

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan menguraikan dan membahas hasil penelitian yang diperoleh dari uji *specific gravity*, uji Pemadatan, uji CBR terendam (*Soaked*) dan CBR tak terendam (*Unsoaked*) serta uji *Swelling* terhadap tanah asli dan tanah yang diberi campuran serbuk *gypsum* dan abu sekam padi. Untuk uji CBR terendam (*Soaked*) dan CBR tak terendam (*Unsoaked*) serta uji *Swelling* dilakukan *non-curing* dan *curing* selama 7 serta 14 hari setelah tanah yang diberi campuran serbuk *gypsum* dipadatkan di mold.

Dari hasil pengujian fisik tanah asli sebagai bahan uji, diperoleh data hasil uji *specific gravity*, *atterberg limit*, *sieve analysis*, *hydrometer analysis* dan *compaction test*. Sedangkan untuk tanah dengan campuran serbuk *gypsum* dan abu sekam padi diperoleh data hasil uji *specific gravity*, *atterberg limit*, CBR *Soaked* dan *Unsoaked* serta *Swelling*.

4.1 Pemeriksaan Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Pengujian berat jenis bertujuan untuk menentukan berat jenis suatu bahan yang kita uji, berat jenis merupakan nilai perbandingan berat butiran tanah dengan berat air dengan volume yang sama pada suhu tertentu.

Bahan-bahan yang akan digunakan sebagai benda uji adalah tanah asli, abu sekam, dan serbuk *gypsum* dengan perbandingan 1 : 1, serta tanah asli yang telah dicampur dengan 4% serbuk *gypsum* + 4% abu sekam padi, 4% serbuk *gypsum* + 5% abu sekam padi, 4% serbuk *gypsum* + 6% abu sekam padi, dan 4% serbuk *gypsum* + 8% abu sekam padi. Hasil percobaan berat jenis dapat dilihat pada table dibawah ini :

BAHAN	BERAT JENIS
Tanah Asli	2,528
Serbuk Gypsum	2,730
Abu Sekam Padi	2,153
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 4% Abu Sekam Padi	2,513
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 5% Abu Sekam Padi	2,515
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 6% Abu Sekam Padi	2,517
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 8% Abu Sekam Padi	2,520

Tabel 4.1 Hasil pengujian Berat Jenis Bahan

Dari table 4.1 dapat diketahui bahwa nilai berat jenis tanah asli sebesar 2.52888, dengan penambahan campuran serbuk gypsum dan abu sekam padi dapat menyebabkan penurunan berat jenis tanah tersebut. Pengaruh penambahan dapat dilihat pada table 4.1.

Berdasarkan pengujian diketahui bahwa nilai berat jenis tanah cenderung menurun setelah di tambahkan serbuk gypsum dan abu sekam padi, dikarenakan proses sementasi pada tanah,serbuk gypsum dan abu sekam padi menyebabkan penggumpalan yang merekatkan antar partikel. Rongga-rongga pori yang ada telah sebagian akan dikelilingi bahan sementasi yang lebih keras dan lebih sulit ditembus air. Rongga pori yang terisolasi oleh lapisan sementasi kedap air akan terukur sebagai volume butiran sehingga memperbesar volume butiran dan selanjutnya menurunkan nilai G_s -nya.

4.2 Klasifikasi Tanah Asli

4.2.1 Analisis Saringan dan Hidrometer

Uji analisis butiran terbagi menjadi dua bagian pengujian, yaitu uji analisis saringan (*mechanical grain sieze*) dan uji analisis hydrometer. Uji analisis saringan adalah untuk menentukan pembagian butir tanah atau gradasi antara agregat halus dan agregat kasar yang tertahan saringan No. 200 dengan menggunakan saringan. Analisis hydrometer berperan dalam menentukan distribusi ukuran butir-butir untuk tanah yang lolos saringan No. 200.

Berikut ditampilkan hasil analisa saringan dan analisa hydrometer dari tanah lempung yang diambil dari Desa Ngasem Bojonegoro:

Tabel 4.2 Hasil Analisa Saringan.

Saringan		Tertahan saringan (gram)	Jumlah Tertahan (gram)	% Jumlah Tertahan	% Lolos Saringan
No.	Diameter (mm)				
4	4.750	0	0	0.0000	100.0000
10	2.000	0	0	0.0000	100.0000
20	0.850	0	0	0.0000	100.0000
40	0.425	0	0	0.0000	100.0000
50	0.300	0	0	0.0000	100.0000
80	0.180	0	0	0.0000	100.0000
100	0.150	5.4	5.4	1.0887	98.9113
200	0.075	17.9	23.3	4.6976	95.3024
Pan	-	472.7	496	100.0000	0.0000

Tabel 4.3 Hasil Analisa Hidrometer

t (minute)	C (°C)	Rh	Cr	Rc (Rh+Ct)	a	Finer (%)	Prosentase Finer (%)	R
0.5	26	1.0290	1.65	2.6790	1.01	5.4212	94.5788	30.0000
1	26	1.0285	1.65	2.6785	1.01	5.4202	89.1586	29.5000
2	26	1.0280	1.65	2.6780	1.01	5.4192	83.7395	29.0000
15	26	1.0275	1.65	2.6775	1.01	5.4181	78.3213	28.5000
30	26	1.0270	1.65	2.6770	1.01	5.4171	72.9042	28.0000
60	26	1.0260	1.65	2.6760	1.01	5.4151	67.4891	27.0000
120	26	1.0240	1.65	2.6740	1.01	5.4111	62.0780	25.0000
1440	26	1.0210	1.65	2.6710	1.01	5.4050	56.6730	22.0000

Dari hasil analisa saringan, tanah dari Desa Ngasem, Bojonegoro tersebut merupakan tanah berbutir halus menurut klasifikasi tanah USCS, yaitu prosentase lolos saringan no. 200 sebesar 95,3%. Sedangkan untuk tanah berbutir halus atau tanah yang lolos saringan no. 200 ditentukan dengan menggunakan uji hydrometer (sedimentasi).

GRAFIK ANALISA SARINGAN DAN HIDROMETER



Dari grafik diatas dapat diketahui komposisi tanah asli yaitu 21% termasuk lanau dan 57% termasuk lempung.

4.2.2 Pemeriksaan Atterberg Limit dan Swelling

Uji sejumlah indeks dasar tanah dapat digunakan untuk evaluasi berpotensi ekspansif atau tidak pada suatu contoh tanah. Uji indeks dasar adalah uji batas-batas Atterberg, uji *shrinkage limit*, uji pengembangan. Berikut data-data tanah asli yang didapatkan dari uji-uji diatas:

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Tanah Lempung Ekspansif di Bojonegoro

Macam-macam Uji	Tanah Asli
Liquid Limit	92,11%
Plastic Limit	40,24%
Shrinkage Limit	8,23%
Indeks Plastisitas	51,87%
Swell	6,186%

Dari tabel diatas tanah lempung ekspansif Bojonegoro dapat dikelompokkan tanah tersebut merupakan tanah lempung ekspansif dengan potensi mengembang tinggi, derajat mengembang yang kritis dan berplastisitas tinggi.

4.3 Pemeriksaan Batas –Batas Atterberg

Batas – batas atterberg merupakan metode pengujian untuk mengetahui keadaan konsistensi dari tanah berbutir halus pada kadar air yang bervariasi. Pengujian batas-batas atterberg ini dimaksudkan untuk mengetahui jenis tanah yang akan digunakan sebagai benda uji.

Beberapa jenis pengujian atterberg ini antara lain pengujian batas plastis (*plastic limit*), batas cair (*liquid limit*), dan batas susut (*shrinkage limit*). Pada pengujian batas atterberg ini dilakukan pada tanah asli dan tanah menggunakan bahan yang telah dicampur dengan serbuk gypsum dan abu sekam padi. Berikut ini merupakan hasil pengujian batas-batas atterberg :

Tabel 4.5 Nilai batas Atterberg tiap komposisi campuran

KOMPOSISI TANAH	LL	PL	SL	IP
Tanah Asli + 0% Serbuk Gypsum + 0% Abu Sekam Padi	125 %	44,31%	8,23	80,68%
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 4% Abu Sekam Padi	90,48%	45,20%	9,29	45,27%
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 5% Abu Sekam Padi	81,98%	46,41%	10,68	35,56%
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 6% Abu Sekam Padi	81,64%	47,42%	11,28	34,26%
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 8% Abu Sekam Padi	80,73%	48,84%	12,62	31,89%

Dari hasil pengujian batas atterberg terhadap tanah asli didapat batas cair sebesar 125%, batas plastis 44,31%, batas susut 8,23% serta indeks plastisitas sebesar 80,68%. Dengan adanya penambahan zat campuran terhadap tanah sampel didapatkan indeks plastisitas tanah menurun seiring dengan penambahan campuran kedua bahan tersebut, hal ini dikarenakan serbuk gypsum yang dicampurkan pada tanah lempung dapat mengurangi retak karena sodium pada tanah tergantikan oleh kalsium pada gypsum.

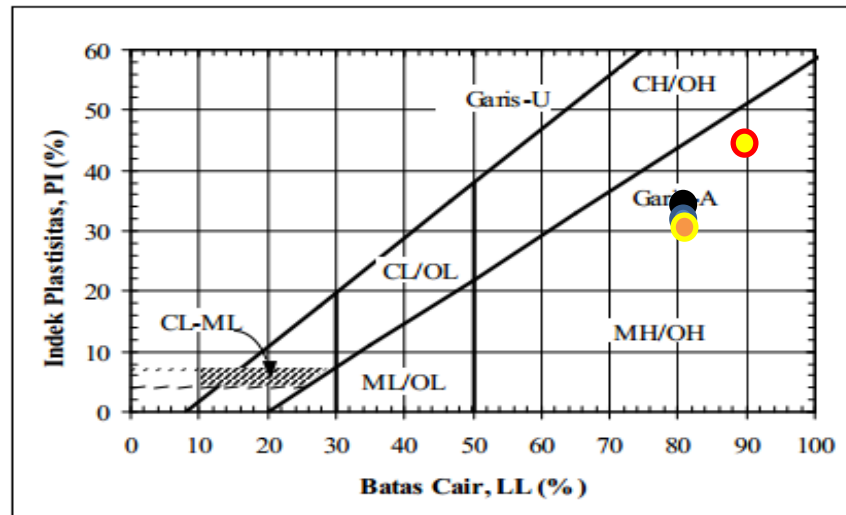
Setelah melihat hasil pengujian diatas, jumlah butiran yang lolos saringan No.200 lebih dari 50% maka dapat digolongkan bahwa sampel merupakan tanah berbutir halus, sehingga dapat diklasifikasikan berdasarkan indeks plastisnya.

4.4 Sistem Klasifikasi Tanah Sistem Unified

Berdasarkan klasifikasi tanah Unified, melihat hasil dari prosentase distribusi tanah lolos saringan No. 200 sebesar 95,3% tanah tersebut merupakan tanah berbutir halus dan dilihat dari batas-batas Atterberg dengan nilai LL sebesar 125% dan PL sebesar 44,32% maka nilai PI sebesar 80,68% sehingga untuk tanah di daerah Desa Ngasem Bojonegoro tergolong sebagai tanah CH (lempung anorganik dengan plastisitas tinggi) atau OH (lempung organik dengan plastisitas tinggi).

Tabel 4.6 Klasifikasi Tanah Asli dan Tanah Campuran

KOMPOSISI BAHAN	LL	PL	PI	KET.
Tanah Asli	125 %	44,31%	80,68%	MH/OH
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 4% Abu sekam padi	90,48%	45,20%	45,27%	MH/OH
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 5% Abu sekam padi	81,98%	46,41%	35,56%	MH/OH
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 6% Abu sekam padi	81,64%	47,42%	34,26%	MH/OH
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 8% Abu sekam padi	80,73%	48,84%	31,89%	MH/OH



Gambar 4.2 Sistem Klasifikasi Tanah Sistem Unified

4.4.1 Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO

Berdasarkan system klasifikasi AASHTO dengan nilai $LL = 125\%$ dan $PI = 80,68\%$ maka tanah tersebut termasuk salah satu syarat dari tanah kelompok A-7-5 yaitu

$$PI \leq LL - 30$$

Sehingga berdasarkan system klasifikasi AASHTO tanah ini tergolong kelompok A-7-5 yaitu tanah lempung bersifat plastis dan mempunyai perubahan yang cukup besar.

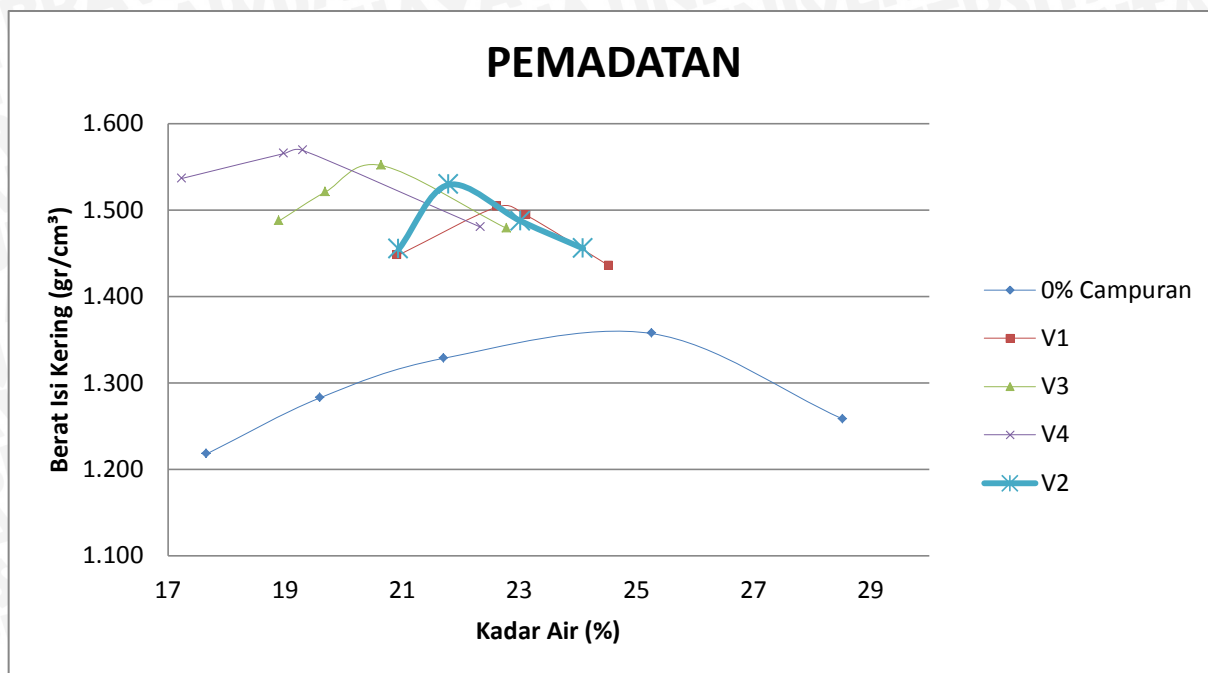
4.5 Pemeriksaan Pemadatan Standar

Pengujian pemadatan standar bertujuan untuk mengetahui nilai kadar air optimum (OMC) dan berat isi kering maksimum dari tanah yang akan digunakan sebagai benda uji. Dalam pemeriksaan pemadatan standar ini, selain dilakukan terhadap tanah asli juga dilakukan terhadap tanah asli yang diberi campuran serbuk gypsum dan abu sekam padi dengan variasi 4% serbuk gypsum + 4% abu sekam padi, 4% serbuk gypsum + 5% abu sekam padi, 4% serbuk gypsum + 6% abu sekam padi, dan 4% serbuk gypsum + 8% abu sekam padi dengan maksud untuk mendapatkan nilai kadar air optimum dan berat isi kering maksimum dari masing-masing variasi campuran. Pemeriksaan pemadatan standar tersebut dilakukan dengan metode B, berikut spesifikasinya :

- Diameter cetakan (*Mold*) 152 mm (6")
- Bahan lolos saringan No.4 (4,75 mm)
- Tinggi cetakan 4,58" (116,33 mm)

- Berat alat pemukul (*proctor*) 2,5 kg (5,5lbs) dengan tinggi jatuh 30,48 cm (12")

Berikut ini adalah hasil pengujian pemadatan standar tanah asli serta tanah yang telah dicampur dengan bahan stabilisasi yaitu serbuk gypsum dan abu sekam padi.



Gambar 4.3 Perbandingan hasil pemadatan tiap variasi bahan stabilisasi tanah

Dari gambar 4.3 dapat diketahui bahwa pemadatan dari setiap variasi pencampuran memiliki nilai kadar air optimum yang berbeda dan memiliki nilai berat isi kering maksimum yang semakin besar seiring dengan penambahan bahan stabilisasi.

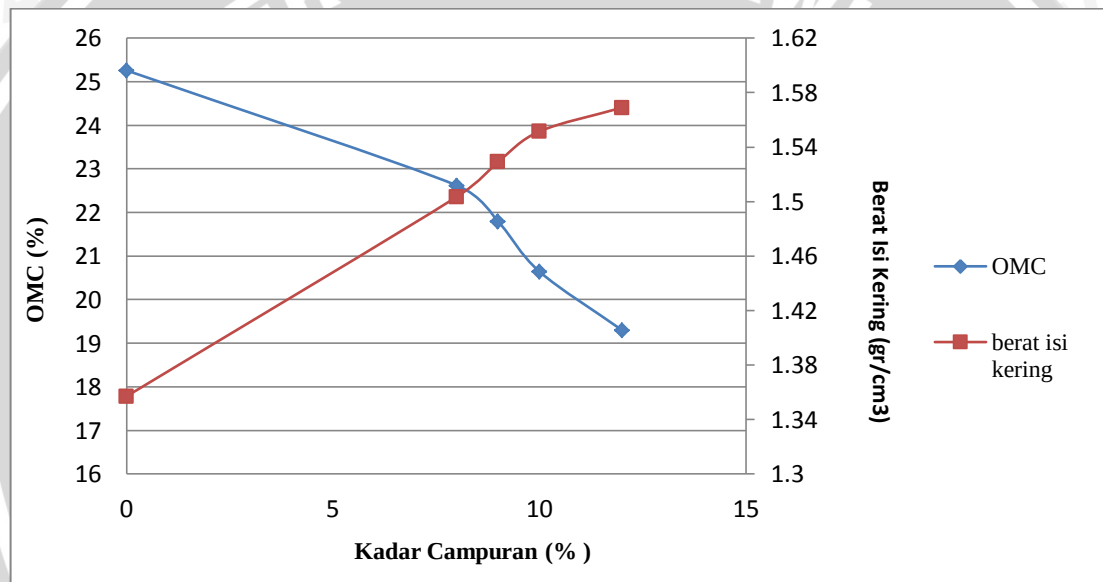
Tabel 4.7 Hasil pemeriksaan pemadatan standar

KOMPOSISI BAHAN	KADAR AIR OPTIMUM (%)	BERAT ISI KERING MAKSIMUM (gr/cm ³)
TANAH ASLI	25.26	1.357
TANAH ASLI + 4% SERBUK GYPSUM + 4% ABU SEKAM	22.619	1.50
TANAH ASLI + 4% SERBUK GYPSUM + 5% ABU SEKAM	21.787	1.529
TANAH ASLI + 4% SERBUK GYPSUM + 6% ABU SEKAM	20.642	1.551
TANAH ASLI + 4% SERBUK GYPSUM + 8% ABU SEKAM	19.298	1.569

Dari table diperoleh nilai kadar air optimum tanah asli sebesar 25,26% dengan berat isi kering maksimum sebesar 1,228 gr/cm³. Setelah melalui proses pemadatan pada tanah asli ruang pori yang berisi udara di isi oleh butiran tanah itu sendiri, namun dengan adanya penambahan serbuk gypsum dan abu sekam padi ruang pori tersebut terisi oleh butiran dari

kedua bahan stabilizer tersebut. Salah satu fungsi dari abu sekam padi adalah sebagai bahan *pozzolan* / sifat sementasi yang dapat mengeras sendiri karena kandungan silika yang terdapat didalam abu sekam tersebut.

Hal tersebut juga menjadikan tanah menjadi keras dan kaku sehingga menaikkan berat isi maksimum dan menurunkan nilai kadar air optimum tanah tersebut, selain itu nilai berat isi kering yang semakin meningkat berarti bahwa penambahan campuran mampu memadatkan butiran tanah dan mengurangi pori-pori udara sehingga tanah mempunyai tingkat kepadatan yang lebih tinggi dibandingkan sebelumnya. Selain itu abu sekam juga berfungsi sebagai *filler* atau sebagai pengisi pada rongga-rongga tanah yang dapat meningkatkan kerapatan tersebut.



Gambar 4.4 Hubungan antara penambahan campuran terhadap berat isi kering dan OMC

4.6 Pemeriksaan CBR Laboratorium

Pada penelitian ini pengujian CBR dibedakan menjadi dua bagian yaitu CBR terendam (*soaked*) dan CBR tidak terendam (*unsoaked*). Untuk masing-masing variasi penambahan bahan stabilisasi tanah, dilakukan pengujian CBR dengan variasi kadar air yang terdapat pada hasil pemadatan.

4.6.1 Pemeriksaan CBR Tanpa Rendaman (*unsoaked*)

Pengujian CBR tanpa rendaman ini merupakan pengujian yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Brawijaya tanpa melalui proses perendaman melainkan langsung dengan pengujian alat CBR. Pada pengujian CBR tanpa rendaman ini

dilakukan dengan variasi kadar air sesuai dengan kadar air hasil pemadatan masing-masing variasi pencampuran bahan stabilisasi tanah. Dalam pengujian ini juga dilakukan beberapa sampel uji yang di-*curing* selama 7 hari dan 14 hari.

Tabel 4.8 Perbandingan Nilai CBR tak terendam tiap variasi pada *curing* 0 hari

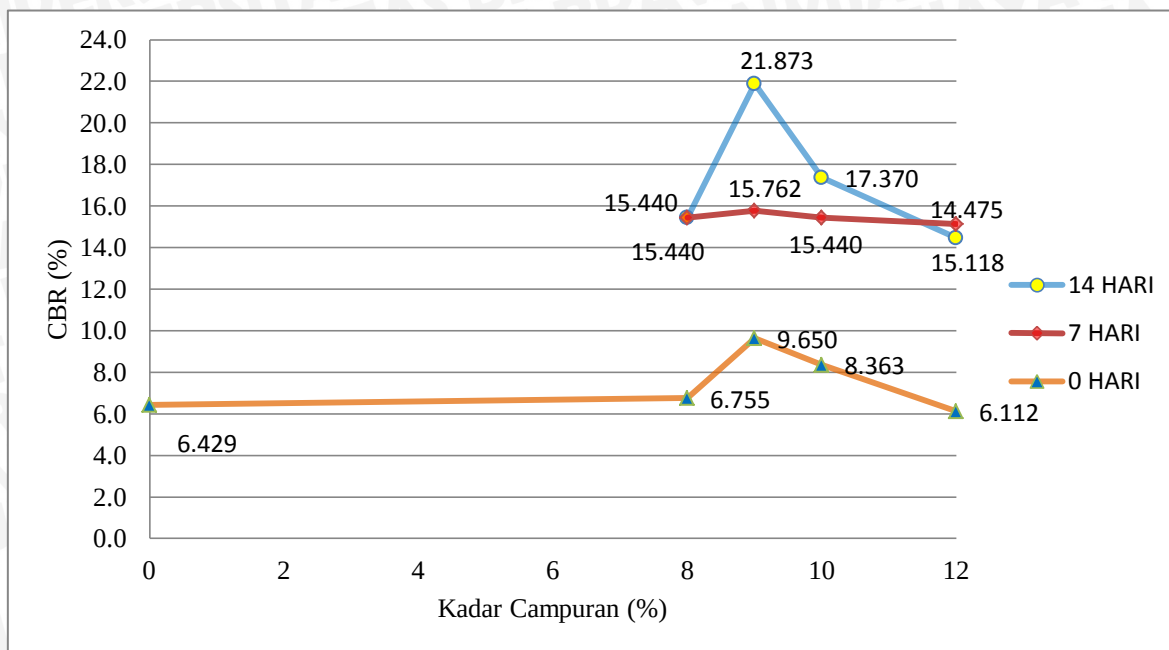
Komposisi Bahan	CBR (<i>unsoaked</i>)
TANAH ASLI	6,429%
TANAH ASLI + 4% SERBUK GYPSUM + 4% ABU SEKAM	6,755%
TANAH ASLI + 4% SERBUK GYPSUM + 5% ABU SEKAM	9,65%
TANAH ASLI + 4% SERBUK GYPSUM + 6% ABU SEKAM	8,3633%
TANAH ASLI + 4% SERBUK GYPSUM + 8% ABU SEKAM	6,112%

Tabel 4.9 Perbandingan Nilai CBR tak terendam tiap variasi pada *curing* 7 hari

Komposisi Bahan	CBR (<i>unsoaked</i>)
TANAH ASLI + 4% SERBUK GYPSUM + 4% ABU SEKAM	15,44%
TANAH ASLI + 4% SERBUK GYPSUM + 5% ABU SEKAM	15,761%
TANAH ASLI + 4% SERBUK GYPSUM + 6% ABU SEKAM	15,44%
TANAH ASLI + 4% SERBUK GYPSUM + 8% ABU SEKAM	15,11%

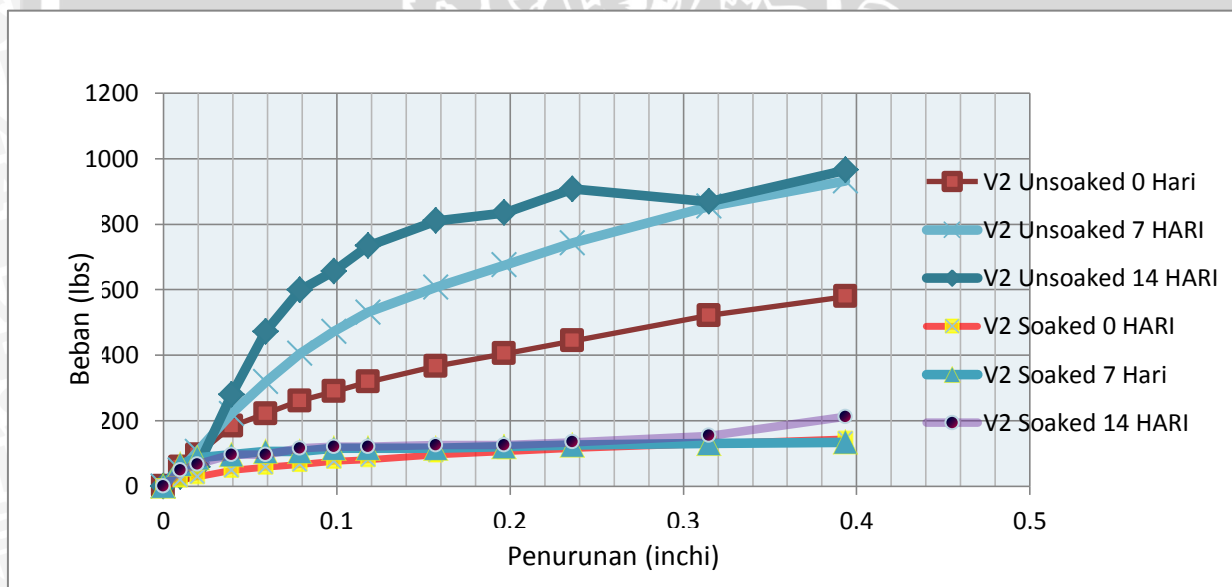
Tabel 4.10 Perbandingan Nilai CBR tak terendam tiap variasi pada *curing* 14 hari

Komposisi Bahan	CBR (<i>unsoaked</i>)
TANAH ASLI + 4% SERBUK GYPSUM + 4% ABU SEKAM	15,44%
TANAH ASLI + 4% SERBUK GYPSUM + 5% ABU SEKAM	21,87%
TANAH ASLI + 4% SERBUK GYPSUM + 6% ABU SEKAM	17,37%
TANAH ASLI + 4% SERBUK GYPSUM + 8% ABU SEKAM	14,47%



Gambar 4.5 Perbandingan Nilai CBR tak terendam

Dan berikut ini merupakan hasil perbandingan nilai CBR terendam dan CBR tidak terendam :



Gambar 4.6 Perbandingan Nilai CBR tak terendam dan terendam penambahan 4% serbuk gypsum dan 5% abu sekam padi

Pada hasil CBR di atas didapatkan hasil bahwa nilai CBR terbesar terdapat pada CBR curing 14 hari pada variasi kedua yaitu 21,873%. Dan dari hasil penambahan bahan stabilisasi campuran serbuk gypsum dan abu sekam padi dapat meningkatkan hasil CBR tidak terendam, meningkatnya nilai CBR sebagaimana adanya proses dari sementasi antar partikel tanah, serbuk gypsum, air, dan abu sekam padi selama proses perawatan (*curing*).

Sementasi ini menyebabkan penggumpalan tanah yang menyebabkan meningkatnya daya ikat antar butiran, hal ini juga akan meningkatkan kemampuan saling mengunci antar butiran dan selain itu rongga-rongga pori yang ada akan terisi oleh bahan campuran sebagaimana salah satu fungsi abu sekam padi sebagai bahan *filler* atau bahan pengisi.

4.6.2 Pemeriksaan CBR Rendaman (*Soaked*)

Pengujian CBR ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Brawijaya dengan tujuan mencari besarnya nilai CBR serta nilai pengembangan CBR didalam keadaan jenuh air. Sehingga pada keadaan ini tanah mengalami pengembangan yang maksimum, dimana tanah direndam selama 2 hari. Pada pengujian ini dilakukan terhadap variasi yang didapatkan dari CBR tidak terendam yang memiliki nilai terbesar di setiap waktu *curing*-nya. Hasil pengujian CBR rendaman adalah sebagai berikut :

Tabel 4.11 Hasil Pengujian CBR *Soaked* Tanpa *Curing* (0 Hari)

KOMPOSISI BAHAN	CBR (SOAKED)
Tanah Asli	0,884%
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 5% Abu Sekam Padi	2,57%
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 6% Abu Sekam Padi	1,28%

Tabel 4.12 Hasil Pengujian CBR *Soaked* Dengan *Curing* 7 Hari

KOMPOSISI BAHAN	CBR (SOAKED)
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 5% Abu Sekam Padi	2,57%
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 6% Abu Sekam Padi	1,12%

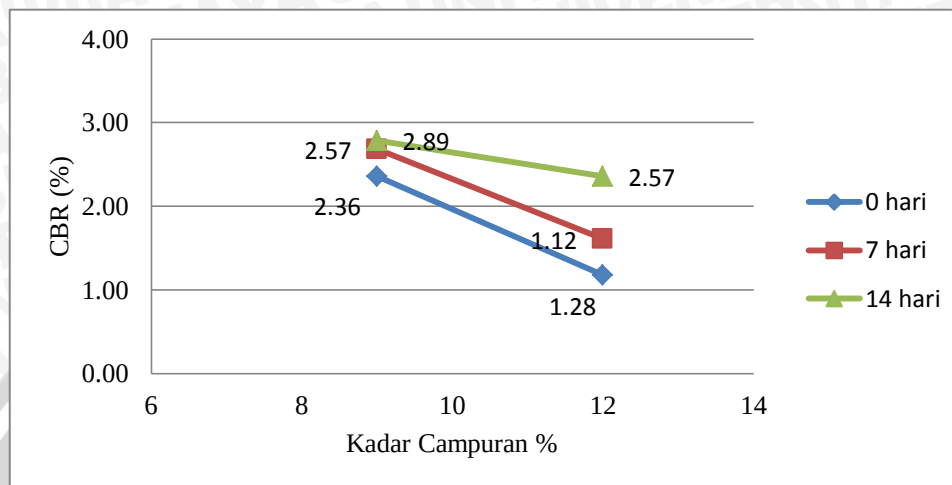
Tabel 4.13 Hasil Pengujian CBR *Soaked* Dengan *Curing* 14 Hari

KOMPOSISI BAHAN	CBR (SOAKED)
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 5% Abu Sekam Padi	2,89%
Tanah Asli + 4% Serbuk Gypsum + 6% Abu Sekam Padi	2,57%

Pada hasil CBR terendam didapatkan hasil bahwa nilai CBR pada kondisi terendam memiliki pola hampir sama dengan kondisi tidak terendam, namun memiliki penurunan nilai CBR dari CBR tidak terendam. Hal ini disebabkan oleh penambahan air yang dapat mengurangi kekuatan tanah tersebut, ini dikarenakan karena dalam keadaan kering banyak air yang akan meresap kedalam tanah sehingga tanah menjadi lunak. Sebaliknya apabila kadar air pada waktu dipadatkan adalah lebih basah daripada optimum maka hanya sedikit

air yang akan meresap sehingga berpengaruh terhadap kekuatan tanah yang akan menjadi lebih kecil.

Untuk hasil pengujian dengan grafik dapat dilihat dari grafik dibawah ini :



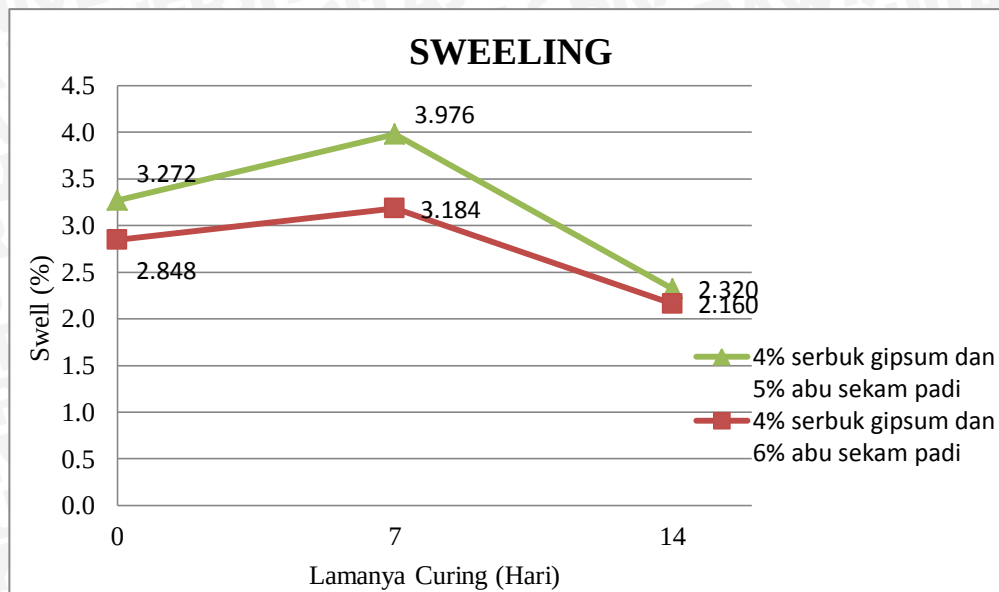
Gambar 4.7 Perbandingan Nilai CBR terendam

4.7 Pengujian Swelling (Pengembangan)

Pengembangan (*Swell*) adalah perbandingan perubahan tinggi selama perendaman terhadap tinggi benda uji semula dinyatakan dalam prosentase (%). Untuk uji pengembangan ini, dilakukan selama 48 jam. Pada pengujian ini dilakukan dengan variasi yang memiliki nilai CBR tak terendam tertinggi di setiap waktu *curing*-nya. Hasil dari pengujian *swelling* dapat dilihat pada table berikut ini :

Tabel 4.7 Hasil Pengujian *Swelling*

Komposisi Bahan	<i>swelling</i>
Tanah Asli	5,592%
Variasi 2 dengan <i>curing</i> 0 hari	3,273%
Variasi 2 dengan <i>curing</i> 7 hari	3,976%
Variasi 2 dengan <i>curing</i> 14 hari	2,320%



Gambar 4.8 Perbandingan nilai *swelling* pada variasi ke-2 dan ke-3

