

Kuat Geser Tanah Pasir yang Distabilisasi Menggunakan Aspal Cair SC₆₀₋₇₀

(The Direct Shear Strength of Soil Stabilized Using Emulsified Asphalt SC₆₀₋₇₀)

WILLIS DIANA, ELFIRA RESTI MULYA

ABSTRACT

Soil is one of the most important parts in construction work. Soil being found in the field are vary in terms of its properties, and its quality usually does not meet the specified requirements for building construction on it including sandy soil. Sandy soil does not have cohesion value (c), so its shear strength is very low and can lead to collapse. Because of that, it needs to be stabilized to improve the parameter of soil shear strength which are friction angle value (ϕ) and cohesion value (c). Stabilizing material being used in this research is asphalt, in order to improve cohesion and soil density. Asphalt being used in this research is emulsified asphalt SC 60-70 which is Asphalt Cement (AC) dissolved in diesel oil. In this research, the shear-strength of sandy soil stabilized with emulsified asphalt SC 60-70 was analyzed by means of direct shear-strength testing. It can be concluded from the result that friction angle tends to increase with the increase of the asphalt content. It can also be shown that the lowest friction angle value was found being at 0% asphalt content, $35,753^\circ$, while the biggest friction angle value was found being at 5% asphalt content, $38,970^\circ$ (increased 10,169%).

Keywords : Stabilization, asphalt, sandy soil, The Direct Shear Strength

PENDAHULUAN

Tanah merupakan bagian yang sangat penting dalam suatu pekerjaan konstruksi, baik sebagai bahan baku konstruksi maupun pendukung beban. Tanah diharapkan mampu mendukung beban konstruksi di atasnya. Untuk itu tanah harus memenuhi persyaratan kualitas baik fisis maupun teknis, namun ada kalanya tanah dalam keadaan aslinya kurang memenuhi persyaratan yang ditentukan. Usaha perbaikan sifat-sifat tanah ini dilakukan dengan cara stabilisasi tanah (Bowles, 1993).

Tanah pasir (*sand*) bergradasi seragam merupakan salah satu jenis tanah yang sering menimbulkan permasalahan dalam pekerjaan teknik sipil. Tanah tersebut sulit dipadatkan dan dalam keadaan terendam air jika terjadi gempa dapat menimbulkan likuifaksi. Tanah pasir merupakan tanah non kohesif (*cohesionless soil*) yang mempunyai sifat antar butiran lepas (*loose*). Hal ini ditunjukkan dengan butiran tanah yang akan terpisah-pisah

apabila dikeringkan dan hanya melekat apabila dalam keadaan basah yang disebabkan daya tarik permukaan.

Stabilisasi pada tanah pasir bertujuan meningkatkan kuat geser tanah dan daya dukung tanah. Stabilisasi tanah tersebut dapat dilakukan secara mekanis dan kimia. Secara mekanis dilakukan dengan cara mencampur atau mengaduk dua macam tanah atau lebih yang bergradasi berbeda untuk memperoleh material yang memenuhi syarat kekuatan tertentu. Secara kimia dapat dilakukan dengan penambahan bahan kimia sebagai stabilisator yang dapat memperbaiki sifat – sifat teknik tanah, dengan cara mencampur tanah menggunakan bahan tambah dengan perbandingan tertentu. Bahan stabilisator yang sering digunakan diantaranya adalah semen, kapur, abu terbang (*fly ash*), dan aspal (Hardiyatmo, 2010).

Stabilisasi tanah dengan menggunakan aspal berbeda dengan stabilisasi tanah menggunakan kapur atau semen. Pada stabilisasi tanah

dengan aspal, tanah menjadi lebih kedap air (memberikan efek *waterproofing*) sehingga menyebabkan lambatnya penetrasi (masuknya) air ke dalam tanah. Masuknya air dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan tanah dan pada tanah tertentu dapat menyebabkan pengembangan tanah. Pada tanah granular, stabilisasi dengan aspal dapat meningkatkan kohesi tanah. Selain itu, stabilisasi dengan aspal dapat meningkatkan ketahanan tanah terhadap perubahan volume. Pada stabilisasi dengan aspal tidak terjadi reaksi kimia antara tanah dengan bahan penstabilisasi seperti halnya yang terjadi jika tanah distabilisasi dengan semen atau kapur. Pada stabilisasi dengan aspal ada hal yang masih menjadi kontradiksi, yaitu jika lapisan aspal yang menyelimuti partikel tanah tipis, maka akan membuat material tanah lebih kuat, lapisan film aspal tipis yang mengisi pori tanah dapat mencegah masuknya air, sebaliknya semakin banyak aspal dapat menyebabkan hilangnya kekuatan tanah akibat efek pelumasan partikel oleh aspal, sehingga ikatan (*interlocking*) antara partikel menjadi terhambat (Ingles dan Metcalf, 1972). Oleh sebab itu diperlukan suatu pengujian terlebih dahulu untuk menentukan kadar aspal yang tepat untuk suatu jenis tanah tertentu.

Umumnya stabilisasi tanah dengan aspal digunakan untuk tanah granular (non kohesif). Purniasari (2008), Setiawan (2008) dan Febrianti (2009) melakukan penelitian stabilisasi pasir Pantai Parangtritis menggunakan aspal cair. Jenis aspal cair yang digunakan masing-masing adalah SC₆₀₋₇₀, MC₆₀₋₇₀, dan RC₆₀₋₇₀. Hasil penelitian menunjukkan terjadinya peningkatan parameter kuat geser tanah setelah tanah pasir tersebut dicampur dengan aspal cair.

Widodo (2008) melakukan penelitian stabilisasi tanah yang mudah mengembang di Purwodadi dengan menggunakan asbuton mikro dan bahan peremaja. Hasil penelitian membuktikan bahwa tanah ditambah 10% Asbuton Mikro dari berat tanah kering, dan 10% bahan peremaja dari berat tanah kering adalah yang paling baik dari seluruh kombinasi yang ada di dalam penelitian.

Pada penelitian ini akan dilakukan stabilisasi tanah pasir yang diambil dari sekitar Pantai Glagah, Kulon Progo. Pasir pantai biasanya berbutir halus dan bergradasi seragam dengan tingkat kepadatan rendah (*loose*), dan

berpotensi terjadi likuifaksi dalam kondisi jenuh air dan terdapat beban dinamik (gempa).

Pengujian Geser Langsung

Nilai parameter kekuatan tanah dapat ditentukan berdasarkan hasil pengujian di laboratorium, yaitu uji geser langsung dan uji triaksial. Uji geser langsung dilakukan beberapa kali pada sebuah sampel tanah dengan beberapa macam tegangan normal. Harga tegangan normal dan harga tegangan geser yang diperoleh kemudian digambarkan dalam beberapa grafik untuk menentukan harga parameter kuat geser.

Persamaan untuk harga rata-rata garis yang menghubungkan titik-titik dalam eksperimen tersebut adalah :

$$\tau = \sigma \tan \phi \quad (1)$$

dengan :

- τ : tegangan geser tanah (kg/cm²)
 σ : tegangan normal pada bidang tanah (kg/cm²)
 ϕ : sudut gesek dalam (°)

Jadi besar sudut gesek adalah :

$$\phi = \tan^{-1} (\tau / \sigma) \quad (2)$$

Nilai kekuatan efektif dihitung :

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \quad (3)$$

Secara umum untuk suatu gaya normal yang diberikan, tipikal hasil uji geser langsung untuk jenis tanah pasir dengan derajat kepadatan (*dense*), sedang (*median*) dan lepas (*loose*).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh kadar aspal SC₆₀₋₇₀ yang bervariasi terhadap nilai kepadatan campuran tanah dan aspal, dan mengkaji pengaruh variasi campuran aspal SC₆₀₋₇₀ terhadap kuat geser tanah pasir dengan melakukan pengujian uji geser langsung.

METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian

1. Tanah pasir yang diambil dari tepi Pantai Glagah, Kulonprogo, Yogyakarta.

2. Bahan stabilisasi berupa aspal cair (SC₆₀₋₇₀).

Variabel Penelitian

Pada penelitian ini variabel yang akan divariasikan adalah proporsi berat aspal terhadap berat kering tanah. Proporsi berat aspal terhadap berat kering tanah direncanakan sebesar 1%, 2%, 3%, 4%, 5%. Untuk kadar air campuran akan digunakan kadar air optimum untuk setiap variasi kadar aspal, sehingga pengujian pemadatan standar proktor dilakukan untuk semua variasi kadar aspal. Sebagai *benchmark* (patokan) analisis digunakan tanah asli tanpa stabilisasi.

Pelaksanaan Pengujian

1. Tahapan persiapan

Pengambilan sampel di lapangan untuk kemudian dibawa ke laboratorium. Sampel tanah dijemur dengan cara dihampar di udara terbuka, kemudian tanah disaring menggunakan saringan no 4.

2. Pengujian tanah asli

Pada tanah asli dilakukan uji kadar air, berat jenis (*specific gravity*), analisis saringan dan analisis pengendapan, lalu dilakukan pengklasifikasian jenis tanah. Hasil pengujian pendahuluan dibandingkan dengan syarat-syarat tanah yang cocok distabilisasi dengan aspal seperti yang disampaikan oleh Hicks (2002).

3. Perencanaan campuran

Persiapan campuran dilakukan untuk tanah yang asli dan tanah distabilisasi dengan aspal. Direncanakan proporsi (kadar) berat aspal terhadap berat kering tanah adalah sebesar 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%.

4. Pengujian pemadatan

Dari uji kepadatan diperoleh nilai berat volume kering maksimum ($\gamma_{d_{maks}}$) / *Maximum Dry Density (MDD)* dan kadar air optimum (w_{opt}) / *Optimum Moisture Content (OMC)* untuk setiap variasi campuran.

5. Pengujian geser langsung

Benda uji dibuat dalam kondisi kadar air optimum dan berat volume maksimum untuk setiap variasi campuran. Pengujian dilakukan secara duplo.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Pasir

Hasil uji awal tanah pasir dapat dilihat pada Tabel 1.

TABEL 1. Hasil uji sifat fisis dan mekanis tanah pasir

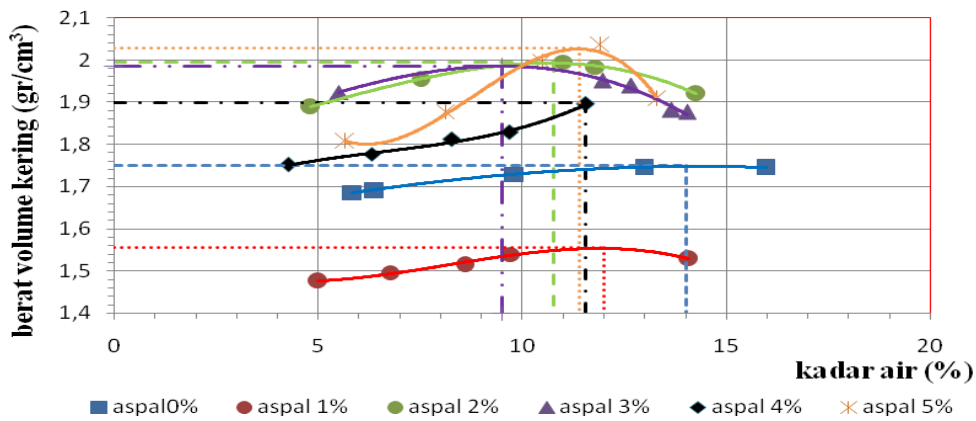
Parameter	Hasil
Kadar air	0,61 %
Berat jenis (G_s)	2,66
Persentase ukuran butiran	
a. Kerikil	0,03%
b. Pasir	96,70%
c. Lanau/Lempung	3,27%
Klasifikasi tanah	
a. sistem <i>unified</i>	SP
b. sistem AASHTO	A-3
Pemadatan standar proktor	
a. MDD	1,75 gr/cm ³
b. OMC	14%
Parameter geser tanah	
a. Kohesi (c)	0,155 kg/cm ²
b. Sudut gesek dalam(ϕ)	33,145°

Hasil Uji Pemadatan Standar Proktor

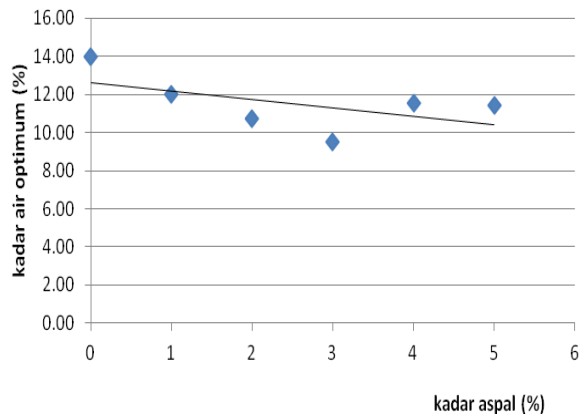
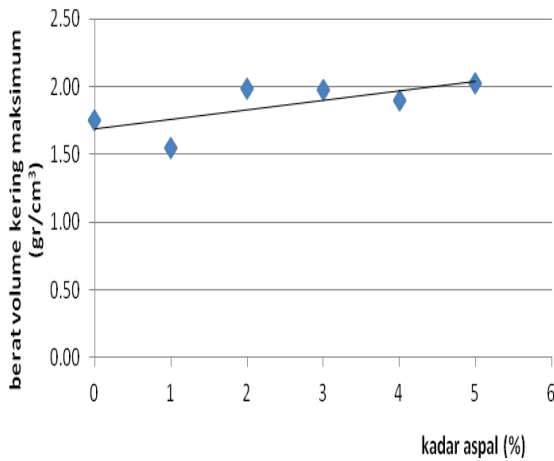
Pengaruh kadar aspal yang dicampurkan pada tanah pasir terhadap nilai berat volume kering dan kadar airnya dapat dilihat pada Gambar 1. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan berat volume kering maksimum dapat dilihat pada Gambar 2. Penambahan kadar aspal cenderung menurunkan kadar air optimum dari campuran tanah dan aspal. Hal ini disebabkan karena aspal merupakan zat cair yang pada proses pemadatan berfungsi sama dengan air, yaitu untuk melumasi tanah sehingga lebih mudah untuk dipadatkan dan memudahkan butiran-butiran tanah untuk menyesuaikan posisinya. Dengan demikian rongga pori yang terbentuk semakin sedikit. Bertambahnya kadar aspal menyebabkan kebutuhan air untuk mencapai kepadatan maksimum semakin berkurang. Dalam hal ini aspal berfungsi untuk mensubstitusikan fungsi air dalam proses pemadatan.

Hasil Kuat Geser pada Pengujian Geser Langsung

Nilai sudut gesek dalam dan kohesi yang diperoleh dari hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.



GAMBAR 1. Hasil uji pepadatan standar proktor



(a) Hubungan antara kadar aspal dan berat volume kering maksimum

(b) Hubungan kadar aspal dan kadar air optimum

GAMBAR 2. Hubungan antara kadar aspal dengan berat volume kering maksimum dan kadar air optimum

TABEL 2. Nilai kuat geser tanah pasir dengan campuran kadar aspal cair SC₆₀₋₇₀ yang bervariasi

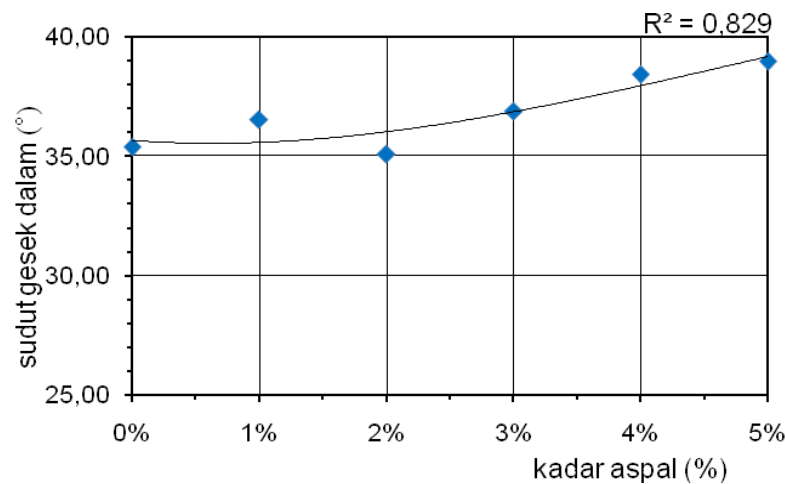
% aspal	sampel	φ (°)	c kg/cm ²	rata rata	
				φ	c
0%	1	33,145	0,155	35,373	0,150
	2	37,600	0,145		
1%	1	35,430	0,130	36,515	0,160
	2	37,600	0,190		
2%	1	35,050	0,280	35,425	0,230
	2	35,800	0,180		
3%	1	37,940	0,180	36,870	0,195
	2	35,800	0,210		
4%	1	34,300	0,220	38,400	0,200
	2	42,500	0,180		
5%	1	39,310	0,220	38,970	0,225
	2	38,630	0,230		

1. Pengaruh kadar aspal terhadap nilai sudut gesek dalam

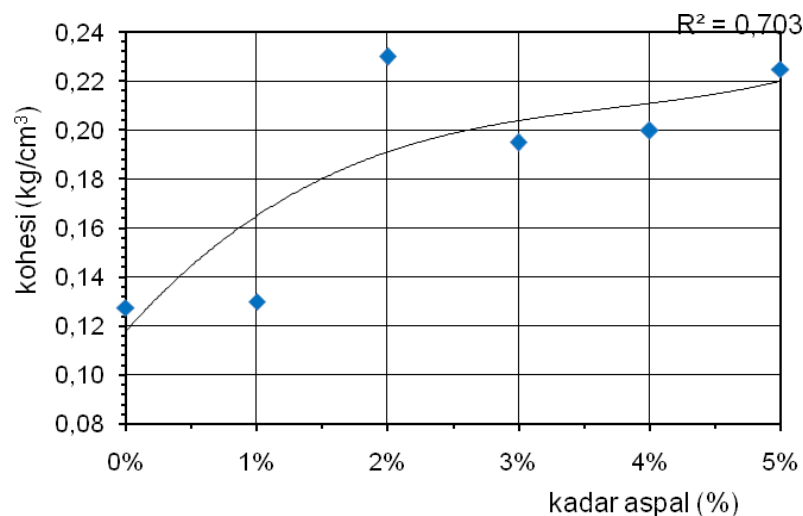
Perubahan nilai sudut gesek dalam (ϕ) akibat penambahan aspal yang bervariasi dapat dilihat dalam Gambar 3. Nilai sudut gesek dalam cenderung meningkat seiring dengan semakin banyaknya persentase aspal yang ditambahkan. Pada campuran aspal 0% nilai sudut gesek dalam sebesar $35,373^\circ$ sedangkan nilai sudut gesek tertinggi terdapat pada campuran 5% yaitu sebesar $38,970^\circ$ (mengalami peningkatan sebesar 10,169%). Tanah dengan kadar aspal 5% mempunyai kepadatan kering maksimum yang paling tinggi, sehingga sudut geseknya juga mengalami peningkatan.

2. Pengaruh kadar aspal terhadap nilai kohesi

Perubahan nilai kohesi (c) akibat penambahan aspal yang bervariasi dapat dilihat pada Gambar 4. Nilai kohesi terendah ada pada campuran aspal 0% yaitu sebesar $0,150 \text{ kg/cm}^2$ dan nilai kohesi tertinggi terdapat pada campuran 5% yaitu sebesar $0,225 \text{ kg/cm}^2$, atau mengalami peningkatan 50% dari tanah asli. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dengan prosentase campuran aspal yang semakin besar, maka nilai kohesi juga mengalami peningkatan. Hal tersebut terjadi karena salah satu sifat aspal adalah sebagai pelekat yang akan mengikat butiran tanah pasir.



GAMBAR 3. Pengaruh persentase kadar aspal terhadap sudut gesek dalam pada uji geser langsung



GAMBAR 4. Pengaruh persentase kadar aspal terhadap nilai kohesi pada uji geser langsung

3. Pengaruh kadar aspal terhadap nilai kuat geser tanah

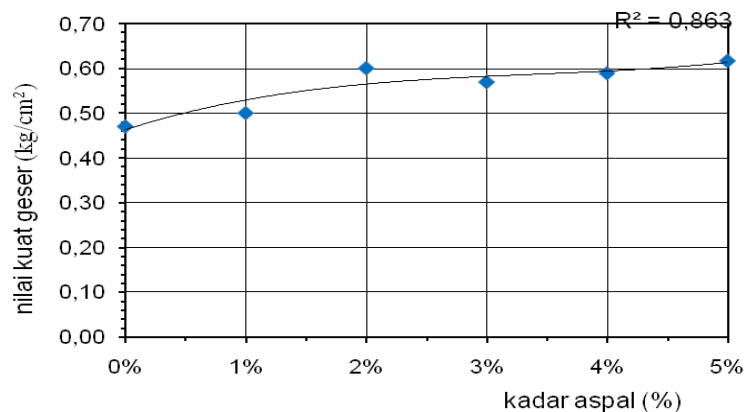
Perubahan nilai kuat geser akibat penambahan aspal yang bervariasi dapat dilihat dalam Gambar 5. Nilai kuat geser cenderung mengalami peningkatan, dan peningkatan tertinggi terdapat pada kadar aspal 5% yaitu sebesar 0,6174 kg/cm². Tanah dengan kadar aspal 5% mempunyai nilai kohesi yang cukup tinggi dan nilai sudut gesek dalam paling tinggi, sehingga nilai kuat geser juga meningkat.

Stabilisasi tanah pasir dengan campuran aspal bertujuan dapat meningkatkan kerapatan tanah dan meningkatkan kohesi dan tahanan gesek yang timbul akibat gesekan maupun tekanan. Aspal pada tanah pasir dalam pengujian ini mengisi rongga antar butiran pasir yang seragam dan meningkatkan lekatan antar butiran pasir yang derajat pengunciannya

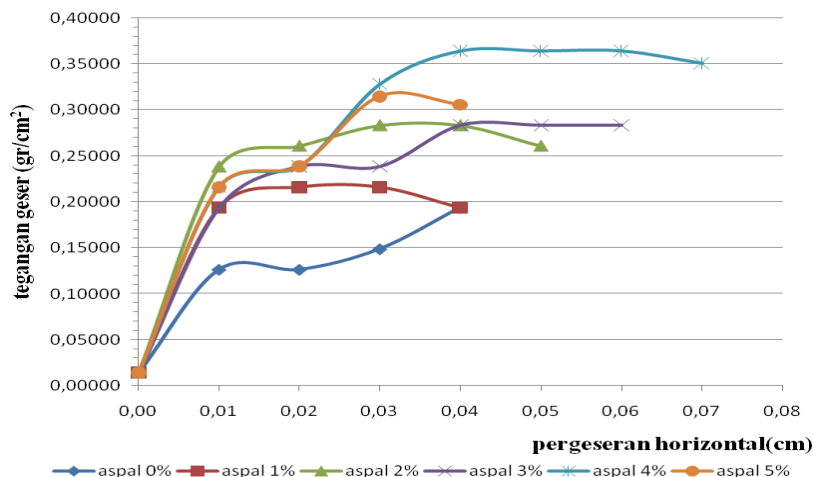
rendah, sehingga angka pori semakin kecil dan kerapatan relatifnya besar. Hal tersebut membuat tahanan geser tanah pasir bertambah, maka akan bertambah sudut gesek dalamnya (ϕ). Karena faktor paling besar pengaruhnya terhadap kuat geser tanah pasir adalah angka pori (e), maka salah satu usaha untuk meningkatkan kuat gesernya adalah dengan mengisi rongga antar butiran tanah pasir dan melekatkan antar butiran dengan aspal.

4. Hubungan antara pergeseran horisontal dan tegangan geser

Peningkatan nilai tegangan geser akibat penambahan aspal yang bervariasi dapat dilihat dalam Gambar 6. Dengan semakin meningkatnya kadar aspal yang dicampurkan, tegangan geser akan semakin meningkat, dan mempengaruhi besarnya pergeseran horizontal. Hal ini terjadi karena pencampuran tanah pasir dan aspal menjadi bersifat lebih plastis.



GAMBAR 5. Pengaruh persentase kadar aspal terhadap nilai kuat geser pada uji geser langsung



GAMBAR 6. Hubungan antara pergeseran horisontal dengan tegangan geser pada pembebanan 4kg

KESIMPULAN

1. Semakin besar kadar aspal pada stabilisasi pasir dengan aspal menyebabkan kecenderungan berkurangnya kadar air optimum (OMC) dan meningkatnya berat volume kering maksimum (MDD) pada proses pemadatan.
2. Semakin besar kadar aspal pada stabilisasi tanah dengan aspal menyebabkan terjadinya peningkatan nilai kohesi (c) dan nilai sudut gesek dalam (ϕ) pada uji geser langsung. Peningkatan yang cukup signifikan terjadi pada campuran kadar aspal 5% yaitu nilai kohesi sebesar 0,225 kg/cm² (mengalami peningkatan 50% dari tanah asli) dan sudut gesek dalam sebesar 38,970° (mengalami peningkatan sebesar 10,169%).

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph E. (1993). *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknik Tanah*, Jakarta : Erlangga.
- Febrianti (2009). *Stabilisasi Tanah Pasir dengan Aspal Cair RC 60-70 terhadap Kuat Geser Tanah*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
- Hardiyatmo, H. C. (2010). *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan*, Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Hicks, G.R. (2002). *Alaska Soil Stabilization Design Guide*, State of Alaska : Alaska Departement of Transportation and Public Facilities.
- Ingles, O.G. and Metcalf, J.B. (1972). *Soil Stabilization Principles and Practice*, Melbourne : Butterworths.
- Purniasari, D. (2008). *Pengaruh Stabilisasi Tanah Pasir Menggunakan Aspal SC 60-70 terhadap Kuat Geser Tanah*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
- Setiawan, I. B. (2008). *Stabilisasi Tanah Pasir dengan Aspal Cair MC 60-70 terhadap Kuat Geser Tanah*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
- Widodo, N. (2008). *Stabilisasi Tanah yang Mudah Mengembang dengan Menggunakan Asbuton Mikro dan Bahan Peremaja*, ITB Central Library, Retrieved from : <http://digilib.itb.ac.id>.

PENULIS:

Willis Diana✉, Elfira Resti Mulya

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jl. Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta.

✉Email : silliwanaid@yahoo.com