

## **PENGARUH STABILISASI TANAH PASIR DENGAN MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH ASPAL CAIR MC<sub>60-70</sub> TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH DAN KUAT GESER TANAH**

M. Khairul Anam<sup>1</sup>, Akhmad Marzuko<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: 14511208@students.uui.ac.id

<sup>2</sup> Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: 885110107@staf.uui.ac.id

**Abstrack:** *Soil sand is a cohesionless soil type. Non-cohesive soils have loose properties, this indicated by soil grains which will be separated when dried. This study aims to determine the physical and mechanical properties of soil samples and determine the effect of adding Cutback Asphalt to certain variations in soil samples originating from the Gelagah Beach. Studies carried out on the research are a series of soil physical properties testing and soil mechanical properties testing in the form of testing California Bearing Ratio (CBR) and Direct Shear on native soil and stabilized native land using MC<sub>60-70</sub> asphalt with variations of 1%, 3%, and 5%. Metode of California Bearing Ratio (CBR) was carried out with CBR without immersion for 1, 3, 7 days, and soil shear strength testing was carried out with 1, 3 and 7 days of incubation while immersion CBR immersed for 4 days. The results of CBR testing of the original soil were 19.437% in unsoaked conditions and the original CBR of the soaked conditions was 17.453%. CBR test results obtained the highest CBR value of unsoaked conditions on the addition of 1% Cutback Asphalt at 7 days ripening that is equal to 21.979%, while the highest value of CBR soaked conditions on the addition of 1% Cutback Asphalt was 18.910%. Value of soil carrying capacity (DDT) from the highest CBR value is 21.979% and DDT value is 7.40 kg/cm<sup>2</sup>. Results of Direct Shear testing of the original soil obtained cohesion, angle of repose value, and native soil shear strength of 0.114 kg/cm<sup>2</sup>, 44.957°, and 1.160 kg/cm<sup>2</sup>. Highest direct shear stabilization test results obtained cohesion values, angle of repose value, and highest soil shear strength on variations in native soil samples with 1% Cutback Asphalt levels at 7 days that is 0.2288 kg/cm<sup>2</sup>, 49.418° and 1,467 kg/cm<sup>2</sup>.*

**Keywords:** *sand, stabilization, CBR, cutback asphalt, soil shear strength, soil carrying capacity*

### **1. PENDAHULUAN**

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan berasal dari bahan-bahan organik yang telah melapuk, disertai dengan zat air dan gas yang mengisi ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1985). Tanah merupakan salah satu material yang memegang peranan penting dalam pondasi konstruksi bangunan maupun sebagai tanah dasar (*subgrade*) pada jalan raya sehingga diperlukan tanah dengan sifat-sifat yang memadai. Tanah memiliki jenis yang beragam dan berbeda-beda antara daerah yang

satu dengan yang lain, hal ini tergantung pada daerah dimana lingkungan tersebut. Banyaknya bentuk dan karekteristik tanah ini menjadikan tanah memiliki nama yang berbeda sesuai dengan klasifikasinya.

Istilah pasir, lempung, lanau atau lumpur digunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batas yang telah ditentukan, akan tetapi istilah yang sama juga digunakan untuk menggambarkan sifat tanah yang khusus, sebagai contoh tanah lempung adalah jenis tanah yang bersifat kohesif dan plastis, sedangkan pasir digambarkan sebagai tanah yang tidak kohesif dan tidak plastis (Hardiyatmo, 2002).

Tanah pasir (*Sand*) atau tanah berbutir kasar memiliki sifat kurang baik yang dapat mengganggu kekuatan dari suatu struktur jalan raya sehingga sering menimbulkan permasalahan dan dapat mengakibatkan kerusakan dalam pekerjaan perkerasan jalan raya. Tanah pasir merupakan jenis tanah yang bersifat non kohesif (*cohesionless soil*), yaitu mempunyai sifat antar butiran lepas (*loose*), hal ini ditunjukkan dengan butiran tanah yang akan terpisah-pisah apabila dikeringkan, sehingga tanah tersebut perlu dilakukan upaya perbaikan agar dapat memperbaiki sifat-sifat tanah agar dapat menjadi tanah dasar yang lebih baik, seperti menambah kapasitas dukung tanah dengan metode stabilisasi tanah (Hardiyatmo, 2010).

Stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan metode mekanis yaitu dengan pengaturan terhadap gradasi butiran tanah secara proporsional yang diikuti dengan proses pemadatan untuk mendapatkan kepadatan yang maksimal, dan dengan metode kimia yaitu dengan cara menambahkan bahan-bahan khusus seperti *cleanset cement*, bitumen, atau kapur. Material tambahan tersebut dapat mencegah masuknya air kedalam tanah, menambahkan nilai kohesif tanah, dan membantu tanah mendapatkan daya dukung yang relatif tinggi. Pada tugas akhir ini penulis mencoba menggunakan aspal cair jenis *Medium Curing MC<sub>60-70</sub>* sebagai bahan tambah untuk stabilisasi tanah pasir dengan judul “*Pengaruh Stabilisasi Tanah Pasir Dengan Menggunakan Bahan Tambah Aspal Cair MC<sub>60-70</sub> Terhadap Daya Dukung Tanah dan Kuat Geser Tanah*”.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Purniasari (2008), dalam Tugas Akhirnya yang berjudul *Pengaruh Stabilisasi Tanah Pasir dengan Menggunakan Aspal SC<sub>60-70</sub> Terhadap Kuat Geser Tanah*. Purniasari dalam Tugas Akhirnya menggunakan Aspal *SC<sub>60-70</sub>* sebagai bahan tambah untuk stabilisasi tanah pasir yang diambil dari daerah Parangtritis, Yogyakarta. Hasil dari penelitiannya adalah nilai kuat geser tanah pasir setelah distabilisasi dengan

variasi bahan tambah 2%, 4%, dan 6% dari berat tanah kering dan lama pemeraman selama satu 1 hari, 7 hari, dan 14 hari dengan menggunakan Uji Triaksial dan Geser Langsung. Pada pengujian Triaksial didapatkan hasil maksimum dengan prosentase 6% dan lama pemeraman empat belas hari yaitu  $\tau = 2,036 \text{ kg/cm}^2$ . Sedangkan pada Uji Geser Langsung didapatkan hasil maksimum ada prosentase 6% dan lama pemeraman empat belas hari yaitu  $\tau = 1,222 \text{ kg/cm}^2$ .

Menurut Febrianti (2009), dalam Tugas Akhirnya yang berjudul *Stabilisasi Tanah Pasir dengan Menggunakan Aspal Cair RC<sub>60-70</sub> Terhadap Kuat Geser Tanah*. Febrianti dalam Tugas Akhirnya melakukan pengujian terhadap pasir yang diambil dari daerah Parangtritis, Yogyakarta. Metode pengujian yang digunakan yaitu Uji Triaksial tipe UU dan Geser Langsung terhadap penambahan Aspal Cair *RC<sub>60-70</sub>* dengan variasi 2%, 4%, 6% dengan lama pemeraman satu hari, tiga hari, dan tujuh hari. Hasil nilai kuat geser maksimum yang diperoleh dari Uji Triaksial yaitu  $\tau = 2,318 \text{ kg/cm}^2$  atau naik sebesar 160,16 % pada lama pemeraman tujuh hari, sedangkan untuk hasil maksimum dari Uji Geser Langsung didapat  $\tau = 1,072 \text{ kg/cm}^2$  atau naik sebesar 97,06 % dengan lama pemeraman tujuh hari.

Menurut Sulistiono dkk. (2016), dalam Penelitiannya yang berjudul *Stabilisasi Tanah Pandaan dengan Bitumen untuk Subgrade Jalan Raya*. Sulistiono dkk. dalam penelitiannya melakukan penelitian mengenai stabilisasi tanah daerah pandaan dengan bitumen untuk subgrade jalan raya. Penelitian bertujuan untuk mengetahui sampai sejauh mana kemampuan bitumen sebagai bahan stabilisasi. Proses penelitian yang dilakukan peneliti adalah dengan metode penelitian laboratorium mengikuti intruksi cara Bina Marga, tanah yang distabilisasi diambil dari daerah Pandaan Jawa Timur untuk ditest *Atterberg*, test Proktor dan *CBR*. Tanah dicampur dengan bitumen pada variasi kadar bitumen 2%, 3%, 4%, 5% dan 6%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah Pandaan dalam kondisi asli dapat memenuhi syarat

sebagai tanah dasar jalan raya (*subgrade*), karena harga Indeks Plastisitas ( $PI = 7,04\% < PI \text{ maximum} = 10\%$  dan  $CBR = 11,33\% > CBR \text{ minimum} = 6\%$ ). Tanah Pandaan juga memenuhi syarat distabilisasi bitumen karena nilai batas cair ( $LL = 23,50\% < 30\%$ ), Indeks Plastisitas ( $PI = 7,04 < 12\%$  dan presentase lolos ayakan No. 200 =  $41,84\% < 50\%$ ). Tetapi setelah ditambah bitumen ternyata harga LL dan PI menjadi lebih besar yaitu kurang baik. Kemudian harga CBR juga semakin mengecil pada kondisi kering, karena tanah campuran menjadi lebih plastis. Kadar bitumen yang paling optimum, bila memang diperlukan stabilisasi bitumen adalah 2%.

### 3. LANDASAN TEORI

#### 3.1 Tanah

##### 3.1.1 Definisi Tanah

Menurut Das (1985), tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan berasal dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat air dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut.

Istilah pasir, lempung, lanau atau lumpur digunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batas yang telah ditentukan, tetapi istilah yang sama juga digunakan dalam menggambarkan sifat tanah yang khusus. Sebagai contoh, lempung adalah jenis tanah yang bersifat kohesif dan plastis, sedangkan pasir digambarkan sebagai tanah yang bersifat tidak kohesif dan tidak plastis (Hardiyatmo, 2002).

##### 3.1.2 Tanah Pasir

Menurut Bowles (1986), tanah non kohesif adalah tanah yang apabila butir-butir tanah terpisah-pisah sesudah dikeringkan dan hanya bersatu apabila berada dalam keadaan basah karena gaya tarik permukaan didalam air. Tanah non kohesif mempunyai sifat antara butiran lepas (*loose*), hal tersebut ditunjukkan dengan butiran tanah yang akan terpisah-pisah apabila dikeringkan, sehingga tanah tersebut

perlu dilakukan upaya perbaikan agar dapat memperbaiki sifat-sifat tanah agar lebih baik.

Struktur tanah pasir pada umumnya dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu struktur butir tunggal (*Single-grained*) dan struktur sarang lebah (*Honeycombed*) (Das, 1985). Pada struktur butir tunggal (*Single-grained*) butiran tanah berada dalam posisi stabil dan tiap-tiap butir bersentuhan antara satu dengan yang lain (dapat dilihat pada Gambar 3.1). Bentuk dan pembagian ukuran butiran tanah serta kedudukannya mempengaruhi sifat kepadatan tanah. Untuk satu susunan yang amat lepas, angka pori 0,91 tetapi angka tersebut berubah menjadi 0,35 jika susunan pasir mengalami pemadatan.

##### 3.1.3 Sifat Fisik Tanah

Sifat butiran tanah dapat mempengaruhi analisa granuler dan sebagainya, sedangkan berdasarkan sifat dan permukaannya tanah dapat diketahui asal dari butirannya. Tanah umumnya terdiri dari dua atau tiga bagian. Dalam tanah yang kering, hanya terdiri dari dua bagian yaitu butir-butir tanah dan pori-pori udara. Tanah yang jenuh juga terdapat dua bagian, yaitu bagian padat atau butiran dan air pori. Dalam keadaan tidak jenuh, tanah terdiri atas tiga bagian yaitu bagian padat (butiran), pori-pori udara dan air pori.

##### 3.1.4 Tanah Dasar

Tanah dasar (*subgrade*) merupakan lapisan tanah paling dasar yang berfungsi sebagai tempat perletakan lapis perkerasan dan mendukung konstruksi perkerasan jalan di atasnya. Tanah dasar (*subgrade*) dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik, tanah urugan yang didatangkan dari tempat lain, ataupun tanah yang distabilisasi (dengan semen, kapur dan lain lain).

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Umumnya permasalahan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut ini;

1. perubahan bentuk secara tetap (deformasi permanen) dari jenis tanah tertentu akibat beban yang melaluinya,

2. sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air atau adanya udara, dan

3. daya dukung tanah tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang berbeda sifat dan kedudukannya, atau akibat pelaksanaan.

Tanah dasar yang mempunyai kekuatan dan stabilitas yang rendah akan mengakibatkan perkerasan mudah mengalami deformasi dan retak. Tanah dengan sifat yang kurang baik sangat tidak ekonomis dan tidak mendukung apabila dijadikan sebagai tanah dasar suatu konstruksi bangunan sipil. Oleh sebab itu perlu dilakukan stabilisasi untuk memperbaiki tanah baik secara mekanis maupun kimiawi. Daya dukung tanah dasar dipengaruhi oleh jenis tanah, tingkat kepadatan, kadar air, kondisi drainase, dan lain-lain. Di Indonesia daya dukung tanah dasar untuk perencanaan tebal perkerasan jalan ditentukan dengan pemeriksaan *CBR* dengan nilai minimal *CBR* sebesar 6% sesuai dengan spesifikasi Bina Marga.

### 3.1.5 Klasifikasi Tanah

Klasifikasi Tanah adalah pemilihan tanah-tanah kedalam kelompok ataupun sub kelompok yang menunjukkan sifat yang sama. Sebagian besar sistem klasifikasi yang telah dikembangkan untuk tujuan rekayasa didasarkan atas distribusi ukuran butiran dan plastisitas. Dalam banyak masalah teknis (semacam perencanaan perkerasan jalan, bendungan dalam urugan, dan lain-lainnya), pemilihan tanah-tanah ke dalam kelompok ataupun subkelompok yang menunjukkan sifat atau kelakuan yang sama akan sangat membantu. Klasifikasi tanah sangat membantu perancangan dalam memberikan pengarahannya melalui cara empiris yang tersedia dari hasil pengalaman yang telah lalu.

Sistem klasifikasi yang sering digunakan adalah sistem klasifikasi *AASHTO* (*American Association of State Highway and Transportation Official*) dan sistem *USCS* (*Unified Soil Classification System*). Sistem-sistem ini menggunakan sifat-sifat indeks

tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butiran, batas cair dan indeks plastisitas.

#### 1. Klasifikasi *AASHTO*

Sistem kualifikasi ini berguna untuk menentukan kualitas tanah untuk perencanaan timbunan jalan, *subbase*, dan *subgrade*.

Sistem ini membagi tanah ke dalam 7 kelompok utama yaitu A-1 sampai dengan A-7 termasuk sub-sub kelompok. Tanah-tanah dalam tiap kelompok dievaluasi terhadap indeks kelompoknya. Tanah-tanah dalam tiap kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompoknya yang dihitung dengan rumus-  
rumus empiris.

#### 2. Klasifikasi *USCS*

Sistem klasifikasi Unified (*Unified Soil Classification System*), tanah diklasifikasikan kedalam tanah berbutir kasar (kerikil dan pasir) jika kurang dari 50 % lolos saringan nomor 200, dan sebagai tanah berbutir halus (lanau/lempung) jika lebih dari 50 % lolos saringan nomor 200. Selanjutnya, tanah diklasifikasikan dalam sejumlah kelompok dan subkelompok.

Menurut Das (1985), Sistem klasifikasi *USCS* mengelompokkan tanah kedalam dua jenis kelompok besar, yaitu.

1. Tanah berbutir kasar (*coarse grained soil*), yaitu tanah kerikil dan pasir kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan No. 200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal G atau S. G adalah untuk kerikil (*Gravel*) dan S adalah untuk pasir (*Sand*).

2. Tanah berbutir halus (*fine grained soil*), yaitu tanah yang lebih dari 50% berat total contoh tanah lolos ayakan No. 200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal M untuk lanau (*silt*) anorganik, C untuk lempung (*clay*) anorganik, dan O untuk lanau organik dan lempung organik.

### 3.2 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah pencampuran tanah dengan bahan tertentu, guna memperbaiki sifat-sifat teknis tanah atau usaha untuk merubah dan memperbaiki sifat-sifat teknis

tanah agar memenuhi syarat teknis (Hardiyatmo, 2010).

Proses stabilisasi tanah meliputi pencampuran tanah dengan tanah lain atau pencampuran tanah dengan bahan-bahan tambah buatan pabrik, sehingga sifat-sifat teknis pada tanah dapat menjadi lebih baik. Metode stabilisasi diharapkan dapat merubah sifat-sifat teknis seperti kapasitas dukung, kompresibilitas, permeabilitas, kemudahan pengerjaan, potensi kembang dan sensitifitas terhadap perubahan kadar air.

Umumnya stabilisasi tanah dapat dibagi menjadi dua yaitu stabilisasi mekanis dan stabilisasi kimiawi

### 3.2.1 Stabilisasi Mekanis

Stabilisasi mekanis atau stabilisasi mekanikal dilakukan dengan mencampur atau mengaduk dua macam tanah atau lebih yang bergradasi berbeda untuk memperoleh material yang memenuhi syarat kekuatan. Stabilisasi mekanis juga dapat dilakukan dengan cara menggali tanah buruk dan menggantinya dengan material tanah ditempat lain. Menurut Lambe (1962) dalam buku Hardiyatmo (2010) yang berjudul *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan*, stabilisasi mekanis merupakan suatu proses yang menyangkut dua cara perubahan sifat-sifat tanah, yaitu sebagai berikut.

1. Penyusunan kembali partikel-partikel tanah, seperti contohnya pencampuran beberapa lapisan tanah, pembentukan kembali tanah yang telah terganggu, dan pemadatan.
2. Penambahan atau penyingkiran partikel-partikel tanah. Sifat-sifat tanah tertentu dapat diubah dengan menambah atau menyingkirkan sebagian fraksi tanah.

### 3.2.2 Stabilisasi Kimiawi

Stabilisasi kimiawi dilakukan dengan cara penambahan bahan tambah atau bahan stabilisasi yang dapat mengubah sifat kurang menguntungkan dari tanah. Bahan tambah (*additive*) adalah bahan hasil olahan pabrik yang bila ditambahkan ke dalam tanah dengan perbandingan yang tepat akan memperbaiki

sifat-sifat teknis tanah, seperti: kekuatan, tekstur, kemudahan pengerjaan (*workability*) dan plastisitas. Bahan tambah yang banyak digunakan di antaranya seperti semen portland, kapur, abu batubara (*fly ash*), aspal (*bitumen*), dan lain-lain. Metode ini biasanya digunakan pada tanah berbutir halus.

## 3.3 Aspal (*Bitumen*)

### 3.3.1 Pengertian Aspal

Aspal atau *bitumen* adalah suatu cairan kental yang merupakan senyawa hidrokarbon dengan sedikit mengandung sulfur, oksigen, dan klor. Aspal sebagai bahan pengikat dalam perkerasan lentur mempunyai sifat viskoelastis. Aspal tampak padat pada suhu ruang padahal adalah cairan yang sangaat kental. Aspal merupakan jenis bahan yang sangat kompleks, dan secara kimia belum dikarakterisasi dengan baik.

Menurut SNI 03-1737-1989, aspal keras didefinisikan sebagai suatu jenis aspal minyak yang merupakan residu hasil destilasi minyak bumi pada keadaan hampa udara, yang pada suhu normal dan tekanan atmosfer berbentuk padat, sedangkan aspal cair didefinisikan sebagai aspal minyak yang pada suhu normal dan tekanan atmosfer berbentuk cair.

### 3.3.2 Aspal Cair *Medium Curing*

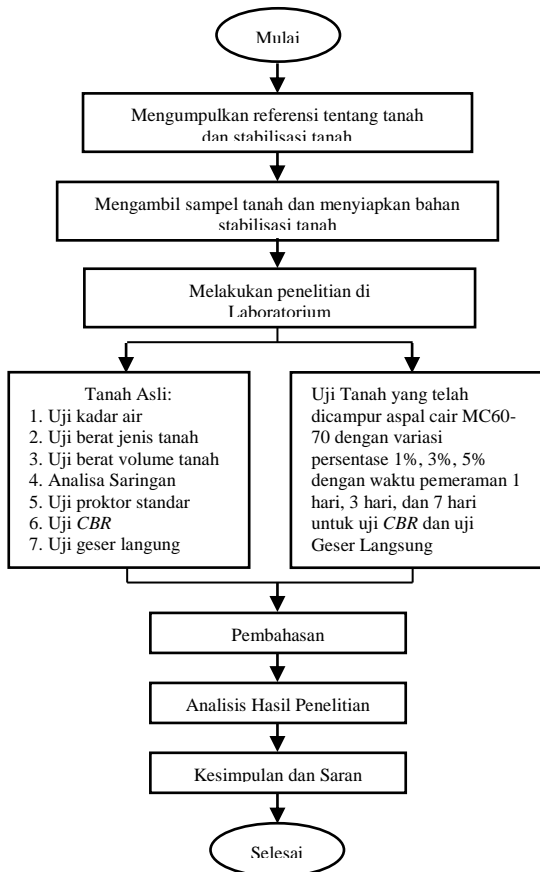
Menurut SNI 4799-2008, Aspal cair dengan tipe penguapan sedang atau *medium curing* merupakan campuran antara aspal keras dengan pelarut hasil persilangan minyak bumi jenis minyak tanah (kerosen) yang mempunyai daya penguapan sedang. Aspal cair tipe penguapan sedang (MC) biasanya dibagi menjadi 5 kelas yaitu kelas MC 30, kelas MC 70, kelas MC 250, kelas MC 800 dan kelas MC 3000.

Ketentuan umum aspal cair menurut SNI 4799-2008 yaitu aspal yang digunakan harus berasal dari minyak bumi, memiliki sifat sejenis dan tidak mengandung air, sedangkan untuk ketentuan teknis, bila aspal cair dipanaskan sampai 175° C tidak akan terjadi pemisahan atau penggumpalan saat digunakan. Spesifikasi aspal cair yang

digunakan harus sesuai ketentuan dalam standar.

#### 4. METODE PENELITIAN

Berikut bagan alir yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 1 Bagan Alir (Flowchart) Pelaksanaan Penelitian

#### 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 5.1 Sifat Fisik Tanah

###### 5.1.1 Pengujian Kadar Air Tanah

Pengujian kadar air tanah ini dilakukan untuk mengetahui nilai kadar air yang terkandung dalam tanah pada kondisi lapangan.

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Kadar Air

No	Keterangan		Sampel	
			1	2
1	Berat Countainer (W1)	gr	12,630	12,620
2	Berat Countainer + tanah basah (W2)	gr	38,670	34,570
3	Berat Countainer + tanah kering (W3)	gr	38,370	34,340
4	Berat Air (Ww = W2- W3)	gr	0,300	0,230
5	Berat tanah kering (Ws = W3 - W1)	gr	25,740	21,720
6	Kadar air (Ww/Ws) x 100%	%	1,166	1,059
7	Kadar air rata-rata (w)	%	1,112	

###### 5.1.2 Pengujian Berat Jenis Tanah

Pengujian berat jenis tanah ini dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai perbandingan antara berat butir-butir tanah dengan berat air destilasi diudara dengan volume yang sama pada suhu tertentu, biasanya diambil suhu 27,5°C.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah

No	Keterangan		Sampel	
			1	2
1	Berat Piknometer (W1)	gr	40,810	43,140
2	Berat Piknometer + Tanah Kering (W2)	gr	67,480	76,980
3	Berat Piknometer + Tanah + Air (penuh) (W3)	gr	157,460	165,250
4	Berat Piknometer + Air (penuh) (W4)	gr	140,320	143,560
5	Suhu air (t°C)	°C	27,000	27,000
6	γw pada suhu (t°C)	gr/cm <sup>3</sup>	0,9965	0,9965
7	γw pada suhu (27,5°C)	gr/cm <sup>3</sup>	0,9964	0,9964
8	Berat Tanah kering (Ws = W2 - W1)	gr	26,670	33,840
9	A = Ws + W4	gr	166,990	177,400
10	I = A - W3	gr	9,530	12,150
11	Berat Jenis t°C (Gs (t°C) = Ws/I)		2,799	2,785
12	Gs pada 27,5 °C (Gs(t°C) x (γw t°C / γw 27,5°C))		2,799	2,785
13	Berat Jenis Rata - Rata (27,5 °C)		2,792	

###### 5.1.3 Pengujian Berat Volume Tanah

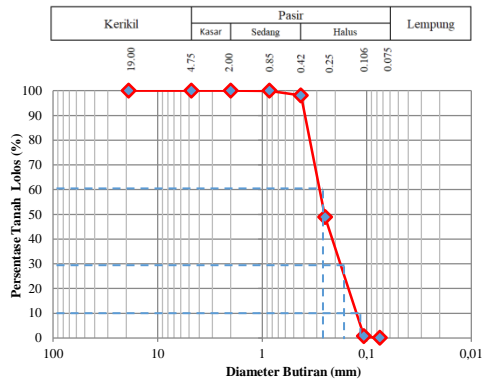
Pengujian berat volume tanah ini dilakukan untuk mengetahui berat volume tanah suatu sampel tanah.

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Berat Volume Tanah

No	Keterangan		Sampel		
			1	2	
1	Diameter Countainer	d	cm	5,000	5,020
2	Tinggi Countainer	t	cm	2,030	2,020
3	Volume Countainer	V	cm <sup>3</sup>	39,877	39,993
4	Berat Countainer	W1	gr	34,860	34,170
5	Berat Countainer + Tanah Basah	W2	gr	96,670	95,910
6	Berat Tanah Basah	W3 = W2-W1	gr	61,810	61,740
7	Berat Volume Tanah	γb = W3/V	gr/cm <sup>3</sup>	1,550	1,544
8	Berat Volume Rata - Rata		gr/cm <sup>3</sup>	1,547	

###### 5.1.4 Pengujian Analisa Saringan

Berdasarkan hasil pengujian analisis saringan pada tabel rekapitulasi, didapatkan gambar grafik *grain size analysis*.



Gambar 5.1 Grafik *Grain Size Analysis* Rata-rata Sampel 1 dan 2

## 5.2 Sifat Mekanis Tanah

### 5.2.1 Pengujian Pemadatan Tanah

Pengujian pemadatan tanah atau *proctor standart* merupakan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui nilai kepadatan maksimum (*maximum dry density*) dan kadar air optimum (*optimum moisture content*) dari sampel tanah yang digunakan

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai kadar air optimum pada tiap sampel, rekapitulasinya dapat dilihat pada Tabel berikut ini.

Tabel 5.4 Rekapitulasi Hasil Pengujian Kepadatan Tanah

No.	Parameter	Satuan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
1	Kepadatan Maksimum ( $\gamma_{maks}$ )	gr/cm <sup>3</sup>	1,887	1,856	1,872
2	Kadar Air Optimum ( $W_{opt}$ )	%	15,3	16,7	16

### 5.2.2 Pengujian *California Bearing Ratio*

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui nilai *CBR* atau daya dukung tanah pada kepadatan dan kadar air tertentu. Pengujian *CBR* dilakukan dengan 2 kondisi, yaitu diperam atau tidak direndam (*unsoaked*) dan diperendaman (*soaked*). Pengujian *CBR* dalam kondisi tidak rendam dilakukan dengan waktu pemeraman 1, 3, dan 7 hari, sedangkan dalam kondisi terendam dilakukan dengan waktu perendaman selama 4 hari. Konsentrasi campuran Aspal Cair *Medium Curing MC<sub>60-70</sub>* untuk pencampuran pengujian *CBR* dan kuat geser tanah sebanyak 1%, 3%, dan 5%.

Hasil Pengujian *CBR* tanah asli dan tanah campuran dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut ini.

Tabel 5.5 Rekapitulasi Nilai *CBR*

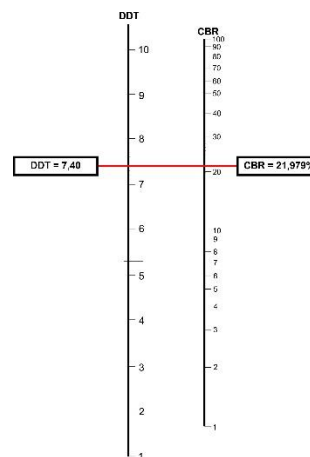
Sampel Pengujian	Sampel	Nilai <i>CBR</i> kondisi Pemeraman (%)		Nilai <i>CBR</i> kondisi Rendaman (%)	
		1 Hari	3 Hari	4 Hari	7 Hari
Tanah Asli	1	19,530	19,437	17,360	17,453
	2	19,344	19,437	17,346	17,453

Sampel Pengujian	Sampel	Nilai <i>CBR</i> kondisi Pemeraman (%)				Nilai <i>CBR</i> kondisi Rendaman (%)	
		1 Hari	3 Hari	7 Hari	4 Hari	7 Hari	
<i>CBR</i> Tanah + Aspal 1%	1	21,080	21,304	21,848	19,530	18,910	
	2	21,080	21,452	22,010	18,290	18,910	
<i>CBR</i> Tanah + Aspal 3%	1	20,336	21,142	21,514	18,724	18,042	
	2	20,150	20,440	21,576	17,360	17,360	
<i>CBR</i> Tanah + Aspal 5%	1	19,530	20,460	21,080	17,980	17,670	
	2	20,026	19,778	20,460	21,266	17,360	

Tabel diatas dapat menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan persentase bahan tambah Aspal Cair *MC<sub>60-70</sub>* dengan berbagai variasi kadar campuran dan lama pemeraman dapat mengakibatkan kenaikan nilai *CBR* dibandingkan dengan nilai *CBR* pada tanah asli. Nilai *CBR* mengalami kenaikan sesuai dengan kadar penambahan Aspal Cair dan lama waktu pemeramannya. Sehingga didapatkan nilai *CBR* kondisi *unsoaked* tertinggi didapatkan pada tanah asli campuran Aspal Cair 1% pada pemeraman 1 hari yaitu sebesar 21,979%, sedangkan nilai *CBR* kondisi *soaked* tertinggi juga didapatkan pada tanah asli campuran Aspal Cair 1% yaitu sebesar 18,910%.

### 5.2.3 Nilai Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah (*bearing capacity*) adalah kekuatan tanah untuk menahan suatu beban yang bekerja pada tanah tersebut. Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) adalah suatu skala yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan kekuatan tanah dasar.



Gambar 5.2 Diagram Korelasi DDT dengan Nilai *CBR*

Berdasarkan hasil plot nilai *CBR* tanah hasil pengujian, pada diagram korelasi DDT dan *CBR* diperoleh nilai DDT pada nilai *CBR* 21,979% yaitu sebesar 7,40 Kg/cm<sup>2</sup>. Mendapatkan nilai DDT pada tanah sampel maka dapat dibuat perencanaan tebal perkerasan pada daerah tersebut.

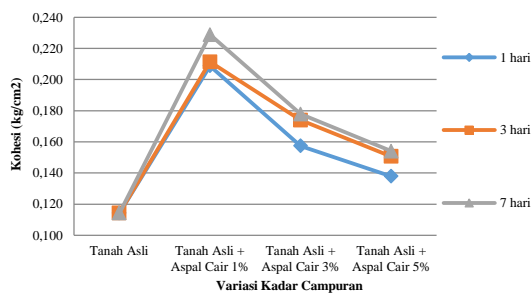
### 5.2.4 Pengujian Geser Langsung

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui parameter kuat geser tanah yaitu terdiri dari kohesi (*c*) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ). Pengujian geser langsung pada penelitian ini terdiri dari pengujian geser langsung dengan tanah asli dan pengujian geser langsung tanah asli dengan bahan stabilisasi yang menggunakan Aspal Cair MC<sub>60-70</sub>. Persentase bahan tambah stabilisasi atau Aspal Cair yang digunakan yaitu 1%, 3% dan 5% kemudian untuk masa pemeraman digunakan 1 hari, 3 hari, dan 7 hari.

Hasil rekapitulasi keseluruhan pengujian geser langsung dengan penambahan bahan stabilisasi berupa Aspal MC<sub>60-70</sub> terhadap nilai kohesi dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 5.6 Pengaruh Variasi Bahan Stabilisasi Terhadap Nilai Kohesi

Variasi	Kohesi ( <i>c</i> ) / kg/cm <sup>2</sup>		
	Pemeraman		
	1	3	7
Tanah Asli	0,1142	0,1142	0,1142
Tanah Asli + Aspal Cair 1%	0,2088	0,2113	0,2288
Tanah Asli + Aspal Cair 3%	0,1573	0,1739	0,1778
Tanah Asli + Aspal Cair 5%	0,1378	0,1506	0,1540



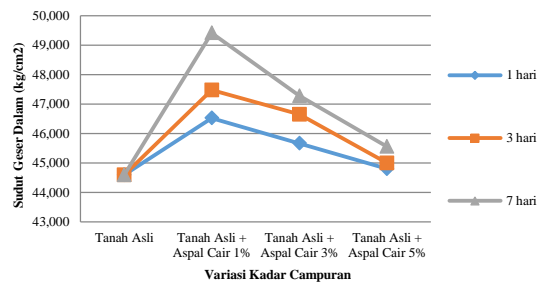
Gambar 5.3 Grafik Pengaruh Variasi Bahan Stabilisasi Terhadap Nilai Kohesi

Hasil pengujian geser langsung dengan penambahan bahan stabilisasi Aspal Cair

MC<sub>60-70</sub> terhadap nilai sudut geser dalam dapat dilihat pada Tabel Rekapitulasi berikut.

Tabel 5.7 Pengaruh Variasi Bahan Stabilisasi Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam

Variasi	Sudut Geser Dalam ( $\phi$ ) / °		
	Pemeraman		
	1	3	7
Tanah Asli	44,597	44,597	44,597
Tanah Asli + Aspal Cair 1%	46,528	47,477	49,418
Tanah Asli + Aspal Cair 3%	45,665	46,653	47,285
Tanah Asli + Aspal Cair 5%	44,803	44,997	45,556



Gambar 5.4 Grafik Pengaruh Variasi Bahan Stabilisasi Terhadap Nilai Sudut Geser Dalam

## 6. KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dilaboraturium dan analisis perhitungan data tanah asli dan tanah asli dengan bahan stabilisasi menggunakan aspal cair MC<sub>60-70</sub>, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

- Berdasarkan hasil pengujian analisa saringan sampel tanah asli di Pantai Gelagah, D. I. Yogyakarta didapatkan klasifikasi jenis tanah berdasarkan metode *AASHTO* dan metode *USCS*. Klasifikasi tanah metode *AASHTO* sampel tanah tersebut termasuk dalam kelompok *A-3* yang berjenis tanah pasir halus. Berdasarkan klasifikasi tanah metode *USCS* sampel tanah tersebut termasuk dalam kelompok *SP*, yaitu karena pasir sedikit mengandung butiran halus yang bersifat pasir bergradasi buruk, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus.

- Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan analisis data menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan persentase bahan tambah Aspal Cair MC<sub>60-70</sub> dengan berbagai variasi kadar campuran dan lama pemeraman



mengakibatkan kenaikan nilai *CBR* dibandingkan dengan nilai *CBR* pada tanah asli. Nilai *CBR* mengalami kenaikan sesuai dengan lama waktu pemeramannya. Sehingga nilai *CBR* kondisi *unsoaked* tertinggi didapatkan pada tanah asli campuran Aspal Cair 1% pada pemeraman 7 hari yaitu sebesar 21,979%, sedangkan nilai *CBR* kondisi *soaked* tertinggi juga didapatkan pada tanah asli campuran Aspal Cair 1% yaitu sebesar 18,910%.

3. Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan analisis data menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan persentase bahan tambah Aspal Cair dapat meningkatkan nilai kuat geser tanah. Berdasarkan pengujian geser langsung nilai kohesi tertinggi adalah 0,2288 kg/cm<sup>2</sup> pada variasi sampel tanah dengan kadar Aspal Cair 1% pada pemeraman 7 hari sedangkan nilai sudut geser dalam tertinggi adalah 49,418° pada variasi sampel tanah dengan kadar Aspal Cair 1% pada pemeraman 7 hari.

## 6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut

1. Bagi peneliti akan melakukan penelitian lebih lanjut dapat mengganti atau menambahkan pengujian kuat tekan bebas atau konsolidasi.
2. Penelitian lainnya dapat mencoba meneliti dengan jenis tanah yang sama dan dengan kadar Aspal Cair yang berbeda untuk mendapatkan nilai kohesi atau sudut geser dalam yang lebih tinggi.
3. Penelitian selanjutnya dapat menambahkan variasi waktu pemeraman yang lebih lama agar reaksi kimia antara bahan stabilisasi dan tanah lebih efektif.

4. Penelitian selanjutnya dapat mencoba meneliti jenis tanah yang sama dengan variasi persentase dan jenis bahan aspal yang berbeda untuk stabilisasi.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim 1. 1989. *SNI 03-1737-1989. Tata Cara Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Untuk Jalan Raya*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Anonim 2. 2008. *SNI 4799-2008. Spesifikasi Aspal Cair Tipe Penguapan Sedang*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Bowles, J. E. 1986. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Erlangga. Jakarta Pusat.
- Das, B.M., 1985. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Terjemahan oleh N. Endah dan I. B. Mochtar, 1988, Erlangga. Jakarta.
- Febrianti, L. 2009. *Stabilisasi Tanah Pasir Dengan Menggunakan Aspal Cair RC60-70 Terhadap Kuat Geser Tanah*. Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
- Hardiyatmo, H. C. 2002. *Mekanika Tanah I*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C. 2010. *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Ingles. O. G dan Metcalf. J. B. 1972. *Soil Stabilization Principles and Practice*. Butterworths, Sydney.
- Purniasari, D. 2008. *Pengaruh Stabilisasi Tanah Pasir Dengan Menggunakan Aspal SC60-70 Terhadap Kuat Geser Tanah*. Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Sulistiono dkk. (2016). *Stabilisasi Tanah Pandaan Dengan Bitumen Untuk Subgrade Jalan Raya*, Jurnal Aplikasi, Volume 1, Nomor 1, Agustus 2006. Program Diploma Teknik Sipil ITS.