

STABILISASI TANAH LEMPUNG PONTIANAK DENGAN KAPUR, BENTONITE DAN SEMEN

Ade Arya Muhardi¹, Abubakar Alwi², Ahmad Faisal³

¹Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak

^{2,3}Dosen Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura Pontianak

Email: adearyamuhardi@gmail.com

ABSTRAK

Tanah merupakan akumulasi partikel mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*). Tanah lempung dapat menyerap air yang cukup banyak dan mengalirkan air sangat rendah. Tanah lempung memiliki daya dukung yang rendah, air sangat mempengaruhi perilaku fisis dan mekanisnya. Tanah dapat diartikan sebagai lapisan sedimen lepas seperti kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*), lempung (*clay*) atau campuran dari keseluruhannya. Stabilisasi tanah lempung menggunakan bahan kimia merupakan salah satu cara yang dilakukan untuk meningkatkan daya dukung tanah lempung. Pada metode penelitian ini penulis melakukan suatu metode pengujian tanah dengan stabilisasi *additive* berupa kapur, bentonite dan semen untuk melihat seberapa besar pengaruh campuran *additive* terhadap peningkatan nilai CBR, UCS. Pada penelitian ini digunakan tanah dari daerah lingkungan universitas tanjungpura, variasi penambahan *additive* sebesar 5%, 10%, dan 15%. Hasil dari penambahan variasi *additive* untuk nilai CBR didapat optimum pada campuran B3 (tanah + semen 2% + kapur 15%) sebesar 14.53%, nilai UCS didapat optimum pada campuran B3 (tanah + semen 2% + kapur 15%) sebesar 17.094 kg/cm².

Kata kunci: *Additive*, CBR, Bentonite, Kapur, Semen, Stabilisasi, UCS.

ABSTRACT

Soil is an accumulation of mineral particles, organic matter and relatively loose deposits, which are located above the bedrock. Clay soil can absorb a lot of water and drain water very low. Clay soil has a low bearing capacity, water greatly affects its physical and mechanical behavior. Soil can be interpreted as a layer of loose sediment such as gravel, sand, silt, clay or a mixture of the whole. Stabilization of clay soil using chemicals is one way to increase the bearing capacity of clay soil. In this research method the authors conducted a soil testing method with additive stabilization in the form of lime, bentonite and cement to see how much influence the additive mixture had on the increase in CBR, UCS values. In this study, soil from the area of Tanjungpura University was used, variations in the addition of additives were 5%, 10%, and 15%. The results of the addition of variations in the additive for CBR values obtained the optimum for the B3 mixture (soil + cement 2% + lime 15%) of 14.53%, the optimum UCS value was obtained in the B3 mixture (soil + cement 2% + lime 15%) of 17,094 kg / cm².

Keywords: Additive, CBR, Bentonite, Lime, Cement, Stabilization, UCS.

I. PENDAHULUAN

Tanah lempung pada umumnya merupakan material tanah dasar yang jelek, 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. Untuk mengatasi hal ini diperlukan alternatif penanganan yang tersedia antara lain dengan menggunakan teknologi stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah dapat dilakukan secara mekanis maupun menggunakan pencampuran bahan-bahan aditif (zat kimia). Secara mekanis stabilisasi tanah dilakukan dengan mengatur gradasi butiran tanah kemudian dilakukan proses pemadatan, sedangkan stabilisasi tanah yang menggunakan bahan aditif

dapat dilakukan dengan menambahkan bahan aditif kemudian dilakukan pemadatan, atau dengan melakukan penyuntikan (*grouting*) dengan bahan kimiawi.

Stabilisasi tanah dengan penambahan bahan kimia berupa kapur, bentonite dan semen diharapkan dapat memberikan manfaat terhadap alternatif bahan campuran stabilisasi tanah dasar. Terkhusus pada penggunaan bentonite dalam bidang teknik sipil digunakan dalam proses pengeboran pondasi *bored pile*. Permasalahannya sampai sejauh mana manfaat bentonite sebagai bahan stabilisasi. Hasil dari penelitian ini diharapkan memiliki pengaruh yang cukup baik untuk menstabilisasi tanah *subgrade* pada

jalan raya, sehingga akan menjadi bahan pertimbangan bagi penyedia jasa konstruksi. Bahan kimia ini berfungsi sebagai alat perekat maupun filler atau pengisi sehingga dapat membantu menyokong beban yang bekerja di atasnya. Selain itu untuk mengetahui bagaimana pengaruh bentonite dalam proses stabilisasi.

Perumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan dibahas antara lain:

- a. Apakah pengaruh penambahan kapur, bentonite dan semen pada material *subgrade* akan meningkatkan nilai karakteristik berdasarkan dari percobaan CBR (*California Bearing Ratio*) laboratory dan UCS (*Unconfined Compression Strength*).
- b. Melakukan pengkajian terhadap perilaku sifat mekanis yaitu nilai CBR material subgrade dengan campuran kapur, bentonite dan semen.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisa pengaruh pencampuran kapur, bentonite dan semen terhadap nilai CBR dan UCS pada subgrade (Tanah Dasar). Sehingga akan di ketahu apakah nilai CBR dan UCS akan meningkat untuk mendapatkan perbandingan hasilnya.

Pembatasan Masalah

Dalam penyusunan Penelitian ini, yang menjadi ruang lingkup penelitian adalah sebagai berikut:

1. Jenis tanah yang digunakan dalam proses penelitian adalah tanah lempung yang diambil dari daerah Pontianak, Kalimantan Barat.
2. Stabilisasi tanah lempung menggunakan campuran bahan kimia berupa kapur, bentonite, dan semen.
3. Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) dan UCS (*Unconfined Compression Strength*). Dilakukan pada Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Pontianak. Dan melihat dampak dari pencampuran kapur, bentonite, dan semen pada agregat subgrade (Tanah Dasar).

Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah usaha untuk mengubah atau memperbaiki sifat – sifat teknis tanah agar memenuhi syarat teknis tertentu.

Namun apabila ditinjau dari proses yang terjadi dalam pelaksanaan stabilisasi tanah, maka stabilisasi tanah dapat dibedakan atas tiga jenis, yakni:

1. Stabilisasi Kimiawi; yaitu menambahkan bahan kimia tertentu dengan material tanah, sehingga terjadi reaksi kimia antara tanah dengan bahan

pencampurnya, yang akan menghasilkan material baru yang memiliki sifat teknis yang lebih baik.

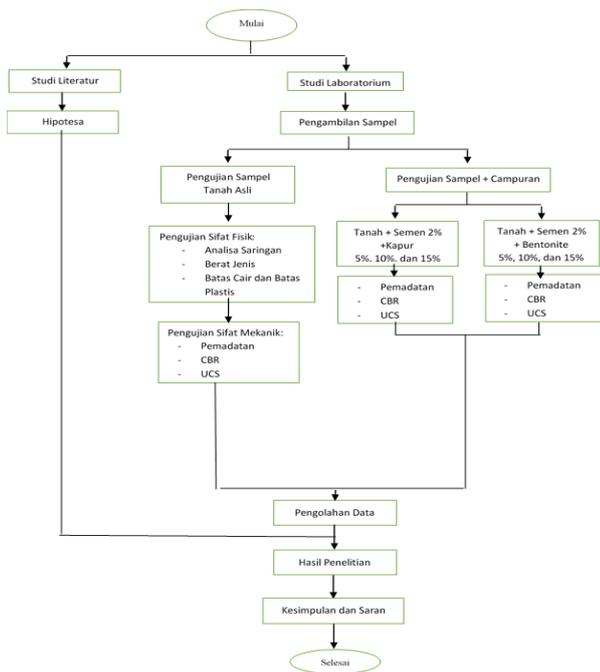
2. Stabilisasi Fisis; yaitu mengenakan energi dari beban dinamis atau beban statis ke dalam lapisan tanah, sehingga terjadi dekomposisi baru dalam massa tanah, yang akan memperbaiki karakteristik lapisan tanah sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.
3. Stabilisasi Mekanis; yaitu stabilisasi dengan memasukkan material sisipan ke dalam lapisan tanah sehingga mampu meningkatkan karakteristik teknis dalam massa tanah sesuai dengan tujuan tindakan stabilisasi yang ingin dicapai. Karena keberadaan material sisipan ke dalam lapisan tanah inilah, sehingga stabilisasi mekanis diistilahkan sebagai “perkuatan tanah (*soil reinforcement*). Contohnya stabilisasi dengan *metal strip*, *geotextile*, *geomembrane*, *geogrid*, *vertical drain*, dan lain sebagainya.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Pengumpulan Data

Pengujian yang dilakukan dibagi menjadi 2 bagian pengujian yaitu pengujian untuk tanah asli dan tanah yang telah distabilisasi, adapun pengujian-pengujian tersebut adalah sebagai berikut:

1. Pengujian Sampel Tanah Asli
 - a. Pengujian Analisis Saringan
 - b. Pengujian Berat Jenis
 - c. Pengujian Kadar Air
 - d. Pengujian Batas Atterberg
 - e. Pengujian Pemadatan Tanah
 - f. Pengujian CBR
 - g. Pengujian UCS
2. Pengujian pada tanah yang telah distabilisasi kapur, bentonite dan semen
 - a. Pengujian Pemadatan Tanah
 - b. Pengujian CBR
 - c. Pengujian UCS



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

III. HASIL PENELITIAN DAN ANALISA DATA

Pengujian Sifat Fisis Tanah

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Sifat-Sifat Fisis Tanah (Sumber Hasil Pengujian Laboratorium, 2019)

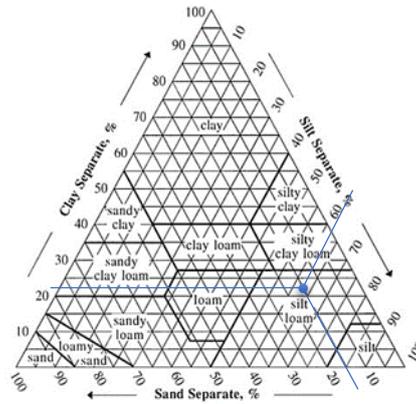
NO	Parameter Penujian	Hasil Pengujian
1	Kadar Air ($w = \%$)	109.53
2	Berat Volume ($\gamma_d = \text{gr/cm}^3$)	1.536
3	Berat Jenis (G)	2.546
4	Batas Cair ($LL = \%$)	54.23
5	Batas Plastis ($PL = \%$)	36.29
6	Indeks Plastisitas ($IP = \%$)	18
7	Hidrometer (%) P Analisa Saringan	67.32
8	Kerikil (%)	0
	Pasir (%)	15
	Lanau (%)	63
	Lempung (%)	22

Klasifikasi Tanah

1. Klasifikasi Tanah USDA

Untuk menentukan besar persentase dari pasir, lanau, dan lempung, dapat dilihat dari grafik distribusi butiran tanah (*Grain Size Distribution*). Didapat nilai - nilai sebagai berikut:

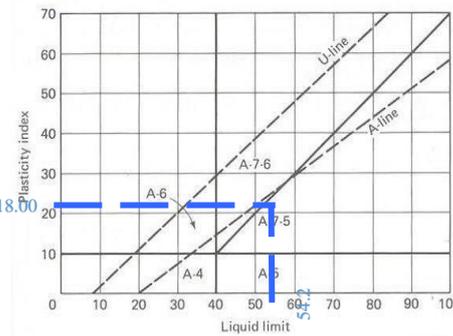
- Kerikil = 0 %
- Pasir = 15%
- Lanau = 62%
- Lempung = 22



Gambar 2. Grafik klasifikasi tekstur berdasarkan sistem USDA

Keterangan: Sehingga tanah dapat diklasifikasikan ke dalam “Tanah Liat Berlanau (*Silt Loam*)”. Berdasarkan Klasifikasi tekstur berdasarkan sistem USDA (*United Department of Agriculture*).

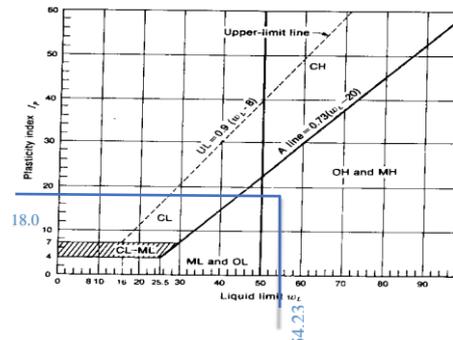
2. Klasifikasi Tanah ASSHTO



Gambar 3. Grafik Klasifikasi AAHTO

Maka sampel tanah memenuhi persyaratan lolos ayakan no. 200 sebesar 97,98%, dengan memiliki batas cair (LL) $> 54,23\%$ dan memiliki indeks plastisitas (IP) $> 18\%$, sehingga sampel tanah dapat diklasifikasikan dalam jenis tanah A-7-5

3. Sistem klasifikasi Unified Soil Classification System (USCS)



Gambar 4. Grafik sistem klasifikasi unified soil classification system (USCS)

Dari data yang didapat total tanah yang lolos ayakan No. 200 adalah 97,98%. Oleh karena itu tanah dikelompokkan sebagai tanah berbutir halus. Batas Cair (LL) = 54,23% dan Indeks Plastisitas (IP) = 18,00%. Apabila digambarkan dalam bagan plastisitas harga – harga tersebut masuk dalam daerah OH dan MH. OH. yaitu lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi dan MH yaitu lanau anorganik atau pasir halus diatomae, lanau elastis. Jadi berdasarkan hasil klasifikasi yang paling dominan adalah MH yaitu lanau anorganik atau pasir halus diatomae, lanau elastis.

Pengujian Sifat Mekanis Tanah

Hasil Pengujian Pematatan

Tabel 2. Hasil Pengujian Pematatan Tanah Asli (Sumber Hasil Pengujian Laboratorium 2020)

Pengujian Pematatan	Nilai
Kadar air optimum (%)	22
Berat isi kering maksimum (gr/cm ³)	1.428

Tabel 3. Hasil Pengujian Pematatan Tanah Campuran A (Sumber Hasil Pengujian Laboratorium 2020)

CAMPURAN A	γ_d maks (gr/cm ³)	Wopt (%)
Tanah + Semen 2% + Bentonite 5%	1.386	26.12
Tanah + Semen 2% + Bentonite 10%	1.367	29,00
Tanah + Semen 2% + Bentonite 15%	1.345	32,00

Tabel 4. Hasil Pengujian Pematatan Tanah Campuran B (Sumber Hasil Pengujian Laboratorium 2020)

CAMPURAN B	γ_d maks (gr/cm ³)	Wopt (%)
Tanah + Semen 2% + Kapur 5%	1.44	23
Tanah + Semen 2% + Kapur 10%	1.451	24
Tanah + Semen 2% + Kapur 15%	1.452	24.5

Hasil Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)

Tabel 5. Hasil Pengujian CBR Tanah Asli (Hasil Pengujian Laboratorium 2020)

PENGUJIAN CBR	NILAI CBR (%)
Berat Isi Kering 95%	0.87%
Berat Isi Kering 100%	1.15%

Tabel 6. Hasil Pengujian CBR Campuran A (Hasil Pengujian Laboratorium 2020)

NO.	CAMPURAN A	PENGUJIAN CBR	
		Berat Isi Kering 95%	Berat Isi Kering 100%
1	Tanah + Semen 2% + Betonite 5%	4.90%	5.57%
2	Tanah + Semen 2% + Betonite 10%	5.70%	6.39%
3	Tanah + Semen 2% + Betonite 15%	3.76%	4.35%

Tabel 7. Hasil Pengujian CBR Campuran B (Hasil Pengujian Laboratorium 2020)

NO.	CAMPURAN B	PENGUJIAN CBR	
		Berat Isi Kering 95%	Berat Isi Kering 100%
1	Tanah + Semen 2% + Kapur 5%	4.70%	5.65%
2	Tanah + Semen 2% + Kapur 10%	6.40%	7.20%
3	Tanah + Semen 2% + Kapur 15%	7.10%	8.60%

Hasil Pengujian UCS (*Uji Tekan Bebas*)

Tabel 8. Hasil Pengujian UCS Tanah Asli (Hasil Pengujian Laboratorium 2020)

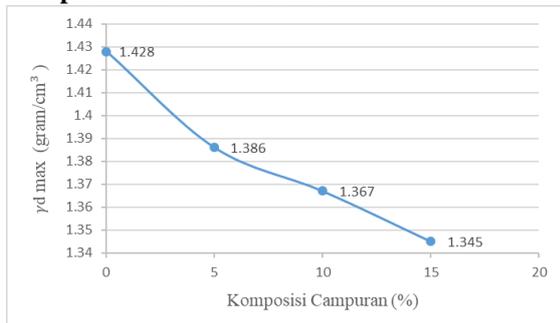
NO	SAMPEL	qu (kg/cm ²)
1	Tanah Asli	4.736

Tabel 9. Hasil Pengujian UCS Campuran (Hasil Pengujian Laboratorium 2020)

NO	SAMPEL	qu (kg/cm ²)		
		5%	10%	15%
1	Semen 2% + Bentonite	5.971	4.642	3.537
2	Semen 2% + Kapur	14.797	14.861	15.053

Analisa Sifat Mekanis Tanah

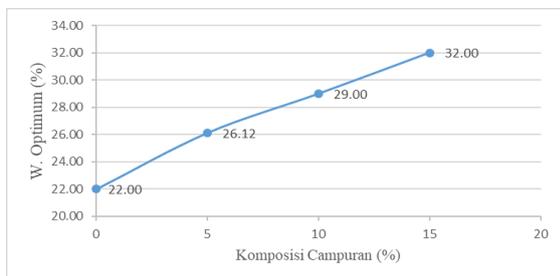
Pengaruh Berat Isi Kering dengan komposisi Campuran Semen + Bentonite



Gambar 5. Grafik Hubungan Berat Isi Kering vs Komposisi Campuran

Dari gambar 5. di atas dapat di simpulkan bahwa pada campuran semen 2% + bentonite 5%,10% dan 15% $\gamma_d \text{ maks}$ mengalami penurunan terhadap tanah asli. Berdasarkan gambar grafik tersebut $\gamma_d \text{ maks}$ tanah asli sebesar 1.428 gr/cm³, campuran semen 2% + bentonite 5% $\gamma_d \text{ maks}$ sebesar 1.386 gr/cm³, campuran semen 2% + bentonite 10% $\gamma_d \text{ maks}$ sebesar 1.367 gr/cm³, campuran semen 2% + bentonite 15% $\gamma_d \text{ maks}$ sebesar 1.345 gr/cm³.

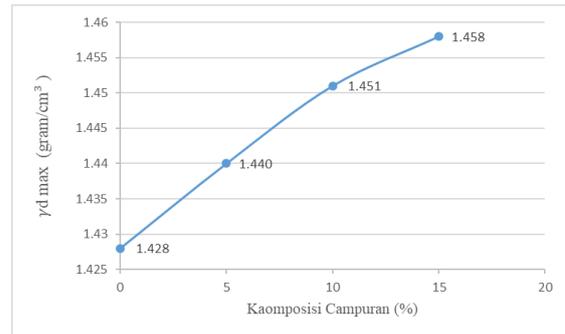
Pengaruh Kadar Air Optimum dengan Komposisi Campuran Semen + Bentonite



Gambar 6. Grafik hubungan Kadar Air Optimum vs Komposisi Campuran

Dari gambar 6. di atas dapat di simpulkan bahwa pada campuran semen 2% + bentonite 5%,10% dan 15% kadar air optimum mengalami peningkatan terhadap tanah asli. Berdasarkan gambar grafik tersebut kadar air optimum tanah asli sebesar 22.00%, campuran semen 2% + bentonite 5% kadar air optimum sebesar 26.12%, campuran semen 2% + bentonite 10% kadar air optimum sebesar 29.00%, campuran semen 2% + bentonite 15% kadar air optimum sebesar 32.00%.

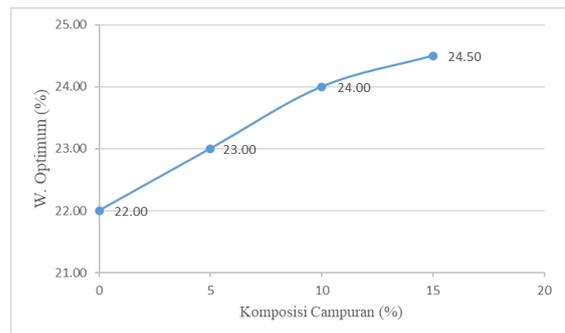
Pengaruh Berat Isi Kering dengan komposisi Campuran Semen + Kapur



Gambar 7. Grafik Hubungan Berat Isi Kering vs Komposisi Campuran

Dari gambar 7. di atas dapat di simpulkan bahwa pada campuran semen 2% + kapur 5%,10% dan 15% $\gamma_d \text{ maks}$ mengalami peningkatan terhadap tanah asli. Berdasarkan gambar grafik tersebut $\gamma_d \text{ maks}$ tanah asli sebesar 1.428 gr/cm³, campuran semen 2% + kapur 5% $\gamma_d \text{ maks}$ sebesar 1.440 gr/cm³, campuran semen 2% + kapur 10% $\gamma_d \text{ maks}$ sebesar 1.451 gr/cm³, campuran semen 2% + kapur 15% $\gamma_d \text{ maks}$ sebesar 1.458 gr/cm³.

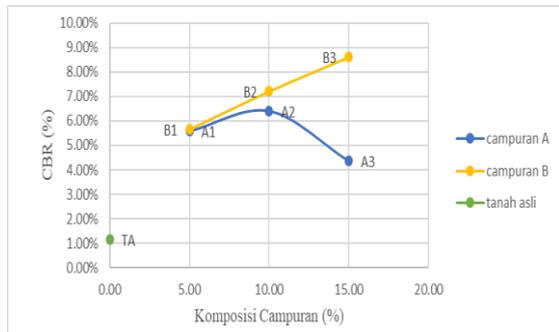
Pengaruh Kadar Air Optimum dengan Komposisi Campuran Semen + Kapur



Gambar 8. Grafik Hubungan Kadar Air Optimum vs Komposisi Campuran

Dari gambar 8. di atas dapat di simpulkan bahwa pada campuran semen 2% + kapur 5%, 10% dan 15% kadar air optimum mengalami peningkatan terhadap tanah asli. Berdasarkan gambar grafik tersebut kadar air optimum tanah asli sebesar 22.00%, campuran semen 2% + kapur 5% kadar air optimum sebesar 23.00%, campuran semen 2% + kapur 10% kadar air optimum sebesar 24.00%, campuran semen 2% + kapur 15% kadar air optimum sebesar 24.50%.

Pengaruh Nilai CBR Laboratorium Terhadap Penambahan Additive



Gambar 9. Grafik hubungan nilai CBR dengan komposisi campuran

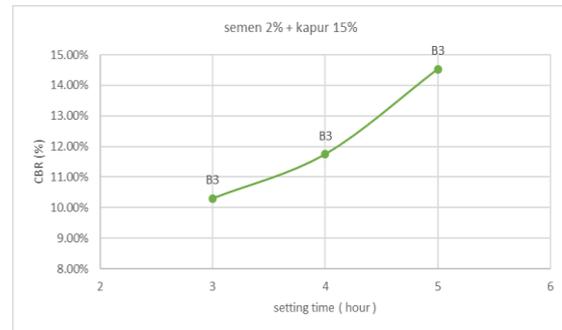
Dari gambar 9. di atas dapat dilihat nilai CBR tanah asli dengan 100 % kepadatan kering maksimum sebesar 1.15%, sedangkan pada campuran A1 nilai CBR dengan 100% kepadatan kering maksimum meningkat sebesar 5.57%, nilai CBR pada campuran A2 dengan 100% kepadatan kering maksimum meningkat sebesar 6.39% dan nilai CBR pada campuran A3 dengan 100% kepadatan kering maksimum menurun sebesar 4.35%. Pada campuran B1 nilai CBR dengan 100% kepadatan kering maksimum sebesar 5.65%, nilai CBR pada campuran B2 dengan 100% kepadatan kering maksimum meningkat sebesar 7.20%, dan nilai CBR pada campuran B3 dengan 100% kepadatan kering maksimum meningkat sebesar 8.60%. Dapat disimpulkan seiring penambahan additive berupa semen dan bentonite terhadap nilai CBR yang dihasilkan semakin besar pada campuran A1 dan A2 sedangkan pada campuran A3 terjadi penurunan. Untuk penambahan additive berupa semen dan kapur terhadap nilai CBR yang dihasilkan semakin besar. Memperlihatkan terjadinya peningkatan dan menggambarkan hubungan pada penambahan additive berupa semen, bentonite dan kapur terhadap campuran tanah semakin baik.

Dari keterangan di atas menunjukkan bahwa semakin besar penambahan additive berupa semen dan kapur menghasilkan kekuatan yang semakin besar hal ini menunjukkan bahwa additive berupa semen dan kapur meningkatkan fungsi stabilisasi terhadap tanah.

Keterangan:

- TA = Tanah Asli
- A1 = Semen 2% + Bentonite 5%
- A2 = Semen 2% + Bentonite 10%
- A3 = Semen 2% + Bentonite 15%
- B1 = Semen 2% + Kapur 5%
- B2 = Semen 2% + Kapur 10%
- B3 = Semen 2% + Kapur 15%

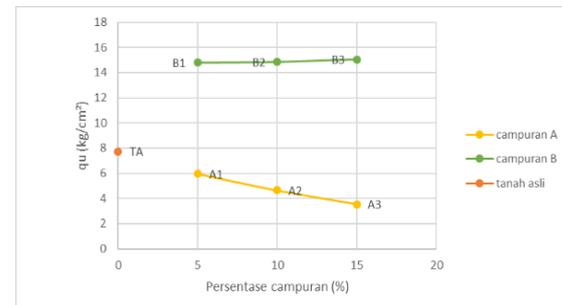
Pengaruh Nilai CBR Laboratorium Terhadap Penambahan Additive Dengan Setting time (3 jam, 4 jam, 5 jam



Gambar 10. Grafik hubungan nilai CBR dengan pengaruh setting time

Dari gambar 10 diatas dapat dilihat nilai CBR pada campuran B3 terhadap pengaruh setting time dengan 100% kepadatan kering maksimum untuk masing – masing waktu sebesar 10.30%, 11.75%, dan 14.53%. Dari keterangan tersebut dapat disimpulkan bahwa seiring lama masa setting time maka semakin besar nilai CBR yang dihasilkan.

Pengaruh Nilai UCS (qu) Terhadap Penambahan Additive



Gambar 11. Grafik hubungan nilai (qu) terhadap persentase campuran

Dilihat Dari Gambar 11. UCS pada tanah asli sebesar 4.736 kg/cm² dan yang optimum terdapat di campuran B3 nilai UCS sebesar 15.053 kg/cm² memperlihatkan pengaruh terhadap penambahan additive berupa semen dan kapur terhadap nilai UCS semakin tinggi. Pada campuran semen dan bentonite mengalami penurunan dari tanah asli seiring dengan besarnya penambahan additive dengan nilai UCS terkecil sebesar 3.537 kg/cm².

Dapat disimpulkan seiring penambahan additive berupa semen dan kapur terhadap nilai UCS yang dihasilkan semakin besar, memperlihatkan terjadinya peningkatan dan menggambarkan hubungan penambahan additive berupa semen dan kapur terhadap campuran tanah semakin baik. dan memperlihatkan terjadinya penurunan pada

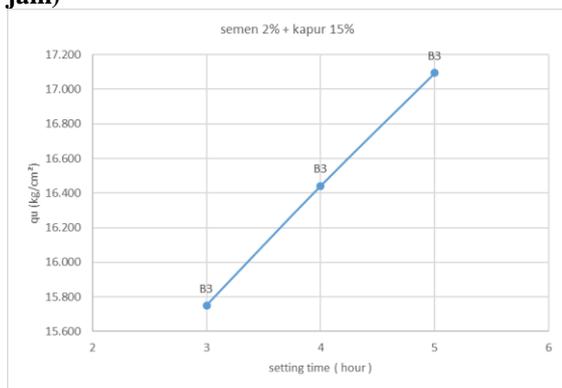
penambahan additive berupa semen dan bentonite pada campuran tanah memburuk.

Dari keterangan di atas menunjukkan bahwa semakin besar penambahan additive berupa semen dan kapur menghasilkan kekuatan yang semakin besar hal ini menunjukkan bahwa additive berupa semen dan kapur meningkatkan fungsi stabilisasi tanah terhadap nilai UCS dan nilai optimum UCS di dapat pada 15.053 kg/cm².

Keterangan:

TA	=	Tanah Asli
A1	=	Semen 2% + Bentonite 5%
A2	=	Semen 2% + Bentonite 10%
A3	=	Semen 2% + Bentonite 15%
B1	=	Semen 2% + Kapur 5%
B2	=	Semen 2% + Kapur 10%
B3	=	Semen 2% + Kapur 15%

Pengaruh Nilai UCS (qu) Terhadap Penambahan Additive Dengan Setting Time (3 jam, 4 jam, 5 jam)



Gambar 12. Grafik hubungan nilai (qu) dengan pengaruh setting time

Dari gambar 12. diatas dapat dilihat nilai UCS pada campuran B3 terhadap pengaruh setting time untuk masing – masing waktu sebesar 15.750 kg/cm², 16.441 kg/cm², dan 17.094 kg/cm². Dari keterangan tersebut dapat disimpulkan bahwa seiring lama masa setting time maka semakin besar nilai UCS yang dihasilkan.

Pengujian Sifat Mekanis Tanah dengan Curing time 5 Jam

Hasil Pengujian Pemadatan Tanah (Compaction) dengan Stabilisasi Kimiawi

Tabel 9. Hasil Pemeriksaan Pemadatan Tanah Campuran A dengan curing time 5 Jam

CAMPURAN A	γ_d maks (gr/cm ³)	Wopt (%)
Tanah + Semen 2% + Bentonite 5%	1.452	26.10
Tanah + Semen 2% + Bentonite 10%	1.433	27.81
Tanah + Semen 2% + Bentonite 15%	1.431	30.47

Tabel 10. Hasil Pemeriksaan Pemadatan Tanah Campuran B dengan curing time 5 Jam

CAMPURAN B	γ_d maks (gr/cm ³)	Wopt (%)
Tanah + Semen 2% + Kapur 5%	1.482	23.80
Tanah + Semen 2% + Kapur 10%	1.492	23.25
Tanah + Semen 2% + Kapur 15%	1.522	24.50

Hasil Pengujian CBR (California Bearing Ratio) dengan Stabilisasi Kimiawi dengan Curing Time 5 Jam

Tabel 11. Hasil pengujian CBR campuran A dengan curing time 5 jam

NO.	CAMPURAN A	PENGUJIAN CBR	
		Berat Isi Kering 95%	Berat Isi Kering 100%
1	Tanah + Semen 2% + Betonite 5%	8.75%	9.56%
2	Tanah + Semen 2% + Betonite 10%	7.15%	8.30%
3	Tanah + Semen 2% + Betonite 15%	4.32%	5.43%

Tabel 12. Hasil pengujian CBR campuran B dengan curing time 5 jam

NO.	CAMPURAN B	PENGUJIAN CBR	
		Berat Isi Kering 95%	Berat Isi Kering 100%
1	Tanah + Semen 2% + Kapur 5%	9.50%	10.67%
2	Tanah + Semen 2% + Kapur 10%	10.30%	11.30%
3	Tanah + Semen 2% + Kapur 15%	12.91%	14.53%

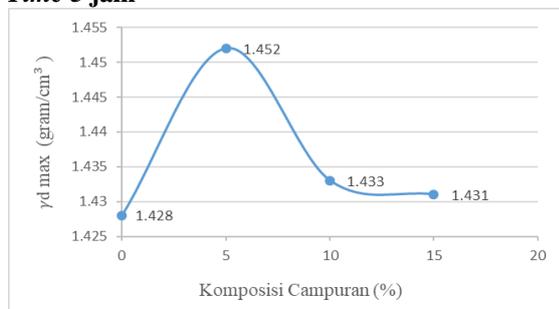
Pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Strength*) dengan *Curing Time* 5 Jam

Tabel 13. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas (*qu*) Campuran dengan *curing time* 5 jam

NO	SAMPEL	<i>qu</i> (kg/cm ²)		
		5%	10%	15%
1	Semen			
	2% +	9.236	8.519	7.894
2	Bentonite			
	Semen			
	2% +	15.098	16.301	17.094
	Kapur			

Analisa Sifat Mekanis Tanah dengan *Curing Time* 5 Jam

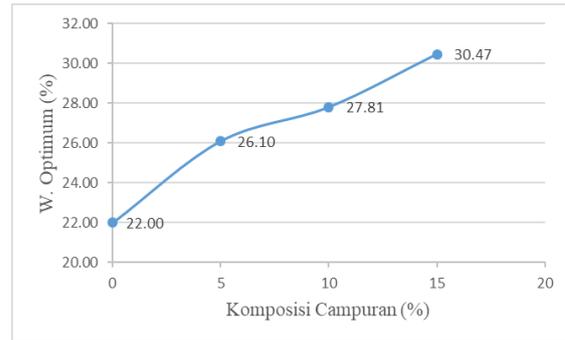
Pengaruh Berat Isi Kering dengan komposisi Campuran Semen + Bentonite dengan *Curing Time* 5 jam



Gambar 13. Grafik Hubungan Berat Isi Kering vs Komposisi Campuran

Dari gambar 13. di atas dapat di simpulkan bahwa pada campuran semen 2% + bentonite 5%, 10% dan 15% dengan *curing time* 5 jam $\gamma_d \text{ maks}$ mengalami peningkatan terhadap tanah asli. Berdasarkan gambar grafik tersebut $\gamma_d \text{ maks}$ tanah asli sebesar 1.428 gr/cm³, campuran semen 2% + bentonite 5% dengan *curing time* 5 jam $\gamma_d \text{ maks}$ sebesar 1.452 gr/cm³, tetapi seiring dengan penambahan jumlah bahan aditif bentonite berat isi kering mengalami penurunan, campuran semen 2% + bentonite 10% dengan *curing time* 5 jam $\gamma_d \text{ maks}$ sebesar 1.433 gr/cm³, campuran semen 2% + bentonite 15% dengan *curing time* 5 jam $\gamma_d \text{ maks}$ sebesar 1.431 gr/cm³.

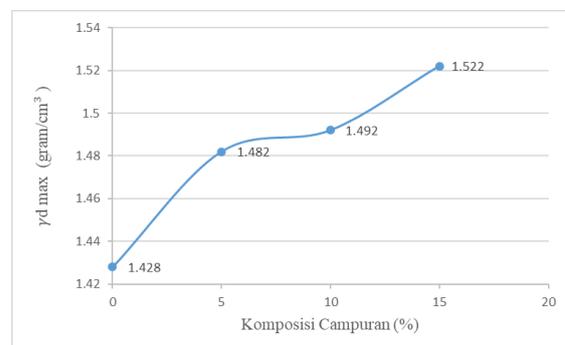
Pengaruh Kadar Air Optimum dengan Komposisi Campuran Semen + Bentonite dengan *Curing Time* 5 jam



Gambar 14. Grafik hubungan Kadar Air Optimum vs Komposisi Campuran

Dari gambar 14 di atas dapat di simpulkan bahwa pada campuran semen 2% + bentonite 5%, 10% dan 15% dengan *curing time* 5 jam kadar air optimum mengalami peningkatan terhadap tanah asli. Berdasarkan gambar grafik tersebut kadar air optimum tanah asli sebesar 22.00%, campuran semen 2% + bentonite 5% dengan *curing time* 5 jam kadar air optimum sebesar 26.10%, campuran semen 2% + bentonite 10% dengan *curing time* 5 jam kadar air optimum sebesar 27.81% dan campuran semen 2% + bentonite 15% dengan *curing time* 5 jam kadar air optimum sebesar 30.47%.

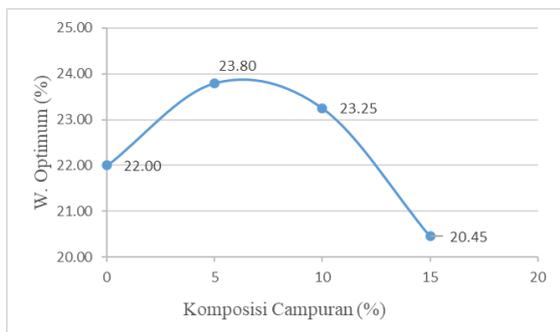
Pengaruh Berat Isi Kering dengan komposisi Campuran Semen + Kapur dengan *Curing Time* 5 Jam



Gambar 15. Grafik Hubungan Berat Isi Kering vs Komposisi Campuran

Dari gambar 15. di atas dapat di simpulkan bahwa pada campuran semen 2% + kapur 5%, 10% dan 15% dengan *curing time* 5 jam $\gamma_d \text{ maks}$ mengalami peningkatan terhadap tanah asli. Berdasarkan gambar grafik tersebut $\gamma_d \text{ maks}$ tanah asli sebesar 1.428 gr/cm³, campuran semen 2% + kapur 5% dengan *curing time* 5 jam $\gamma_d \text{ maks}$ sebesar 1.482 gr/cm³, campuran semen 2% + kapur 10% dengan *curing time* 5 jam $\gamma_d \text{ maks}$ sebesar 1.492 gr/cm³, campuran semen 2% + kapur 15% dengan *curing time* 5 jam $\gamma_d \text{ maks}$ sebesar 1.522 gr/cm³.

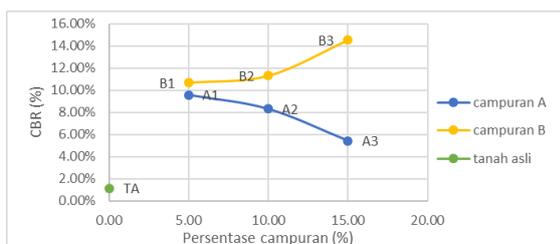
Pengaruh Kadar Air Optimum dengan Komposisi Campuran Semen + Kapur dengan Curing Time 5 Jam



Gambar 16. Grafik hubungan Kadar Air Optimum vs Komposisi Campuran

Dari gambar 16. di atas dapat di simpulkan bahwa pada campuran semen 2% + kapur 5%, 10% dan 15% dengan *curing time* 5 jam kadar air optimum mengalami peningkatan terhadap tanah asli. Berdasarkan gambar grafik tersebut kadar air optimum tanah asli sebesar 22.00%, campuran semen 2% + kapur 5% dengan *curing time* 5 jam kadar air optimum sebesar 23.80%, mengalami penurunan pada campuran semen 2% + kapur 10% dengan *curing time* 5 jam kadar air optimum sebesar 23.25% dan pada campuran semen 2% + kapur 15% dengan *curing time* 5 jam mengalami penurunan terhadap tanah asli, kadar air optimum sebesar 20.45%.

Pengaruh Nilai CBR Laboratorium Terhadap Penambahan Additive dengan Curing Time 5 Jam



Gambar 17. Grafik hubungan nilai CBR dengan persentase campuran

Dari gambar 17. di atas dapat dilihat nilai CBR tanah asli dengan 100 % kepadatan kering maksimum sebesar 1.15% sedangkan pada campuran A1 nilai CBR dengan 100% kepadatan kering maksimum meningkat sebesar 9.56%, nilai CBR pada campuran A2 dengan 100% kepadatan kering maksimum meningkat sebesar 8.30% dan nilai CBR pada campuran A3 dengan 100% kepadatan kering maksimum menurun sebesar 5.43%. Pada campuran B1 nilai CBR dengan 100% kepadatan kering maksimum sebesar 10.67%, nilai CBR pada campuran B2 dengan 100% kepadatan kering maksimum meningkat sebesar 11.30%, dan

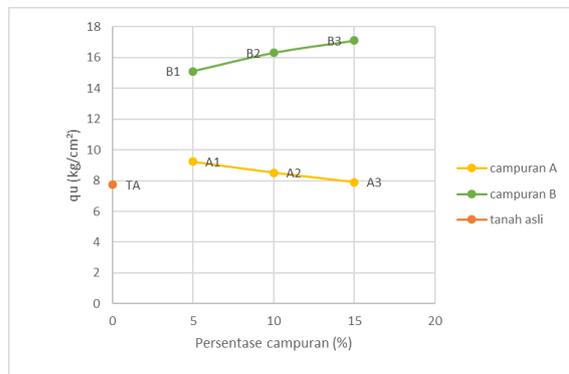
nilai CBR pada campuran B3 dengan 100% kepadatan kering maksimum meningkat sebesar 14.53%. Dapat disimpulkan seiring penambahan additive berupa semen dan bentonite terhadap nilai CBR yang dihasilkan semakin besar pada campuran A1 sedangkan pada campuran A2 dan A3 terjadi penurunan. Untuk penambahan additive berupa semen dan kapur terhadap nilai CBR yang dihasilkan semakin besar. Memperlihatkan terjadinya peningkatan dan menggambarkan hubungan pada penambahan additive berupa semen, bentonite dan kapur terhadap campuran tanah semakin baik.

Dari keterangan di atas menunjukkan bahwa semakin besar penambahan additive berupa semen dan kapur menghasilkan kekuatan yang semakin besar hal ini menunjukkan bahwa additive berupa semen dan kapur meningkatkan fungsi stabilisasi terhadap tanah.

Keterangan:

- TA = Tanah Asli
- A1 = Semen 2% + Bentonite 5%
- A2 = Semen 2% + Bentonite 10%
- A3 = Semen 2% + Bentonite 15%
- B1 = Semen 2% + Kapur 5%
- B2 = Semen 2% + Kapur 10%
- B3 = Semen 2% + Kapur 15%

Pengaruh Nilai UCS (qu) Terhadap Penambahan Additive dengan Curing Time 5 Jam



Gambar 18. Grafik hubungan nilai (qu) terhadap persentase campuran

Dilihat Dari Gambar 18. UCS pada tanah asli sebesar 4.736 kg/cm² dan yang optimum terdapat di campuran B3 nilai UCS sebesar 17.094 kg/cm² memperlihatkan pengaruh terhadap penambahan additive berupa semen dan kapur terhadap nilai UCS semakin tinggi. Pada campuran semen dan bentonite mengalami penurunan dari tanah asli seiring dengan besarnya penambahan additive dengan nilai UCS terkecil sebesar 7.894 kg/cm².

Dapat disimpulkan seiring penambahan additive berupa semen dan kapur terhadap nilai UCS yang dihasilkan semakin besar, memperlihatkan terjadinya peningkatan dan menggambarkan

hubungan penambahan additive berupa semen dan kapur terhadap campuran tanah semakin baik. dan memperlihatkan terjadinya penurunan pada penambahan additive berupa semen dan bentonite pada campuran tanah memburuk.

Dari keterangan di atas menunjukkan bahwa semakin besar penambahan additive berupa semen dan kapur menghasilkan kekuatan yang semakin besar hal ini menunjukkan bahwa additive berupa semen dan kapur meningkatkan fungsi stabilisasi tanah terhadap nilai UCS dan nilai optimum UCS di dapat pada 15.053 kg/cm².

Keterangan:

TA	=	Tanah Asli
A1	=	Semen 2% + Bentonite 5%
A2	=	Semen 2% + Bentonite 10%
A3	=	Semen 2% + Bentonite 15%
B1	=	Semen 2% + Kapur 5%
B2	=	Semen 2% + Kapur 10%
B3	=	Semen 2% + Kapur 15%

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di laboratorium dan Analisa data yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Klasifikasi tanah dasar yang di teliti sebagai berikut:
 - a. Metode USDA "Tanah Liat Berlanau (*Silt Loam*)".
 - b. Metode AASHTO diklasifikasikan dalam jenis tanah A-7-5 (24)
 - c. Metode USCS yang paling dominan adalah MH yaitu lanau anorganik atau pasir halus diatomae, lanau elastis.
2. Dari hasil pengujian CBR pada tanah asli sebesar 1.15% dan nilai CBR optimum didapat pada campuran B3 (tanah + semen 2% + kapur 15%) sebesar 8.60%.
3. Dari hasil pengujian CBR pada tanah asli sebesar 1.15% dan nilai CBR optimum didapat pada campuran B3 (tanah + semen 2% + kapur 15%) dengan *curing time* 5 jam sebesar 14.53%.
4. Dari hasil pengujian UCS tanah asli sebesar 4.736 kg/cm² dan nilai UCS optimum didapat pada campuran B3 (tanah + semen 2% + kapur 15%) sebesar 15.053 kg/cm².
5. Dari hasil pengujian UCS tanah asli sebesar 4.736 kg/cm² dan nilai UCS optimum didapat pada campuran B3 (tanah + semen 2% + kapur 15%) dengan *curing time* 5 jam sebesar 17.094 kg/cm².
6. Penambahan variasi kadar semen + kapur meningkatkan nilai kuat tekan terhadap tanah asli, sedangkan pada penambahan variasi kadar

semen + bentonite menyebabkan penurunan nilai kuat tekan.

7. Semen dan Kapur dapat dipakai untuk stabilisasi tanah lempung.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, pengaruh bahan bahan additive kapur, bentonite dan semen terhadap tanah lempung:

1. Stabilisasi dengan campuran bentonite perlu dikombinasi dengan bahan stabilisasi lainnya yang dapat mengubah sifat-sifat kurang baik dari bahan tersebut menjadi material yang memiliki sifat yang lebih baik.
2. Untuk penelitian selanjutnya pada stabilisasi kimiawi pengujian pemadatan sebelum di padatkan masing – masing sampel uji dimasukkan ke dalam kantong plastik atau wadah lainnya dan ditutup rapat, kemudian diamkan sesuai dengan jenis tanah sesuai dengan SNI 1743:2008.
3. Perlu adanya penelitian lanjutan mengenai penggunaan kapur dan bentonite sebagai bahan stabilisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga No.038/T/BM/1997, Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota. Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta: 1997.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga No. 002 06/BM/2006, Buku 6. Lapis Pondasi Tanah Semen, Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta: 2006.
- Frاندustie, Andri. 2011. Pemanfaatan Sekam Padi Pada Stabilisasi Tanah Organik Dengan Menggunakan Semen. Universitas Lampung. Lampung.
- Hardiyatmo, H.C., *Mekanika Tanah I*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta: 1999.
- Hanova, Yuda. 2012. Perbaikan Tanah Dasar Jalan Raya Dengan Penambahan Kapur. Institute Teknologi Medan. Medan.
- Hardiyatmo, H. C., & Widodo, P. (1992). *Mekanika Tanah*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Lulie, Yohanes dan John Tri Hatmoko. 2007. UCS Tanah Lempung Ekspansif Yang Distabilisasi Dengan Abu Ampas Tebu Dan Kapur. Universitas Admajaya. Yogyakarta.
- Sulistiono Djoko, Arifin Sulchan, Dan Chomaedhi, 2006. Jurnal Aplikasi Stabilisasi Tanah Pandaan Dengan Bitumen Untuk Subgrade Jalan Raya. Surabaya
- Sulistiono, Djoko, 2011. Kumpulan Makalah Seminar Nasional, Simposium, Jurnal 1999-2011. Surabaya.