

APLIKASI ASPAL EMULSI DAN *FLY ASH* PADA TANAH EKSPANSIF

Daniel Lewa¹, Reynaldi Sedjie², Daniel Tjandra³ and Johannes Suwono⁴

ABSTRAK : Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari bahan stabilisasi yang dicampur pada tanah ekspansif. Tanah ekspansif memiliki sifat kembang susut yang besar sehingga perlu melakukan stabilisasi tanah. Stabilisasi dilakukan dengan menggunakan bahan yang terdiri dari aspal emulsi dan *fly ash*. Pengujian yang dilakukan meliputi karakteristik tanah asli, potensi pengembangan, CBR *soaked*, CBR *unsoaked*, dan UCT. Hasil penelitian khususnya pada pengujian CBR dan UCT, menunjukkan adanya penurunan kekuatan seiring dengan penambahan persentase aspal emulsi dan *fly ash* pada campuran tanah. Untuk kombinasi bahan stabilisasi yang digunakan *fly ash* 5% dan aspal emulsi terdiri dari 3%, 4%, 5%, 6%. Penurunan kekuatan dapat dilihat salah satunya dari hasil dari CBR *unsoaked* seiring penambahan variabel *fly ash* dan aspal emulsi adalah 3,58%, 2,19%, 2,11%, 2,04% dan 1,92%. Penurunan kekuatan juga terjadi pada hasil pengujian CBR *soaked* dan hasil pengujian UCT.

KATA KUNCI: tanah ekspansif, aspal emulsi, *fly ash*, stabilisasi.

1. PENDAHULUAN

Tanah ekspansif memiliki sifat kembang susut yang tergolong besar. Kembang susut terjadi akibat perubahan kadar air tinggi yang menyebabkan volume tanah meningkat (mengembang) pada saat musim hujan dan volume tanah menurun (menyusut) pada saat musim kemarau. Ketidakstabilan tanah volume tanah menyebabkan daya dukung tanah yang beragam dapat menyebabkan kegagalan struktur akibat dari tanah yang tidak stabil. Oleh karena itu diperlukan proses perbaikan tanah salah satunya dengan cara stabilisasi tanah.

Stabilisasi tanah merupakan proses pencampuran tanah dengan bahan tertentu dengan tujuan meningkatkan dan memperbaiki sifat-sifat teknis dari tanah. Aspal emulsi merupakan salah satu bahan yang dapat berperan sebagai bahan stabilisasi tanah. Kemudahan produksi aspal emulsi menyebabkan material tersebut menjadi bahan yang sering digunakan untuk stabilisasi tanah (Bunga et.al 2011). Selain itu, abu terbang (*fly ash*) dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah. *Fly ash* menjadi pilihan bahan stabilisasi dikarenakan sumber produksi *fly ash* berasal dari limbah batu bara sehingga ramah lingkungan, biaya produksi yang lebih ekonomis jika dibandingkan dengan produksi semen (Chakraborty & Banerjee, 2016).

Pada penelitian ini, dilakukan stabilisasi tanah ekspansif menggunakan aspal emulsi dan *fly ash*. Ada beberapa pengujian yang dilakukan untuk mengetahui apakah stabilisasi menggunakan aspal emulsi dan *fly ash* dapat memperbaiki serta meningkatkan kekuatan daya dukung tanah ekspansif. Dengan pengujian-pengujian tersebut diharapkan dapat memperbaiki sifat tanah ekspansif.

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, m21416189@john.petra.ac.id

² Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, m21416242@john.petra.ac.id

³ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, danieljtj@petra.ac.id

⁴ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, jsuwono@petra.ac.id

2. STUDI LITERATUR

2.1. Tanah Ekspansif

Tanah ekspansif memiliki sifat kembang susut besar yang menyebabkan tanah memiliki daya dukung rendah. Perbaikan tanah pada tanah ekspansif dapat dilakukan dengan mekanis dan kimiawi. Stabilisasi mekanis melibatkan pencampuran tanah asli dengan gradasi lain yang berbeda untuk mendapatkan gradasi yang ditargetkan dari campuran akhir. Sedangkan stabilisasi kimiawi dilakukan dengan menambahkan bahan aditif lain. Pemilihan bahan aditif sebagai bahan stabilisasi membutuhkan bahan yang ekonomis dikarenakan biaya penggantian yang lebih tinggi daripada penggunaan tanah asli (Hasan et.al, 2015).

2.2. Aspal Emulsi

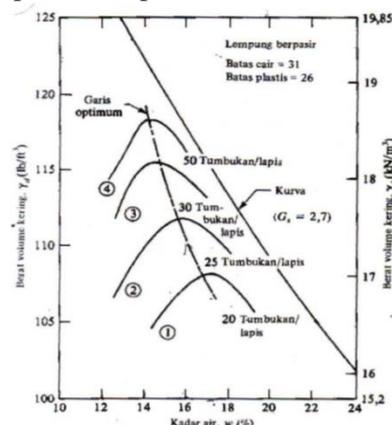
Aspal emulsi adalah jenis aspal cair yang digunakan untuk campuran dingin dan dapat digunakan untuk pemeliharaan jalan yang berupa lapis tipis penutup permukaan jalan yang retak, tambalan dan perkerasan dengan gradasi menerus dan terbuka. Jenis aspal yang digunakan pada tanah tergantung pada metode konstruksi, jenis tanah, serta cuaca kondisi di daerah tersebut. Beberapa hal yang menjadi kendala dalam penggunaan aspal emulsi adalah umur penyimpanan yang relatif pendek berkisar kurang lebih 3 bulan. Aspal yang digunakan pada penelitian memiliki tipe CSS-1h.

2.3. Abu Terbang (*Fly Ash*)

Abu terbang (*fly ash*) merupakan hasil pembakaran dari batu bara pada pembangkit tenaga listrik. Abu terbang mengandung silika, aluminium oksida serta alkali yang berbeda dalam komposisinya. *Fly ash* terbagi menjadi 2 jenis yaitu *fly ash* tipe C dan tipe F. Yang membedakan antara kedua jenis tersebut adalah komposisi kimiawinya. *Fly ash* tipe C mengandung minimum 50% total dari silika (SiO_2), aluminium oksida (Al_2O_3), dan ferioksida (Fe_2O_3) sedangkan *fly ash* tipe F mengandung minimum 70% dari total (Zumrawi & Awad, 2017). *Fly ash* yang digunakan pada penelitian yaitu tipe C.

2.4. Pematatan

Prinsip dari pematatan adalah mempertinggi nilai kerapatan tanah dengan pemakaian energi mekanis (penumbukan, penggilasan, dan penggetaran) untuk memampatkan partikel tanah. Tingkat kepadatan tanah diukur dari berat volume kering tanah, semakin tinggi berat volume kering maka semakin tinggi kepadatannya. Selain itu dibutuhkan kadar air optimum untuk mendapatkan jumlah kadar air yang tepat pada suatu tanah agar mendapatkan kepadatan yang maksimum. Hubungan antara pengaruh energi terhadap kepadatan tanah dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Hubungan antara Pengaruh Energi terhadap Kepadatan Tanah

2.5. California Bearing Ratio (CBR)

Pengujian CBR adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. CBR merupakan suatu perbandingan antara beban percobaan (*Test Load*) dengan beban standar (*Standard Load*) dan dinyatakan dalam persentase. CBR memiliki prinsip pengujian penetrasi dengan menusukkan benda ke dalam benda uji.

2.6. Stabilisasi Tanah Ekspansif dengan Aspal Emulsi dan *Fly Ash*

Stabilisasi dapat dilakukan dengan cara mekanis dan kimiawi. Pada penelitian ini digunakan stabilisasi kimiawi dengan menggunakan campuran aspal emulsi dan *fly ash*. Aspal emulsi akan meningkatkan kohesi partikel, meningkatkan daya dukung tanah serta berperan sebagai lapisan kedap air. *Fly ash* berperan dalam bahan pengikat campuran. Khususnya pada indeks plastisitas tanah, *fly ash* berperan dalam mereduksi nilai indeks plastisitas tanah karena tingkat konsentrasi kalsium yang tinggi dan bersifat *pozzolanic* (Zumrawi & Awad, 2017).

2.7. Penelitian Terdahulu

Menurut penelitian yang dilakukan Zumrawi & Awad (2017), penelitian dilakukan terhadap tanah ekspansif dengan menggunakan campuran bahan stabilisasi antara aspal emulsi dan abu terbang dengan kombinasi aspal emulsi 5%, 10%, 15%, 20%, sedangkan untuk abu terbang menggunakan 5% dari berat tanah sampel. Pengujian yang dilakukan meliputi UCS dan CBR. Hasil yang didapatkan dari pengujian UCS adalah 284 KN/m² pada sampel tanah asli dan hasil UCS maksimum setelah distabilisasi didapatkan sebesar 455 KN/m². Hasil yang didapatkan dari pengujian CBR *soaked* adalah 1,2% pada tanah asli dan hasil maksimum setelah distabilisasi didapatkan sebesar 6%. Sehingga diambil kesimpulan kombinasi yang optimum berada pada kombinasi 5% aspal emulsi dan 5% *fly ash*.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Alur Penelitian

Untuk mengetahui karakteristik tanah yang dijadikan bahan penelitian maka hal pertama yang akan dilakukan adalah pengujian karakteristik tanah dari tanah ekspansif. Untuk jenis bahan sampel dan stabilisasi yang digunakan tercantum pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Bahan Penelitian yang digunakan

Parameter	Bahan Penelitian		
	Tanah	Aspal emulsi	Abu Terbang
Jenis Bahan	Ekspansif	CSS-1h	Tipe C
Sumber	Perumahan Northwest Citraland, Surabaya	PT. Bangun Olah Bitumen, Mojokerto	PLTU Ngoro, Mojokerto

Setelah melakukan pengujian klarifikasi tanah, dilanjutkan dengan pengujian campuran stabilisasi. Pengujian terdiri dari 2 jenis pengujian yaitu pengujian tanpa pemeraman dan dengan pemeraman. Untuk pengujian beserta pedoman yang dilakukan dicantumkan dalam **Tabel 2**.

Tabel 2. Jenis Pengujian dan Pedoman

Pengujian	Pedoman
<i>Linear Shrinkage</i>	AS 1289.C4.1-1977
<i>Swell Test</i>	ASTM D4546-90
<i>Specific Gravity</i>	ASTM D854-83 2002
<i>California Bearing Ratio</i>	ASTM D 1883-73
<i>Liquid Limit</i>	ASTM D423-66 1972
<i>Plastic Limit</i>	ASTM D424-74 1971
<i>Proctor</i>	ASTM D 698-70

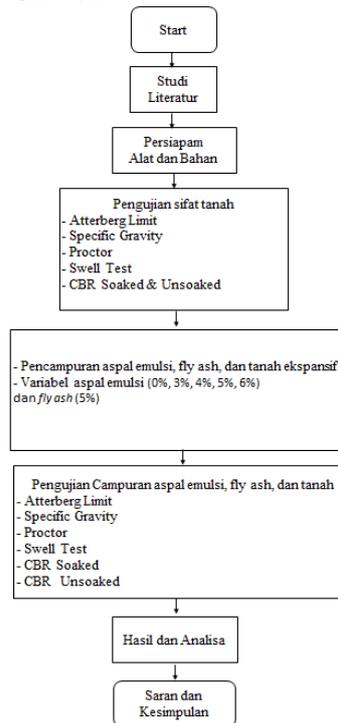
Penelitian akan dilakukan dengan kombinasi-kombinasi yang telah ditentukan pada **Tabel 3**. Setiap pengujian akan diteliti sebanyak 3 sampel untuk masing-masing kombinasi. Dari hasil ketiga sampel akan dirata-ratakan untuk mendapatkan hasil dari pengujian.

Tabel 3. Kombinasi Penelitian yang Dilakukan

Persentase Aspal Emulsi + Fly Ash	Sampel Tanah Ekspansif
0% + 0%	A1
3% + 5%	A2
4% + 5%	A3
5% + 5%	A4
6% + 5%	A5

3.2. Diagram Alur Penelitian

Dengan ditentukannya kombinasi-kombinasi yang akan digunakan pada penelitian, maka alur penelitian dibuat alurnya seperti pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Diagram Alur Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Karakteristik Tanah

Dari **Tabel 4** menunjukkan bahwa tanah tersebut adalah tanah ekspansif. Tanah ekspansif memiliki indeks plastisitas yang tinggi yaitu 54,6%. Dari hasil karakteristik tanah tersebut digunakan sebagai tolak ukur untuk mengetahui apakah kekuatan tanah setelah dicampur akan meningkat atau menurun.

Tabel 4. Hasil Pengujian Karakteristik Tanah Ekspansif

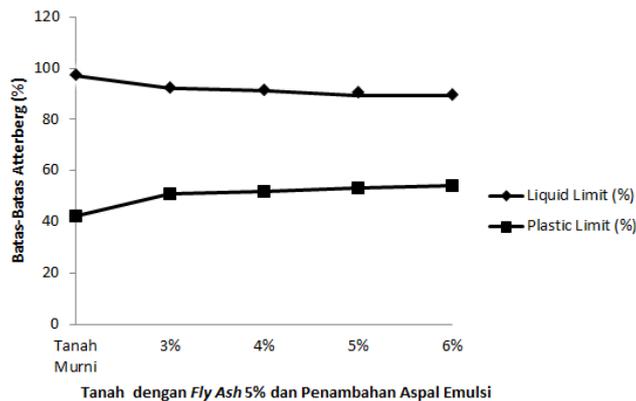
Pengujian	Nilai
Batas Cair (%)	97
Batas Plastis (%)	42
Indeks Plastisitas (IP) (%)	55
Swelling(%)	2,17
Spesific Gravity	2,61
Shrinkage Limit (%)	5,2
Berat Kering Tanah (t/m ³)	1,579
Kadar Air Optimum (%)	25%
CBR Unsoaked (%)	3,58
CBR Soaked (%)	2,15

4.2. Pengujian Atterberg Limit

Pada Tabel 5 dan Gambar 3, penurunan pada batas cair juga terjadi seiring penambahan campuran *fly ash* dan aspal emulsi, sedangkan terjadi kenaikan pada batas plastis. Hal tersebut mengakibatkan penurunan pada indeks plastisitas seiring bertambahnya *fly ash* dan aspal emulsi.

Tabel 5. Hasil Pengujian *Liquid Limit* dan *Plastic Limit*

Uji Percobaan	Tanah dengan <i>Fly Ash</i> 5% dan Penambahan Aspal Emulsi				
	Tanah Murni	3%	4%	5%	6%
<i>Liquid Limit</i> (%)	97	92	91	90	89
<i>Plastic Limit</i> (%)	42	51	52	53	54
Indeks Plastisitas (%)	55	41	39	37	35

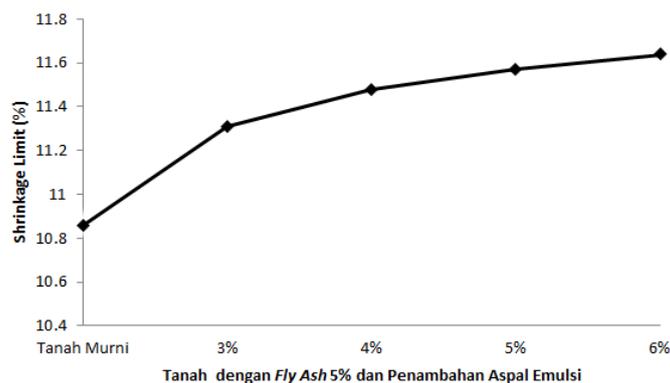


Gambar 3. Hubungan Batas Atterberg Campuran Tanah dengan 5% *Fly Ash* dan Setiap Penambahan Persentase Aspal Emulsi

Pada Tabel 6 dan Gambar 4, dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan dengan pertambahan pencampuran *fly ash* dan aspal emulsi. Hal tersebut disebabkan adanya rongga-rongga udara pada campuran sehingga terjadi susut yang besar. Rongga udara tidak berkurang dikarenakan pencampuran bahan stabilisasi yang kurang merata.

Tabel 6. Hasil Pengujian *Shrinkage Limit*

Uji Percobaan	Tanah dengan <i>Fly Ash</i> 5% dan Penambahan Aspal Emulsi				
	Tanah Murni	3%	4%	5%	6%
<i>Shrinkage Limit</i> (%)	10,9	11,3	11,5	11,6	11,6



Gambar 4. Hubungan *Shrinkage Limit* Campuran Tanah dengan 5% *Fly Ash* dan Setiap Penambahan Persentase Aspal Emulsi

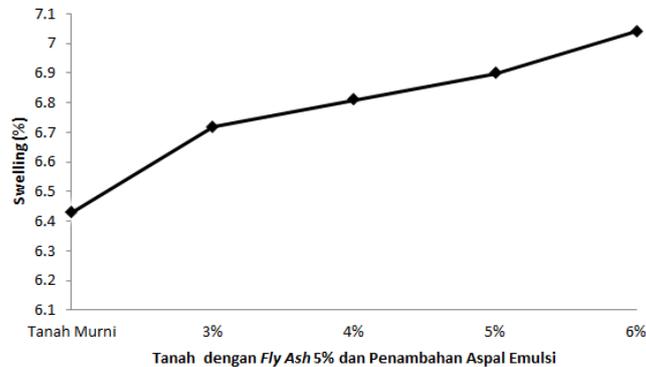
4.3. Pengujian *Swelling*

Pada Tabel 7 dan Gambar 5, menunjukkan terjadi kenaikan dari 6,43% hingga 6,72% pada penambahan *fly ash* dan aspal emulsi 3%. Nilai *swelling* terus mengalami kenaikan hingga 7,04% seiring bertambahnya aspal emulsi tetapi kenaikan tertinggi berada pada kombinasi *fly ash* 5% dan

aspal emulsi 3%. Peningkatan disebabkan kurang meratanya campuran khususnya aspal emulsi pada tanah sehingga banyak rongga udara pada campuran dan air masuk lebih banyak.

Tabel 7. Hasil Pengujian Swelling

Uji Percobaan	Tanah dengan Fly Ash 5% dan Penambahan Aspal Emulsi				
	Tanah Murni	3%	4%	5%	6%
Swelling (%)	6,43	6,72	6,81	6,9	7,04



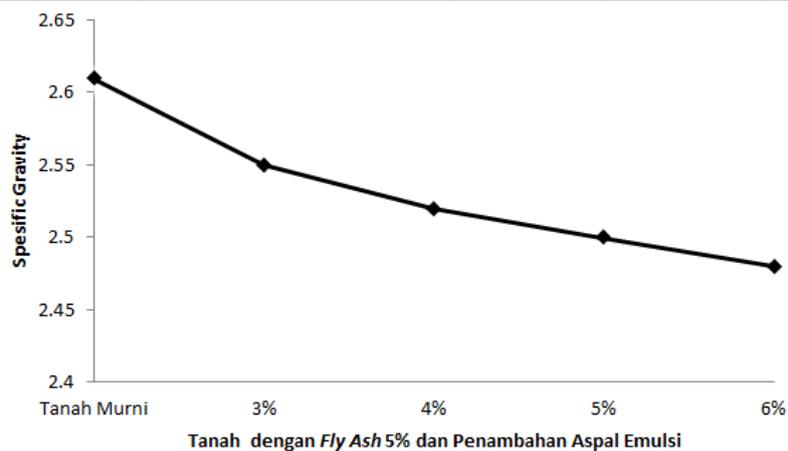
Gambar 5. Hubungan Swelling Campuran Tanah dengan 5% Fly Ash dan Setiap Penambahan Persentase Aspal Emulsi

4.4. Pengujian Specific Gravity

Hasil pengujian *specific gravity* pada **Tabel 8** dan **Gambar 6**, menunjukkan terjadinya penurunan. Dikarenakan aspal emulsi memiliki mineral dan berat jenis yang lebih rendah dibanding tanah asli. Penurunan terbesar terjadi pada kombinasi *fly ash* 5% dan aspal emulsi 3 %, yaitu 2,61 % menjadi 2,55%.

Tabel 8. Hasil Pengujian Specific Gravity

Uji Percobaan	Tanah dengan Fly Ash 5% dan Penambahan Aspal Emulsi				
	Tanah Murni	3%	4%	5%	6%
Specific Gravity	2,61	2,55	2,52	2,5	2,48



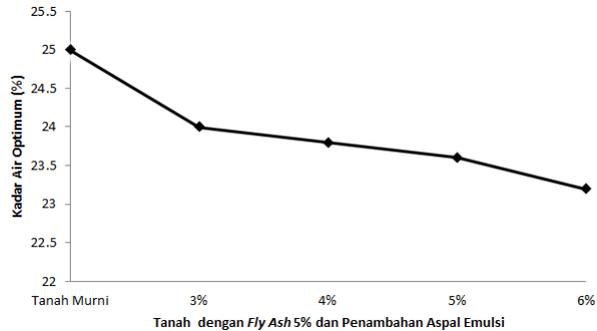
Gambar 6. Hubungan Specific Gravity Campuran Tanah dengan 5% Fly Ash dan Setiap Penambahan Persentase Aspal Emulsi

4.5. Pengujian Pematatan

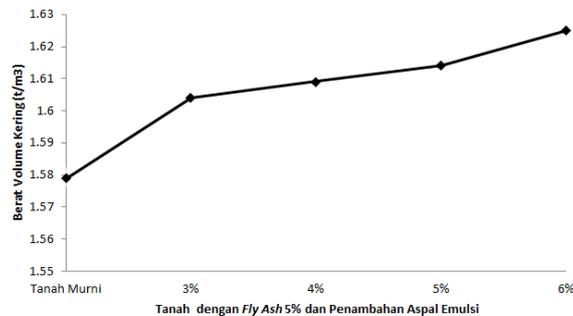
Dari pengujian *proctor* pada **Tabel 9** didapat kadar air optimum dan berat volume kering pada tiap variasi penambahan *fly ash* dan aspal emulsi. Dari hasil yang didapatkan, *water content* mengalami penurunan sedangkan berat volume kering meningkat seiring bertambahnya *fly ash* dan aspal emulsi. Dari **Gambar 7** dan **Gambar 8** dapat dilihat bahwa nilai yang paling optimum adalah dengan penambahan kadar aspal sebanyak 3%, karena berat volume kering bertambah sebesar 0,025 t/m³.

Tabel 9. Hasil Kadar Air Optimum dan Berat Tanah Kering

Uji Percobaan	Tanah dengan <i>Fly Ash</i> 5% dan Penambahan Aspal Emulsi				
	Tanah Murni	3%	4%	5%	6%
Kadar Air Optimum (%)	25	24	23,8	23,6	23,2
Berat Volume Kering (t/m^3)	1,579	1,604	1,609	1,614	1,625



Gambar 7. Hubungan Kadar Air Optimum Campuran Tanah dengan 5% *Fly Ash* dan Setiap Penambahan Persentase Aspal Emulsi



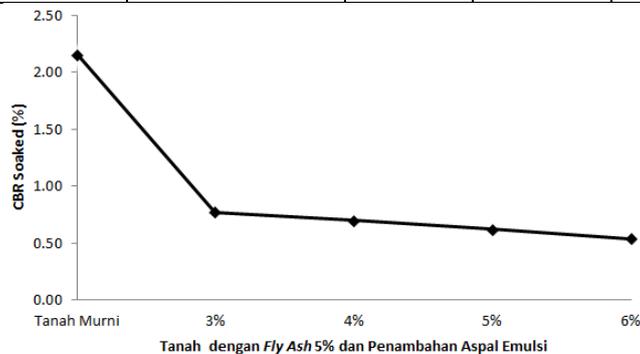
Gambar 8. Hubungan Berat Volume Campuran Tanah dengan 5% *Fly Ash* dan Setiap Penambahan Persentase Aspal Emulsi

4.6. Pengujian CBR *Soaked*

Hasil pengujian CBR *soaked* dapat dilihat pada **Tabel 10** dan **Gambar 9**. Setelah dicampur dengan *fly ash* dan aspal emulsi terjadi penurunan kekuatan pada kombinasi *fly ash* 5% dan aspal emulsi 3% sebanyak 1,38% menjadi 0,77%, hasil tersebut adalah penurunan terbesar yang disebabkan karena kurang meratanya aspal pada saat dicampur.

Tabel 10. Hasil Pengujian CBR Rendaman (*soaked*)

Uji Percobaan	Tanah dengan <i>Fly Ash</i> 5% dan Penambahan Aspal Emulsi				
	Tanah Murni	3%	4%	5%	6%
CBR <i>Soaked</i> (%)	2,15	0,77	0,70	0,62	0,54



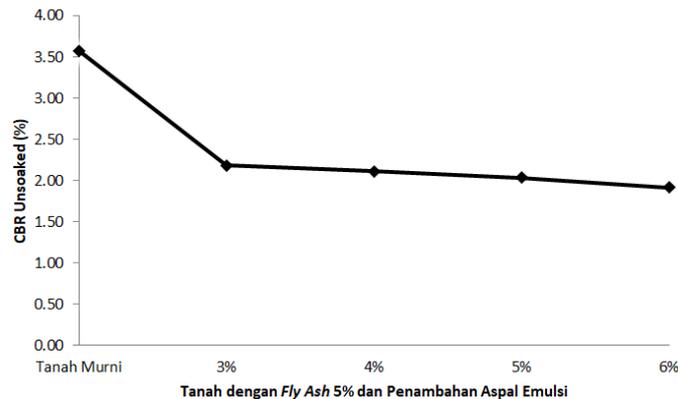
Gambar 9. Hubungan CBR *Soaked* Campuran Tanah dengan 5% *Fly Ash* dan Setiap Penambahan Persentase Aspal Emulsi

4.7. Pengujian CBR *Unsoaked*

Hasil pengujian CBR *unsoaked* dapat dilihat pada **Tabel 11** dan **Gambar 10**. Pengujian dilakukan dengan variasi *fly ash* ditambah kadar aspal emulsi. Dari hasil dapat dilihat bahwa terjadi penurunan kekuatan seiring bertambahnya kadar aspal emulsi yang disebabkan karena kurang meratanya aspal pada saat dicampur.

Tabel 11. Hasil Pengujian CBR Tanpa Rendaman (*Unsoaked*)

Uji Percobaan	Tanah dengan Fly Ash 5% dan Penambahan Aspal Emulsi				
	Tanah Murni	3%	4%	5%	6%
CBR <i>Unsoaked</i> (%)	3,58	2,19	2,11	2,04	1,92



Gambar 10. Hubungan CBR *Unsoaked* Campuran Tanah dengan 5% *Fly Ash* dan Setiap Penambahan Persentase Aspal Emulsi

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian yang telah dilakukan mengenai stabilisasi tanah ekspansif, penambahan 5% *fly ash* dan varian persentase penambahan aspal emulsi sebagai bahan stabilisasi ternyata tidak efektif. Penambahan aspal emulsi justru meningkatkan sifat ekspansif dari tanah dan menurunkan kekuatan tanah campuran. Hal ini disebabkan karena pada penelitian ini pencampuran tanah dengan bahan-bahan stabilisasi kurang merata. Selain itu adanya penambahan aspal emulsi membuat penambahan air pada campuran sehingga kadar air menjadi meningkat. Peningkatan kadar air membuat kepadatan tanah menjadi menurun karena berat volume kering campuran tanah yang berkurang.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Bunga, E., Pallu, H., Selintung, M., & Thaha, M. (2011). Stabilization of Sandy Clay Loam with Emulsified Ashpalt. *International Journal of Civil & Environmental Engineering*, 11(5), 52-62.
- Chakraborty, J., & Banerjee, S. (2016). Replacement of Cement by Fly Ash in Concrete. *International Journal of Civil Engineering*, 3(8), 40-42.
- Hasan, U., Chegenizadeh, A., Budiharjo, M. A., & Nikraz, H. (2015). A Review of The Stabilization Techniques on Expansive Soils. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 9(7), 541-548.
- Zumrawi, M. M., & Awad, M. (2017). Effect of Bitumen and Fly Ash on Expansive Soil Properties. *Journal of Scientific and Engineering Research*, 4(9), 228-237.