 3% kapur alam dan 2% semen, tanah asli dengan penambahan 5% kapur alam dan 2% semen, dan tanah asli dengan penambahan 7% kapur alam dan 2% semen. Dari uji kuat tekan bebas pada sampel tanah asli diperoleh nilai kuat tekan bebas pada masa pemeraman 3 (tiga) hari sebesar $0,22 \text{ kg/cm}^2$, pemeraman selama 7 (tujuh) hari sebesar $0,26 \text{ kg/cm}^2$, pemeraman selama 14 (empat belas) hari sebesar $0,29 \text{ kg/cm}^2$, dan pemeraman 21 (dua puluh satu) hari sebesar $0,34 \text{ kg/cm}^2$. Semakin banyak kadar kapur alam yang digunakan, daya dukung tanah akan terus mengalami peningkatan.

Kata Kunci : Perbaikan tanah, Kapur alam, Semen, Stabilisasi tanah, kuat tekan bebas

A. PENDAHULUAN

Tanah lempung merupakan tanah berbutir halus koloidal yang tersusun dari mineral-mineral yang dapat mengembang. Tanah lempung pada umumnya merupakan material tanah dasar yang buruk, hal ini dikarenakan kekuatan gesernya sangat rendah sehingga pembuatan suatu konstruksi di atas lapisan tanah ini selalu menghadapi beberapa masalah seperti daya dukung yang rendah dan sifat kembang susut yang besar.

Tanah sebagai dasar perletakan suatu struktur harus mempunyai sifat dan daya dukung yang baik, karena kekuatan suatu struktur secara langsung akan dipengaruhi oleh kemampuan tanah dasar dalam menerima dan meneruskan beban yang bekerja. Tidak semua tanah di alam ini mempunyai sifat dan daya dukung yang baik. Beberapa lokasi sering dijumpai tanah jelek yaitu tanah yang tidak mempunyai sifat dan

daya dukung yang baik. Masalah bangunan teknik sipil yang dibangun di atas tanah lunak, yaitu mencakup dua masalah pokok. Pertama, masalah daya dukung tanah yang rendah. Kedua, masalah penurunan yang besar. Sifat tanah yang lain, yang juga kurang menguntungkan adalah mempunyai kadar air yang tinggi.

Stabilisasi tanah adalah suatu proses untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dengan menambahkan sesuatu pada tanah tersebut, agar dapat menaikkan kekuatan tanah dan mempertahankan kekuatan geser. Adapun tujuan stabilisasi tanah adalah untuk mengikat dan menyatukan agregat material yang ada sehingga membentuk tanah yang padat. Stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan menambahkan suatu bahan pencampur (*additive*) tertentu pada pada suatu tanah salah satunya dengan penambahan tanah kapur alam dan semen.

B. KAJIAN PUSTAKA

1. Tanah Lempung

Tanah merupakan campuran dari partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau semua jenis material berikut yaitu kerikil, pasir, lanau dan lempung. Sedangkan untuk lempung (*clay*) dipergunakan istilah keras, kaku sedang dan lunak.

lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopis dan sub-mikroskopis yang berasal dari pelapukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, bersifat plastis dalam selang kadar air dari sedang sampai dengan tinggi. Pada keadaan kering bersifat sangat keras dan tidak dapat terkelupas hanya dengan menggunakan jari tangan. Selain itu lempung mempunyai permeabilitas yang rendah.

2. Klasifikasi Tanah

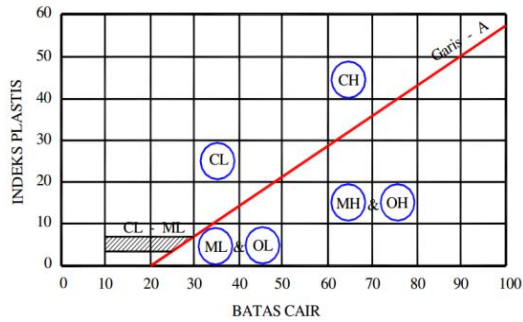
Sistem klasifikasi tanah dibuat pada dasarnya untuk memberikan informasi tentang karakteristik dan sifat-sifat fisis tanah. Karena variasi sifat dan perilaku tanah yang begitu beragam, sistem klasifikasi secara umum mengelompokkan tanah ke dalam kategori yang umum dimana tanah memiliki kesamaansifat fisis. Sistem klasifikasi bukan merupakan sistem identifikasi untuk menentukan sifat-sifat mekanis dan geoteknis tanah. Karenanya, klasifikasi tanah bukanlah satu-satunya cara yang digunakan sebagai dasar untuk perencanaan dan perancangan konstruksi. Pada awalnya, metode klasifikasi yang banyak digunakan adalah pengamatan secara kasat-mata (*visual identification*) melalui pengamatan tekstur tanah. Selanjutnya, ukuran butiran tanah dan plastisitas digunakan untuk identifikasi jenis tanah. Karakteristik tersebut digunakan untuk menentukan kelompok klasifikasinya. Sistem klasifikasi tanah yang umum digunakan untuk mengelompokkan tanah adalah *Unfied Soil Clasification System(USCS)*. Sistem ini didasarkan pada sifat-sifat indek tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran, batas cair dan indek plastisitasnya. Disamping itu, terdapat sistem lainnya yang juga dapat digunakan dalam identifikasi

tanah seperti yang dibuat oleh *American Association of State Highway and Transportation Officials Classification(AASHTO)*, *British Soil Classification System (BSCS)*, dan *United State Department of Agriculture(USDA)*. Dalam penelitian ini digunakan klasifikasi tanah berdasarkan *USCS* dan *AASHTO*.

a. Sistem klasifikasi unified (USCS)

Klasifikasi tanah sistem ini diajukan pertama kali oleh Casagrande dan selanjutnya dikembangkan oleh *United State Bureau of Reclamation(USBR)* dan *United State Army Corps of Engineer(USACE)*. Kemudian *American Society for Testing and Materials(ASTM)* telah memakai *USCS* sebagai metode standar guna mengklasifikasikan tanah. Dalam bentuk yang sekarang, sistem ini banyak digunakan dalam berbagai pekerjaan geoteknik. Dalam *USCS* seperti pada Gambar 1 suatu tanah diklasifikasikan ke dalam dua kategori utama yaitu:

- 1) Tanah berbutir kasar (*coarse-grained soils*) yang terdiri atas kerikil dan pasir yang mana 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*) atau tanah berpasir (*sandy soil*).
- 2) Tanah berbutir halus (*fine-grained soils*) yang mana lebih dari 50% tanah lolos saringan No. 200 ($F_{200} \geq 50$). Simbol kelompok diawali dengan M untuk lanau anorganik (*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 adalah W untuk gradasi baik (*well graded*), P gradasi buruk (*poorly graded*), L plastisitas rendah (*low plasticity*) dan H plastisitas tinggi (*high plasticity*).



Gambar 1. Grafik plastisitas untuk klasifikasi USCS (Das,194)

Lanau adalah tanah berbutir halus yang mempunyai batas cair dan indeks plastisitas terletak dibawah garis A dan lempung berada diatas garis A. Lempung organik adalah pengecualian dari peraturan diatas karena batas cair dan indeks plastisitasnya berada dibawah garis A. Lanau, lempung dan tanah organik dibagi lagi menjadi batas cair yang rendah (*L*) dan tinggi (*H*). Garis pembagi antara batas cair yang rendah dan tinggi ditentukan pada angka 50 seperti:

1. Kelompok *ML* dan *MH* adalah tanah yang diklasifikasikan sebagai lanau pasir, lanau lempung atau lanau organik dengan plastisitas relatif rendah. Juga termasuk tanah jenis butiran lepas, tanah yang mengandung mika juga beberapa jenis lempung kaolin dan illite.
2. Kelompok *CH* dan *CL* terutama adalah lempung organik. Kelompok *CH* adalah lempung dengan plastisitas sedang sampai tinggi mencakup lempung gemuk. Lempung dengan plastisitas rendah yang diklasifikasikan *CL* biasanya adalah lempung kurus, lempung kepasiran atau lempung lanau.
3. Kelompok *OL* dan *OH* adalah tanah yang ditunjukkan sifat-sifatnya dengan adanya bahan organik. Lempung dan lanau organik termasuk dalam kelompok ini dan mereka mempunyai plastisitas pada kelompok *ML* dan *MH*.

b. Sistem Klasifikasi ASSHTO

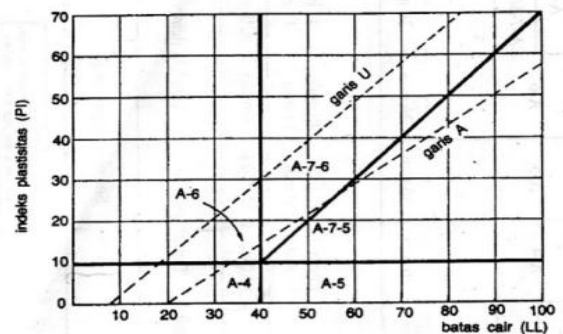
Sistem klasifikasi *AASHTO* berguna untuk menentukan kualitas tanah guna pekerjaan jalan yaitu lapis dasar (*subbase*) dan tanah dasar (*subgrade*). Sistem ini

membagi tanah ke dalam 7 kelompok utama yaitu A-1 sampai dengan A-7. Tanah yang diklasifikasikan 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* didasarkan pada kriteria sebagai berikut:

1. Ukuran partikel
 - a) Kerikil: fraksi yang lolos saringan ukuran 75 mm (3 in) dan tertahan pada saringan No. 10 (2 mm).
 - b) Pasir: fraksi yang lolos saringan No. 10 (2 mm) dan tertahan pada saringan No. 200 (0,075 mm).
 - c) Lanau dan lempung: fraksi yang lolos saringan No. 200.

2. Plastisitas

Plastisitas adalah tanah berbutir halus digolongkan sebagai lanau dan memiliki indeks plastisitas, $PI \leq 10$ dan sebagai lempung bila mempunyai indeks plastisitas, $PI \geq 11$ Gambar 2 memberikan grafik plastisitas untuk klasifikasi tanah kelompok A-2, A-4, A-5, A-6, dan A-7



Gambar 2. Grafik plastisitas untuk klasifikasi tanah sistem *AASHTO* (Das,1994)

c. Karakteristik Fisik Tanah Lempung Lunak

Menurut Bowles (1989), mineral-mineral pada tanah lempung umumnya memiliki sifat-sifat:

1. Hidrasi.
2. Aktivitas.
3. Flokulasi dan Dispersi.
4. Pengaruh Zat cair
5. Sifat kembang susut (*swelling potensial*)

d. Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah

1. Kadar Air (*Water Content*)
2. Derajat Kejenuhan (*S*)
3. Angka Pori (*Void Ratio*)
4. Porositas (*porosity*)
5. Berat Volume Basah (*Wet Volume Weight*)
6. Berat Volume Kering (*Dry Volume Weight*)
7. Berat Volume Butiran Padat (*Soil Volume Weight*)
8. Berat Jenis (*Specific Gravity*)

e. Pengujian Sifat-sifat Mekanis Tanah

1. 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.

Pada tanah lanau yang dipadatkan umumnya akan stabil dan mampu memberikan kuat geser yang cukup dan sedikit kecenderungan mengalami perubahan volume. Namun tanah lanau sangat sulit dipadatkan bila dalam keadaan basah karena permeabilitasnya rendah.

f. Batas Konsistensi (*Atterberg*)

Kedudukan fisik tanah berbutir halus pada kadar air tertentu disebut konsistensi. Menurut *Atterberg* batas-batas konsistensi tanah berbutir halus tersebut adalah batas cair, batas plastis, batas susut. Batas konsistensi tanah ini didasarkan kepada kadar air yaitu:

1) Batas Cair

Batas cair adalah kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis. *Atterberg* (1990), telah meneliti sifat konsistensi mineral lempung pada kadar air yang bervariasi yang dinyatakan dalam batas cair, batas plastis, dan batas susut.

2) Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Pengertian batas plastisitas adalah sifat tanah dalam keadaan konsistensi, yaitu cair, plastis, semi padat, atau padat bergantung pada kadar airnya. Kebanyakan dari tanah lempung atau tanah berbutir halus yang ada dalam keadaan plastis. Secara umum semakin besar plastisitas tanah, yaitu semakin besar rentang kadar air daerah plastis maka tanah tersebut akan semakin berkurang kekuatan dan mempunyai kembang susut yang semakin besar.

3) Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Suatu tanah akan mengalami penyusutan bila kadar air secara perlahan-lahan hilang dari dalam tanah. Dengan hilangnya air terus menerus akan mencapai suatu tingkat keseimbangan, dimana penambahan kehilangan air tidak akan menyebabkan perubahan volume tanah.

3. Kapur Alam

Kapur alam merupakan bahan bangunan yang di peroleh dari galian alam. Ciri fisik Kapur alam ini berwarna putih atau putih kekuningan dan memiliki butiran yang mirip dengan pasir. Kapur alam ini sudah digunakan sejak lama oleh masyarakat sebagai bahan bangunan.

Pada dasarnya kapur terbentuk dari bahan dasar batu kapur. Batu kapur mengandung kalsium karbonat (CaCO_3). Susunan kimia dan sifat bahan yang mengandung kapur ini berbeda dari satu tempat ke tempat yang lain, bahkan dalam suatu tempat yang samapun belum tentu memiliki sifat yang sama. Kapur yang digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah adalah jenis kapur alam karena berguna untuk meningkatkan stabilitas, menurunkan *index plastisitas* serta meningkatkan daya dukung tanah.

Bahan dasar kapur adalah batu kapur, Batu kapur mengandung kalsium karbonat (CaCO_3), dengan pemanasan ($+980^\circ\text{C}$) karbon dioksida keluar dan tinggal kapurnya saja (CaO). Susunan kimia maupun sifat fisik bahan dasar yang mengandung kapur ini berbeda dari satu tempat ke tempat lain. Bahkan dalam suatu tempatpun belum tentu sama. Kalsium oksida yang diperoleh ini disebut *quick lime*.

4. Semen Portland

Semen berasal dari bahasa latin "*cementum*", dimana kata ini mula-mula dipakai oleh bangsa Roma yang berarti bahan atau ramuan pengikat, dengan kata lain semen dapat didefinisikan adalah suatu bahan perekat yang berbentuk serbuk halus, bila ditambah air akan terjadi reaksi hidrasi sehingga dapat mengeras dan digunakan sebagai pengikat (*mineral glue*). Pada mulanya semen digunakan orang-orang Mesir Kuno untuk membangun piramida yaitu sejak abad ke-5 dimana batu batanya satu sama lain terikat kuat dan tahan terhadap cuaca selama berabad-abad. Bahan pengikat ini ditemukan sejak manusia mengenal api karena mereka membuat api di gua-gua dan bila api kena atap gua maka akan rontok berbentuk serbuk. Serbuk ini bila kena hujan menjadi keras dan mengikat

batu-batuan disekitarnya dan dikenal orang sebagai batu Masonrym (Rahadja, 1990).

Semen merupakan salah satu bahan perekat yang jika dicampur dengan air mampu mengikat bahan-bahan padat seperti pasir dan batu menjadi suatu kesatuan kompak. Sifat pengikatan semen ditentukan oleh susunan kimia yang dikandungnya. Adapun bahan utama yang dikandung semen adalah kapur (CaO), silikat (SiO_2), alumina (Al_2O_3), ferro oksida (Fe_2O_3), magnesit (MgO), serta oksida lain dalam jumlah kecil (Rahadja, 1990).

5. Stabilisasi Tanah

Definisi stabilisasi tanah adalah upaya untuk merubah tanah menjadi lebih stabil atau stabilisasi tanah adalah proses untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dengan cara menambahkan sesuatu pada tanah tersebut. Stabilitas tanah diukur dari perubahan sifat – sifat teknis tanah antara lain: kekuatan, kekakuan, pemampatan, permeabilitas, potensipengembangan, dan sensitivitas terhadap perubahan kadar air.

Memperbaiki sifat-sifat tanah dapat dilakukan dengan cara, yaitu cara pemadatan (secara teknis), mencampur dengan tanah lain, mencampur dengan semen, kapur atau belerang (secara kimiawi), pemanasan dengan temperatur tinggi, dan lain sebagainya.

Usaha-usaha stabilisasi tanah telah lama dilakukan penelitian dan pelaksanaan baik secara tradisional maupun dengan beberapa teknologi. Stabilisasi tanah biasanya dilakukan untuk perbaikan lapisan tanah lantai kerja, badan jalan, bendungan, konstruksi timbunan dan sebagainya.

6. Uji Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*)

Uji kuat tekan bebas ini adalah untuk mengetahui kuat tekan sampel tanah berbentuk silinder yang bebas bagian sampingnya menggunakan aplikasi *strain controlled* suatu beban *axial* seperti yang terlihat pada Gambar 7. Pengujian kuat tekan ini dilakukan pada tanah asli dan pada campuran Kapur alam dan semen. Pemadatan benda uji dilakukan dengan material

pemadatan tiga lapisan ke dalam suatu cetakan berpenampang lingkaran dan dipadatkan sebanyak 25 kali dengan 3 lapisan. Sebelum pemadatan tambahkan air ke benda uji untuk mendapatkan kadar air yang diinginkan. Setelah pencampuran, simpan material tersebut di dalam kantong plastik yang tertutup paling sedikit 24 jam sebelum pemadatan. Gemburkan puncak tiap lapisan terlebih dahulu sebelum penambahan material untuk lapisan yang berikutnya. Pembacaan tegangan pada pengujian kuat tekan bebas ini dibatasi sampai regangan 20%.



Gambar 7. *Unconfined Compression Test*

Cara melakukan pengujian ini adalah sama seperti uji triaksial tetapi tidak ada tegangan sel (yaitu $\sigma_3 = 0$). Jika lempung tersebut mempunyai derajat kejenuhan 100% maka kekuatan gesernya dapat langsung ditentukan dari kekuatan unconfined tanah tersebut.

C. METODOLOGI PENELITIAN

1. Tinjauan Umum Penelitian

Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Semua prosedur pelaksanaan baik dalam pembuatan contoh tanah (benda uji) maupun pengujian contoh tanah mengikuti prosedur test yang dikeluarkan oleh *AASHTO* dan *ASTM*.

Untuk pelaksanaan penelitian dilakukan beberapa tahapan, yaitu pekerjaan persiapan, pekerjaan lapangan, pekerjaan laboratorium dan analisis hasil penelitian. Kegiatan persiapan meliputi konsultasi dengan dosen pembimbing, mengurus perijinan pemakaian Laboratorium Mekanika Tanah, mempersiapkan bahan berupa kapur, serta persiapan alat-alat yang dipakai. Pekerjaan lapangan adalah pengambilan sampel tanah di lokasi berupa sampel tanah lempung. Selanjutnya dilakukan pengujian di laboratorium, yaitu pengujian sifat fisik tanah lempung dan pengujian sifat mekanis untuk sampel tanah disturbed baik tanah asli maupun tanah yang sudah distabilisasi. Data hasil pengujian laboratorium kemudian dianalisis sehingga diperoleh beberapa kesimpulan.

Pada penelitian ini dilaksanakan dua variasi percobaan, yaitu campuran (*mixing*) dan pemeraman (*curing*). Untuk keadaan *slurry* kapur dicampur dengan tanah dan semen.

2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan dilaboratorium Teknik Sipil Universitas Haluoleo Kendari yang beralamat di Jalan M.T Haryono, Anduonou, Kambu, Kota Kendari. 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 agregat halus dilakukan secara langsung di lokasi. Hal ini dilakukan agar sampel yang diambil benar-benar langsung bersumber dari lokasi tersebut. Sampel kemudian dimasukkan kedalam satu tempat (karung *sampel*) untuk dilakukan pemeriksaan data-data karakteristik dilaboratorium Teknik Sipil Universitas Haluoleo. Lokasi pengambilan material agregat kapur alam dari Desa Warinta Kec. Pasarwajo, sedangkan tanah dari kelurahan Busoa Kecamatan Batauga, dan semen yang bisa diperoleh dari toko bangunan terdekat.

D. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

a. Uji Sifat Fisik Tanah

Untuk pengujian fisik tanah dari Kelurahan Busoa Kecamatan Batauga terdiri dari, berat jenis, kadar air, batas plastis, batas cair yang dilakukan pengujian di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Haluoleo Kendari dengan hasil yang ditunjukkan pada tabel 10 :

Tabel 10. Data Uji Sifat Fisik Tanah

No.	Pengujian	Hasil
1	Kadar air (<i>Water Content</i>)	27,52
2	Kadar air tanah dan bahan campuran	20,80
3	Berat Jenis (<i>Specific Gravity</i>)	2,64
4	Batas Cair (<i>Liquid Limit</i>), LL	28,25
5	Batas Plastis (<i>Plastic Limit</i>), PL	38,60
6	Indeks Plastisitas (<i>Plasticity Index</i>), PI	10,35
7	Persen Lolos Saringan No. 200	55,70

b. Hasil pengujian karakteristik tanah asli

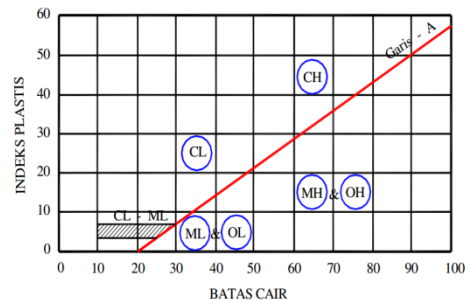
Menurut sistem klasifikasi *AASHTO*, dimana diperoleh data berupa persentase tanah lolos ayakan no. 200 sebesar 55,70% dan nilai batas cair (*liquid limit*) sebesar

Tabel 11. Hasil analisa saringan dan hidrometer

Sieve Analysis						Hydrometer Analysis									
Saringan No.	Diameter (mm)	Berat Tertahan (gram)	Berat Kumulatif (gram)	Persen Tertahan Kumulatif (%)	Persen Lolos Kumulatif (%)	Waktu (menit)	Temperatur, T (°C)	R	R _{cp}	%Butiran Halus	Rel	L (cm)	K	D (mm)	% Persen Lolos Finer Soil
4	4,750	0,00	0,00	0,00	100,00	0,25	27	19	22	12,506	20	15,7	0,01239	0,09819	6,9660
10	2,000	0,00	0,00	0,00	100,00	0,5	27	16	19	10,801	17	21,21	0,01239	0,0807	6,0161
18	0,840	0,00	0,00	0,00	100,00	1	27	13	16	9,095	14	12,7	0,01239	0,04415	5,0662
40	0,425	21,65	21,65	4,33	95,67	2	27	11	14	7,959	12	12,7	0,01239	0,03122	4,4329
60	0,250	37,52	59,17	11,83	88,17	4	27	10	13	7,390	11	13	0,01239	0,02234	4,1163
100	0,150	51,95	111,12	22,22	77,78	8	27	7	10	5,685	8	13,20	0,01239	0,01592	3,1664
200	0,075	110,38	221,50	44,30	55,70	15	27	6	9	5,116	7	13,8	0,01239	0,01188	2,8497
PAN	-	278,50	500,00	100,00	0,00	30	27	6,5	9,5	5,400	7,5	13,7	0,01239	0,00837	3,0081
						60	27	5	8	4,548	6	13,8	0,01239	0,00594	2,5331
						90	27	5	8	4,548	6	14	0,01239	0,00489	2,5331
						120	27	4	7	3,979	5	14,2	0,01239	0,00426	2,2165
						240	27	4	7	3,979	5	14,5	0,01239	0,00305	2,2165
						1440	27	4	7	3,979	5	14,7	0,01239	0,00125	2,2165

Sumber : Analisa Data

38,60% sehingga tanah sampel dapat diklasifikasikan dalam jenis tanah A-6. Menurut sistem klasifikasi *USCS*, dari hasil plot grafik klasifikasi *USCS* diperoleh tanah termasuk dalam kelompok *CL* yaitu lempung Berpasir dengan plastisitas rendah sampai seperti yang ditunjukkan pada gambar 10 :

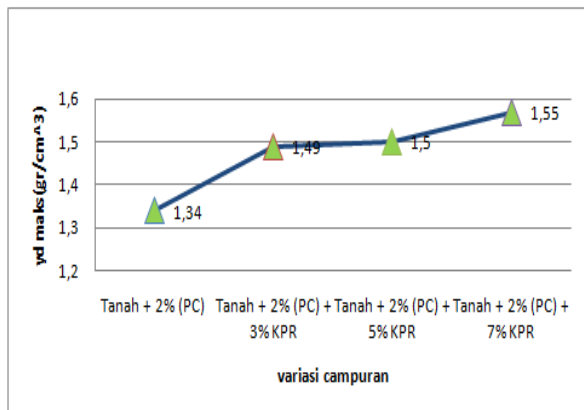


Gambar 10. Plot Grafik Klasifikasi *USCS*

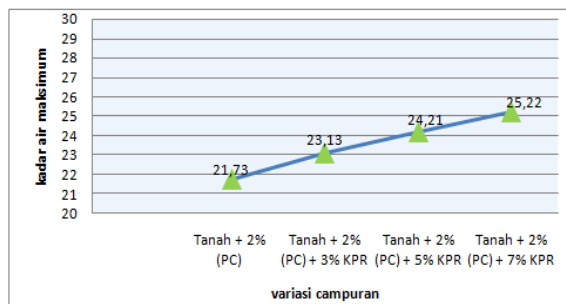
c. Hasil Pengujian Analisa Saringan dan Hidrometer

Pemeriksaan saringan yang dilakukan terhadap tanah asli mengacu pada *ASTM* sebagai acuan, hasil pemeriksaanya dapat dilihat pada Tabel 11 dan Grafik pada gambar 12:

Dari hasil uji pematatan tanah yang dilakukan pada tanah asli diperoleh nilai berat isi kering tanah sebesar $1,32\text{gr/cm}^3$. Tabel 13 menunjukkan bahwa dengan penambahan kapur alam dan semen nilai berat isi kering maksimum cenderung meningkat. Hal ini disebabkan adanya kapur alam dan semen yang mengisi rongga-rongga di antara butiran tanah sehingga air tidak dapat masuk ke dalamnya. Kepadatan terus meningkat di kadar kapur 5% dan kepadatan maksimum terbesar terjadi pada kadar kapur alam sebesar 7% dan peningkatan nilai berat isi kering tanah dapat dilihat pada gambar 13. Dari hasil uji pematatan tanah yang dilakukan pula pada tanah asli diperoleh nilai kadar air maksimum tanah sebesar 17,92 %. Tabel 13 juga menunjukkan bahwa dengan penambahan semen dan kapur alam nilai kadar air maksimum juga ikut meningkat. Peningkatan kadar air maksimum terbesar terjadi pada kadar kapur 7% . Untuk mengetahui nilai kadar air maksimum dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar 13. Grafik hubungan antara berat isi kering maksimum ($\gamma_d \text{ maks}$) tanah dan variasi campuran



Gambar 14. Grafik hubungan antara kadar air optimum tanah (w_{opt}) dan variasi campuran

f. Pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*)

Pengujian ini dilaksanakan dengan acuan ASTM. 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 semen dengan waktu pemeraman selama 3, 7, 14 dan 21 hari.

Hasil dari uji kuat tekan bebas yang diperoleh adalah nilai (q_u) dan nilai kekuatan geser yaitu (C_u) pada setiap variasi campuran yang dapat dilihat pada Tabel 14.

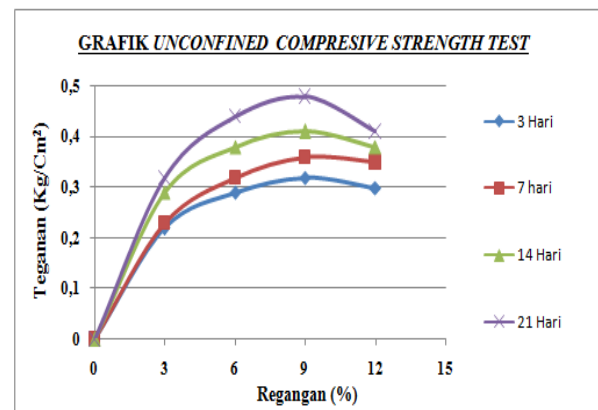
Tabel 14. Hasil Uji Kuat Tekan Bebas

Sampel	3 Hari		7 Hari		14 Hari		21 Hari	
	q_u (kg/cm^2)	C_u (kg/cm^2)	q_u (kg/cm^2)	C_u (kg/cm^2)	q_u (kg/cm^2)	C_u (kg/cm^2)	q_u (kg/cm^2)	C_u (kg/cm^2)
Tanah Asli	0,22	0,11	0,26	0,13	0,29	0,145	0,34	0,17
Tanah Asli + 2% PC	0,25	0,13	0,28	0,14	0,32	0,16	0,37	0,185
Tanah Asli + 2% PC + 3% KPR	0,28	0,14	0,31	0,155	0,36	0,18	0,40	0,2
Tanah Asli + 2% PC + 5% KPR	0,3	0,15	0,34	0,17	0,38	0,19	0,44	0,22
Tanah Asli + 2% PC + 7% KPR	0,32	0,16	0,36	0,18	0,41	0,205	0,48	0,24

Yang dimaksud dengan kekuatan tekan bebas adalah besarnya beban aksial persatuan luas pada saat benda uji mengalami keruntuhan atau pada saat regangan.

a. Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah Asli

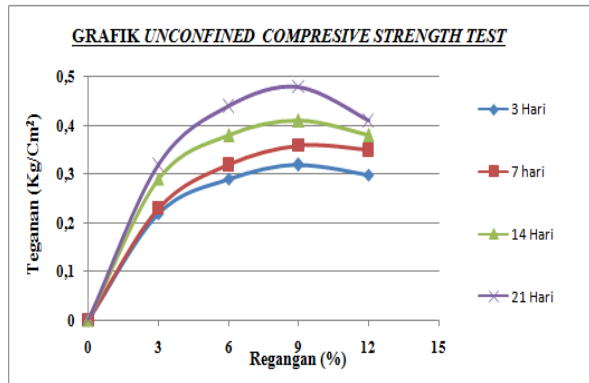
Pengujian *Unconfined Compression Test* yang telah dilakukan pada tanah asli dengan masa pemeraman 3, 7, 14, dan 21 hari. Hasilnya dapat diketahui melalui Gambar 15:



Gambar 15. Grafik Hubungan antara Tegangan dan Regangan pada Tanah Asli

b. Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah dan Semen

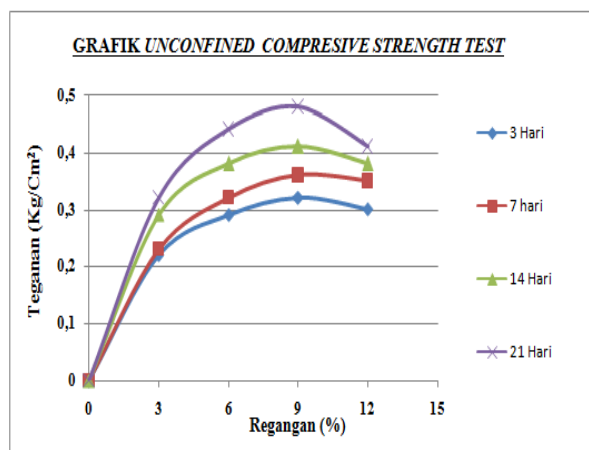
Hasil dari Pengujian *Unconfined Compression Test* pada tanah dan semen dengan variasi campuran 2% dengan masa pemeraman 3, 7, 14, dan 21 hari dapat diketahui hasilnya melalui Gambar grafik 16:



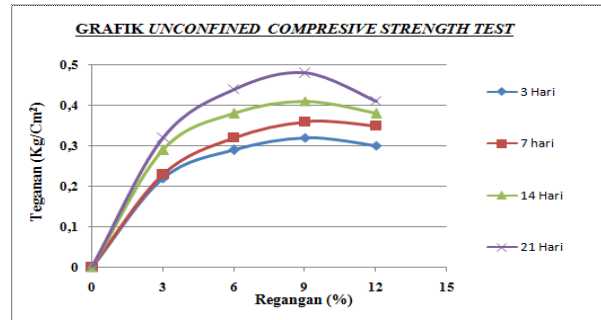
Gambar 16. Grafik Hubungan antara Tegangan dan Regangan pada Tanah dan Semen 2%

c. Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah, Kapur Alam dan Semen

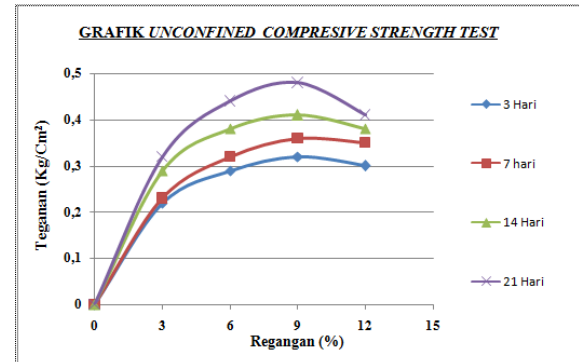
Dari pengujian *Unconfined Compression Test* yang telah dilakukan pada tanah, kapur alam dan semen dengan variasi campuran 3%, 5% 7% dan masa pemeraman 3, 7, 14, dan 21 hari dapat diketahui hasilnya melalui Gambar grafik 17, 18 dan 19:



Gambar 17. Grafik Hubungan antara Tegangan dan Regangan pada Tanah + 2% PC + 3% KPR



Gambar 18. Grafik Hubungan antara Tegangan dan Regangan pada Tanah + 2% PC + 5% KPR



Gambar 19. Grafik Hubungan antara Tegangan dan Regangan pada Tanah + 2% PC + 7% KPR

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, pemeraman selama 14 (empat belas) hari sebesar 0,29 kg/cm², dan masa pemeraman selama 21 (dua puluh satu) hari sebesar 0,34 kg/cm². Setelah tanah distabilisasi dengan berbagai variasi kapur alam dan semen diperoleh kesimpulan bahwa material kapur alam dan semen efektif berfungsi dapat menstabilisasi tanah lunak dengan nilai kuat tekan bebas tertinggi pada variasi campuran TANAH ASLI + 2% PC + 7% KPR dengan masa pemeraman selama 21 (dua puluh satu) hari yaitu dengan nilai kuat tekan bebas sebesar 0,48 kg/cm².

E. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian di laboratorium “Studi Stabilisasi Tanah Lempung Berpasir Menggunakan Campuran Kapur Alam Dan Semen” dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan sifat fisiknya, tanah lempung kepasiran yang berasal dari daerah Kelurahan Busoa Kecamatan Batauga Kabupaten Buton Selatan berwarna kecokelatan, dan mengandung pasir. tanah lempung kepasiran mengandung kadar air tanah asli sebesar 27,52%, sedangkan pada tanah dengan campuran kapur alam dan semen sebesar 20,80% memiliki berat jenis 2,647.
2. Dari uji *Unconfined Compression Test* yang dilakukan pada masa pemeraman 21 hari pada tanah asli diperoleh nilai kuat tekan tanah sebesar 0,34 kg/cm², pada campuran tanah dan 2% PC diperoleh nilai kuat tekan sebesar 0,37 kg/cm², sedangkan pada dari komposisi campuran tanah dengan semen dan kapur alam diperoleh nilai maksimum pada variasi komposisi Tanah +2% PC +3% KPR memiliki nilai kuat tekan sebesar 0,40 kg/cm², pada variasi komposisi Tanah +2% PC +5% KPR memiliki nilai kuat tekan sebesar 0,44 kg/cm², pada variasi komposisi Tanah +2% PC +7% KPR memiliki nilai kuat tekan sebesar 0,48 kg/cm². Dan dari uji *Unconfined Compression Test* yang telah dilakukan pada berbagai variasi kapur alam diperoleh kesimpulan bahwa variasi campuran kapur alam dan semen efektif berfungsi untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dan meningkatkan daya dukung tanah yang distabilisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, J. A. (2010). Perilaku Tanah Lempung Tanon yang Distabilisasi Dengan Tanah Gadong dan Kapur (studi kasus kerusakan jalan desa Jono, Tanon, Sragen). Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Anita Setyowati Srie Gunarti., 2014. Jurnal Teknik Sipil. Volume 2 No 1, Januari 2014 “Daya Dukung Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Spent Catalyst RCC 15 dan Kapur “. Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam 45 Bekasi.
- ASTM, 1992, “ASTM Stabilization With Admixture, American Society For Testing and materials, Second Edition.
- Cahya, E., 2000, Pengaruh Kapur Pada Tanah Berbutir Halus, Tugas Akhir S1, FTS UGM, Yogyakarta.
- Debby Endriani. (2012). Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Sawit Terhadap Daya Dukung Dan Kuat Tekan Pada Tanah Lempung Ditinjau Dari Uji Uct Dan Cbr Laboaratorium. Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Dicky Luthfiarta. (2014). Stabilisasi Tanah Lempung Lunak Dari Ds. Jono Kec. Tanon Kab. Sragen Menggunakan Kolom Kapur Dengan Variasi Jarak Pengambilan Sampel. Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Enita Suardi., 2005. Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa. Volume 1 No 1, Oktober 2005 “Kajian Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung Yang Distabilisasi dengan aditive semen dan Kapur “. Staf Pengajar Teknik Sipil Politeknik Negeri Padang.
- Hatmoko.J.T., 2007. Jurnal Teknik Sipil. Volume 8 No 1, Oktober 2007 “UCS Tanah Lempung Expansive yang Distabilisasi dengan Abu Ampas Tebu dan Kapur “. Staf Pengajar Geoteknik Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- John Tri Hatmoko & Yohanes Lulie., 2007. Jurnal Teknik Sipil. Volume 8 No 1, Oktober 2007 “UCS Tanah Lempung Expansive yang Distabilisasi dengan Abu Ampas Tebu dan Kapur “. Program Studi

Teknik Sipil Universitas Atma Jaya
Yogyakarta.

Joseph .E. Bowles (1991). Dalam buku Sifat-
Sifat Fisis Dan Geoteknis Tanah
(Mekanika Tanah). Edisi kedua,
Penerbit Erlangga Jakarta.

Ninik Ariyani & Ana Yuni M. (2016).
Pengaruh Penambahan Kapur Pada
Tanah Lempung Ekspansif Dari Dusun
Bodrorejo Klaten. Jurusan Teknik Sipil
Universitas UKRIM Yogyakarta.