

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pemeriksaan *Specific Gravity* (Gs)

*Specific Gravity* (Gs) didefinisikan nilai perbandingan berat butiran tanah dengan berat air dengan volume yang sama pada suhu tertentu. Pengujian *specific gravity* (Gs) bertujuan untuk menentukan berat jenis suatu bahan yang digunakan sebagai benda uji.

Bahan – bahan yang digunakan sebagai benda uji adalah tanah asli, abu sekam, semen, dan tanah asli dengan campuran 6% abu sekam + 4% semen. Hasil pemeriksaan *specific gravity* dapat dilihat dari table di bawah ini.

**Tabel 4.1** Hasil Pengujian *Specific Gravity*

Komposisi Bahan	Gs
Tanah Asli	2.60
Abu Sekam	2.10
Semen	2.47
Tanah Asli + 6% Abu Sekam + 4% Semen	2.51

Dari **tabel 4.1** dapat diketahui bahwa nilai dari *specific gravity* tanah asli sebesar 2,60. Dengan penambahan campuran abu sekam dan semen dapat menyebabkan penurunan dari *specific gravity* tanah asli. Hal ini disebabkan karena bercampurnya dua bahan dengan *specific gravity* yang berbeda, dan *specific gravity* dari campuran abu sekam dan semen memiliki nilai *specific gravity* lebih kecil dari tanah asli sehingga apabila kedua bahan tersebut dicampur akan memiliki nilai *specific gravity* lebih kecil.

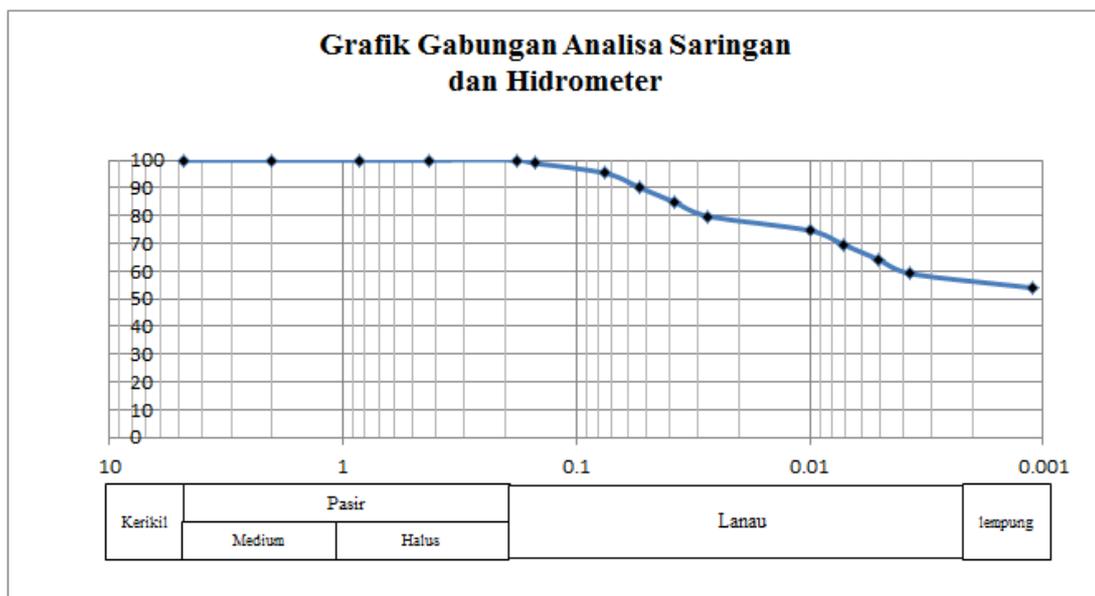
#### 4.2 Klasifikasi Tanah

##### 4.2.1 Analisis Saringan dan Hidrometer

Sifat-sifat tanah sangat bergantung pada ukuran butirannya. Besarnya butiran dijadikan dasar untuk pemberian nama dan klasifikasi tanah. Analisis ukuran butiran tanah adalah penentuan persentase berat butiran pada suatu saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu. Ada dua cara yang umum digunakan untuk mendapatkan distribusi ukuran-ukuran partikel tanah, yaitu Analisis Saringan (*mechanical grain size*) dan Analisis hydrometer.

Analisis saringan (*mechanical grain size*) untuk menentukan pembagian butiran (gradasi) agregat halus dan agregat kasar yang tertahan saringan no.200. Sedangkan hidrometer berperan dalam menentukan distribusi ukuran butir-butir untuk tanah yang mengandung butir tanah lolos saringan no.200.

Hasil pengujian analisis butiran disajikan pada **gambar 4.1**



**Gambar 4.1** Grafik Hubungan antara ukuran butiran dengan persentase lolos

Dari **gambar 4.1** didapatkan bahwa tanah dari Kecamatan Ngasem Bojonegoro memiliki persentase distribusi lolos saringan no.200 sebesar 95,30% dan menurut sistem klasifikasi tanah USCS tanah tersebut adalah tanah berbutir halus.

#### 4.2.2 Pemeriksaan Batas – Batas *Atteberg*

Hal yang penting pada tanah berbutir halus adalah sifat plastisitasnya. Plastisitas disebabkan oleh adanya partikel mineral lempung dalam tanah. Plastisitas menggambarkan kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk pada volume yang konstan tanpa retak-retak atau remuk.

Pengujian batas-batas *atteberg* dimaksudkan untuk mengetahui jenis tanah yang akan digunakan sebagai benda uji. Pengujian dalam batas-batas *atteberg* yaitu pengujian batas plastis (*plastic limit*), batas cair (*liquid limit*), dan batas susut (*shrinkage limit*). Pengujian batas-batas *atteberg* ini dilakukan pada tanah asli serta tanah asli yang di stabilisasi dengan 6% abu sekam dan 4% semen. Berikut adalah hasil pengujian batas-batas *atteberg* yang disajikan pada **tabel 4.2**

**Tabel 4.2** Hasil pemeriksaan batas-batas *atteberg*

<b>Komposisi Bahan</b>	<b>LL (%)</b>	<b>PL (%)</b>	<b>SL (%)</b>	<b>PI (%)</b>
Tanah Asli	104	44.41	2.82	59.59
Tanah Asli + 6% Abu Sekam + 4% Semen	71.5	37.12	9.42	34.38

Dari **table 4.2** pengujian batas-batas *atteberg* pada tanah asli didapatkan nilai batas cair (LL) sebesar 104%, batas plastis (PL) 44,41%, batas susut (SL) 2,82% serta indeks plastisitas (PI) 59,59%. Sedangkan pada tanah yang di stabilisasi didapatkan nilai batas cair (LL) sebesar 71,5%, batas plastis (PL) 37,12%, batas susut (SL) 9,42% serta indeks plastisitas (PI) 34,38%. Dengan di stabilisasi nilai batas susut (SL) menjadi meningkat, selain batas susut meningkat nilai indeks plastisitas juga menurun, hal ini menyebabkan tanah akan menjadi lebih keras di bandingkan tanpa stabilisasi.

#### 4.2.3 Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS

Berdasarkan klasifikasi USCS, berdasarkan dari analisis saringan dengan presentasi distribusi lolos saringan no.200 sebesar 95,30% tanah tersebut termasuk dalam tanah berbutir halus dan dilihat dari batas-batas *atteberg* dengan nilai LL sebesar 104% dan PL sebesar 44,41%, dan nilai PI sebesar 59,59%. Maka dapat disimpulkan bahwa tanah di daerah Ngasem Bojonegoro termasuk sebagai tanah lempung anorganik dengan plastisitas tinggi (CH).

#### 4.2.4 Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO

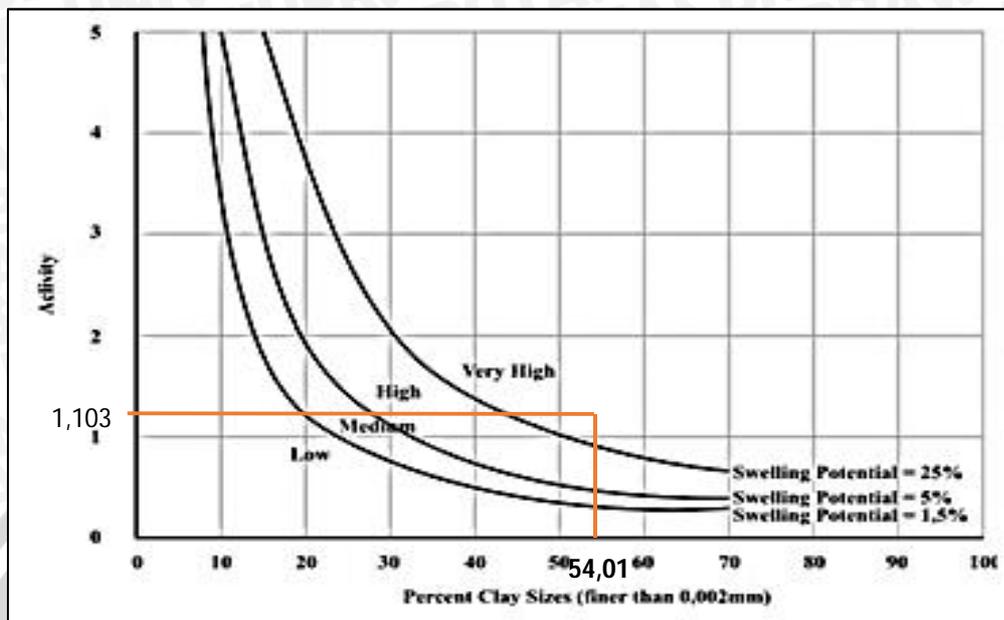
Berdasarkan klasifikasi AASHTO, berdasarkan dari analisis saringan dengan presentasi distribusi lolos saringan no.200 sebesar 95,30% dan dilihat dari nilai LL=104%; dan PI=59,59%, maka tanah di daerah Ngasem Bojonegoro termasuk sebagai tanah tipe A-7-5 karena  $PI \leq LL-30$ . Sehingga termasuk tanah berlempung biasa sampai jelek.

#### 4.2.5 Sifat Ekspansifitas

Cara untuk mengetahui sifat ekspansifitas tanah yaitu dengan menggunakan cara tidak langsung (*single index method*) yaitu dengan menggunakan nilai-nilai dari *atterberg limit*. Nilai *activity* (A) dari tanah asli dengan dimasukkan ke persamaan (21)

$$\text{Activity (A)} \frac{59,59}{54,01} = 1,103$$

Dari hasil perhitungan, kita masukkan ke grafik klasifikasi potensi mengembang yang ditunjukkan pada **gambar 4.2**



**Gambar 4.2** Grafik klasifikasi potensi mengembang

Dari **gambar 4.2** tanah asli Kecamatan Ngasem Kabupaten Bojonegoro memiliki potensi mengembang diatas 25% yang termasuk dalam potensi pengembangan sangat tinggi.

Melihat dari nilai *atterberg limit* (**tabel 4.2**) dari tanah asli maupun tanah dari tanah yang telah distabilisasi dengan abu sekam padi dan semen, dapat diklasifikasikan sifat ekspansifitasnya pada **tabel 2.3**, **tabel 2.4**, dan **tabel 2.5**. Hasil dari pengklasifikasian ditunjukkan pada **tabel 4.3**

**Tabel 4.3** Klasifikasi Tanah Lempung Ekspansif

KOMPOSISI TANAH	DEGREE OF EXPANSION		
	(Raman)	(Altmeyer)	(Chen)
Tanah Asli	<i>Very High</i>	<i>Critical</i>	<i>Very High</i>
Tanah Asli + 6% Abu Sekam Padi + 4% Semen	<i>Very High</i>	<i>Critical</i>	<i>Medium</i>

Dari **tabel 4.3** diketahui bahwa penambahan 6% abu sekam + 4% semen tidak berpengaruh terhadap sifat-sifat tanah ekspansif apabila dilihat dari kriteria nilai *atterberg limit*.

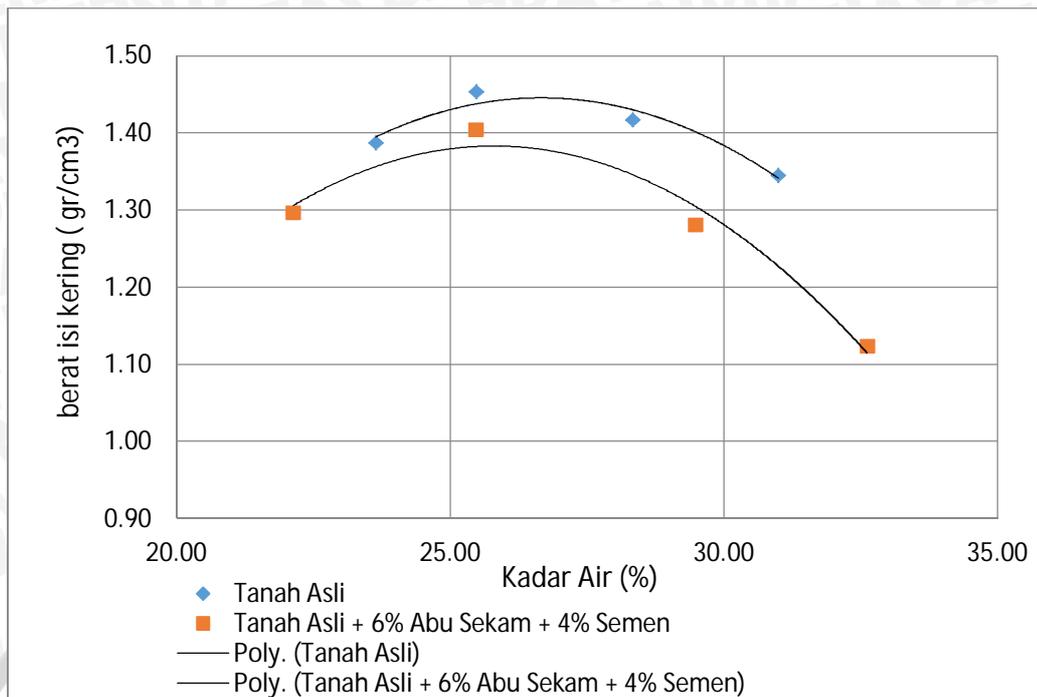
### 4.3 Pemeriksaan Pemadatan Standar

Pemadatan adalah suatu proses dimana udara pada pori-pori dikeluarkan dengan suatu cara mekanis (ditumbuk). Pada proses pemadatan untuk setiap daya pemadatan tertentu, kepadatan yang tercapai tergantung pada banyaknya air di dalam tanah tersebut, yaitu kadar airnya. Pengujian kepadatan standar bertujuan untuk mengetahui nilai kadar air optimum (OMC) dan berat isi kering maksimum dari tanah yang akan digunakan sebagai benda uji.

Pada pemeriksaan pemadatan standar dilakukan terhadap tanah asli dan terhadap tanah yang di tambah campuran 6% abu sekam dan 4% semen agar mendapatkan nilai kadar air optimum (OMC) dan berat isi kering untuk variasi curing 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Pemeriksaan pemadatan standar tersebut dilakukan menurut cara ASTM D-698 (Metode B) dengan spesifikasi alat sebagai berikut:

- Cetakan volume 2124,3 cm<sup>3</sup>
- Diameter cetakan 152,4 mm
- Tinggi cetakan 116,34 mm
- Berat penumbuk 2,5 kg
- Tinggi jatuh penumbuk 304,8
- Jumlah lapisan tanah 3 lapis
- Jumlah tumbukan tiap lapis 56 kali
- Fraksi tanah yang diuji lolos ayakan no.4

Hasil pengujian pemadatan standar pada tanah asli serta tanah yang telah di campur dengan bahan stabilisasi (abu sekam dan semen) disajikan dalam **gambar 4.3**



**Gambar 4.3** Grafik perbandingan pemadatan tanah asli dengan campuran

Dari **gambar 4.3** hasil pemadatan dari tanah asli dan tanah asli + 6% abu sekam + 4% semen, dapat dilihat bahwa tanah asli memiliki kadar air sedikit lebih besar di bandingkan dengan kadar air campuran. Dan disajikan dalam **tabel 4.4**

**Tabel 4.4** Hasil Pemeriksaan Pemadatan Standar

Komposisi Bahan	Kadar Air Optimum (%)	Berat Isi Kering (gr/cm <sup>3</sup> )
Tanah Asli	26.89	1.479
Tanah Asli + 6% Abu Sekam + 4% Semen	25.62	1.356

Dari **tabel 4.4** berdasarkan **gambar 4.3** didapatkan kadar air optimum (OMC) untuk tanah asli sebesar 26,89 % dengan berat isi kering 1,479 gr/cm<sup>3</sup>, sedangkan kadar air optimum (OMC) untuk tanah + 6% abu sekam + 4% semen sebesar 25,62 % dengan berat isi kering 1,356 gr/cm<sup>3</sup>. Penurunan kadar air optimum ini terjadi karena rongga udara yang ada didalam tanah terisi oleh *additive* (abu sekam dan semen). Dari hasil uji pemadatan tersebut bisa disimpulkan bahwa penambahan *additive* tersebut berpengaruh sebagai *filler* atau pengisi rongga udara didalam tanah. Sedangkan  $\gamma_d$  di dapatkan dari persamaan grafik pemadatan dengan cara substitusi pada titik optimumnya

#### 4.4 Pemeriksaan CBR Laboratorium

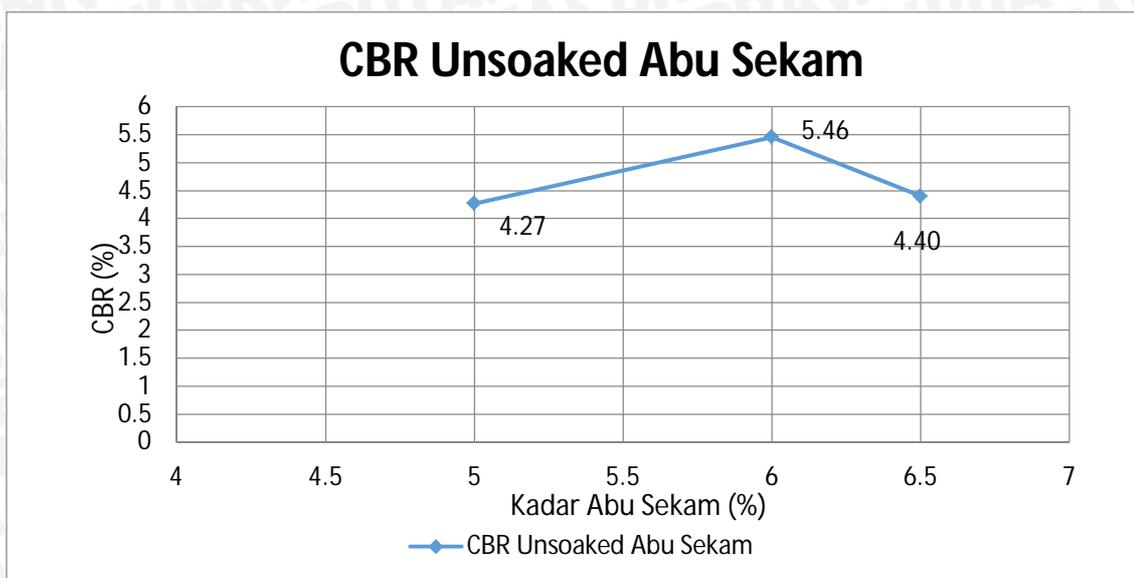
Pada pengujian ini dilakukan dalam 2 kondisi, yaitu kondisi tak terendam (*unsoaked*) dan kondisi terendam (*soaked*). Untuk masing – masing pengujian dilakukan dengan variasi waktu *curing* dengan kadar air sesuai dengan kadar air dari hasil pemadatan.

##### 4.4.1 Pemeriksaan CBR Tak Terendam (*Unsoaked*)

Pengujian CBR *Unsoaked* dilakukan tanpa melalui proses perendaman, tetapi langsung menggunakan alat uji CBR. CBR *Unsoaked* ini dilakukan dengan kadar air optimum dari hasil pemadatan. Hasil kadar air optimum akan digunakan sebagai pembuatan sampel untuk variasi waktu *curing* selama 7 hari, 14 hari, 28 hari dengan komposisi bahan tanah asli + 6% abu sekam + 4% semen. Pemilihan 6% abu sekam ini di dasarkan pada uji CBR *Unsoaked* tanpa *curing* pada variasi 5% abu sekam, 6% abu sekam dan 6,5% abu sekam. Hasil dari pengujian CBR *Unsoaked* Abu Sekam ditunjukkan pada **tabel 4.5** dan **gambar 4.4**

**Tabel 4.5** Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Abu Sekam

Komposisi Bahan	Kadar Air (%)	Berat Isi Kering (gr/cm <sup>3</sup> )	CBR Unsoaked (%)
Tanah Asli	28.19	1.48	3.91
Tanah Asli + 5% Abu Sekam	27.98	1.35	4.27
Tanah Asli + 6% Abu Sekam	27.21	1.3	5.46
Tanah Asli + 6.5 % Abu Sekam	30.87	1.35	4.40



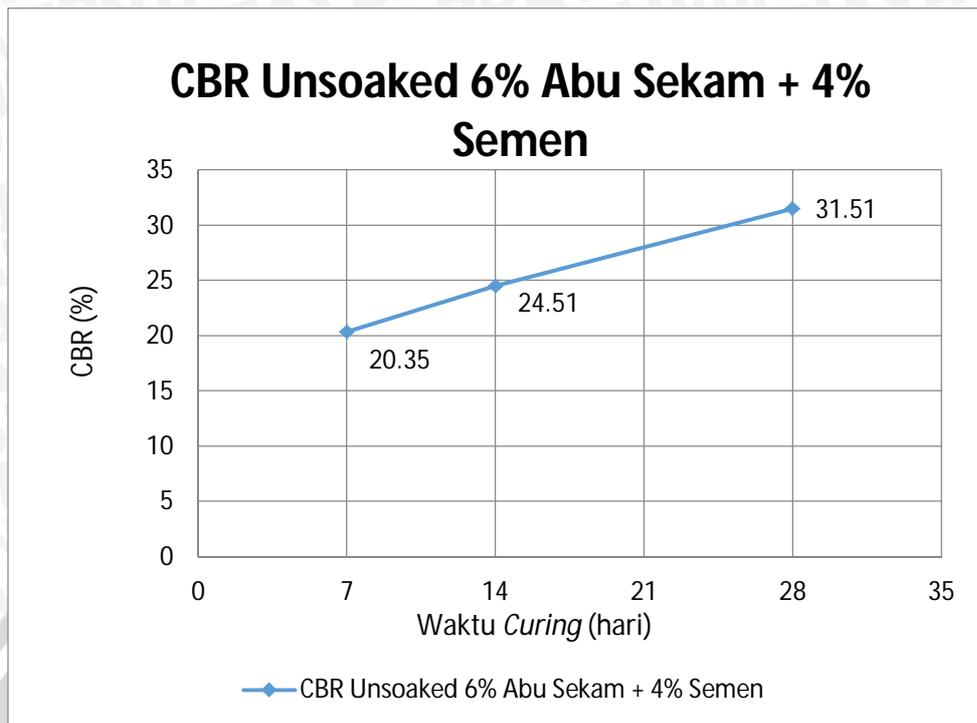
**Gambar 4.4** Grafik perbandingan kadar abu sekam dengan nilai CBR *Unsoaked*

Dari **tabel 4.5** di dapatkan bahwa abu sekam dapat meningkatkan nilai CBR *Unsoaked*. Nilai CBR tertinggi sebesar 5,46% pada campuran abu sekam sebesar 6% yang ditunjukkan pada **gambar 4.4**. Karena pada campuran abu sekam 6% pori pada tanah telah terisi, karena sifat abu sekam sebagai pengikat sehingga tanah menjadi lebih padat dibandingkan dengan 5% dan 6,5% abu sekam.

Berdasarkan hasil dari **tabel 4.5** maka di tambahkan semen sebesar 4% dengan *curing* selama 7hari, 14 hari dan 28 hari. Hasil dari CBR *Unsoaked* tanah asli + 6% abu sekam + 4% semen disajikan dalam **tabel 4.6** dan **gambar 4.5**.

**Tabel 4.6** Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* Tanah Asli + 6% Abu Sekam + 4% Semen

Komposisi Bahan	Waktu <i>Curing</i> (hari)	Kadar air (%)	Berat isi kering (gr/cm <sup>3</sup> )	CBR <i>Unsoaked</i> (%)
Tanah Asli	0	28.19	1.48	3.91
Tanah Asli + 6% Abu Sekam + 4% Semen	0	25.94	1.40	11.33
Tanah Asli + 6% Abu Sekam + 4% Semen	7	25.25	1.42	20.35
Tanah Asli + 6% Abu Sekam + 4% Semen	14	24.80	1.46	24.51
Tanah Asli + 6% Abu Sekam + 4% Semen	28	23.72	1.49	31.51



**Gambar 4.5** Grafik perbandingan waktu *curing* dengan nilai CBR *Unsoaked*

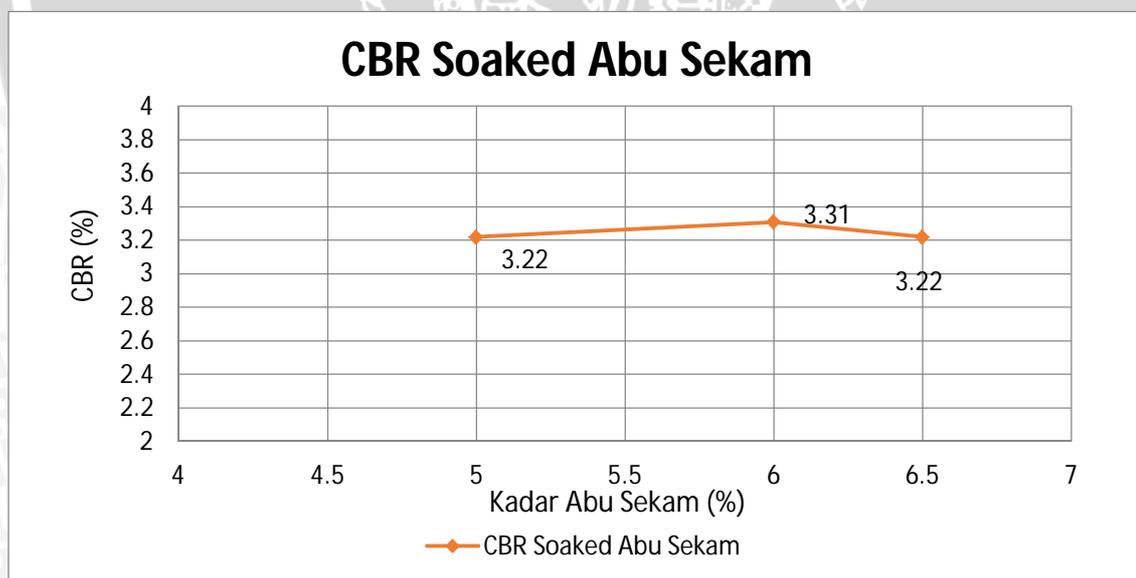
Berdasarkan **tabel 4.6** dan **gambar 4.5** dapat diketahui bahwa waktu *curing* berpengaruh terhadap nilai dari CBR *Unsoaked*. Nilai CBR yang di dapat meningkat secara signifikan. Nilai CBR tertinggi terjadi pada waktu *curing* 28 hari sebesar 31,51%. Meningkatnya nilai CBR pada waktu *curing* 28 hari karena akibat adanya proses sementasi antar partikel tanah selama proses *curing*. Sementasi ini menyebabkan penggumpalan yang mengakibatkan meningkatnya daya ikat antar butiran. Meningkatnya ikatan antar butiran, maka akan meningkatkan kemampuan saling mengunci antar butiran. Reaksi sementasi yang terjadi pada campuran tanah dengan aditif (abu sekam dan semen) membentuk butiran baru yang lebih keras sehingga lebih kuat menahan beban yang diberikan. Aditif yang bercampur dengan tanah mengakibatkan terjadinya proses pertukaran kation alkali ( $\text{Na}^+$  dan  $\text{K}^+$ ) dari tanah digantikan oleh kation dari aditif sehingga ukuran butiran lempung bertambah besar (flokulasi). Selain proses flokulasi yang terjadi dalam stabilisasi tanah, terjadi pula proses pozzolan, dan proses hidrasi. Proses pozzolan terjadi antara kalsium hidroksida dari tanah bereaksi dengan silikat ( $\text{SiO}_2$ ) dan aluminat ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dari aditif membentuk material pengikat yang terdiri dari kalsium silikat atau aluminat silikat. Reaksi dari ion  $\text{Ca}^{2+}$  dengan silikat dan aluminat dari permukaan partikel lempung membentuk pasta semen (hydrated gel) sehingga mengikat partikel-partikel tanah.

#### 4.4.2 Pemeriksaan CBR Terendam (*Soaked*)

CBR *Soaked* bertujuan untuk mencari besarnya nilai CBR serta nilai pengembangan di dalam keadaan jenuh air. Pada keadaan ini tanah mengalami pengembangan maksimum, dimana tanah dan cetakan direndam di dalam air selama 2 hari. Tidak jauh dengan CBR *Unsoaked*, CBR *Soaked* juga menguji variasi abu sekam pada variasi 5% abu sekam, 6% abu sekam dan 6,5% abu sekam. Berikut adalah hasil dari pengujian CBR *Soaked* Abu Sekam ditunjukkan pada **tabel 4.7** dan **gambar 4.6**

**Tabel 4.7** Hasil Pengujian CBR *Soaked* Abu Sekam

Komposisi Bahan	Kadar Air (%)	Berat Isi Kering (gr/cm <sup>3</sup> )	CBR <i>Soaked</i> (%)
Tanah Asli	31.84	1.4223	2.39
Tanah Asli + 5% Abu Sekam	31.94	1.4142	3.22
Tanah Asli + 6% Abu Sekam	32.21	1.4113	3.31
Tanah Asli + 6.5 % Abu Sekam	32.89	1.4111	3.22



**Gambar 4.6** Grafik perbandingan kadar abu sekam dengan nilai CBR

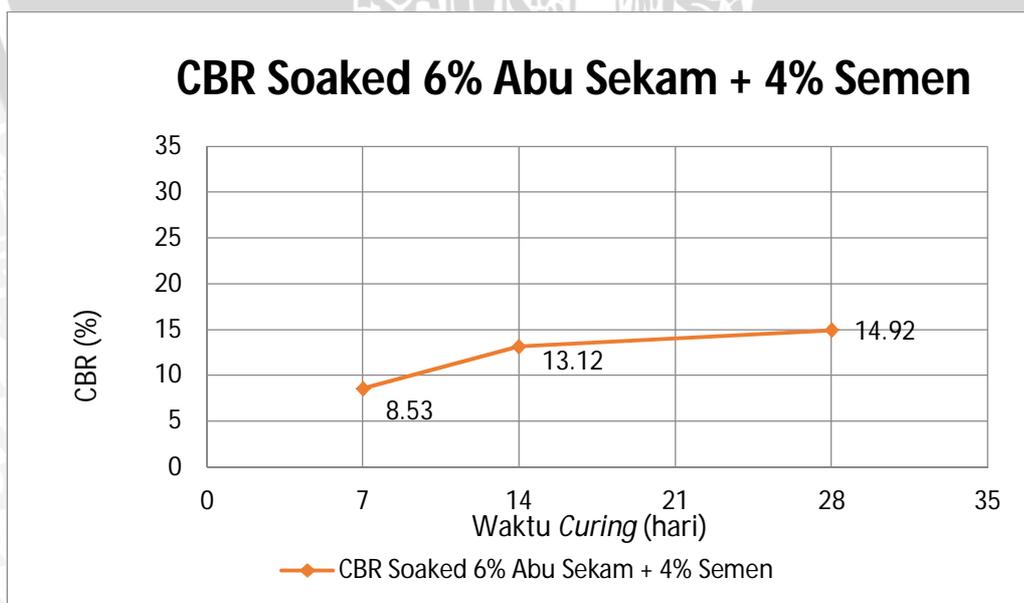
Dari **tabel 4.6** di dapatkan bahwa abu sekam dapat meningkatkan nilai CBR *Soaked*. Nilai CBR tertinggi sebesar 3,31% yang terdapat pada campuran abu sekam sebesar 6%. Tidak jauh dengan CBR *Unsoaked*, pada CBR *Soaked* campuran abu sekam sebesar 6% yang ditunjukkan pada **gambar 4.4**. Karena pada campuran abu

sekam 6% pori pada tanah telah terisi, karena sifat abu sekam sebagai pengikat sehingga tanah menjadi lebih padat dibandingkan dengan 5% dan 6,5% abu sekam. Pada saat di rendam air masuk melalui pori-pori tanah, pada 6% pori tanah lebih kecil dibandingkan dengan 5%, sehingga tidak semua air diserap oleh abu sekam. Sedangkan pada 6,5% kadar abu sekam lebih banyak dibandingkan 6%, sehingga ikatan tanah pada 6,5% mengalami kelonggaran pada ikatan tanah. Pada saat di rendam, air yang diserap menjadikan ikatan tanah tersebut menjadi lebih lemah dan terurai.

Berdasarkan hasil dari **table 4.7** pada CBR *Soaked* juga di tambahkan semen sebesar 4% dengan *curing* selama 7hari, 14 hari dan 28 hari. Berikut hasil dari CBR *Soaked* tanah asli + 6% abu sekam + 4% semen ditunjukkan dalam **tabel 4.8** dan **gambar 4.7**

**Tabel 4.8** Hasil Pengujian CBR *Soaked* Tanah Asli + 6% Abu Sekam + 4% Semen

Komposisi Bahan	Waktu <i>Curing</i> (hari)	Kadar air (%)	Berat isi kering (gr/cm <sup>3</sup> )	CBR <i>Soaked</i> (%)
Tanah Asli	0	31.84	1.42	2.39
Tanah Asli + 6% Abu Sekam + 4% Semen	0	28.23	1.35	5.43
Tanah Asli + 6% Abu Sekam + 4% Semen	7	29.46	1.38	8.53
Tanah Asli + 6% Abu Sekam + 4% Semen	14	30.78	1.42	13.12
Tanah Asli + 6% Abu Sekam + 4% Semen	28	31.12	1.46	14.92



**Gambar 4.7** Grafik perbandingan waktu *curing* dengan nilai CBR *Soaked*

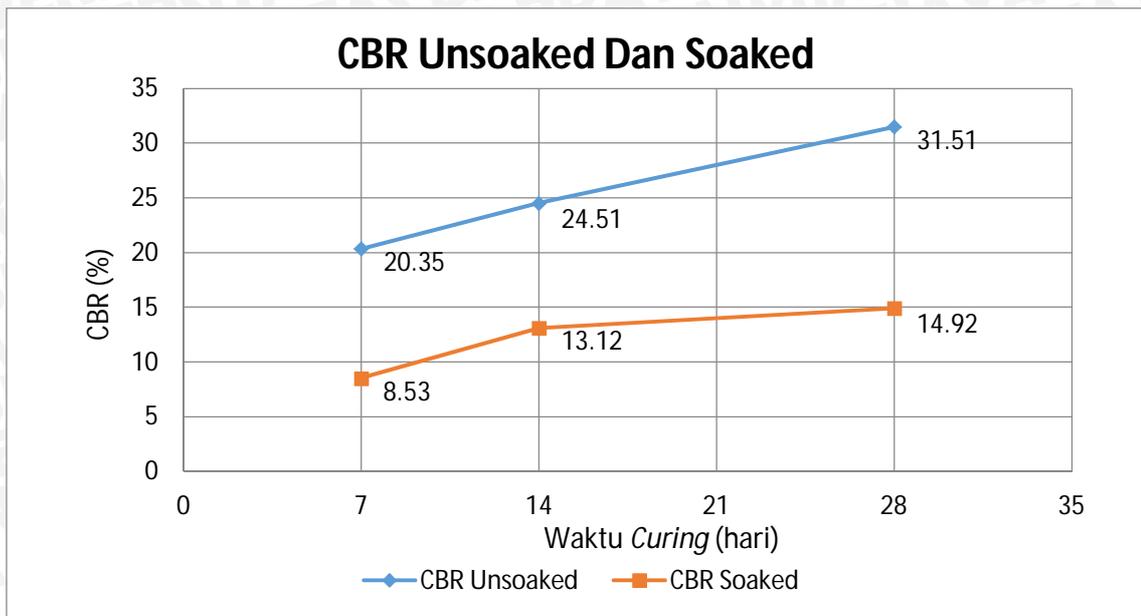
Berdasarkan **tabel 4.7** dan **gambar 4.6** CBR *Soaked* yang di dapatkan hasilnya bahwa nilai dari CBR *Soaked* tertinggi terjadi pada 28 hari sebesar 14,92% tetapi peningkatannya tidak signifikan terhadap nilai CBR *Soaked* 14 hari sebesar 13,12%. Pada hasil pengujian CBR *Soaked* memiliki pola yang sama dengan CBR *Unsoaked*. Hal tersebut disebabkan oleh adanya penambahan air yang dapat mengurangi kekuatan tanah tersebut menjadi lunak dan akan mempengaruhi kekuatan tanah tersebut. Menurut (L.D.Wesley,1977) apabila kadar air pada waktu dipadatkan adalah lebih besar dari pada optimum maka hanya sedikit air yang akan meresap sehingga pengaruh terhadap kekuatan tanah akan lebih kecil. Sedangkan proses sementasi yang terjadi sama dengan CBR *Unsoaked*.

#### 4.4.3 Perbandingan Nilai CBR Terendam dengan Tak Terendam

Berikut ini adalah hasil perbandingan CBR *Unsoaked* dengan CBR *Soaked* dengan variasi *curing* 7 hari, 14 hari dan 28 hari yang disajikan dalam **tabel 4.9** dan **gambar 4.8**

**Tabel 4.9** Hasil Pengujian CBR *Unsoaked* dengan CBR *Soaked* dengan variasi *curing*

Komposisi Bahan	Waktu <i>Curing</i> (hari)	CBR <i>Unsoaked</i> (%)	CBR <i>Soaked</i> (%)
Tanah Asli	0	3.91	2.39
Tanah Asli + 6% Abu Sekam + 4% Semen	0	11.33	5.43
Tanah Asli + 6% Abu Sekam + 4% Semen	7	20.35	8.53
Tanah Asli + 6% Abu Sekam + 4% Semen	14	24.51	13.12
Tanah Asli + 6% Abu Sekam + 4% Semen	28	31.51	14.92



**Gambar 4.8** Grafik perbandingan waktu *curing* dengan nilai CBR *Unsoaked* dan CBR *Soaked*

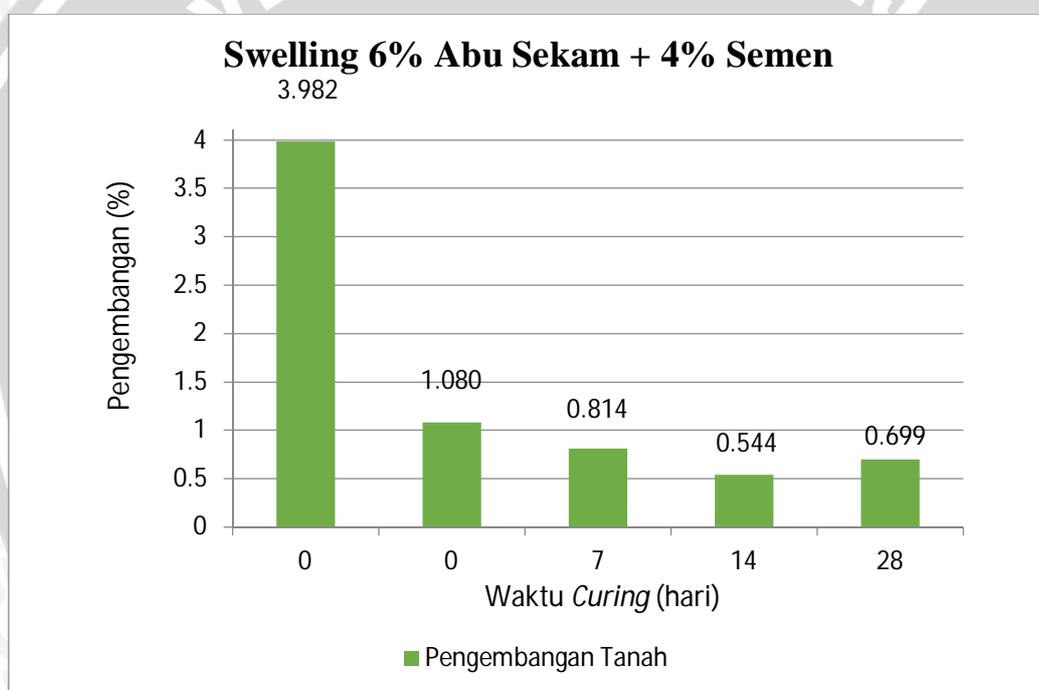
Berdasarkan **tabel 4.9** bahwa nilai CBR *Soaked* memiliki pola yang sama dengan CBR *Unsoaked* yaitu waktu *curing* meningkatkan nilai CBR. Tetapi disini terjadi penurunan nilai CBR *Soaked* dari CBR *Unsoaked*. Ini disebabkan oleh penambahan air yang dapat mengurangi kekuatan tanah pada CBR *Soaked*. Hal ini terjadi karena pada keadaan *Soaked* air dapat diserap oleh tanah, sehingga menjadi lunak di permukaan yang berkontak langsung dengan air. Pada keadaan *Soaked* kadar air lebih besar dari optimum sehingga pengaruh terhadap kekuatan tanah akan lebih kecil.

#### 4.5 Pengujian Pengembangan (*Swelling*)

Pengembangan (*Swell*) adalah perbandingan perubahan tinggi selama perendaman terhadap tinggi benda uji semula dan dinyatakan dalam persen (%). Untuk uji pengembangan dilakukan selama 3120 menit (52 jam). Pada pengujian swell ini dilakukan dengan OMC dari pemadatan dengan variasi waktu *curing* ( 7 hari, 14 hari dan 28 hari), dengan benda uji tanah asli + 6% Abu Sekam + 4% Semen. Hasil dari pengujian swelling disajikan dalam **tabel 4.9** dan **gambar 4.8**

**Tabel 4.10** Hasil pengujian pengembangan dengan variasi *curing*

Komposisi Bahan	Waktu <i>Curing</i> (hari)	Kadar Air (%)	Berat Isi Kering (gr/cm <sup>3</sup> )	Pengembangan (%)
Tanah Asli	0	31.84	1.42	3.982
Tanah Asli + 6% Abu Sekam + 4% Semen	0	28.23	1.35	1.080
Tanah Asli + 6% Abu Sekam + 4% Semen	7	29.46	1.38	0.814
Tanah Asli + 6% Abu Sekam + 4% Semen	14	30.78	1.42	0.544
Tanah Asli + 6% Abu Sekam + 4% Semen	28	31.12	1.46	0.699

**Gambar 4.9** Diagram perbandingan waktu *curing* terhadap pengembangan (swelling)

Dari **tabel 4.10** dan **gambar 4.9** dapat diketahui bahwa dengan adanya penambahan bahan stabilisasi campuran abu sekam dan semen dapat menurunkan nilai swelling. Selain itu waktu *curing* juga dapat menurunkan swelling. Nilai swelling terendah pada saat jenuh 0,544% pada waktu curing 14 hari. Hal ini disebabkan penambahan aditif bercampur dengan air membentuk pasta yang mengikat partikel lempung dan menutupi pori-pori tanah. Rongga-rongga pori yang dikelilingi bahan sementasi yang lebih sulit ditembus air akan membuat campuran tanah dan aditif lebih tahan terhadap penyerapan air. Namun pada kondisi 28 hari terjadi kenaikan swelling

sebesar 0,699%. Berdasarkan **tabel 4.10** hal ini tidak sesuai dengan teori bahwa semakin tinggi kadar air nilai pengembangan semakin rendah, kemungkinan disebabkan keadaan air pada tanah berkuarang dari keadaan optimum pada saat proses *curing* sehingga pada saat direndam, tanah tersebut menyerap air lebih banyak. Hal ini pernah dinyatakan oleh Lambe (1958), bahwa percobaan di laboratorium menunjukkan bahwa pemuaiannya ternyata lebih besar dan penyusutan lebih kecil untuk lempung yang dipadatkan pada bagian yang lebih kering dari optimum. Untuk tanah yang lebih basah dari optimum, kadar air referensi sudah cukup tinggi sehingga hanya sedikit tambahan air yang diperlukan supaya kejenuhan menjadi 100%.

