

PENGARUH PENAMBAHAN BAHAN CAMPURAN (DENGAN SLAG BAJA DAN FLY ASH) PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF TERHADAP NILAI CBR DAN SWELLING

Reza Roseno Rahmadya, Arief Rachmansyah, Yulvi Zaika

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: rezzaroseno@windowslive.com

Abstrak

Kondisi tanah di wilayah Bojonegoro, khususnya di Desa Ngasem teridentifikasi oleh jenis tanah lempung ekspansid. Tanah ekspansif adalah tanah yang akan membentuk gumpalan yang sangat keras pada saat kering, dan akan sangat liat pada saat diberi air. Besarnya pengembangan dan penyusutan umumnya tidak sama, sehingga akan menyebabkan timbulnya perbedaan ketinggian yang dapat menjadi penyebab rusaknya konstruksi bangunan. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan campuran slag baja dan fly ash sebagai bahan stabilisasi pada tanah lempung ekspansif terhadap berat isi kering, kadar air optimum, harga CBR dan swelling. Penelitian dilakukan pada tanah asli maupun tanah asli yang sudah dicampur dengan bahan stabilisasi sebanyak 5% (3.75% Slag Baja + 1.25% Fly Ash), 10% (7.5% Slag Baja + 2.5% Fly Ash), dan 15% (11.25% Slag Baja + 3.75% Fly Ash). Dari hasil penelitian didapatkan bahwa nilai indeks plastisitas turun, peningkatan berat isi kering, penurunan kadar air optimum (OMC), meningkatnya nilai CBR dan menurunnya nilai Swelling. Untuk kondisi optimum didapatkan pada kondisi 10% penambahan campuran, yaitu sebesar 8.316% yang sebelumnya 6.889% pada tanah asli. Sama dengan CBR, nilai swelling minimum didapatkan pada kondisi campuran 10% yaitu sebesar 0.474% yang sebelumnya 5.592% pada tanah asli.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat mineral-mineral padat yang tidak terikat secara kimia satu sama lain dan terdiri dari bahan organik yang telah melapuk yang disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang

kosong diantara partikel-partikel padat tersebut

Tanah merupakan bagian terpenting pada pekerjaan konstruksi. Kondisi tanah sangat berpengaruh terhadap konstruksi yang akan dibangun di atasnya, baik konstruksi bangunan maupun konstruksi

jalan raya karena jika terjadi kerusakan pada tanah akan berakibat fatal terhadap konstruksi yang ada di atasnya. Oleh karena itu kondisi dan sifat fisik tanah harus diketahui terlebih dahulu pada saat akan membangun konstruksi di atasnya.

Banyak daerah di Indonesia yang memiliki jenis tanah lempung ekspansif. Hal ini menghadapkan kita pada suatu pilihan untuk mendirikan bangunan pada lokasi tanah yang kurang menguntungkan bila ditinjau dari segi geoteknisnya, seperti pada tanah lempung ekspansif.

Tanah lempung ekspansif memiliki daya dukung tanah yang rendah pada kondisi muka air yang tinggi, sifat kembang susut yang besar dan plastisitas yang tinggi. Kemampuan mengembang yang cukup besar pada tanah ini mengakibatkan terjadinya penurunan yang sering kali tidak dapat ditahan oleh struktur di atasnya. Penurunan pada tanah umumnya terjadi dalam kurun waktu yang cukup lama dan secara terus menerus. Oleh karena itu diperlukan perbaikan tanah pada tanah lempung ekspansif ini baik secara fisik, kimiawi, maupun secara mekanis.

Metode yang sering digunakan untuk meningkatkan daya dukung tanah pada tanah lempung ekspansif antara lain

dengan cara mengganti material atau mencampur tanah, pemakaian ceruk bambu, penggunaan geosintesis, dan dengan merubah sifat kimiawi tanah. Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk mendapatkan solusi terbaik pada penanganan untuk tanah lempung ekspansif ini, salah satunya adalah dengan mencampur tanah dasar yang ada dengan bahan tambahan yang mempunyai kandungan kimia dan sifat-sifat khusus sehingga dapat mendapatkan sifat tanah dasar yang diinginkan. Beberapa diantaranya adalah dengan menggunakan campuran mortar, kapur, serat karung plastic, abu sekam padi, dan bubur kayu.

Di wilayah Bojonegoro, tepatnya di Desa Ngasem teridentifikasi oleh tanah lempung ekspansif. Tanah ekspansif merupakan tanah atau batuan yang memiliki potensi untuk mengembang dan menyusut akibat pengaruh kadar air. lempung merupakan tanah dengan ukuran mikronis sampai dengan sub-mikronis yang dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering dan bersifat plastis pada kadar air sedang. Pada kadar air lebih tinggi lempung bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak. oleh karena itu diperlukan adanya tindakan untuk meningkatkan kualitas dan daya dukung tanah lempung ekspansif, salah satunya

yaitu dengan menggunakan campuran *fly ash*, dan *slag baja*.

Pada penelitian ini, perbaikan tanah lempung dilakukan dengan menggunakan penambahan bahan campuran sebanyak 5%, 10%, dan 15% dari berat tanah (dengan perbandingan campuran 75% *slag baja* dan 25% *fly ash*). Pada penelitian sebelumnya, dengan menggunakan campuran yang sama (dengan perbandingan *fly ash* 50% dan *slag baja* 50%) mendapatkan nilai CBR (*soaked* dan *unsoaked*) tertinggi dan prosentase swelling minimum pada kondisi campuran dengan prosentase 10%.

Pada umumnya, yang disebut dengan tanah lempung adalah tanah dengan ukuran partikel mikrokonis sampai

dengan submikrokonis yang berasal dari pelapukan unsur kimiawi penyusun batuan (Terzaghi, 1987). Tanah lempung dapat dibagi menjadi dua dilihat dari mineral pembentuknya, yaitu tanah lempung ekspansif dan tanah lempung non ekspansif. tanah lempung ekspansif mengandung jenis-jenis material tertentu yang mengakibatkan tanah lempung ekspansif mempunyai luas permukaan yang cukup besar dan mudah menyerap air dalam jumlah besar.

Pada penelitian sebelumnya, dari hasil pengujian batas-batas *atterberg* terhadap tanah asli didapat nilai batas cair sebesar 125%, batas plastis 44.315%, batas susut 8.23%, dan indeks plastisitas sebesar 80.685%.

KOMPOSISI TANAH	LL (%)	PL (%)	SL (%)	PI (%)
Tanah asli	125	44.315	8.23	80.685
Tanah asli + 5% campuran	109.56	43.353	8.511	66.299
Tanah asli + 10% campuran	95.399	39.165	9.709	56.234
Tanah asli + 15% campuran	86.168	30.406	10.981	55.763

Tabel 1 Hasil pemeriksaan batas-batas *atterberg*

Dengan adanya penambahan campuran *fly ash* dan *slag baja*, indeks plastisitas tanah menurun seiring dengan penambahan campuran kedua bahan tersebut. Tanah

yang diperlakukan dengan cara ini dapat mengalami penurunan Indeks Plastis dan penyusutan atau pemuaian yang cukup

berarti, tergantung pada jumlah bahan yang digunakan.

Kekuatan tanah dasar banyak tergantung pada kadar airnya, makin tinggi kadar airnya, maka akan semakin kecil kekuatan nilai CBR dari tanah tersebut (L.D. Wesley, 1977). Tetapi hal tersebut tidak berarti tanah dasar harus dipadatkan dengan kadar air yang rendah agar

mendapat nilai CBR yang tinggi, karena air akan mudah meresap kedalam tanah dasar dan menyebabkan kekuatan dan nilai CBR-nya turun sampai kadar air seimbang atau mencapai nilai yang konstan (Arief Rachmansyah, 2008).

Pada penelitian sebelumnya didapat hasil pengujian CBR terendam dan CBR tidak terendam sebagai berikut:

Komposisi Bahan	Kadar Air (%)	berat isi kering (gr/cm ³)	CBR (unsoaked) (%)
Tanah asli	28.381	1.228	6.433
	21.584	1.21	7.077
	23.485	1.249	4.503
	27.712	1.271	7.398
Tanah asli + 5% bahan campuran	31.109	1.251	10.293
	17.404	1.22	9.65
	20.458	1.355	9.65
	26.203	1.384	12.545
Tanah asli + 10% bahan campuran	28.098	1.29	13.028
	11.727	1.354	9.007
	15.651	1.378	7.398
Tanah asli + 15% bahan campuran	22.569	1.438	10.937
	26.576	1.299	11.902

Tabel 2 Hasil Uji CBR Tak Terendam (*Unsoaked*)

Pada hasil tersebut didapat bahwa CBR tidak berbanding lurus dengan berat isi kering, seharusnya apabila berat isi menunjukkan kenaikan, maka nilai CBR juga akan naik, namun pada penelitian ini tidak menunjukkan hal tersebut. Hal ini kemungkinan disebabkan karena hanya menggunakan 1 sample saja.

Nilai CBR tertinggi pada saat kondisi OMC dari tiap campuran diperoleh pada penambahan bahan campuran sebanyak 10%. Pada campuran 15% terjadi penurunan nilai CBR, hal ini kemungkinan disebabkan karena terdapat bahan pozzolan yang berlebih pada tanah lempung sehingga tidak terjadi proses sementasi.

Komposisi Bahan	Kadar Air (%)	Berat isi kering (gr/cm ³)	CBR (soaked) (%)
Tanah asli	28.381	1.228	0.965
Tanah asli + 5% bahan campuran	21.584	1.21	2.573
	23.485	1.249	1.673
	27.712	1.271	2.284
	31.109	1.251	2.67
Tanah asli + 10% bahan campuran	17.404	1.22	1.287
	20.4458	1.355	1.287
	26.203	1.384	3.538
	28.098	1.29	5.468
Tanah asli + 15% bahan campuran	11.727	1.254	2.573
	15.651	1.278	2.091
	22.569	1.438	3.378
	26.576	1.299	5.79

Tabel 3 Hasil Uji CBR Terendam (*Soaked*)

Untuk CBR terendam menunjukkan penurunan nilai CBR terendam dari CBR tak terendam, yang disebabkan karena penambahan air yang dapat mengurangi kekuatan dari tanah. Dari hasil diatas dapat dilihat bahwa penambahan bahan campuran fly ash dan slag baja dapat meningkatkan nilai CBR terendam. Nilai CBR tertinggi pada saat OMC diperoleh pada penambahan bahan campuran dengan prosentase 10%.

Pengujian tekanan tanah merupakan lanjutan dari uji prosentase mengembang setelah didapatkan pengembangan maksimum. Selanjutnya tanah diberi tekanan bertahap hingga kembali ke angka pori awal (e_0). Pembacaan dial dilakukan settiap penambahan masing-masing beban setelah pembebanan berlangsung selama 24 jam.

Pada penelitian sebelumnya didapat hasil sebagai berikut

Komposisi Bahan	Kadar Air (%)	Berat isi kering (gr/cm ³)	Swell (%)
Tanah asli	28.381	1.228	5.592
Tanah asli + 5% bahan campuran	21.584	1.21	4.408
	23.485	1.249	4.464
	27.712	1.271	3.72
	31.109	1.251	1.592
Tanah asli + 10% bahan campuran	17.404	1.22	6.224
	20.4458	1.355	6.4
	26.203	1.384	2.2
	28.098	1.29	1.296
Tanah asli + 15% bahan campuran	11.727	1.254	9.152
	15.651	1.278	10.368
	22.569	1.438	5.344
	26.576	1.299	3.472

Tabel 4 Hasil Uji *Swelling*

Dengan adanya penambahan bahan campuran fly ash dan slag baja pada saat kondisi OMC diperoleh pada penambahan sebanyak 10%, yaitu sebesar 2.2%. hal ini disebabkan penambahan bahan campuran mengakibatkan rongga-rongga yang ada pada butiran tanah akan terisi, sehingga rongga-rongga butiran menjadi lebih padat, rapat, dan kompak.

METODE PENELITIAN

Untuk mendapatkan data pada penelitian ini dengan melakukan pengujian di laboratorium. Tanah yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Desa Ngasem, Bojonegoro. Dan *Slag* Baja dari

PT. Ispat Indo, Surabaya. Presentase penambahan bahan campuran adalah sebesar 5%, 10%, dan 15% dengan masing masing perbandingan *Slag* Baja dan *Fly Ash* sebesar 75% *Slag* Baja dan 25% *Fly Ash*.

Penelitian dimulai dengan pengambilan contoh tanah dari desa Ngasem, Bojonegoro. Disamping melakukan pengeringan tanah juga dilakukan uji pendahuluan yang meliputi uji kadar air, batas atterberg, uji kepadatan, specific gravity, analisis butiran tanah, uji CBR dan *Swelling*. Setelah tanah kering ditumbuk dan disaring menggunakan ayakan no. 4 diambil tanah yang lolos

ayakan tersebut. Tanah ditimbang sesuai dengan kebutuhan, kemudian dicampur dengan agu terbang dan kapur sesuai dengan persentase yang telah ditentukan sebelumnya. Tanah campuran setelah homogen diperam selama 1 hari kemudisn baru dilakukan pemadatan. Pengujian sifat fisis tanah lempung meliputi uji spesifik gravity (ASTM D854-91), uji batas konsistensi (ASTM D423-66, D424-59 dan D427-61), uji gradasi butiran menggunakan uji hydrometer (ASTM D422-63), uji saringan (ASTM D421-85). Pengujian

sifat mekanis meliputi uji pemadatan (ASTM D698-78), uji CBR (ASTMvD1803-94), dan uji *Swelling* Penelitian selanjutnya mengikuti prosedur yang diberikan dalam standar uji ASTM yang diacu.

HASIL PENELITIAN

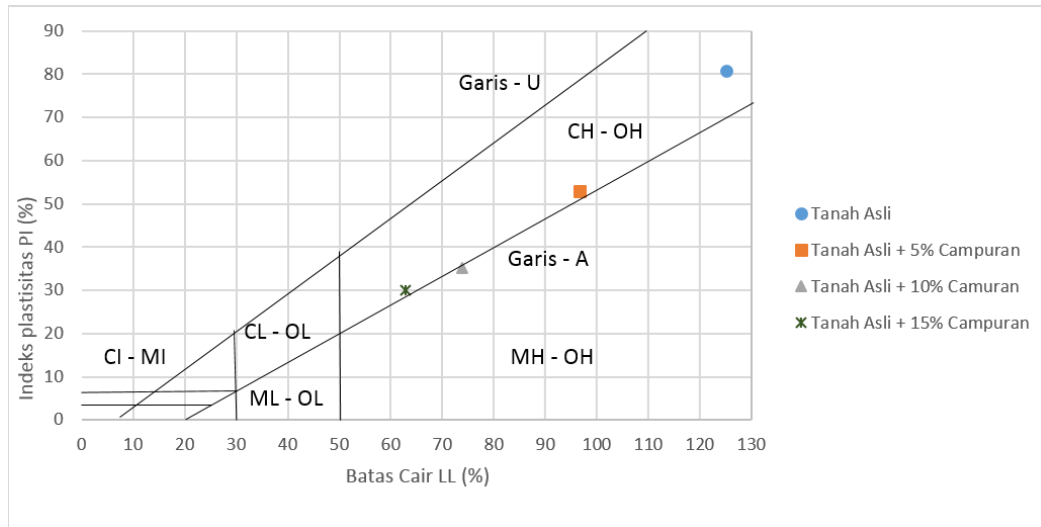
Dari hasil penelitian didapatkan bahwa tanah lempung di Desa Ngasem, Bojoegoro memiliki klasifikasi karakteristik seerti yang ditampilkan pada tabel 5 dan 6

BAHAN	Spesific Gravity
Tanah Asli	2.528
Slag Baja	3.715
Fly Ash	2.838
Slag Baja + Fly Ash	3.186
Tanah Asli + 3.75% Slag Baja + 1.25% fly Ash	2.556
Tanah Asli + 7.5% Slag Baja + 2.5% fly Ash	2.588
Tanah Asli + 11.25% Slag Baja + 3.75% Fly Ash	2.605

Tabel 5 Hasil Uji Specific Gravity

KOMPOSISI TANAH	LL (%)	PL (%)	SL (%)	PI (%)
TANAH ASLI	125	44.315	8.230	80.685
TANAH ASLI + 3.75% <i>SLAG</i> BAJA + 1.25% <i>FLY ASH</i>	95.804	43.565	8.534	52.239
TANAH ASLI + 3.75% <i>SLAG</i> BAJA + 1.25% <i>FLY ASH</i>	72.588	38.627	9.466	33.961
TANAH ASLI + 3.75% <i>SLAG</i> BAJA + 1.25% <i>FLY ASH</i>	60.976	32.746	10.273	28.231

Tabel 6 Hasil Uji Batas *Atterberg*



Gambar 1 Hasil Klasifikasi Tanah menurut Sistem *Unified*

KOMPOSISI BAHAN	KADAR AIR (%)	BERAT ISI KERING (gr/cm ³)	CBR (<i>Unsoaked</i>) (%)
TANAH ASLI	28.381	1.228	6.889
TANAH ASLI + 3.75% <i>SLAG</i> BAJA + 1.25% <i>FLY ASH</i>	21.458	1.329	1.463
	26.431	1.365	6.939
	32.001	1.364	5.003
	33.454	1.272	3.998
TANAH ASLI + 7.5% <i>SLAG</i> BAJA + 2.5% <i>FLY</i> <i>ASH</i>	15.932	1.368	4.133
	22.746	1.383	4.612
	27.547	1.434	8.316
TANAH ASLI + 11.25% <i>SLAG</i> BAJA + 3.75% <i>FLY ASH</i>	29.295	1.321	3.975
	12.534	1.292	3.788
	15.211	1.450	3.886
	21.410	1.484	5.429
	27.085	1.454	3.809

Tabel 7 Hasil Uji CBR Tak Terendam (*Unsoaked*)

KOMPOSISI BAHAN	KADAR AIR (%)	BERAT ISI KERING (gr/cm³)	CBR (Soaked) (%)
TANAH ASLI	28.381	1.228	0.965
TANAH ASLI + 3.75% <i>SLAG</i> BAJA + 1.25% <i>FLY ASH</i>	21.458	1.329	1.180
	26.431	1.365	1.895
	32.001	1.364	3.189
	33.454	1.272	2.292
TANAH ASLI + 7.5% <i>SLAG</i> BAJA + 2.5% <i>FLY ASH</i>	15.932	1.368	1.403
	22.746	1.383	1.721
	27.547	1.434	4.166
	29.295	1.321	1.930
TANAH ASLI + 11.25% <i>SLAG</i> BAJA + 3.75% <i>FLY ASH</i>	12.534	1.292	1.771
	15.211	1.450	1.908
	21.410	1.484	3.546
	27.085	1.454	0.398

Tabel 8 Hasi Uji CBR Terendam (*Soaked*)

Komposisi Bahan	Kadar Air (%)	Berat Isi Kering (gr/cm³)	Swell (%)
TANAH ASLI	28.381	1.228	5.592
TANAH ASLI + 3.75% <i>SLAG</i> BAJA + 1.25% <i>FLY ASH</i>	21.458	1.329	3.750
	26.431	1.365	2.276
	32.001	1.364	2.073
	33.454	1.272	1.004
TANAH ASLI + 7.5% <i>SLAG</i> BAJA + 2.5% <i>FLY ASH</i>	15.932	1.368	3.621
	22.746	1.383	1.690
	27.547	1.434	0.474
	29.295	1.321	0.341
TANAH ASLI + 11.25% <i>SLAG</i> BAJA + 3.75% <i>FLY ASH</i>	12.534	1.292	1.276
	15.211	1.450	0.927
	21.410	1.484	0.526
	27.085	1.454	0.198

Tabel 9 Hasil Uji *Swelling*

PEMBAHASAN

CBR Tak Terendam (*Unsoaked*)

Dari uji CBR Tak Terendam seperti terlihat pada Gambar 2 menunjukkan harga CBR tanah terjadi kenaikan. Kenaikan harga CBR terjadi akibat reaksi antara tanah, *Slag* Baja dan *Fly Ash* yang memicu terjadinya sementasi sehingga tanah menjadi lebih keras jika dibandingkan dengan tanah asli. Nilai CBR Tak Terendam cenderung meningkat

seiring dengan bertambahnya bahan campuran yang diberikan, tetapi cenderung mengalami penurunan pada saat penambahan campuran sebanyak 15%. Hal ini dapat terjadi kemungkinan karena banyaknya bahan pozzolan yang diterima hingga berlebih pada tanah tersebut, sehingga tidak terjadi proses sementasi. Dan didapatkan CBR maksimum pada penambahan sebanyak 10%, yaitu sebesar 8.316%.



Gambar 2 Perbandingan Nilai CBR *Unsoaked* tiap Variasi

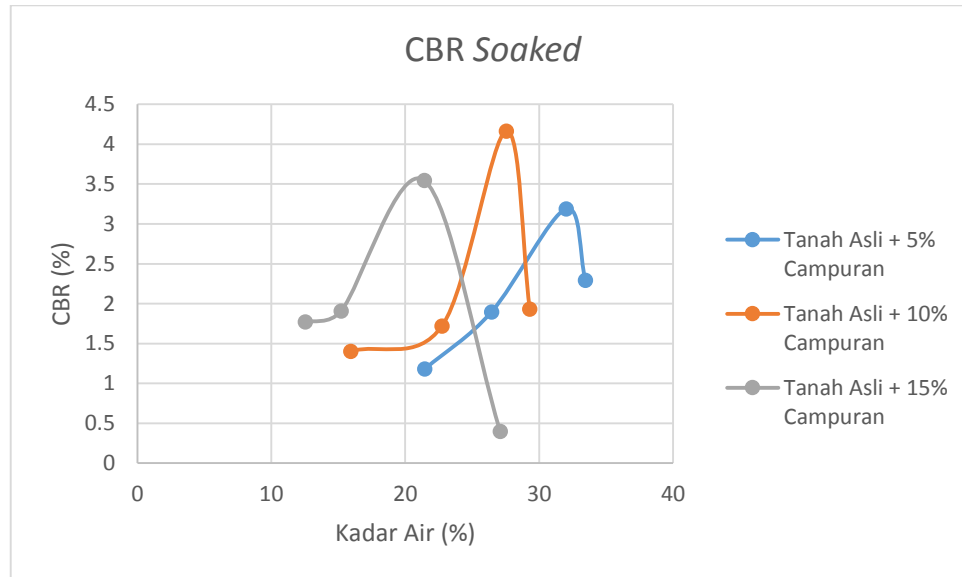
CBR Terendam (*Soaked*)

Pada grafik yang ditunjukkan pada gambar 3, CBR terendam cenderung lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai CBR tak terendam, hal ini disebabkan karena

penambahan air akibat perendaman mengakibatkan menurunnya kekuatan tanah, sehingga tanah menjadi lunak. Tetapi pengujian CBR *Soaked* adalah kondisi yang sering dialami/mendekati kondisi di lapangan, karena pada

kenyataannya air sangat mempengaruhi keadaan tanah di lapangan. Pada pengujian ini didapatkan nilai CBR tertinggi pada variasi penambahan campuran sebanyak 10%, dan jika terus

ditambah bahan campuran akan mengalami penurunan harga CBR. CBR maksimum didapatkan pada penambahan campuran sebanyak 10%, yaitu sebesar 4.166%.

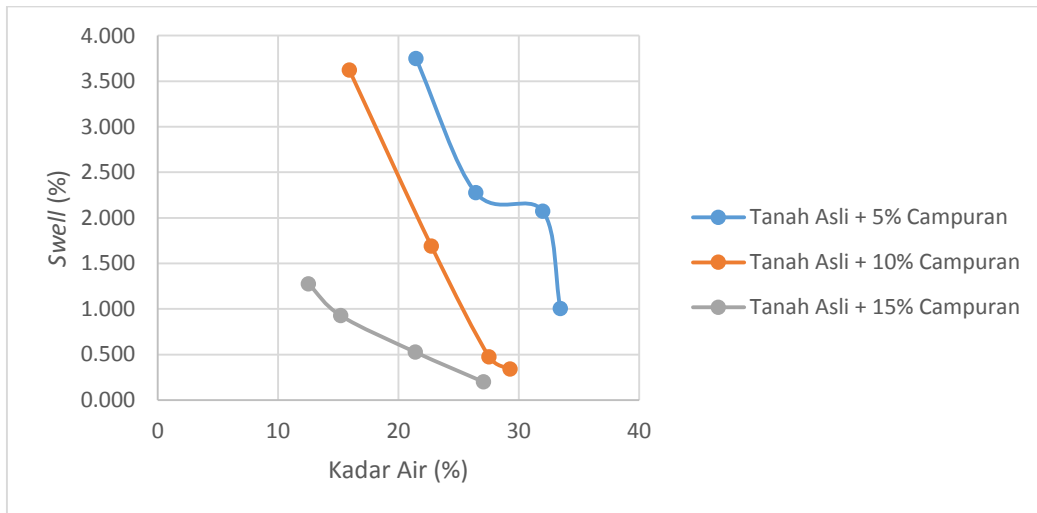


Gambar 3 Perbandingan Nilai CBR Soaked pada Tiap Variasi

Pengujian Swelling

Hasil yang didapat pada pengujian ini ditunjukkan pada gambar 4, pada grafik tersebut ditunjukkan bahwa semakin tinggi kadar air, maka tingkat *swelling* menjadi lebih kecil, seiring dengan penambahan prosentase campuran. Semakin banyak kadar air yang di berikan dan semakin banyak bahan campuran yang diberakibat berakibat menurunkan

tingkat pengembangan pada tanah sampel. Hal ini disebabkan karena jika benda uji dipadatkan dengan kadar air yang lebih rendah dari OMC, pada saat dilakukan perendaman akan banyak air yang meresap masuk ke dalam tanah, sehingga mengakibatkan nilai pengembangan bertambah. *Swelling* paling rendah didapatkan pada prosentase 15% dengan pengembangan sebesar 0.189%

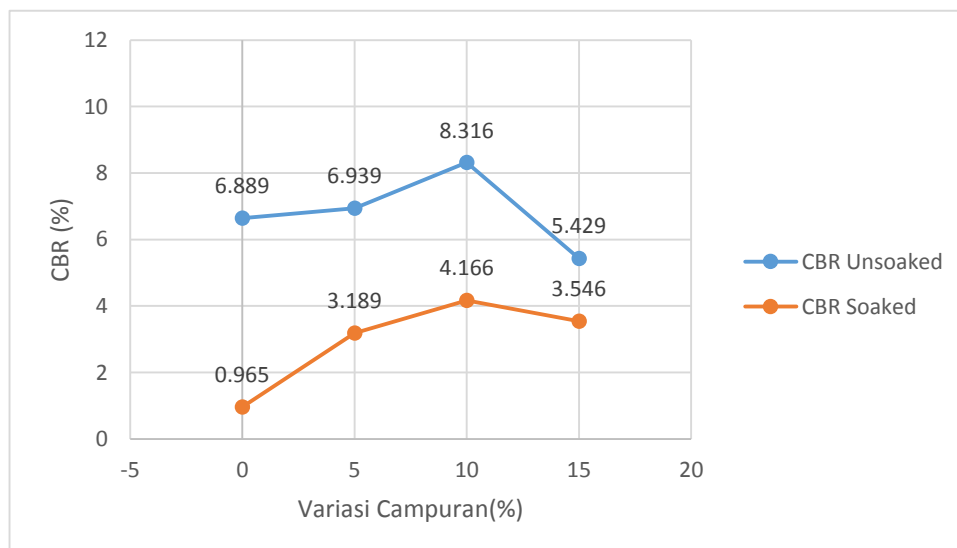


Gambar 4 Hasil Uji *Swelling* tiap Variasi

Perbandingan CBR *Soaked* & *Unsoaked*

Berikut ditampilkan perbandingan antara CBR terendam dan CBR tak terendam. Dari grafik tersebut didapatkan bahwa CBR *Soaked* lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai CBR *Unsoaked*. Hal ini

disebabkan karena dengan adanya rendaman, maka kadar air dalam tanah akan bertambah karena air masuk melalui pori-pori tanah, dan pada saat dibebani, air akan keluar melewati pori tanah sehingga mengurangi kekuatan tanah. Oleh sebab itulah CBR yang dihasilkan juga kecil.



Gambar 5 Perbandingan CBR *Unsoaked* & CBR *Soaked*

SIMPULAN

Jenis tanah di Desa Ngasem, Bojonegoro, termasuk dalam tanah lempung ekspansif. batasan konsistensi antara lain nilai LL = 125%, PL = 44.315%, dan PI = 80.658% dengan nilai specific gravity sebesar 2.528. Menurut klasifikasi USCS termasuk dalam kelompok CH (lempung organik)

Untuk CBR terendam dan tak terendam memiliki pola yang sama, yaitu mendapatkan nilai maksimum pada variasi penambahan 10%, yaitu masing-masing sebesar 4.166% dan 8.316%.

Pada pengujian *swelling* terendam didapatkan pada variasi 15% sebesar 0.198%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan yang telah banyak memberikan bantuannya pada pengerjaan dan penyusunan penelitian ini sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J. E. 1991. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Edisi kedua. Jakarta: Erlangga
- Braja, M. Das. 1985. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa*

Geoteknis). Jilid I. Jakarta: Erlangga

- Christady, H. 2010. *Stabilisasi Tanah untuk Perkerasan Jalan Raya*. Yogyakarta: GMUP
- D. Nelson, J. 1991. *Expansive Soil*. Colorado: Wiley
- Hardiyatmo, H.C. 1999. *Mekanika Tanah I*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Umum.
- Hartati. 2009. *Studi Pengaruh Steel Slag Sebagai Pengganti Agregat Kasar pada Campuran Aspal Beton Terhadap Workabilitas dan Durabilitas*. Jurnal. Padang: Politeknik Negeri Padang.
- LH Sirley. 1994. *Geoteknik dan Mekanika Tanah*. Bandung: NOVA
- Prasetyo, Rendra. 2013. *Pengaruh Penambahan Campuran Slag Baja dan Fly Ash pada Tanah Lempung Ekspansif Terhadap Nilai CBR dan Swelling*. Malang: Jurusan Teknik Sipil, Universitas Brawijaya Malang.
- Risman. *Kajian Kuat Geser dan CBR Tanah Lempung yang Distabilisasi dengan Abu Terbang dan Kapur*. Semarang: Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Semarang.