

## STABILISASI TANAH DENGAN CAMPURAN SEMEN DAN SILICA FUME PADA PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAN (UNCONFINED COMPRESSION STRENGTH)

Yuni Taryuni<sup>1\*</sup>, Nono Suhana<sup>2</sup>, Dhian D. Prayuda<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wiralodra, Indramayu 45213

<sup>2</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wiralodra, Indramayu 45213

<sup>2</sup>Email : nono22322@yahoo.com

<sup>3</sup>Email : dhian.ugm@gmail.com

### Abstract

*Soil is a collection of minerals, organic matter and relatively loose deposits which are located on a bedrock. There are several types of soil characteristics that are often encountered in the field, one of which is silt land. This type of soil has unfavorable properties that have low shear strength after being subjected to a load. One way to improve the nature of the soil is to stabilize the soil so that the carrying capacity of the soil is strong. This research was conducted to determine physical properties (index properties) on native and mixed soils and to determine the compressive strength (qu) values of native and mixed soils. Tests were carried out with a variation of cement 2%, silica fume 5%, silica fume 10%, and silica fume 15%. The results of testing in the laboratory, obtained the value of specific gravity on the original soil of 2.62, 62.49% liquid limit and 27.42% plasticity index. Based on the USCS classification, the soil sample is included in the MH (Silt - High Plasticity) type of native soil density on the original soil compressive strength (qu) value of 5.956 kg/cm<sup>2</sup>. In soil the variation of PC mixture of 2% compressive strength (qu) was obtained at 6.845 kg/cm<sup>2</sup>. In soil variations in the SF mixture 5% compressive strength (qu) of 8.422 kg/cm<sup>2</sup>. In soil variations in the mixture of PC 2% + SF 5%, PC 2% + SF 10% and PC 2% + SF 15%, respectively compressive strength (qu) of 9.639 kg/cm<sup>2</sup>, 10.619 kg/cm<sup>2</sup> and 10.993 kg/cm<sup>2</sup>.*

*Keywords: Silt Soil, Soil stabilization, cement, silica fume, UCT (Unconfined Compression Test).*

### Abstrak

Tanah merupakan himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relative lepas (*loose*) yang terletak diatas batu dasar (*bedrock*). Ada beberapa jenis karakteristik tanah yang sering ditemui dilapangan, salah satunya yaitu tanah lanau. Tanah jenis ini mempunyai sifat yang kurang baik yaitu mempunyai kuat geser rendah setelah dikenai beban. Salah satu cara untuk memperbaiki sifat tanah tersebut yaitu perlu dilakukan upaya stabilisasi tanah agar daya dukung tanah kuat. Pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sifat - sifat fisis (*indekx properties*) pada tanah asli dan tanah campuran dan mengetahui nilai kuat tekan (qu) pada tanah asli dan tanah campuran. Pengujian dilakukan dengan variasi semen 2%, *silica fume* 5%, *silica fume* 10%, dan *silica fume* 15%. Hasil pengujian di laboratorium, didapatkan nilai berat jenis pada tanah asli sebesar 2,62, batas cair 62,49% dan indeks plastisitas 27,42%. Berdasarkan klasifikasi USCS, sampel tanah tersebut termasuk dalam jenis MH (*Silt – High Plasticity*) nilai berat jenis tanah asli pada tanah asli nilai kuat tekan (qu) sebesar 5,956 kg/cm<sup>2</sup>. Pada tanah variasi campuran PC 2% kuat tekan (qu) diperoleh sebesar 6,845 kg/cm<sup>2</sup>. Pada tanah variasi campuran SF 5% kuat tekan (qu) sebesar 8,422 kg/cm<sup>2</sup>. Pada tanah variasi campuran PC 2% + SF 5%, PC 2% + SF 10% dan PC 2% + SF 15%, masing-masing kuat tekan (qu) sebesar 9,639 kg/cm<sup>2</sup>, 10,619 kg/cm<sup>2</sup> dan 10,993 kg/cm<sup>2</sup>.

Kata Kunci : Tanah Lanau, Stabilisasi tanah, semen, *silica fume*, UCT (*Unconfined Compression Test*).

### I. PENDAHULUAN

Tanah merupakan himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang

relatif lepas (*loose*) yang terletak di atas batu dasar (*bedrock*) (Hardiyatmo, 1992). Ada beberapa jenis karakteristik tanah yang sering

ditemui dilapangan, salah satunya yaitu tanah lanau. Tanah jenis ini mempunyai sifat yang kurang baik yaitu mempunyai kuat tekan rendah setelah dikenai beban. Oleh karena itu, hal ini dapat menimbulkan kerusakan pada struktur bangunan maupun jalan, seperti terjadinya jalan bergelombang atau retak-retak. Kasus ini terjadi di Jalan Desa Kenanga, Kecamatan Sindang, Kabupaten Indramayu. Kerusakan jalan disebabkan karena daya dukung tanah yang rendah. Adapun faktor lain yaitu karena jalan tersebut sering menerima beban kendaraan yang terus menerus, sehingga tanah lapisan dasar mengalami pergeseran dan terjadi retak. Salah satu cara untuk memperbaiki sifat tanah tersebut yaitu perlu dilakukan upaya stabilisasi tanah agar daya dukung tanah meningkat.

Stabilisasi tanah adalah pencampuran tanah dengan bahan tertentu guna memperbaiki sifat-sifat teknis tanah agar memenuhi syarat teknis tertentu (Hardiyatmo, 2010). Pada penelitian ini akan dibahas tentang stabilisasi tanah dengan penambahan semen dan *silica fume* sebagai bahan stabilisator.

Pemilihan semen dan *silica fume* sebagai bahan stabilisator karena semen dan *silica fume* mengandung zat *silica* yang dapat merekatkan unsur-unsur pada tanah. Media perekat ini kemudian akan memadat dan membentuk massa yang keras. Oleh karena itu pada penelitian ini diharapkan bahan tambah tersebut dapat memperbaiki sifat-sifat fisis maupun mekanis dari sampel tanah sehingga didapat tanah yang memenuhi syarat teknis penggunaan pada konstruksi dilapangan, terutama untuk meningkatkan kuat tekan tanah.

Stabilisasi tanah adalah pencampuran tanah dengan bahan tertentu guna memperbaiki sifat-sifat teknis tanah agar memenuhi syarat teknis tertentu (Hardiyatmo, 2010). Pada penelitian ini akan dibahas tentang stabilisasi tanah dengan penambahan semen dan *silica fume* sebagai bahan stabilisator.

Pemilihan semen dan *silica fume* sebagai bahan stabilisator karena semen dan *silica fume* mengandung zat *silica* yang dapat merekatkan unsur-unsur pada tanah. Media perekat ini kemudian akan memadat dan membentuk massa yang keras. Oleh karena itu pada penelitian ini diharapkan bahan tambah tersebut dapat memperbaiki sifat-sifat fisis

maupun mekanis dari sampel tanah sehingga didapat tanah yang memenuhi syarat teknis penggunaan pada konstruksi dilapangan, terutama untuk meningkatkan kuat tekan tanah.

Adapun maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan semen dan *silica fume* terhadap nilai kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Strength*) pada tanah.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik jenis tanah asli dengan melakukan uji mekanik, mengetahui pengaruh penambahan semen dan *silica fume*, dan mengetahui nilai kuat tekan bebas pada tanah asli dan tanah campuran yang sudah dianalisis dengan melakukan pengujian *Unconfined Compression Strength (UCS)*.

## II. BAHAN DAN METODE

### 2.1 Penelitian

Dalam penelitian ini pengambilan sampel tanah dari daerah Kenanga, Kecamatan Sindang, Kabupaten Indramayu sedangkan bahan stabilisasi dengan semen dan persentase *silica fume*. Pemeriksaan sampel tanah dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Wiralodra Indramayu (UNWIR) dan Laboratorium Institut Teknologi Bandung (ITB). Sampel tanah ditambahkan dengan bahan stabilisasi yaitu semen dengan persentase campuran 2%, dan *silica fume* dengan persentase campuran 5%, 10% dan 15% dari tanah asli kemudian di uji Berat Jenis, Atterberg, analisa saringan, pemadatan dan UCS (*Unconfined Compression Strength*). Pada pengujian pemadatan untuk kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Strength*) dilakukan pemeraman terlebih dahulu selama 1 hari, setelah dilakukan pemeraman kemudian tanah di kompakasi dan dicetak dengan tabung ukuran diameter 3,8 cm dan tinggi 7,6 cm.

### 2.2 Proposi dan Jumlah Sampel

Pada penelitian ini tanah asli akan dicampur dengan bahan tambah berupa semen dan *silica fume*. Campuran tanah, semen dan *silica fume* seperti pada Tabel 1 sebagai berikut:

**Tabel 1.** Proposi Berat Sampel

Berat Tanah (gram)	Berat Semen 2 % (gram)	Prosen Silica Fume (%)	Berat Silica Fume (gram) (1 x 3)	Berat Tanah Sample (gram) (1-2-4)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1000	0	0	0	1000
1000	20	0	100	880
1000	0	5	50	950
1000	20	5	50	930
1000	20	10	100	880
1000	20	15	150	830

Pada penelitian ini sampel yang digunakan sebanyak 18 sampel. Untuk penambahan semen dan *silica fume* sebesar 5%, 10%, serta 15% sebagaimana terlihat pada Tabel 2 dibawah ini.

**Tabel 2.** Jumlah Sample

No	Tanah & Campuran	Sample			Jumlah Sample
		Pemeraman 1 hari			
1	Tanah Asli	1	1	1	3
2	Tanah + Semen 2%	1	1	1	3
3	Tanah + SF 5%	1	1	1	3
4	Tanah + Semen 2% & SF 5%	1	1	1	3
5	Tanah + Semen 2% & SF 10%	1	1	1	3
6	Tanah + Semen 2% & SF 15%	1	1	1	3
7	Jumlah				18

**2.3 Pengujian Laboratorium**

**2.3.1 Uji Sifat-Sifat Fisis Tanah**

1. Analisa Ukuran Butir
  - a. Tanah Berbutir Kasar  
Tanah berbutir kasar adalah tanah yang terdiri atas kerikil dan pasir yang mana kurang dari 50% tanah yang lolos saringan No. 200.
  - b. Tanah Berbutir Halus

Tanah berbutir halus adalah tanah yang mana lebih dari 50% tanah lolos saringan No. 200.

2. Uji Berat Jenis  
Uji berat jenis adalah perbandingan antara berat volume butiran padat ( $\gamma_s$ ) dengan berat volume air ( $\gamma_w$ ) pada temperatur 20°C.
3. Uji batas-batas Atterberg
  1. Batas cair
  2. Batas plastis

**2.3.2 Uji Sifat-Sifat Mekanis**

- a) Uji pemadatan (Kompaksi)  
Uji pemadatan adalah suatu proses dimana udara pada pori-pori tanah dikeluarkan dengan salah satu cara mekanis yang digunakan untuk memadatkan tanah. Uji ini dimaksudkan untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah didalam cetakan silinder berukuran tertentu dengan menggunakan alat penumbuk sebrat 2,5 kg (5,5lbs), tinggi jatuh 30cm (12”) untuk pemadatan standar (*Proctor*) dan alat penumbuk berat 4,54 kg (10 lbs), tinggi jatuh 45,7cm (18”) untuk pemadatan berat (*Modified*).
- b) Uji UCT  
Uji UCT (*Unconfined Compression Test*) bertujuan untuk mengetahui kekuatan tekan bebas suatu jenis tanah yang bersifat kohesif dalam keadaan asli (*undisturbed*) atau dalam keadaan buatan/ dibentuk kembali (*remoulded*).

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1. Hasil Pengujian**

**3.1.1 Karakteristik Tanah Asli**

Pengujian sifat fisis dan mekanis tanah dilakukan untuk mengklasifikasi jenis tanah yang digunakan pada penelitian. Dari hasil pengujian mekanis tanah meliputi pengujian berat jenis tanah, uji atterberg, uji analisa saringan, serta dilakukan pengujian sifat mekanis tanah yaitu uji pemadatan dan uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Strength*).

1. Uji Fisis  
Berdasarkan hasil pengujian mekanis tanah asli dapat dilihat pada Tabel 3. berikut ini:

**Tabel 3.** Data Sifat Fisis Tanah Asli

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan
1	Berat jenis (Gs)	2,62
2	Batas cair (LL)	62,49%
3	Batas Plastis (PL)	35,06%
4	Indek Plastisitas (IP)	27,42%
5	Lolos Saringan No. 200	81,40%

(Sumber : Pengolahan Data Uji Fisis Tanah)

2. Uji Mekanis

Berdasarkan hasil pengujian mekanis tanah asli dapat dilihat pada Tabel 4. berikut ini:

**Tabel 4.** Data Sifat Mekanis Tanah Asli

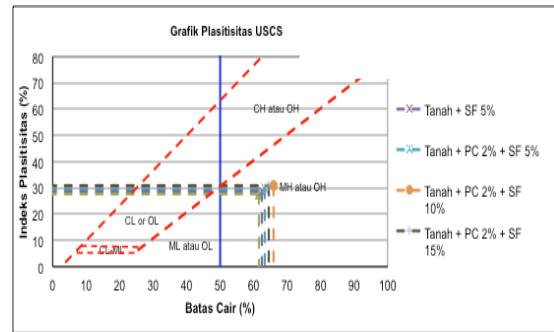
No	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan
1	Kadar air optimum %	19,50%
2	Kuat tekan bebas (UCT) kg/cm <sup>2</sup>	5,956 kg/cm <sup>2</sup>

(Sumber : Pengolahan Data Uji Mekanis Tanah)

Hasil pengujian terhadap campuran tanah dengan semen 2% dan penambahan *Silica fume* 5%, *Silica fume* 10%, dan *Silica fume* 15% dapat dilihat pada grafik perbandingan pada sifat fisis dan mekanis seperti diuraikan dibawah ini.

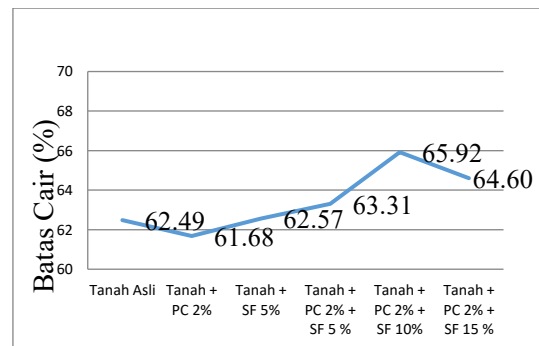
**3.1.2. Grafik Hasil Pengujian dan Pembahasan Campuran Tanah**

Hasil pengujian fisis dan mekanis tanah asli dan Campuran Semen 2%, *Silica fume* 5%, *Silica fume* 10%, dan *Silica fume* 15% didapat grafik seperti dilihat pada Gambar 1. berikut ini :



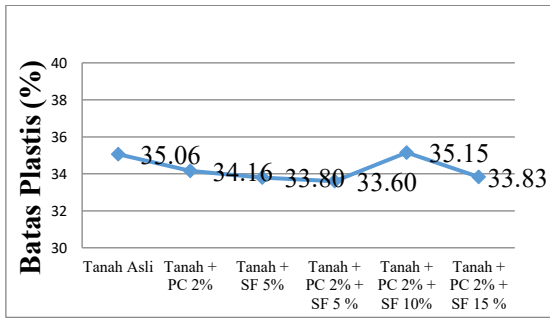
**Gambar 1.** Grafik Batas Cair terhadap dengan Indeks Plastisitas

Pada hasil pengujian tanah campuran, hasil uji indeks plastisitas dan batas cair menunjukkan bahwa menurut *Unified Soil Classification System (USCS)* termasuk kedalam klasifikasi tanah lanau berplastisitas tinggi (MH), dimana tanah lolos saringan No. 200 sebanyak 81,40%. Sedangkan menurut *American Association Of State Highway And Transportation Officials (AASHTO)* tanah tersebut termasuk kedalam golongan A-5 termasuk golongan tanah lanau.



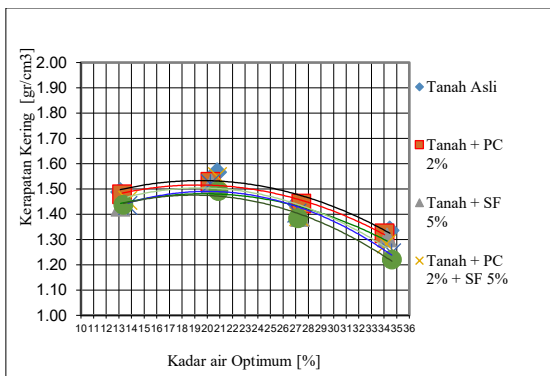
**Gambar 2.** Grafik Perbandingan Campuran terhadap Batas Cair

Pada Gambar 2, menunjukkan bahwa terjadi penurunan dan kenaikan pada batas cair tanah campuran. Kenaikan pada batas cair disebabkan karena semen dan *silica fume* mampu menyerap kadar air yang lebih banyak di banding dengan tanah asli.



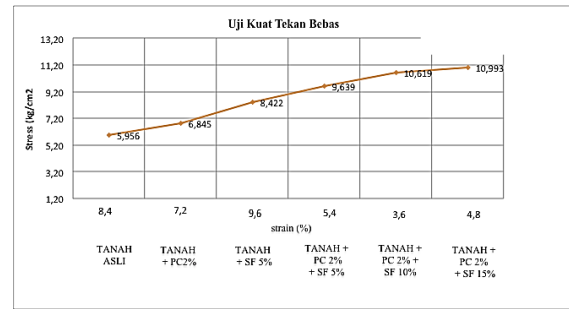
**Gambar 3.** Grafik Perbandingan Campuran terhadap Batas Plastis

Dari Gambar 3 terjadi penurunan pada tanah campuran. Penurunan ini disebabkan karena pada saat tanah dicampur dengan campuran semen dan *silica fume*, maka tingkat keplastisan tanah cenderung menurun. Hal ini karena semen dan *silica fume* memiliki sifat yang dapat mengeras dan ketika bereaksi dengan air.



**Gambar 4.** Grafik Perbandingan Campuran terhadap Pematatan Tanah

Pada Gambar 4, nilai kadar air yang rendah, sebagian besar tanah cenderung menjadi kaku dan sukar untuk dipadatkan. Dengan menambah kadar air, tanah menjadi lebih mudah dibentuk dan dipadatkan sehingga akan dihasilkan kepadatan kering yang lebih tinggi.



**Gambar 5.** Grafik Perbandingan Campuran Terhadap Kuat Tekan Bebas

Pada Gambar 5 terjadi peningkatan kuat tekan bebas pada campuran tanah, semen dan *silica fume*. Hal ini disebabkan pada campuran semen dan *silica fume* mempunyai unsur yang membentuk pasta pengikat, ketika terhidrasi. Semen dan *silica fume* akan menjadi media perekat bila bereaksi dengan air dan tanah. Campuran tanah ini kemudian akan memadat dan membentuk massa yang keras akibat adanya proses sementasi. Dengan demikian pada tanah yang distabilisasi dengan semen dan *silica fume* dapat meningkatkan nilai kuat tekan ( $q_u$ ), dibandingkan dengan tanah asli yang tidak distabilisasi.

#### IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat disampaikan dari hasil penelitian adalah tanah asli termasuk dalam kategori tanah dengan plastisitas tinggi. Menurut USCS (*Unified Soil Classification System*) campuran tanah dengan variasi semen 2%, *silica fume* 5%, *silica fume* 10%, dan *silica fume* 15% termasuk kedalam kelompok MH yaitu tanah lanau anorganik dengan plastisitas tinggi. Sedangkan menurut *American Association Of State Highway And Transportation Officials* (AASHTO) tanah tersebut termasuk kedalam golongan A-5. Nilai kuat tekan bebas pada dengan penambahan *Silica Fume* 5% tanah stabil sedangkan penambahan *Silica Fume* 10% dan 15% tanah tidak stabil disebabkan oleh proses sementasi yang berlebihan.

#### DAFTAR PUSTAKA

[1] Bambang Rahmadi, "Meningkatkan Nilai Kuat Tekan Bebas (UCS) Tanah Manyawang Distabilisasi Dengan Semen," *Teknik Jalan dan Jembatan Ahli Muda Direktorat Jendral Bina Marga*, vol. 3 no.1, 2017

- [2] Bowles, J. E, "Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)," *Penerbit Erlangga, Jakarta, 1993.*
- [3] Das, B. M, "Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I," *Penerbit Erlangga, Jakarta, 1985.*
- [4] Das, B. M, "Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid II," *Penerbit Erlangga, Jakarta, 1985.*
- [5] Faradilla, N, "Penguujian Kuat Tekan Bebas (Unconfined Compression Test) Pada Stabilitas Tanah Lempung Dengan Campuran Semen dan Abu Sekam Padi," *Program Studi Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara, Medan, 2014.*
- [6] Hary Christady Hardiyatmo, "Mekanika Tanah II," *Penerbit Erlangga, Jakarta, 1995.*
- [7] Hary Christady Hardiyatmo, "Mekanika Tanah Jilid I," *Penerbit Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 2002.*
- [8] Hasoloan H. P. Sinaga, Roesyanto, "Penguujian Kuat Tekan Bebas (Unconfined Compression Test) pada Stabilitas Tanah Lempung dengan Campuran Semen dan Abu Cangkang Sawit," *Tugas Akhir, Bidang Studi Geoteknik, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sumatra Utara, 2013.*
- [14] Ninik Ariyani, Prilani Dwi Wahyuni, "Perbaikan Tanah Lempung Dari Grobogan Purwodadi Dengan Campuran Semen Dan Abu Sekam Padi," *Majalah Ilmiah Jurusan Teknik Sipil, Edisi I, th XII, Universitas Kristen Immanuel, Yogyakarta, 2007.*
- [9] Robert F. Craig, "Mekanika Tanah," *Penerbit Erlangga, Jakarta, 1986.*
- [10] Sunggono, "Mekanika Tanah," *Edisi Kedua, Penerbit Nova, Bandung, 1982.*
- [11] SNI 1964-2008, "Cara Uji Berat Jenis Tanah," *Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.*
- [12] SNI 1965-2008, "Cara Uji Penentuan Kadar Air Untuk Tanah dan Batuan di Laboratorium," *Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.*
- [13] SNI 1967-2008, "Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah," *Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.*
- [14] SNI 3423-2008, "Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah," *Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.*
- [15] SNI 3638-2012, "Metode Uji Kuat Tekan Bebas Tanah Kohesif," *Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.*