

# PENINGKATAN DAYA DUKUNG LAPIS FONDASI BAWAH DENGAN CAMPURAN FLYASH

Harfian Fauzi.<sup>1</sup>, Eka Priadi<sup>2</sup>, Aprianto.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura, Pontianak

<sup>2</sup>Dosen Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura, Pontianak

E-mail: harfianfauzi87@gmail.com

## ABSTRAK

Kemajuan pembangunan dewasa ini, baik pembangunan fisik maupun non fisik, tidak terlepas dari peran serta segenap lapisan masyarakat. Seiring kemajuan ini, maka dituntut pula peningkatan mutu dari sarana prasarana pendukung pembangunan. Salah satunya peningkatan mutu bidang transportasi. Pada penelitian dilakukan suatu metode pengujian tanah yaitu untuk melihat seberapa besar pengaruh campuran semen dan *flyash* pada material *sub-base* terhadap peningkatan nilai CBR. Hasil industri berupa semen dan limbah industri berupa *flyash* digunakan sebagai bahan untuk meningkatkan nilai CBR dan kuat tekan. Pada penelitian ini digunakan tanah dari daerah Kabupaten Sekadau, variasi penambahan semen yang digunakan adalah 5%, 10%, 15% sedangkan untuk *flyash* variasi penambahannya adalah 10%, 15%, dan 20%. Hasil dari penambahan penambahan variasi kadar semen didapatkan kadar semen optimum sebesar 13,7% dan hasil dari penambahan variasi kadar *flyash* didapatkan kadar optimum sebesar 10,4%. Pencampuran kadar semen optimum + kadar *flyash* optimum di dapatkan nilai CBR dengan melakukan pukulan 10, 30 dan 65 didapat CBR masing-masing pukulan 134,872%, 150,649% dan 162,001% dan didapat nilai UCS sebesar 24 kg/cm<sup>2</sup>. Dari hasil pengujian kadar semen optimum + kadar *flyash* optimum dapat di gunakan sebagai material *sub-base* karena nilai CBR lebih dari 120 sesuai dengan spesifikasi Bina Marga (Konstruksi Jalan Raya: 2010).

Kata kunci: CBR, *fly ash*, Optimum, Semen, Stabilisasi, Tanah, UCS.

## ABSTRACT

*The progress of development today, both physical and non-physical development, is inseparable from the participation of all levels of society. Along with this progress, it is also demanded to improve the quality of infrastructure supporting development. One of them is improving the quality of transportation. In this study, a soil testing method is carried out to see how much influence the mixture of cement and flyash on sub-base material has on increasing the CBR value. Industrial output in the form of cement and industrial waste in the form of flyash are used as materials to increase the CBR value and compressive strength. In this study the land used from the Sekadau Regency area, the variation of the addition of cement used was 5%, 10%, 15% while for the flyash the variation of the additions was 10%, 15%, and 20%. The results of the addition of the addition of variations in the concentration of cement were found to be optimum cement content of 13.7% and the results of the addition of variations of flyash content obtained optimum levels of 10.4%. Mixing optimum cement content + optimum flyash levels obtained CBR values by making a punch of 10, 30 and 65 obtained CBR each hit 134.887%, 150.664% and 162,001% and the UCS value of 24 kg / cm<sup>2</sup>. From the results of testing optimum cement content + optimum flyash content can be used as a sub-base material because the CBR value is more than 120 in accordance with Bina Marga specifications (Road Construction: 2010).*

**Keywords:** CBR, Cement, fly ash, optimum, Soil, stabilization, UCS

## I. PENDAHULUAN

Kemajuan pembangunan dewasa ini baik pembangunan di bidang fisik maupun non fisik tidak terlepas dari peran serta segenap lapisan masyarakat. Seiring dengan kemajuan ini maka dituntut pula peningkatan mutu dari sarana prasarana pendukung pembangunan, salah satunya adalah peningkatan mutu dari bidang transportasi, karena transportasi merupakan sarana pendukung yang mutlak dibutuhkan.

Dalam prakteknya seorang sarjana teknik sipil geoteknik akan banyak bergelut dengan berbagai macam tanah. Tanah selalu mempunyai peranan yang sangat penting pada suatu pekerjaan konstruksi. Dimana tanah yang digunakan sebagai tempat diletakkan suatu fondasi untuk mendukung struktur

bangunan, konstruksi jalan dan tanggul. Pada konstruksi jalan, salah satu lapisan perkerasan sering dikenal dengan lapisan fondasi bawah atau *sub base*. Lapisan *sub base* ini sangat penting dalam mendukung struktur jalan raya dalam hal daya dukung. Kalau diperhatikan tanah *sub base* terdiri dari agregat berbutir halus dan dan agregat berbutir kasar. Jika pemadatan dilakukan pada material berbutir kasar, maka hasil yang diperoleh tidak begitu maksimal. Untuk menggantikan agregat kasar tersebut maka diganti dengan menambahkan *flyash*. Adapun alasan penggunaan *flyash* sebagai pilihan untuk campuran pada material *sub base* dimana kita ketahui bahwa *flyash* merupakan limbah dari hasil pembakaran batu bara.

Berdasarkan uraian diatas, maka dilakukan suatu metode pengujian tanah yaitu untuk melihat seberapa besar pengaruh campuran *flyash* pada material *sub base* terhadap peningkatan nilai CBR.

Adapun permasalahan yang akan dibahas antara lain sebagai berikut :

- a. Apakah pengaruh penambahan *flyash* pada agregat *subbase* akan meningkatkan nilai karakteristik berdasarkan dari penelitian CBR (*California Bearing Ratio*) laboratory dan UCS (*Unconfined Compression Strength*).
- b. Melakukan pengkajian terhadap perilaku sifat mekanis yaitu nilai CBR material agregat *subbase* dengan campuran *fly ash*.
- c. Menentukan persentase *flyash* yang paling optimal untuk mendapatkan nilai CBR maksimal.

Dalam penelitian ini penelitian yang dilakukan hanyalah uji CBR *laboratory* dan UCS (*Unconfined Compression Strength*). Dan melihat dampak dari pencampuran *flyash* pada agregat *Subbase* (Lapis Fondasi Bawah).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisa pengaruh pencampuran *flyash* terhadap nilai CBR dan UCS pada *Subbase* (Lapis Fondasi Bawah). Sehingga akan di ketahui apakah nilai CBR dan UCS akan meningkat untuk mendapatkan perbandingan hasilnya dan di plot ke dalam grafik.

Hasil penelitian ini selanjutnya, dapat digunakan sebagai referensi dalam perencanaan perkerasan. Dan dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam penentuan lapis fondasi bawah yang sesuai sehingga pembangunan jalan dapat lebih efisien dan efektif.

## II. METODOLOGI DAN PUSTAKA

### Peraturan Yang di Pakai

Dalam penelitian ini digunakan beberapa peraturan sebagai pedoman antara lain:

- a) SNI 1744: 2012: Panduan pengujian CBR laboratorium.
- b) AASHTO-99-193-74: Standar pengujian pemadatan *modified*.
- c) SNI 3638: 2012: Metode uji kuat tekan-bebas tanah kohesif.

### Metode Penelitian

Metode penelitian adalah suatu cara yang digunakan untuk mendapatkan objektif dengan adanya fakta-fakta sebagai bukti. Untuk mencapai kebenaran tersebut diperlukan suatu metode yang merupakan suatu prosedur atau tata cara untuk mengetahui sesuatu yang menjadi masalah didalam langkah-langkah kegiatan sistematis, berencana serta mengikuti konsep ilmiah.

### Pengambilan Sampel

Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan contoh material sub base dari Kabupaten Sekadau Provinsi Kalimantan Barat. Pengambilan sampel diambil

dalam keadaan terganggu, dimasukkan ke dalam karung lalu dibawa ke laboratorium untuk diuji



Gambar 1 Material *Sub Base*

### Pengujian Sampel

Sampel tanah yang sudah ada dilakukan pengujian di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Tanjungpura.

Pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan hasil yang dapat mendukung tujuan penelitian, yaitu :

- a) Analisa Saringan (SNI.03-1968-1990-F)
- b) Pemeriksaan Berat Jenis (SNI.03-1964-1990-F)
- c) Pemeriksaan Kompaksi (SNI.03-1743-1989-F / SNI.03-1742-1989-F).
- d) Angka - Angka Konsistensi Atterberg (SNI.03-1967-1990 / SNI.03-1996-1990)
- e) Pemeriksaan CBR (SNI.30-1744-1989)
- f) Pemeriksaan UCS

Dalam proses pengujian sampel (Gambar 3.3) dilakukan kontrol Analisa Saringan (SNI.03-1968-1990-F) terhadap syarat spesifikasi sehingga bisa terjadi hal-hal sebagai berikut :

- a) Sampel yang diuji memenuhi syarat spesifikasi maka dilanjutkan ke proses berikutnya.
- b) Sampel yang diuji tidak memenuhi syarat spesifikasi maka dilakukan modifikasi sampel (perlakuan khusus) untuk menutupi kekurangan dari sampel sehingga dapat memenuhi syarat spesifikasi teknis.

Setelah sampel tanah memenuhi syarat spesifikasi dilanjutkan dengan pemeriksaan berat jenis dan kompaksi untuk mendapatkan kadar air optimum sebagai dasar untuk membuat sampel tanah untuk uji CBR. Kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui batas-batas atterberg sampel.

Sampel tanah selanjutnya dicampur dengan *Flyash* dan Semen dengan variasi komposisi *flyash* 10%, 15%, dan 20% sedangkan untuk semen sebesar 5%, 10% dan 15% dan dibuat Sampel untuk uji CBR dan UCS kemudian dilakukan pemeraman selama 7 hari. Dari hasil CBR dan UCS dibuat grafik hubungan antara CBR dan UCS dengan menggunakan CBR target 120 dan UCS 24 Kg/cm<sup>2</sup> sehingga didapat komposisi *flyash* dan semen pilihan. Dengan menggunakan komposisi semen pilihan dilakukan tes kompaksi untuk mendapat kadar air optimum sampel tanah + *flyash* dan semen, setelah didapat kadar air optimum dilakukan kontrol terhadap sampel + *flyash* dan semen pilihan untuk CBR dan UCS target. Dalam pengujian ini dilakukan variasi komposisi *flyash* sampel sebesar 10%, 15%,

dan 20% sedangkan untuk semen sampel sebesar 5 %, 10% dan 15% untuk masing-masing pengujian UCS dan CBR dengan jumlah sampel seperti Tabel 1 dan Tabel 2 :

Tabel 2. Variasi Campuran Tanah Asli dan *Flyash*.

NO	KOMPOSISI CAMPURAN	JUMLAH SAMPEL	KODE SAMPEL
<b>A. Pengujian UCS</b>			
1	Tanah + <i>Flyash</i> 10%	2	C10.1 C10.2
2	Tanah + <i>Flyash</i> 15%	2	C15.1 C15.2
3	Tanah + <i>Flyash</i> 20%	2	C20.1 C20.4
<b>B. Pengujian CBR</b>			
1	Tanah + <i>Flyash</i> 10%	1	D10.1
2	Tanah + <i>Flyash</i> 15%	1	D15.1
3	Tanah + <i>Flyash</i> 20%	1	D20.1

Tabel .3 Variasi Campuran Tanah Asli dan Semen

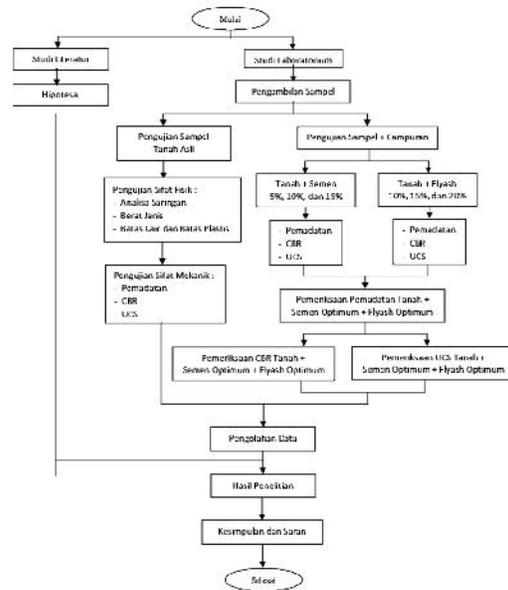
NO	KOMPOSISI CAMPURAN	JUMLAH SAMPEL	KODE SAMPEL
<b>A. Pengujian UCS</b>			
1	Tanah + semen 5%	2	A5.1 A5.2
2	Tanah + semen 10%	2	A10.1 A10.2
3	Tanah + semen 15%	2	A15.1 A15.4
<b>B. Pengujian CBR</b>			
1	Tanah Semen 5% +	1	B5.1
2	Tanah Semen 10% +	1	B10.1
3	Tanah Semen 10% +	1	B15.1

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Analisa

Berkaitan dengan judul penelitian yaitu “Peningkatan Daya Dukung Lapis Fondasi Bawah

Dengan Campuran *Flyash*” maka analisa yang dilakukan perlu meninjau dari berbagai aspek sehingga penggunaan campuran *flyash* pada lapis pondasi bawah dapat diketahui kekurangan dan kelebihan. Analisa yang dilakukan ialah terhadap spesifikasi teknis yang sesuai dengan Spesifikasi Umum Tahun 2010 yang dikeluarkan Direktorat Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum.



Gambar 2. Diagram Alur Penelitian

#### Peralatan Yang Digunakan

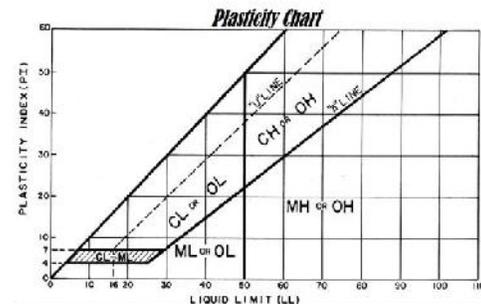
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat untuk pengujian pemadatan (*proctor modified*), CBR, UCS dan peralatan lainnya yang ada di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura yang telah sesuai dengan standarisasi *American Society for Testing Material* (ASTM).

#### Pelaksanaan Penelitian

##### Penelitian Pemadatan

Penelitian ini dimaksudkan untuk menentukan hubungan kadar air dengan kepadatan tanah, sehingga dapat diketahui kepadatan maksimum dan kadar air optimum.

##### Penelitian CBR



Maksud dari penelitian ini adalah menentukan nilai CBR dari suatu contoh tanah yang dipadatkan di laboratorium. Nilai CBR adalah bilangan perbandingan (dalam persen) antara tekanan yang diperlukan untuk menembus tanah dengan piston berpenampang bulat seluas 3 inci/menit terhadap tekanan yang diperlukan untuk menembus sesuatu bahan standar tertentu.

## Penelitian Tekan Bebas (UCS)

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menentukan kuat tekan bebas tanah kohesif. Pemeriksaan kuat tekan bebas dapat dilakukan pada tanah asli maupun tanah padat buatan.

Kuat tekan bebas adalah besarnya tekanan aksial ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) yang diperoleh untuk menentukan silinder tanah sampai pecah atau besarnya tekanan yang diberikan perpendekan tanah sebesar 20% dan bila sampai dengan perpendekan 20% tersebut tanahnya tidak pecah. Mengetahi sifat fisik mekanik tanah dari tanah asli maupun tanah campuran dengan semen dan *flyash*.

## Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah Asli

Tabel 4 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah Asli

Berat Jenis (Gs)		2,488
Analisa Distribusi Butiran	Lempung %	7,5
	Lanau %	42,5
	Pasir %	50
Batas Cair (LL) %		37,903
Batas Plastis (PL) %		24,522
Indeks Plastisitas (IP) %		13,38

## Hasil dan Analisa Data

### Hasil Penelitian

Hasil penelitian tanah asli dan tanah campuran dengan semen dan *flyash* yang dilakukan di laboratorium akan dibahas pada bab ini. Pengujian yang dilakukan di laboratorium bertujuan untuk Klasifikasi Tanah Asli

Sistem klasifikasi tanah merupakan suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tetapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi memberikan suatu bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi tanpa penjelasan yang terperinci.

#### a. Sistem Klasifikasi USCS

Nilai batas cair (LL) = 37,903 % dan indeks plastisitas (IP) = 13,380%, plotkan ke dalam grafik plastisitas, di dapatkan klasifikasi CL.

Gambar 3 Grafik klasifikasi tanah USCS

#### b. Klasifikasi tanah menurut AASHTO

Dengan menggunakan tabel sistem klasifikasi tanah AASHTO masukkan data hasil penelitian dan dilihat hasil sebagai berikut:

- Jumlah tanah lolos saringan no 200 = 32,96 % < 35 %
- Batas cair (LL) = 37,903 % < 40 %
- Indeks plastisitas (IP) = 13,380 % > 11 %
- Termasuk golongan A-2-6.

Tabel 5 Klasifikasi Tanah menurut AASHTO

Klasifikasi Umum	Bahan-bahan berbutir (35% atau kurang lolos No.200)			
Klasifikasi Kelompok	A-2			
	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisis Saringan Persen lolos : No.10 No. 40 No. 200	max 35	max 35	<b>max</b> <b>35</b>	max 35
Karakteristik fraksi Lolos No.40				
Batas Cair	max 40	min 41	<b>max</b> <b>40</b>	min 41
Indeks Plastisitas	max 10	max 10	<b>min</b> <b>11</b>	min 11
Jenis-jenis bahan Pendukung utama	Kerikil dan pasir berlanau atau berlempung			
Tingkatan umum sebagai tanah dasar	Sangat baik sampai baik			

## Klasifikasi tanah menurut USDA

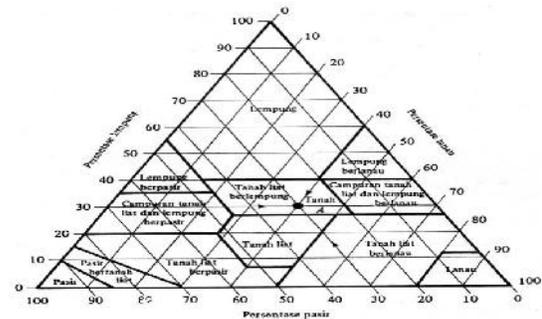
Klasifikasi sistem USDA ( United Stated Department of Agriculture), berdasarkan pada ukuran dari butiran tanah yang diterangkan sebagai berikut :

- Pasir : Butiran dengan diameter 0,05 mm – 2 mm
- Lanau : Butiran dengan diameter 0,002 – 0,05 mm
- Lempung : Butiran dengan diameter < 0,002 mm

Untuk menentukan besar persentase dari pasir, lanau, dan lempung , dapat dilihat dari grafik distribusi butiran tanah (*Grain Size Distribution*).

Dari hasil penelitian didapat nilai – nilai sebagai berikut :

- Pasir : 50 %
- Lanau : 42,5 %
- Lempung : 7,5 %



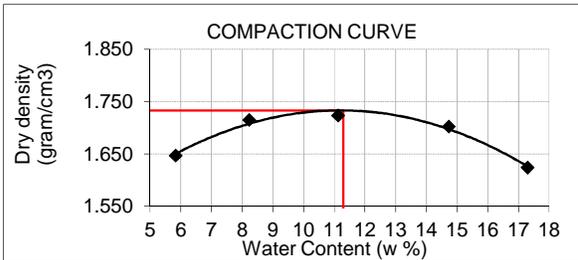
Gambar 4 Klasifikasi Berdasarkan Tekstur Oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA)

**Pemeriksaan Sifat Mekanis Tanah Asli**

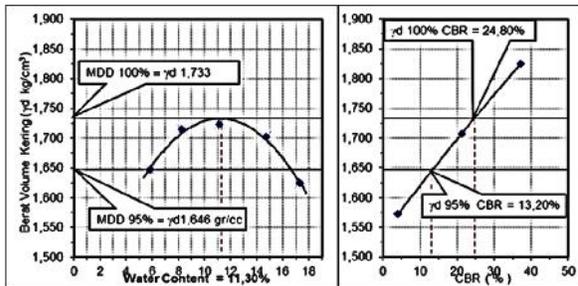
Pemeriksaan sifat mekanis tanah asli terdiri pemeriksaan kompaksi tanah dan pemeriksaan nilai CBR laboratorium.

Tabel 5 Hasil Pemeriksaan Sifat Mekanis Tanah Asli

Persentase Campuran (%)	Volume Berat Kering ( dry (gr/cm <sup>3</sup> ))	Kadar Air Optimum W opt (%)
5	1,814	12,20
10	1,822	12,30
15	1,835	13,40



Gambar 5 Grafik Hubungan Antara Kadar Air dan Berat Isi Kering



Gambar 6 Grafik Hubungan Kepadatan Dan CBR

**Pengujian Tanah Dengan Campuran Semen**

Pada pengujian tanah dengan campuran semen yang dilakukan meliputi pengujian kompaksi tanah, nilai CBR dan UCS laboratorium.

Tabel 6 Nilai Berat Volume Kering Dan Kadar Air Optimum Berbagai Campuran Semen.

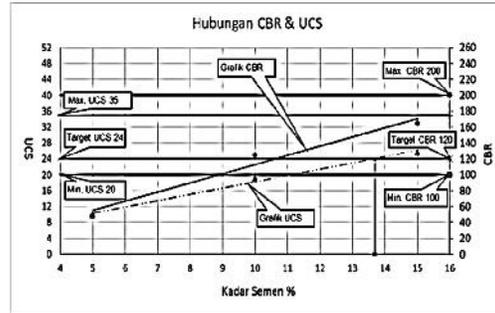
Persentase Campuran (%)	Volume Berat Kering ( dry (gr/cm <sup>3</sup> ))	Kadar Air Optimum W opt (%)
5	1,814	12,20
10	1,822	12,30
15	1,835	13,40

Tabel 7 Hasil CBR dengan Variasi Komposisi Campuran Semen

Persentase Campuran (%)	Kode Sampel	Jumlah Pukulan		
		10	30	65
5	B5.1	23,09	30,01	49,45
10	B10.1	124,68	140,64	151,61
15	B15.1	141,22	158,54	164,89

Tabel 8 Tabel Hasil UCS Soil Semen

KADAR SEMEN %	%	5		10		15	
KODE SAMPEL		AS.1	AS.2	AI0.1	AI0.2	A15.1	A15.2
DIAMETER	cm	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95
TINGGI	cm	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9
LUAS PERMUKAAN	cm <sup>2</sup>	37,94	37,94	37,94	37,94	37,94	37,94
BEBAN	kg	142	152	289	273	358	400
KEKUATAN	kg/cm <sup>2</sup>	9,642	10,302	19,73	18,502	24,263	27,209
KEKUATAN RATA-RATA	kg/cm <sup>2</sup>	9,972		19,116		25,736	



Gambar 7 Grafik Hubungan Kadar Semen Ucs Dan Cbr

**Pengujian Tanah Dengan Campuran Flyash**

Pada pengujian tanah dengan campuran flyash yang dilakukan meliputi pengujian kompaksi tanah, nilai CBR dan UCS laboratorium.

Tabel 9 Nilai Berat Volume Kering Dan Kadar Air Optimum Berbagai Campuran Flyash.

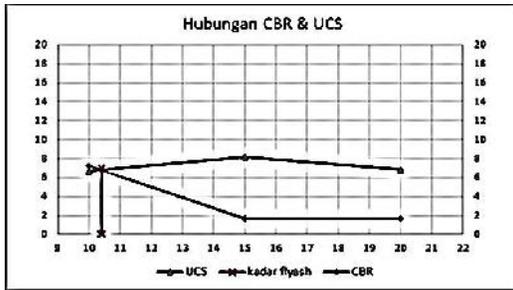
Persentase Campuran (%)	Volume Berat Kering (γ dry (gr/cm <sup>3</sup> ))	Kadar Air Optimum W opt (%)
10	1,746	14,60
15	1,523	18,00
20	1,472	18,25

Tabel 10 Hasil CBR dengan Variasi Komposisi Campuran Flyash

Persentase Campuran (%)	Kode Sampel	Jumlah Pukulan		
		10	30	65
10	C10.1	2,231	3,718	7,250
15	C15.1	1,115	1,30	1,67
20	C20.1	1,12	1,49	1,67

Tabel 11 Tabel Hasil UCS Flyash

KADAR FLYASH %	%	10		15		20	
KODE SAMPEL		D10.1	D	D15.1	D15.2	D20.1	D20.2
DIAMETER	cm	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95	6,95
TINGGI	cm	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9	13,9
LUAS PERMUKAAN	cm <sup>2</sup>	37,94	37,94	37,94	37,94	37,94	37,94
BEBAN	kg	100	102	120	140	101	106
KEKUATAN	kg/cm <sup>2</sup>	6,778	6,862	8,133	9,488	6,845	7,184
KEKUATAN RATA-RATA	kg/cm <sup>2</sup>	6,820		8,811		7,015	



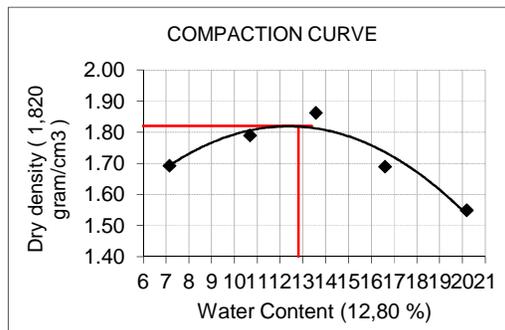
Gambar 8 Grafik Hubungan Kadar *Flyash* UCS Dan CBR

### Pengujian Tanah Dengan Campuran Semen Optimum + *Flyash* Optimum

Pada pengujian tanah dengan campuran semen optimum + *flyash* optimum yang dilakukan meliputi pengujian kompaksi tanah, nilai CBR dan UCS laboratorium.

Tabel 12 Hasil Pemeriksaan Sifat Mekanis Tanah Dengan Campuran Semen Optimum + *Flyash* Optimum

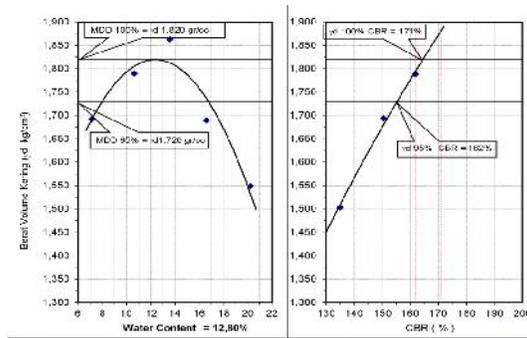
Pemadatan	Berat Volume Kering $\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> )	1,82
	Kadar Air (w) %	12,80
CBR	10 Pukulan	134,87
	30 Pukulan	150,65
	65 Pukulan	162,00



Gambar 9 Grafik Hubungan Antara Kadar Air dan Berat Isi Kering Komposisi semen optimum + *flyash* optimum

Tabel 13 UCS Komposisi Semen Optimum + *Flyash* Optimum

KADAR SEMEN + <i>Flyash</i>	%	13,7% + 10,4%	
KODE SAMPEL		<i>A optimum 1</i>	<i>A optimum 1</i>
DIAMETER	cm	6,95	6,95
TINGGI	cm	13,9	13,9
LUAS PERMUKAAN	cm <sup>2</sup>	37,94	37,94
BEBAN	kg	339	369
KEKUATAN	kg/cm <sup>2</sup>	22,975	25,008
KEKUATAN RATA-RATA	kg/cm <sup>2</sup>	24,0	



Gambar 10 Grafik Hubungan Kepadatan dan CBR Komposisi Semen Optimum + *Flyash* Optimum

## IV. PENUTUP

### Kesimpulan

- Hasil pengujian dari sifat-sifat fisik tanah mengklasifikasikan tanah yang di pakai dalam penelitian ini ke dalam kelompok A-2-6 sebagai tanah lempung.
- Hasil pengujian pemadatan dengan *metode modified*, campuran tanah + semen menunjukkan peningkatan kepadatan dibandingkan dengan kepadatan dari tanah saja.
- Hasil pengujian pemadatan dengan *metode modified*, campuran tanah + *flyash* menunjukkan penurunan kepadatan dibandingkan dengan kepadatan dari tanah saja.
- Penambahan semen pada tanah menyebabkan berat volume kering meningkat, seiring dengan penambahan persentase pencampuran semen. Berat volume kering maksimum dicapai pada persentase campuran 15% sebesar 1,835 gr/cm<sup>3</sup> dari berat volume kering tanah asli sebesar 1,733 gr/cm<sup>3</sup>.
- Penambahan *flyash* pada tanah menyebabkan berat volume tanah kering menurun, seiring dengan penambahan persentase pencampuran *flyash*. Berat volume tanah kering yang paling kecil terjadi pada persentase campuran 20% sebesar 1,472 gr/cm<sup>3</sup>.
- Penambahan campuran semen pada tanah akan meningkatkan nilai CBR dari tanah asli, sedangkan penambahan *flyash* pada tanah malah menurunkan nilai CBR dari tanah asli.
- Hasil dari penambahan kadar semen optimum + kadar *flyash* optimum menunjukkan peningkatan nilai CBR dibandingkan dengan tanah asli yang disebabkan oleh kadar semen sebagai pengikat.
- Penambahan variasi kadar semen meningkatkan nilai kuat tekan, sedangkan pada penambahan variasi kadar *flyash* menyebabkan penurunan nilai kuat tekan.
- pada penambahan campuran kadar semen optimum dan *flyash* optimum meningkatkan nilai CBR dan kuat tekan, karen ada campuran semen yang mempengaruhi meningkatnya nilai CBR dan nilai kuat tekan.
- Setelah dilakukan penelitian, ternyata hipotesa penelitian yang menyatakan penambahan semen dan *flyash* dapat meningkatkan nilai CBR dan

kuat tekan tidak sepenuhnya tepat. Karena pada kenyataannya variasi penambahan flyash malah menurunkan nilai CBR dan kuat tekan.

11. Penambahan variasi kadar *flyash* pada penelitian ini tidak dapat meningkatkan nilai CBR. Karena tanah yang digunakan pada penelitian ini mengandung pasir sebesar 50%.
12. Stabilisasi tanah dengan menggunakan campuran *flyash* dan semen dapat digunakan sebagai material *sub-base*. Ini terbukti dari hasil yang di peroleh pada uji CBR laboratorium dengan nilai CBR lebih dari 120, dimana sesuai dengan spesifikasi Bina Marga (Konstruksi Jalan Raya: 2010)

### Saran

1. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan jenis tanah lainnya misalnya tanah lempung atau peladis dan jika perlu diadakan penelitian lapangan.
2. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan mengurangi kadar semen yang di peroleh pada penelitian sebelumnya atau dengan menambahkan kadar *flyash* dari penelitian sebelumnya.
3. Hasil penelitian ini dapat di jadikan sebagai data sekunder pada penelitian yang menggunakan bahan yang sama atau bahan lainnya
4. Dalam melaksanakan penelitian agar dapat di peroleh hasil yang lebih baik, perlu di pahami dan di pelajari petunjuk praktikum mekanika tanah yang ada dengan sebaik-baiknya sehingga kesulitan dan kendala yang timbul dapat di atasi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ardi, Muhammad Wahyu. 2014. "Analisa Lapisan Pondasi Pada Perkerasan Jalan Dengan Menggunakan Stabilisasi Tanah Semen (*Soil Cement Stabilization*) Untuk Jalan Kabupaten Di Wilayah Kabupaten Sekadau". Tesis. Pontianak. Universitas Tanjungpura.
- Abadi, Taufan Candra . 2015. "Perbandingan Hasil Stabilisasi Dengan *Fly Ash* Dan Semen Pada Tanah Ekspansif Cikampek". Jurnal. Bandung. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional.
- Christiady, H : Mekanika Tanah, Jilid 1. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta: 1992
- Das, Braja M, "*Mekanika Tanah, Jilid 1*", Erlangga, Jakarta: 1985
- 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.01/PD/BM/1983, *Pedoman Penentuan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta: 1983.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga No. 002 06/BM/2006, *Buku 6. Lapis Pondasi Tanah Semen*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta: 2006.
- Departemen Pekerjaan Umum, *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta: 1987.
- Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik No.13/1970, *Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta: 1970.
- Hardiyatmo, H.C., *Mekanika Tanah I*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta: 1999
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006, "*Jalan*", 31 Oktober 2006
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004, "*Jalan*", 18 Oktober 2004