

STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN SEMEN DAN *RENOLITH*

CLAY SOIL STABILIZATION USING CEMENT AND RENOLITH

Nur Kholis¹, Anita Setyowati Srie Gunarti², Rika Sylviana³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam 45 Bekasi
Jl. Cut Meutia No. 83 Bekasi Telp. 021-88344436

Korespondensi: nkholis89@gmail.com

ABSTRAK

Tanah pada Universitas Islam “45” Bekasi merupakan jenis tanah lempung yang mempunyai nilai CBR yang rendah sehingga secara struktural tanah tersebut tidak layak diadakan suatu pembangunan. Upaya meningkatkan kualitas tanah salah satunya yaitu stabilisasi tanah menggunakan semen dan *renolith*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini berupa pengujian tanah secara langsung di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam “45” Bekasi. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui jenis tanah, berat jenis tanah, indeks plastisitas, CBR, UCS dan *direct shear* tanah asli dan tanah stabilisasi. Proses stabilisasi tanah ini dilakukan dengan cara mencampur tanah asli menggunakan semen dan *renolith* dengan variasi persentase 10% semen dan *renolith* 3%, 6 % terhadap berat kering tanah. Nilai CBR tertinggi didapat pada variasi 10% semen tanpa *renolith* dengan peningkatan nilai CBR sebesar 552,35% terhadap nilai CBR tanah asli. Begitu pula pada nilai UCS, peningkatan nilai UCS tertinggi terdapat pada variasi 10% semen tanpa *renolith* yaitu sebesar 163,33% terhadap nilai UCS tanah asli. Hasil pengujian *direct shear* menunjukkan peningkatan nilai sudut geser sebesar 1% terhadap tanah asli pada variasi 10% semen dan 6% *renolith*. Dengan adanya penambahan semen dan *renolith* mampu meningkatkan nilai mekanik tanah sehingga dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah untuk *subgrade* jalan raya.

Kata kunci: stabilisasi tanah, semen, *renolith*, *subgrade*, tanah lempung

ABSTRACT

Soil at Islamic University “45” Bekasi is a type of clay soil that has a low CBR value so that the land is not structurally feasible for development. An effort to improve soil quality one of them is soil stabilization using cement and renolith. The method used in this research is direct soil testing at the Laboratory of Civil Engineering at Islamic University “45” Bekasi. This experiment is conducted to figure out the soil type, specific gravity of the soil, plasticity index, CBR, UCS and direct shear from the original soil and the stabilization soil. The soil stabilization process is conducted by mixing the original soil using cement and renolith with percentage variations of 10% cement and renolith 3%, 6% to the dry weight of the soil. The highest CBR value were obtained on a variation of 10% cement without renolith with an increase of 552.35% CBR value to the original soil CBR value. Similar with UCS value, the highest increase of UCS value were obtained from variation of 10% cement without renolith, which is 163.33% from the original soil UCS value. Direct shear experiment results shows an increase of shear angle value of 1% to the original soil on variation of 10% cement and 6% renolith. It is shown that the addition of cement and renolith is able to increase the soil mechanical value hence it can be used as a soil stabilization material for highway subgrade.

Keywords: soil stabilization, cement, *renolith*, *subgrade*, clay soil

1. PENDAHULUAN

Masalah yang sering terjadi pada infrastruktur jalan raya yaitu bergelombang, retak maupun penurunan. Kerusakan pada bangunan berupa retak pada tembok dan lantai serta penurunan bangunan terkadang disebabkan oleh karakteristik fisik maupun mekanis tanah yang buruk.

Tanah lempung adalah tanah yang berukuran kurang dari 0,002 mm dan mempunyai partikel-partikel tertentu yang menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila dicampur air. Jenis tanah pada Universitas Islam “45” Bekasi merupakan jenis tanah lempung yang mempunyai nilai indeks plastisitas tinggi dan mempunyai nilai CBR tanah yang kecil (Gunarti, 2014), sehingga perlu diadakan upaya perbaikan karakteristik tanah dengan proses stabilisasi tanah (Gunarti, 2015).

Stabilisasi tanah merupakan upaya meningkatkan kualitas tanah dengan menyampurkan beberapa bahan tambah berupa bahan kimia. Salah satu upaya stabilisasi tanah lempung dengan menggunakan bahan tambah semen dan *renolith*. Stabilisasi tanah menggunakan semen telah banyak digunakan karena kemudahan mendapatkan bahan tambah, pengaplikasian di lapangan yang mudah dan dari hasil proses stabilisasi tersebut semen dapat meningkatkan daya dukung tanah yang cukup signifikan. Penambahan *renolith* terhadap semen diharapkan dapat memperbaiki sifat semen yang mudah retak setelah tanah tersebut digunakan. *Renolith* merupakan bahan kimia cair yang warnanya mirip susu dan dapat larut (Puslitbang, 2002). Penggunaan *renolith* ini mempunyai kelebihan, yaitu fleksibilitas tinggi, kekuatan tekanan dan tarik yang baik memperpanjang umur rencana konstruksi, stabil terhadap kondisi cuaca panas dan dingin, pemeliharaan rendah. Dari keunggulan semen dan *renolith* tersebut maka dapat digunakan sebagai salah satu bahan campur untuk stabilisasi tanah (Basuki, R, Maschus dan Diah, M., 2009), diharapkan penambahan bahan tersebut dapat memperbaiki karakteristik tanah pada Universitas Islam “45” Bekasi.

Rumusan masalah

Adapun hal-hal yang menjadi rumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Seberapa besar perubahan sifat fisik tanah lempung Universitas Islam “45” Bekasi yang distabilisasi menggunakan semen dan *renolith*.
2. Seberapa besar perubahan nilai kuat dukung tanah dan nilai kuat geser tanah yang distabilisasi menggunakan semen dan *renolith*.

Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian stabilisasi tanah lempung menggunakan semen dan *renolith* adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui sifat fisik dan mekanis tanah sebelum dan sesudah di stabilisasi.
2. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai referensi untuk melengkapi penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya.

Batasan masalah

Beberapa hal yang menjadi batasan masalah agar penelitian menjadi lebih focus yaitu:

1. Klasifikasi tanah menggunakan metode USCS (*Unified Soil Classification System*) dan prosedur pengujian menggunakan JIS (*Japan Industrial Standart*).
2. Tidak melakukan pengujian analisa saring.
3. Tidak melakukan pengujian hidrometer.
4. Tidak menghitung anggaran biaya pelaksanaan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

❖ Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam “45” Bekasi. Berikut gambaran lokasi penelitian:



Sumber: Google Earth, 2016

Gambar 1. Lokasi Penelitian

❖ Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1) Tanah

Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanah lempung yang terganggu, dimana sampel tanah tersebut diambil pada kedalaman 20-50 cm dari permukaan tanah, diambil menggunakan cangkul. Kemudian sampel tanah tersebut dikeringkan dijemur pada suhu ruangan secara terbuka. Kemudian sampel tanah tersebut diayak hingga lolos saringan 5 mm dan 0,42 mm.

2) Semen

Untuk bahan tambah yang digunakan berupa semen *portland* dengan merk semen gresik satu karung (50 kg) yang dapat diperoleh di toko material bangunan.

3) Renolith

Renolith adalah salah satu bahan *modifier* yang warnanya mirip dengan susu. *Modifier* ini terbuat dari karet *polimer* dan *selulosa* yang mampu bersenyawa dengan air. Bahan tambah *renolith* didapatkan dari balai Pusat Penelitian Jalan dan Jembatan Bandung sebanyak 10 liter. Berikut variasi penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Variasi Penelitian

No	Jenis Variasi	Pemeraman (hari)
1	Tanah asli	0
2	Tanah asli + 10% semen	3
3	Tanah asli + 10% semen + 3% <i>renolith</i>	3
4	Tanah asli + 10% semen + 6% <i>renolith</i>	3

4) Air

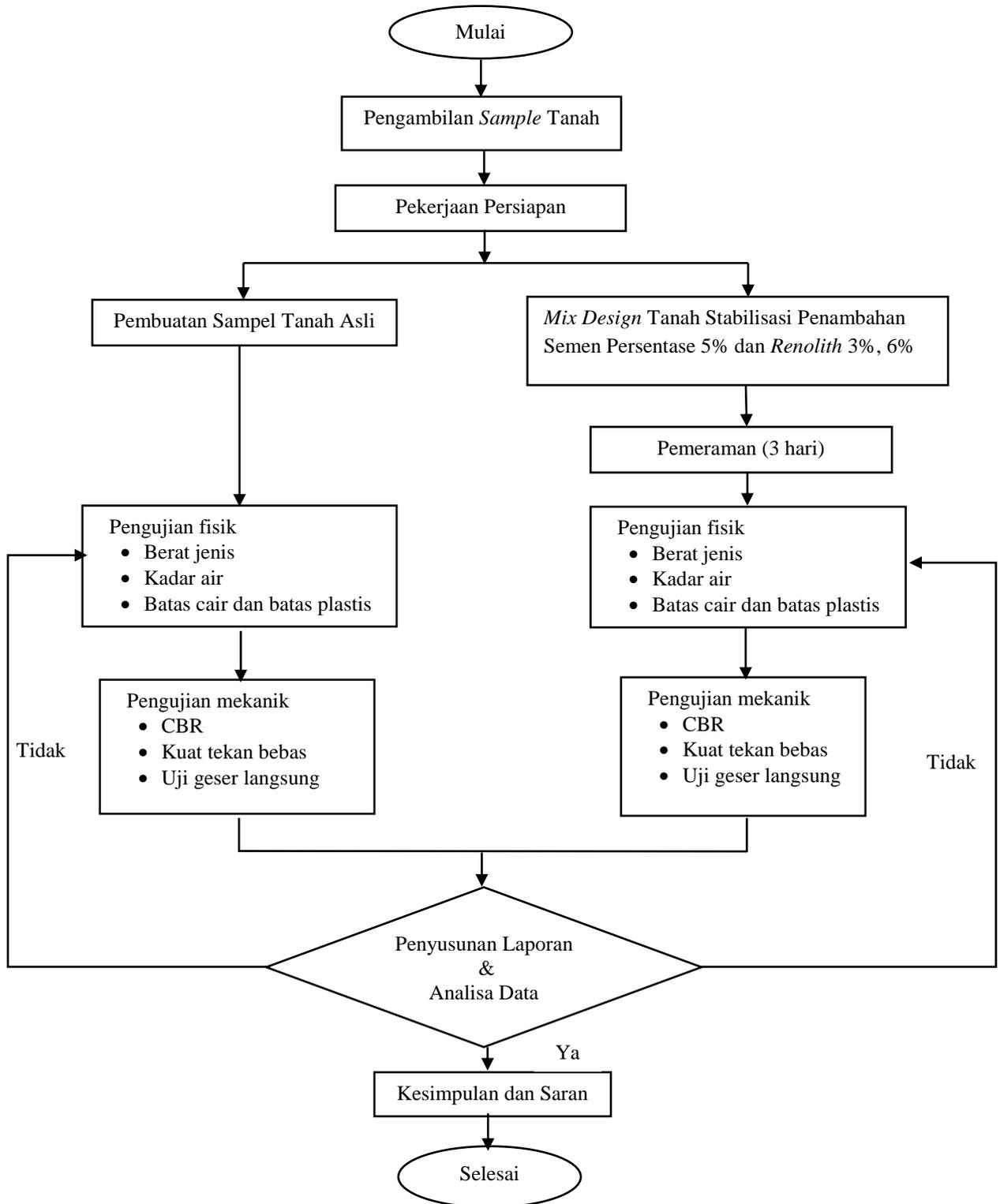
Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air yang tersedia pada laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam “45” Bekasi.

❖ Pengujian utama yang dilakukan

Pengujian utama yang dilakukan meliputi California Bearing Ratio Test (CBR), uji Kuat tekan Bebas (UCS), uji geser langsung (Direct shear test) (Budi, 2011).

❖ **Pelaksanaan Penelitian**

Bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 8 berikut ini.



Gambar 8. Bagan Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

➤ Tanah Asli

Dari hasil penelitian mengenai karakteristik tanah asli yang digunakan sebagai sampel yang diambil di belakang Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam “45 “ Bekasi, maka diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 2. Karakteristik Tanah Asli

No	Jenis Pengujian	Satuan	Nilai
1	Berat jenis tanah (Gs)	-	2,510
2	Batas cair	%	59,80
3	Batas plastis	%	33,01
4	Indek plastisitas	-	26,79
5	Klasifikasi tanah	-	OH*
6	Berat isi kering (γ_d)	gram/cm ³	1345
7	Kadar air optimum	%	33
8	CBR 2,5 inchi	%	3,20
9	CBR 5 inchi	%	2,77
10	Kuat tekan bebas (q_u)	kg/cm ²	0,120
11	Sudut <i>direct shear</i> (ϕ)	°	26,33
12	Kohesi (c)	kg/cm ²	0,025

Sumber: Hasil Uji, 2016

*OH=Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi

➤ Tanah Stabilisasi

Dari hasil pengujian tanah asli yang distabilisasi menggunakan semen maupun dengan semen dan *renolith* didapatkan data-data pengujian sebagai berikut:

A. Berat Jenis

Dari hasil pengujian berat jenis tanah asli maupun yang telah distabilisasi menggunakan semen dan *renolith*, dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3. Berat Jenis

Variasi Campuran	Nilai Berat jenis
Tanah Asli	2,510
Tanah + 10% semen	2,585
Tanah + 10% semen + 3% <i>renolith</i>	2,715
Tanah + 10% semen + 6% <i>renolith</i>	2,700

Sumber: Hasil Uji, 2016

B. Batas Konsistensi Tanah (*Atterberg Limit*)

Pengujian batas konsistensi tanah pada masa peram 3 hari meliputi pemeriksaan batas cair, batas plastis dan nilai indeks plastisitas. Hasil pemeriksaan akan ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 4. Batas Konsistensi Tanah Stabilisasi

Variasi Campuran	Peram (hari)	Batas cair	Batas plastis	Indek plastisitas	Klasifikasi tanah
Tanah Asli	0	59,80	33,01	26,79	OH
Tanah asli + 10% semen	3	56,50	36,06	20,44	OH
Tanah asli + 10% semen + 3% <i>renolith</i>	3	59,75	47,56	12,19	OH
Tanah asli + 10% semen + 6% <i>renolith</i>	3	60	40,34	19,66	OH

Sumber: Hasil Uji, 2016

C. Pemadatan (*Proctor*)

Pengujian pemadatan ini dilakukan untuk mengetahui berat isi kering maksimum (γ_d) dan kadar air optimum pada tanah asli maupun yang telah distabilisasi menggunakan semen dan *renolith* yang akan ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Pemadatan

Variasi Campuran	Peram (hari)	Kadar air optimum (%)	Berat isi kering (γ_d) (gram/cm ³)
Tanah Asli	0	33	1,345
Tanah asli + 10% semen	3	31	1,325
Tanah asli + 10% semen + 3% <i>renolith</i>	3	32	1,330

Sumber: Hasil Uji, 2016

D. CBR (*California Bearing Ratio*)

Hasil pemeriksaan CBR dapat dilihat pada Tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Hasil Pengujian CBR

Variasi Campuran	Peram (hari)	Penetrasi (inchi)	Nilai CBR			Nilai CBR rata-rata
			Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	
Tanah Asli	0	2,5	3,20	2,80	3,60	3,20
		5	2,73	2,53	3,06	2,77
Tanah asli + 10% semen	3	2,5	19,48	18,48	17,48	18,48
		5	18,78	17,98	17,45	18,07
Tanah asli + 10% semen + 3% <i>renolith</i>	3	2,5	12,19	13,18	13,98	13,12
		5	12,32	13,32	13,65	13,10
Tanah asli + 10% semen + 6% <i>renolith</i>	3	2,5	7,99	9,79	8,99	8,92
		5	7,86	8,99	8,32	8,39

Sumber: Hasil Uji, 2016

E. UCS (*Unconfined Compression Strength*)

Hasil Pengujian UCS (*unconfined compression strength*) dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian UCS

Variasi Campuran	Peram (hari)	Kondisi pengujian	Nilai UCS			Nilai UCS rata-rata
			Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	
Tanah Asli	0	Asli	0,116	0,119	0,124	0,120
		Remolded	0,097	0,107	0,114	0,106
Tanah asli + 10% semen	3	Asli	0,240	0,332	0,375	0,316
		Remolded	0,165	0,229	0,252	0,215
Tanah asli + 10% semen + 3% <i>renolith</i>	3	Asli	0,357	0,317	0,255	0,309
		Remolded	0,219	0,212	0,191	0,207
Tanah asli + 10% semen + 6% <i>renolith</i>	3	Asli	0,159	0,145	0,160	0,155
		Remolded	0,091	0,094	0,100	0,095

Sumber: Hasil Uji, 2016

F. Kuat Geser Langsung (*Direct Shear*)

Hasil uji direct shear dapat dilihat pada Tabel 8 berikut ini

Tabel 8. Hasil Pengujian *Direct Shear*

Variasi Campuran	Peram (hari)	Jenis Pengujian	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Nilai rata-rata
Tanah Asli	0	Kuat geser ($^{\circ}$)	27	24	28	26,33
		Kohesi (kg/cm^2)	0,027	0,025	0,024	0,025
Tanah asli + 10% semen	3	Kuat geser ($^{\circ}$)	27	25	27	26,33
		Kohesi (kg/cm^2)	0,045	0,042	0,045	0,044
Tanah asli + 10% semen + 3% <i>renolith</i>	3	Kuat geser ($^{\circ}$)	20	25	27	24,00
		Kohesi (kg/cm^2)	0,042	0,043	0,036	0,040
Tanah asli + 10% semen + 6% <i>renolith</i>	3	Kuat geser ($^{\circ}$)	26	28	26	26,67
		Kohesi (kg/cm^2)	0,022	0,025	0,025	0,024

Sumber: Hasil Uji, 2016

➤ Pembahasan

Dari hasil pengujian tanah yang telah dilakukan pada Universitas Islam “45” Bekasi sehingga didapatkan nilai, berupa berat jenis tanah asli maupun tanah stabilisasi, batas konsistensi tanah, hasil pemadatan, nilai CBR, nilai UCS, dan hasil pengujian *direct shear* yang akan dijelaskan sebagai berikut:

➤ Rekapitulasi Hasil Pengujian

Rekap hasil pengujian sampel tanah berupa pengujian fisik tanah dan pengujian mekanik yang telah dilakukan, serta rekap perubahan nilai maksimum dari hasil pengujian terhadap tanah asli, dapat dilihat pada Tabel 9, Tabel 10 dan Tabel 11 berikut ini:

Tabel 9. Rekap Pengujian Fisik

Jenis Pengujian	Tanah Asli	10% Semen	10% Semen + 3% <i>Renolith</i>	10% Semen + 6% <i>Renolith</i>
Berat jenis tanah (Gs)	2,510	2,585	2,715	2,700
Batas cair	59,80	56,50	59,75	60
Indek plastisitas	26,79	20,44	12,19	19,66
Berat isi kering (γ_d maks)	1,345	1,325	1,330	1,335
Kadar air optimum	33	31	32	32,60

Sumber: Hasil Uji, 2016

Tabel 10. Rekap Pengujian Mekanik

Jenis Pengujian	Tanah Asli	10% Semen	10% Semen + 3% <i>Renolith</i>	10% Semen + 6% <i>Renolith</i>
CBR 5'' (%)	2,77	18,07	13,10	8,39
UCS (kg/cm ²)	0,120	0,316	0,309	0,155
Sudut geser (°)	26,33	26,33	24,00	26,67
Kohesi/c (kg/cm ²)	0,026	0,044	0,040	0,024

Sumber: Hasil Uji, 2016

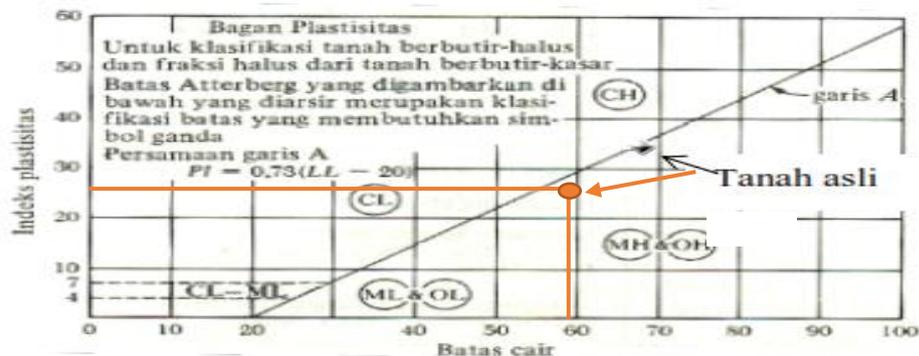
Tabel 11. Rekap Perubahan Nilai Maksimum Terhadap Tanah Asli

Jenis Pengujian	10% Semen	10% Semen + 3% <i>Renolith</i>	10% Semen + 6% <i>Renolith</i>
CBR 5''	552%	373%	203%
UCS	163%	158%	29%
Sudut geser	0%	-9%	1%
Kohesi/c	69%	54%	-8%

Sumber: Hasil Uji, 2016

➤ Tanah Asli

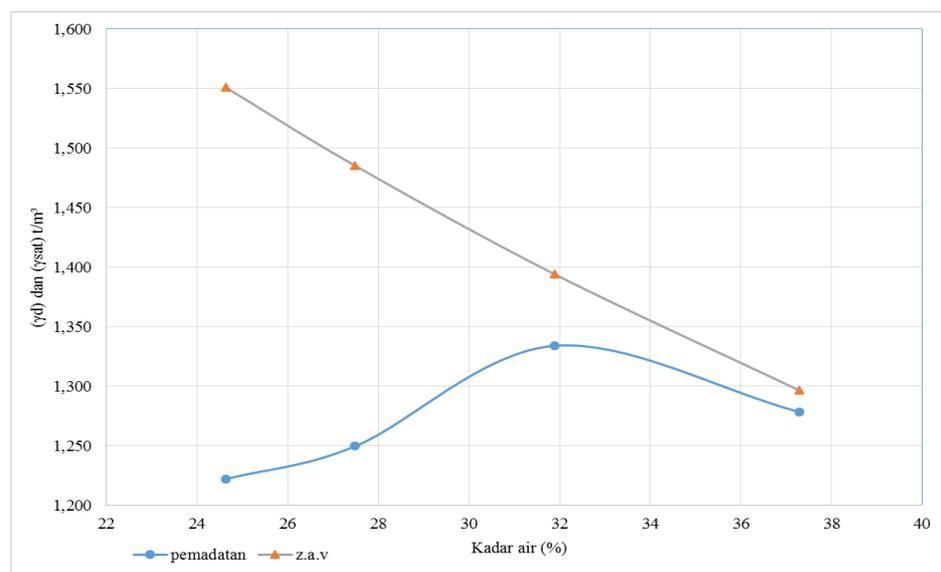
Tanah pada Universitas Islam "45" Bekasi mempunyai berat jenis sebesar 2,510. Klasifikasi tanah menurut Hardiyatmo (2002) pada Tabel 1 tanah tersebut merupakan jenis tanah lempung organik dan dari hasil pengujian batas konsistensi tanah mempunyai nilai batas cair 59,80%, batas plastis 33,01%, didapat nilai indeks plastisitas sebesar 26,79% sehingga dari grafik klasifikasi tanah dengan metode USCS tanah dengan batas cair > 50% dan nilai indeks plastisitas di bawah garis A merupakan jenis tanah lempung organik (OH) dengan plastisitas sedang sampai tinggi, untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 9.



Sumber: Hasil Analisis, 2016

Gambar 9. Klasifikasi Tanah Asli dengan Metode USCS

Hasil pengujian pemadatan diperoleh nilai berat isi tanah kering maksimum sebesar $1,345 \text{ kg/cm}^3$ dan kadar air maksimum sebesar 33% (Gambar 10). Hasil pengujian didapatkan nilai CBR pada *profing ring* 2,5 inchi sebesar 3,20% dan pada *profing ring* 5 inchi sebesar 2,77% termasuk jenis tanah lempung organik yang mempunyai CBR < 5%. Hasil Pengujian UCS didapatkan nilai $0,120 \text{ kg/cm}^2$ dan dari hasil pengujian kuat geser langsung didapatkan nilai sebesar $26,33^\circ$, nilai kohesi tanah asli sebesar $0,025 \text{ kg/cm}^2$.



Sumber: Hasil Analisis, 2016

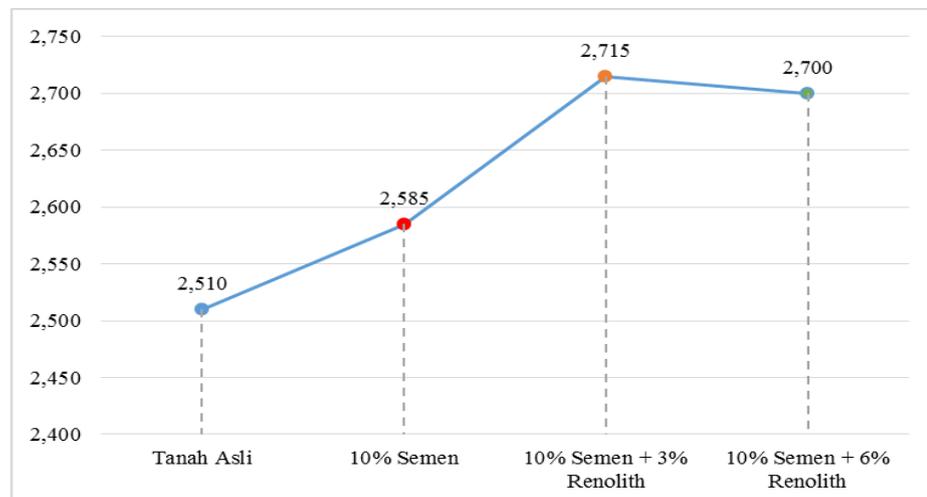
Gambar 10. Kurva Hasil Pemadatan Tanah Asli

➤ Tanah Stabilisasi

Berikut ini adalah pembahasan mengenai beberapa hasil uji yang telah dilakukan.

A. Berat Jenis

Hasil pengujian berat jenis (Gs), pada berat jenis tanah asli diperoleh nilai 2,510, setelah distabilisasi menggunakan semen 10% mengalami kenaikan sebesar 2,585 (naik 2,99%) sedangkan saat distabilisasi menggunakan 10% semen + 3% *renolith* mengalami kenaikan sebesar 2,715 (naik 8,17%) dan setelah distabilisasi menggunakan 10% semen + 6% *renolith* mengalami kenaikan sebesar 2,700 (naik 7,57%). Grafik peningkatan nilai Gs dapat dilihat pada Gambar 11. Berdasarkan besaran nilai berat jenis (Gs) maka tanah termasuk jenis kategori lempung. Klasifikasi tanah menurut Hardiyatmo (2002) tanah yang distabilisasi dengan semen termasuk jenis lempung organik karena mempunyai nilai berat jenis (Gs) sebesar 2,58 - 2,65, sedangkan tanah yang distabilisasi dengan semen dan *renolith* termasuk jenis tanah lempung anorganik karena mempunyai nilai berat jenis sebesar 2,715-2,700.



Sumber: Hasil Analisis, 2016

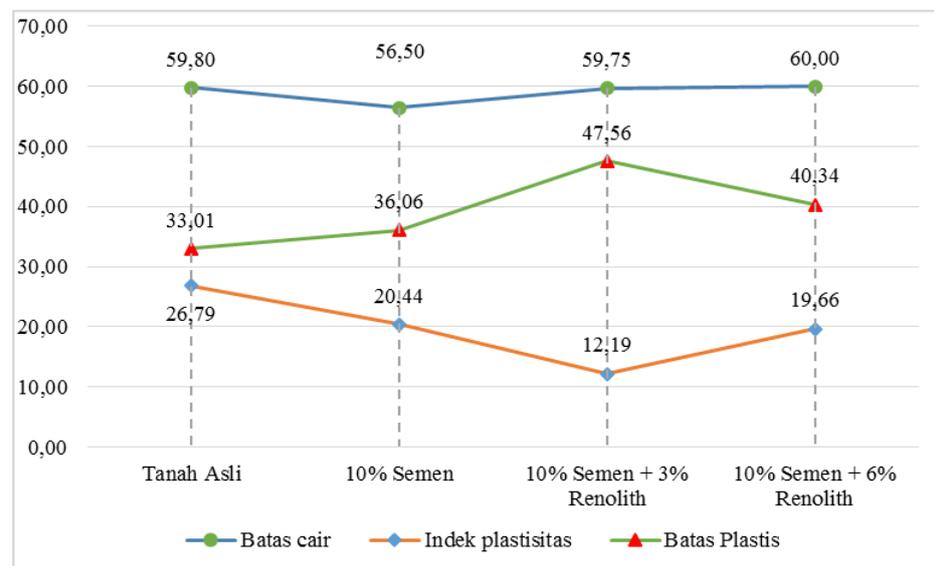
Gambar 11. Grafik Berat Jenis Tanah Asli dan Tanah Stabilisasi

Batas Konsistensi Tanah Stabilisasi

Hubungan antara tanah asli dengan semen dan *renolith* terhadap batas cair dan batas plastis serta indeks plastisitas, dapat dilihat pada Gambar 12. Nilai batas cair tanah asli sebesar 59,80% setelah distabilisasi dengan 10% semen mengalami penurunan batas cair sebesar 56,50% (turun 5,84%). Penambahan 10% semen + 3% *renolith* juga menurunkan nilai batas cair menjadi 59,75% (turun 1%) dan setelah distabilisasi dengan 10% semen + 6% *renolith* mengalami kenaikan sebesar 60% (naik 0,33%) dari hasil tersebut dapat disimpulkan penambahan 10% semen + 6% *renolith* dapat menaikkan batas cair tanah namun tidak terlalu signifikan.

Dari hasil pengujian batas plastis tanah asli mempunyai nilai batas plastis sebesar 33,01% setelah distabilisasi dengan 10% semen mengalami kenaikan nilai batas plastis menjadi 36,06% (naik 9,24%), kemudian pada variasi penambahan 10% semen + 3% *renolith* mengalami kenaikan batas plastis sebesar 47,56% (naik 44,08%) dan pada variasi penambahan 10% semen + 6% *renolith* mengalami kenaikan batas plastis sebesar 40,34% (naik 22,21%) dari hasil pengujian tersebut bahan tambah semen maupun *renolith* dapat menaikkan batas plastis tanah, kenaikan batas plastisitas terbesar terjadi pada variasi penambahan 10% semen + 3% *renolith*.

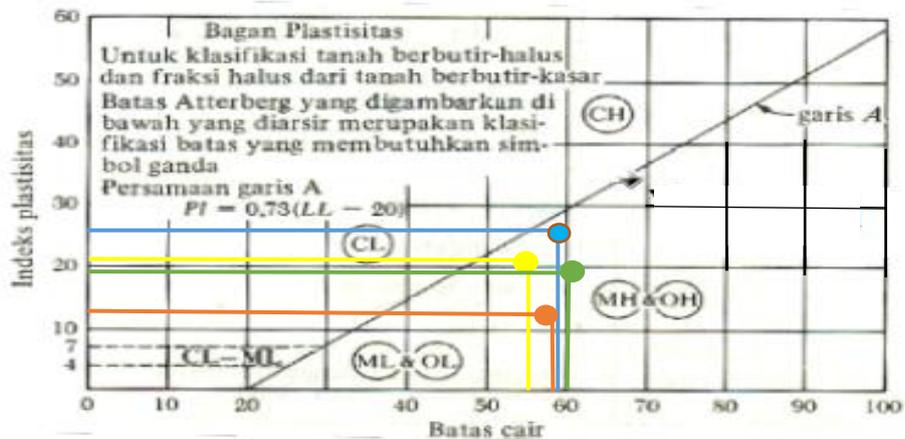
Hasil uji nilai indeks plastisitas pada tanah asli yaitu 26,79%. Berdasarkan sistem klasifikasi tanah yang digunakan, dalam Hardiyatmo (2002), tanah di Universitas Islam 45 Bekasi ini, termasuk jenis tanah kategori tanah lempung plastisitas tinggi. Setelah distabilisasi dengan 10% semen mengalami penurunan nilai indeks plastisitas menjadi 20,44% (turun 23,70%) dan termasuk kategori tanah lempung dengan plastisitas tinggi. Sedangkan pada variasi penambahan 10% semen + 3% *renolith* mengalami penurunan nilai indeks plastisitas sebesar 12,19% (turun 54,50%) sehingga termasuk kategori tanah lempung berlanau dengan plastisitas sedang. Pada variasi penambahan 10% semen + 6% *renolith* mengalami penurunan nilai indeks plastisitas menjadi 19,66% turun (36,61%) dan termasuk kategori tanah lempung dengan plastisitas tinggi. dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa bahan tambah semen maupun *renolith* dapat menurunkan nilai indeks plastisitas, penurunan tertinggi indeks pastisitas terjadi pada variasi penambahan 10% semen + 3% *renolith*. Grafik kenaikan dan penurunan batas konsistensi tanah dapat dilihat pada Gambar 12.



Sumber: Hasil Analisis, 2016

Gambar 12. Hubungan Batas Cair, Batas Plastis dan Indeks Plastisitas

Gambar 13 menunjukkan nilai indeks plastisitas tanah asli sebesar 26,79% kemudian nilai batas cair sebesar 59,80% berdasarkan klasifikasi tanah dengan metode USCS apabila ditarik garis tegak lurus dan saling bertemu maka tanah tersebut termasuk jenis tanah lempung organik (OH). Sedangkan untuk nilai indeks plastisitas tanah stabilisasi dengan 10% semen sebesar 20,44% kemudian nilai batas cair sebesar 56,50% apabila ditarik garis tegak lurus dan saling bertemu maka dapat dikategorikan jenis tanah lempung organik (OH). Sedangkan setelah distabilisasi dengan 10% semen + 3% *renolith*, nilai indeks plastisitas sebesar 12,19% kemudian nilai batas cair sebesar 56,50% apabila ditarik garis tegak lurus dan saling bertemu maka termasuk kategori tanah lempung organik (OH). Kemudian setelah distabilisasi dengan 10% semen + 6% *renolith*, nilai indeks plastisitas sebesar 19,66% kemudian nilai batas cair sebesar 60% apabila ditarik garis tegak lurus dan saling bertemu maka termasuk kategori tanah lempung organik (OH).



Sumber: Hasil Analisis, 2016

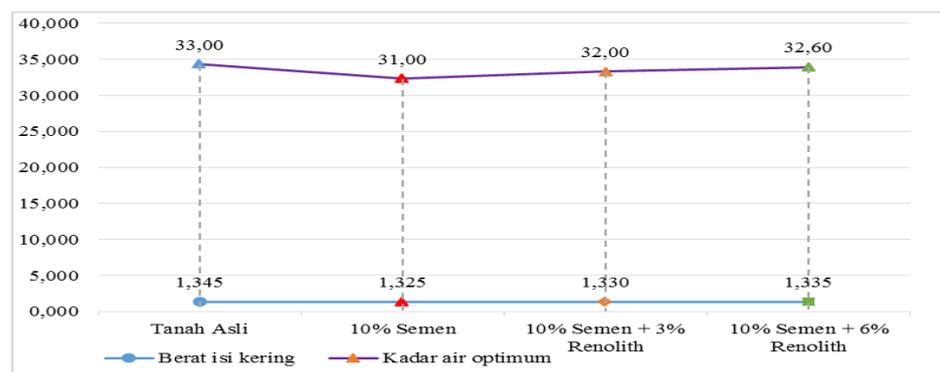
Catatan:

- = Tanah asli
- = 10% semen + 3% *renolith*
- = 10% semen
- = 10% semen + 6% *renolith*

Gambar 13. Klasifikasi Tanah Stabilisasi dengan Metode USCS

Pemadatan (*Proctor*)

Dari hasil pengujian pemadatan, tanah asli mempunyai kadar air maksimum sebesar 33% dan berat isi kering maksimum sebesar 1,345 gram/cm². Sedangkan pada tanah tanah stabilisasi dengan 10% semen didapatkan nilai kadar air maksimum sebesar 31% (turun 6,06%) dan nilai berat isi kering maksimum sebesar 1,325 gram/cm². Untuk variasi penambahan 10% semen dan 3% *renolith* didapatkan nilai kadar air maksimum sebesar 32% (turun 3,03%) dan berat isi kering sebesar 1,330 gram/cm². Sedangkan pada variasi penambahan 10% semen dan 6% *renolith* didapatkan nilai kadar air maksimum sebesar 32,60% (turun 1,21%) dan nilai berat isi kering maksimum sebesar 1,335 gram/cm².



Sumber: Hasil Analisis, 2016

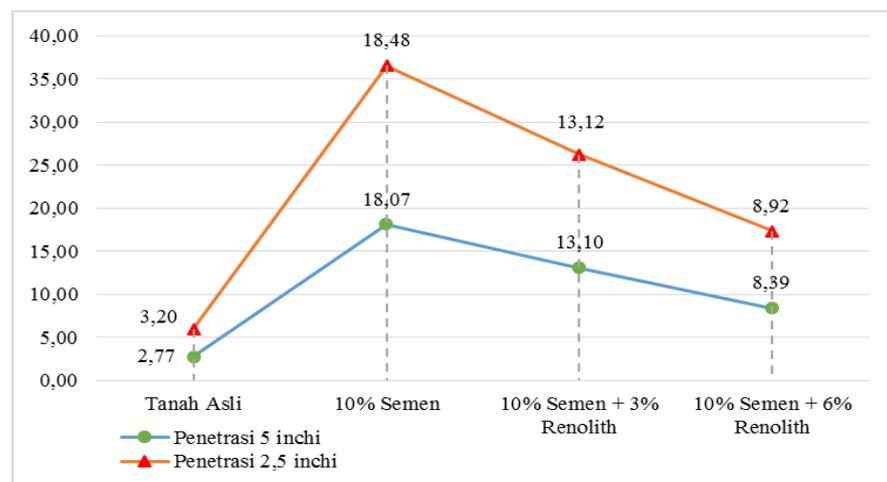
Gambar 14. Hasil Pemadatan Tanah Asli dan Tanah Stabilisasi

Oleh karena itu dapat disimpulkan kadar air yang digunakan dalam pembuatan benda uji CBR, UCS dan *direct shear* sebesar 33% untuk tanah asli, 31% untuk tanah stabilisasi dengan 10% semen, 32% untuk tanah stabilisasi dengan 10% semen dan 3% *renolith* dan 32,60% untuk tanah stabilisasi dengan 10% semen dan 6% *renolith* variasi campuran

tanah stabilisasi diperam selama 3 hari. Dari semua hasil pengujian terjadi penurunan nilai kadar air optimum tanah stabilisasi terhadap tanah asli hal ini disebabkan karena reaksi semen yang mudah mengeras setelah bercampur dengan air sehingga terjadi penurunan nilai kadar air optimum pada tanah tersebut dan berat isi kering dari semua variasi tanah stabilisasi mengalami penurunan yang tidak terlalu signifikan terhadap tanah asli.

B. California Bearing Ratio (CBR)

Hasil pengujian CBR tanah asli didapatkan nilai sebesar 2,77% karena nilai tersebut kurang dari 5% maka termasuk buruk. Setelah distabilisasi mengalami peningkatan yang cukup signifikan menggunakan 10% semen maupun menggunakan 10% semen dan 3% *renolith* maupun 6% *renolith*. Grafik hasil uji CBR dapat dilihat pada Gambar 15.



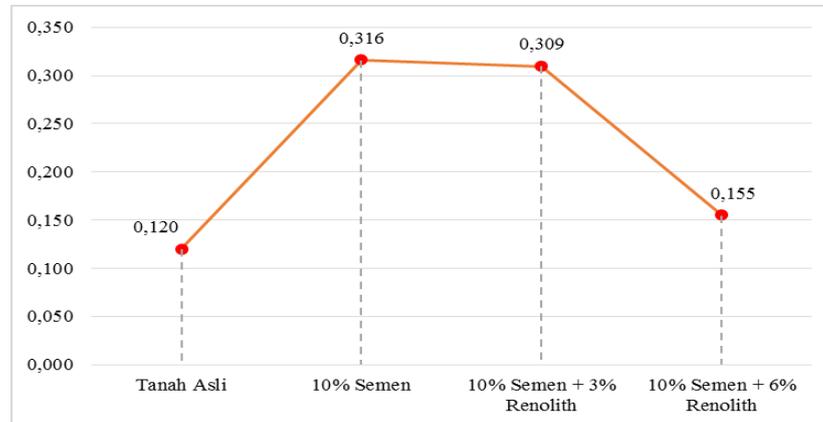
Sumber: Hasil Analisis, 2016

Gambar 15. Grafik Hasil Uji CBR

Gambar 15 menunjukkan nilai CBR yang mengalami peningkatan secara signifikan dari CBR tanah asli sebesar 2,77% pada penetrasi 5 inchi setelah distabilisasi menggunakan 10 % semen diperam selama 3 hari terjadi peningkatan yang cukup besar dengan nilai CBR 18,07% (naik 552,35%). Setelah distabilisasi menggunakan 10% semen dan 3% *renolith* mempunyai nilai CBR sebesar 13,10%, (naik 372,92%) terhadap tanah asli namun mengalami penurunan dibandingkan menggunakan 10% semen, hal ini terjadi disebabkan sifat *renolith* yang dapat menyimpan air sehingga memperlambat proses pengikatan, reaksi *renolith* dan semen terhadap tanah memerlukan waktu yang cukup lama sehingga pengikatan material campurannya bisa terikat secara sempurna. Penurunan nilai CBR setelah ditambah *renolith* bisa disebabkan kurangnya masa pemeramannya. Pada variasi penambahan *renolith* sebesar 6% nilai CBR sebesar 8,39% (naik 202,89%) lebih tinggi dibanding nilai CBR tanah asli. Peningkatan nilai CBR terbesar pada campuran 10% semen sebesar 15,30%. Hal ini disebabkan cepatnya proses pengikatan semen dan tanah apabila dicampur dengan air. Dari hasil pengujian tersebut nilai CBR dengan penambahan semen maupun semen dan *renolith* mengalami kenaikan > 5% sehingga nilai CBR tersebut memenuhi persyaratan untuk *subgrade* jalan raya (Direktur Jendral Bina Marga,1976).

C. *Unconfined Compression Strength (UCS)*

Hasil pengujian UCS tanah asli diperoleh nilai sebesar 0,120 kg/cm², setelah distabilisasi menggunakan semen maupun *renolith* terjadi peningkatan nilai yaitu 0,316 kg/cm². Grafik Nilai UCS dapat dilihat pada Gambar 16.

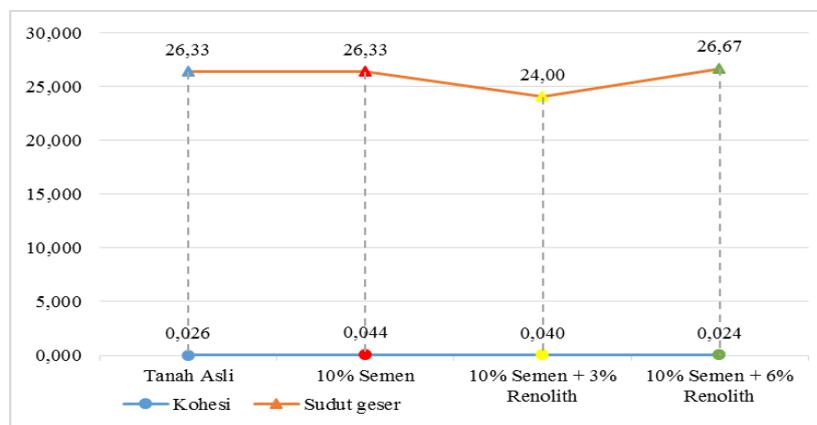


Gambar 16. Grafik Uji UCS Tanah Asli dan Tanah Stabilisasi

Gambar 16 menunjukkan bahwa tanah dengan variasi penambahan 10% semen memperoleh nilai UCS sebesar 0,316 kg/cm² (naik 163,33% terhadap nilai UCS tanah asli). Kemudian distabilisasi menggunakan 10% semen dan 3% *renolith* diperoleh nilai 0,309 kg/cm² (naik 157,50%). Pada variasi penambahan 10% semen dan 6% *renolith*, diperoleh nilai UCS sebesar 0,155 kg/cm² (naik 29,17%). Dapat disimpulkan bahwa dengan adanya penambahan *renolith* pada tanah semen, maka nilai UCS mengalami penurunan. Hal ini disebabkan sifat *renolith* yang dapat menyimpan air dan memerlukan waktu yang cukup lama untuk mengikat secara sempurna.

D. Pengujian Kuat Geser langsung (*Direct Shear*)

Hasil pengujian kuat geser langsung didapatkan nilai kohesi pada tanah asli sebesar 0,025 kg/cm² dan nilai sudut geser sebesar 26,33°. Penambahan 10% semen dan 3%, 6% *renolith* mengalami penurunan nilai sudut geser dan mengalami kenaikan nilai kohesi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 17.



Gambar 17. Grafik Uji Direct Shear

Gambar 17 memperlihatkan Tanah dengan variasi penambahan 10% semen diperam selama 3 hari memperoleh nilai kohesi sebesar $0,044 \text{ kg/cm}^2$ yaitu mengalami kenaikan sebesar 76% terhadap nilai kohesi tanah asli, dan mempunyai nilai sudut geser sebesar $26,33^\circ$. Tanah dengan penambahan 10% semen dan 3% *renolith* diperam selama 3 hari juga mengalami kenaikan nilai kohesi sebesar 60% yaitu sebesar $0,040 \text{ kg/cm}^2$, nilai sudut geser sebesar $24,00^\circ$, mengalami penurunan sebesar 8,85% terhadap nilai sudut geser tanah asli. Tanah dengan penambahan 10% semen dan 6% *renolith* mengalami penurunan nilai kohesi sebesar 4% yaitu sebesar $0,024 \text{ kg/cm}^2$ namun mengalami kenaikan sudut geser sebesar 1,29% yaitu sebesar $26,67^\circ$. Nilai kohesi terbesar didapatkan pada variasi penambahan 10% semen.

Hasil pengujian mekanis tanah yang distabilisasi, maka dapat disimpulkan bahwa penambahan *renolith* dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah lempung. Penambahan 10% semen dan 3% *renolith* pada tanah lempung dapat meningkatkan nilai CBR sebesar 13,10% (melebihi standar CBR yaitu 5%) sehingga dapat diaplikasikan sebagai *subgrade* jalan raya.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari Pengujian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Tanah pada Universitas Islam "45" Bekasi termasuk klasifikasi tanah lempung organik (OH) yang mempunyai berat jenis 2,510, nilai indeks plastisitas 26,79 dengan plastisitas sedang-tinggi, berat isi kering $1,345 \text{ gram/cm}^3$ dengan kadar air optimum 33%, kuat tekan bebas $0,120 \text{ kg/cm}^2$, sudut *geser pada uji direct shear* sebesar $26,33^\circ$ dan kohesi $0,025 \text{ kg/cm}^2$ dan CBR 2,77% < 5% termasuk kategori buruk untuk lapisan dasar (*subgrade*) jalan.
2. Variasi penambahan 10% semen tanpa *renolith* maupun 10% semen dan 3% atau 6% *renolith* dapat menurunkan nilai indeks plastisitas. Nilai IP tanah asli sebesar 26,79% secara berurut mengalami penurunan pada variasi 10% semen sebesar 20,44%, variasi 10% semen dan 3% *renolith* sebesar 12,19%, variasi 10% semen dan 6% *renolith* sebesar 19,66%. Penurunan Nilai IP terbesar terjadi pada variasi 10% semen dan 3% *renolith*.
3. Penambahan 10% semen tanpa *renolith* maupun 10% semen dan 3% atau 6% dapat meningkatkan nilai CBR tanah asli. Nilai CBR tanah asli sebesar 2,77%, setelah distabilisasi menggunakan semen dan *renolith* secara berurut mengalami kenaikan sebesar 18,07%, 13,10% dan 8,39%. Peningkatan terbesar terjadi pada variasi 10% semen.
4. Hasil pengujian UCS tanah asli sebesar $0,120 \text{ kg/cm}^2$, peningkatan nilai UCS tertinggi terjadi pada variasi penambahan 10% semen sebesar $0,316 \text{ kg/cm}^2$. Variasi penambahan 10% semen dan 3% atau 6% *renolith* juga mampu menaikkan nilai UCS.
5. Hasil pengujian *direct shear* tanah asli mempunyai nilai kohesi sebesar $0,0250 \text{ kg/cm}^2$ dengan sudut geser sebesar $26,33^\circ$ setelah distabilisasi menggunakan 10% semen mengalami kenaikan nilai kohesi sebesar $0,044 \text{ kg/cm}^2$ dengan sudut geser $26,33^\circ$. Variasi penambahan 10% semen dan 3% *renolith* menaikkan nilai kohesi sebesar $0,040 \text{ kg/cm}^2$ namun menurunkan sudut geser. Nilai kohesi tertinggi terjadi pada variasi penambahan 10% semen tanpa *renolith*.
6. Penambahan 10% semen dan 3% *renolith* mampu meningkatkan nilai CBR sebesar 13,10%. Sehingga dapat di aplikasikan sebagai *subgrade* jalan raya karena memiliki nilai CBR lebih dari 5%. Penambahan 10% semen tanpa *renolith* lebih tepat

digunakan untuk aplikasi *subgrade* jalan raya karena memiliki nilai CBR sebesar 18,07%.

Saran

Beberapa saran yang dapat dikemukakan setelah hasil penelitian didapatkan yaitu:

1. Perlu dilakukan variasi tanah yang ditambahkan *renolith* tanpa semen agar dapat membandingkan hasil pengujian CBR, UCS dan *direct shear* yang telah didapatkan.
2. Penurunan hasil pengujian pada tanah semen yang ditambah *renolith* bisa disebabkan kurangnya lamanya pemeraman sehingga perlu ditambah variasi lamanya pemeraman.
3. Perlu dilanjutkan penelitian menggunakan jenis tanah yang berbeda.

5. DAFTAR PUSTAKA

_____, 2011, Renolith, (www.renolith.com) (10 Juli 2016)

_____, 2012, Semen Gresik, (www.semengresik.co.id) (10 September 2016)

Basuki, R, Maschus dan Diah, M., 2009, *Stabilisasi Tanah Dasar Dengan Penambahan Semen Dan Renolith*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya

Budi, G.S., 2011, *Pengujian Tanah Di Laboratorium*, Penerbit Graha ilmu, Yogyakarta

Gunarti, A.S.S., 2014, *Daya Dukung Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Spent Catalyst RCC 15 Dan Kapur*, Jurnal BENTANG Vol 2 no 1 Januari 2014 (p 38-52), Penerbit Universitas Islam 45, Bekasi

Gunarti, A.S.S., 2015, *Atterberg Limit Dan Direct Shear Strength Tanah Lempung Dengan Spent Catalyst Rcc-15 Dan Ca(OH)₂*, Jurnal BENTANG Vol 3 no 1 Januari 2015) (p 11-19), Penerbit Universitas Islam 45, Bekasi

Hardiyatmo, H. C., 2002, *Mekanika Tanah I, Edisi Ketiga*, Penerbit Gajah Mada University Press, Yogyakarta