

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah dilakukan untuk menentukan jenis suatu tanah ke dalam suatu golongan berdasarkan parameter-parameter tertentu. Klasifikasi tanah dilakukan dengan menganalisis ukuran butiran tanah, ukuran butiran tanah dapat ditentukan melalui analisis saringan dan analisis hydrometer.

4.1.1. Analisis Saringan dan Hidrometer

Analisis saringan dilakukan untuk menentukan pembagian ukuran butir suatu contoh tanah. Ukuran butiran tanah menentukan sifat-sifat tanah tersebut. Besarnya butiran tanah dijadikan dasar pemberian nama dan menentukan klasifikasi tanah. Dua cara umum yang sering digunakan untuk menentukan klasifikasi tanah atau menentukan distribusi ukuran partikel tanah, yaitu Analisis saringan (*mechanical grain size*) dan Analisis hydrometer.

Analisis saringan dilakukan untuk menentukan distribusi butiran kasar dan halus yang tertahan pada saringan nomor 200 (0,075 mm). Data hasil analisis saringan tanah di Kecamatan Ngasem, Kabupaten Bojonegoro ditunjukkan pada **tabel 4.1**.

Tabel 4.1. Data Analisis Saringan

No.	Saringan	Tertahan saringan (gram)	Jumlah Tertahan (gram)	% Jumlah Tertahan	% Lolos Saringan
	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
Total		496			

(Sumber : Benny Tobing, dkk, 2014)

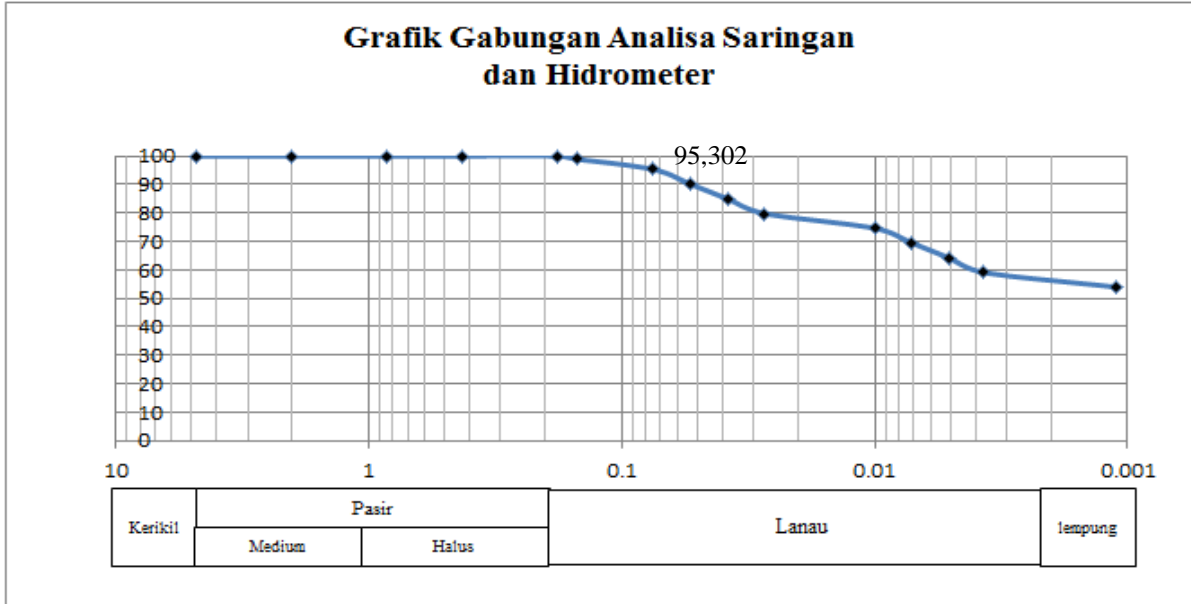
Analisis hidrometer dilakukan untuk menentukan distribusi butiran tanah yang lolos saringan nomor 200 atau berada pada pan. Data uji hidrometer ditunjukkan pada **tabel 4.2**.

Tabel 4.2. Data Hasil Uji Hidrometer

t	C	Rh	Cr	Rc	a	Finer	Prosentase Finer	R	L	L/t	K	D	% semua sampel (grainsize + hydrometer)
(minute)	(°C)			(Rh+Ct)		(%)	(%)		(cm)			(mm)	(%)
0,5	26	1,0290	1,65	2,6790	1,01	5,4212	94,5788	30,00	9,569	19,1380	0,0129	0,0564	90,1359
1	26	1,0285	1,65	2,6785	1,01	5,4202	89,1586	29,50	9,6678	9,6678	0,0129	0,0401	84,9703
2	26	1,0280	1,65	2,6780	1,01	5,4192	83,7395	29,00	9,7666	4,8833	0,0129	0,0285	79,8058
15	26	1,0275	1,65	2,6775	1,01	5,4181	78,3213	28,50	9,8654	0,6577	0,0129	0,0105	74,6421
30	26	1,0270	1,65	2,6770	1,01	5,4171	72,9042	28,00	9,9642	0,3321	0,0129	0,0074	69,4795
60	26	1,0260	1,65	2,6760	1,01	5,4151	67,4891	27,00	10,1618	0,1694	0,0129	0,0053	64,3187
120	26	1,0240	1,65	2,6740	1,01	5,4111	62,0780	25,00	10,557	0,0880	0,0129	0,0038	59,1619
1440	26	1,0210	1,65	2,6710	1,01	5,4050	56,6730	22,00	11,1498	0,0077	0,0129	0,0011	54,0108

(Sumber : Benny Tobing, dkk, 2014)

Berdasarkan data-data analisis saringan dan hidrometer diatas dapat diketahui ukuran butiran tanah di Kecamatan Ngasem, Kabupaten Bojonegoro. Grafik gabungan analisis saringan dan hydrometer dapat dilihat pada **gambar 4.1** berikut.



Gambar 4.1 Grafik Hubungan antara ukuran butiran dengan persentase lolos

(Sumber : Benny Tobing, dkk, 2014)

Dari **gambar 4.1**, menunjukkan bahwa tanah dari Kecamatan Ngasem, Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur ini memiliki persentase distribusi lolos saringan no. 200 sebesar 95,30% .Menurut sistem klasifikasi tanah USCS (*Unified Soil Classification System*) presentase tersebut termasuk dalam jenis tanah berbutir halus.

4.1.2. Pemeriksaan Batas-batas Atterberg (*Atterberg Limit*)

Atterberg limit merupakan ukuran dasar dari butiran halus tanah. Pengujian batas-batas atterberg dilakuka guna mengetahui keadaan konsistensi ddari tanah berbutir halus dengan keadaan kadar air yang bervariasi. Di setiap kondisi, konsistensi dan sifat dari tanah akan berbeda-beda. Pengujian batas-batas atterberg ini dulakukan untuk mengetahui jenis tanah yang digunakan sebagai benda uji. Pengujian ini terdiri dari pengujian batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*), dan batas susut (*shrinkage limit*). Pengujian batas-batas atterberg ini dilakukan pada tanah asli dan pada tanah asli dengan stabilisasi menggunakan abu ampas tebu dan semen (ppc). Hasil dari pengujian ditampilkan pada **tabel 4.3**.

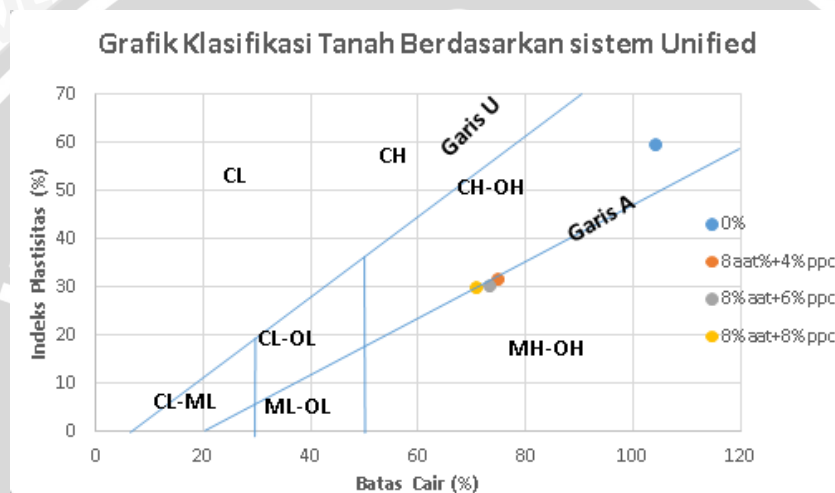
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Batas-batas Atterberg

Komposisi Tanah	Batas Cair (%)	Batas Plastis(%)	Batas Susut(%)	Indeks Plastisitas(%)
Tanah Lempung Ekspansif	104.00	44.41	2.82	59.59
Tanah Lempung Ekspansif + 8% AAT +4% PPC	74.71	42.97	35.20	31.74
Tanah Lempung Ekspansif + 8% AAT +6% PPC	73.08	42.73	36.83	30.36
Tanah Lempung Ekspansif + 8% AAT +8% PPC	70.55	40.47	37.12	30.09

Dari hasil pengujian diketahui batas-batas atterberg tanah asli yaitu batas cair sebesar 104%, batas plastis sebesar 44,41%, batas susut sebesar 2,82%, Indeks plastisitas sebesar 59,59%. Dengan ditamhkannya bahan stabilisasi abu ampas tebu dan semen dapat menurunkan indeks plastisitas karena pori-pori tanah yang diisi oleh butiran abu ampas tebu dan semen. Selain itu terjadi pertukaran ion yang menyebabkan perubahan ion Ca^+ dari abu ampas tebu sehingga mengurangi sifat ekspansifitas tanah lempung ekspansif tersebut.

4.1.3. Sistem Klasifikasi Tanah Sistem *Unified*

Berdasarkan sistem klasifikasi tanah sistem unified hasil analisis butiran dengan prosentase distribusi lolos saringan no.200 yaitu sebesar 95,30% tanah tersebut merupakan tanah berbutir halus dan batas-batas atterberg dengan *plasticity Index* (PI) sebesar 59,59%, tanah lempung ekspansif di daerah desa Ngasem, Bojonegoro tergolong sebagai tanah lempung anorganik dengan plastisitas tinggi (CH) atau lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi (OH). Grafik Sistem Klasifikasi Tanah berdasarkan Sistem Unified ditunjukkan pada **gambar 4.2.** dibawah ini.



Gambar 4.2. Grafik Sistem Klasifikasi Tanah berdasarkan Sistem *Unified*

4.1.4. Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO

Berdasarkan sistem klasifikasi tanah AASHTO dengan nilai batas cair sebesar 104% dan indeks plastisitas sebesar 59,59%, maka tanah tersebut termasuk tanah kelompok A-7-5 yaitu $PI \leq LL - 30$. Golongan tanah A-7-5 berdasarkan AASHTO merupakan tanah berlempung dan penilaian sebagai bahan tanah dasar adalah biasa sampai jelek. Grafik Sistem Klasifikasi Tanah berdasarkan AASHTO ditunjukkan pada **gambar 4.3** dibawah ini.



Gambar 4.3. Grafik Sistem Klasifikasi Tanah berdasarkan AASHTO

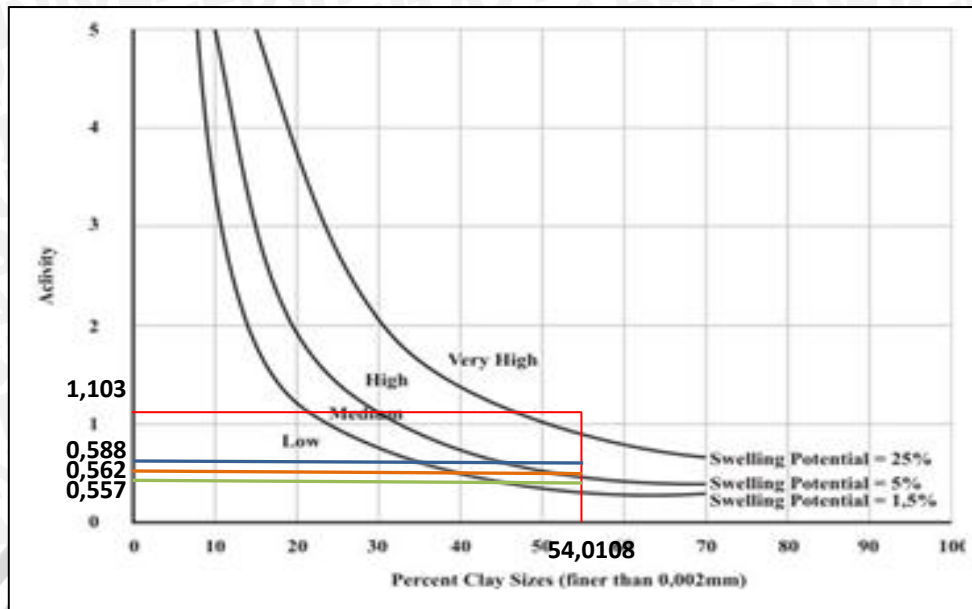
4.1.5. Sifat Ekspansifitas

Tanah lempung ekspansif dari Kecamatan Ngasem, Kabupaten Bojonegoro mempunyai nilai indeks plastisitas 59,59% dan termasuk memiliki potensi pengembangan yang tinggi sehingga masuk dalam kategori *very high*. Dari perhitungan tingkat aktivitas tanah asli diketahui sebesar 1,103 dan nilai aktivitas dari tanah dengan bahan campuran dapat dilihat pada **tabel 4.4.** dibawah ini.

Tabel 4.4. Nilai Aktivitas Tanah lempung ekspansif dan bahan campuran

Komposisi Tanah	Indeks Plastisitas	Activity
Tanah Asli	59.59	1.103
Tanah Asli+8% aat+4% ppc	31.74	0.588
Tanah Asli+8% aat+6% ppc	30.36	0.562
Tanah Asli+8% aat+8% ppc	30.09	0.557

Dari **tabel 4.4.** diatas dapat dilihat bahwa seiring penambahan prosentase bahan campuran dapat menurunkan nilai aktivitasnya sehingga kategori masuk dalam *medium swelling potential*. Selanjutnya didapatkan plot data untuk melihat daerah hasil sangat tinggi pada potensi pengembangan terlihat pada **gambar 4.4.** dibawah ini.



Gambar 4.4. Klasifikasi Potensi Pengembangan

4.1.6. Pendekatan Empiris untuk Indeks Pemampatan

Compression index (Cc) ialah angka yang menentukan kemampuan contoh tanah untuk mengalami pemampatan yang dipakai untuk memperkirakan penurunan yang terjadi secara kasar sebelum pengujian laboratorium dilakukan. Persamaan yang digunakan adalah persamaan $Cc = 0,007 (LL-10)$ yaitu untuk tanah lempung terganggu yang dibentuk kembali (*remolded*). Hasil perhitungan penurunan tanah dapat dilihat pada tabel 4.5. dibawah ini.

Tabel 4.5. Index Compression (Cc)

KOMPOSISI TANAH	LL	Cc
Tanah Asli	104	0.658
Tanah Asli +8%aat+4%ppc	74.71	0.453
Tanah Asli +8%aat+6%ppc	73.085	0.442
Tanah Asli +8%aat+8%ppc	70.555	0.423

Dari tabel 4.5. didapatkan hasil nilai Cc tanah asli sebesar 0.658 menurun menjadi 0,423 pada penambahan bahan campuran 8% AAT+8% PPC. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin bertambahnya kadar bahan campuran abu ampas tebu dan semen,

kemampuan tanah lempung ekspansif untuk memampat akan semakin kecil sehingga penurunan (*settlement*) juga akan semakin kecil.

4.2. Bahan Stabilisasi

Tujuan utama yang akan dicapai dari stabilisasi tanah adalah meningkatkan kemampuan daya dukung tanah dalam menahan beban serta untuk meningkatkan kestabilan tanah. Maka ditambahkan bahan stabilisasi yang dapat meningkatkan kestabilan tanah yaitu seperti abu ampas tebu dan semen.

4.2.1. Abu Ampas Tebu

Bahan tambahan berupa abu ampas tebu merupakan hasil pembakaran ampas tebu yang telah melewati beberapa proses penggilingan. Abu ampas tebu ini merupakan bahan buangan yang berwarna hitam pekat ketika kondisi basah dan berwarna abu-abu kehitaman dalam kondisi kering yang banyak mengandung silika (SiO_2), alumunium (Al_2O_3) dan Silika oksida (SiO_2). Berdasarkan laporan analisa kimia abu ampas tebu di Laboratorium Mipa jurusan Kimia Universitas Brawijaya, abu ampas tebu memiliki beberapa kandungan kimia seperti silika (SiO_2) dan alumunium (Al_2O_3). Laporan analisa kimia abu ampas tebu dapat dilihat pada **tabel 4.6**.

Tabel 4.6. Analisa kimia abu ampas tebu

No.	Parameter	Hasil Analisis	Metode Analisis		
		Kadar	Satuan	Pereaksi	Metode
1.	Si	25,07 +0,02	%	Aquaregia	Gravimetri
2.	Al	0,11 + 0,00	%	Aquaregia-Aluminon	Spektrofotometri
3.	Fe	0,13 + 0,00	%	HNO_3	AAS
4.	Ca	0,15 + 0,00	%	HNO_3	AAS
5.	Mg	0,76 + 0,00	%	HNO_3	AAS

Abu ampas tebu tersebut mengandung unsur-unsur kimia SiO_2 , Al_2O_3 , dan Fe_2O_3 yang cukup tinggi. Kandungan silika (SiO_2) adalah unsur pembentuk utama dalam pembuatan semen karena mempunyai sifat pozzolanik yaitu sifat yang seiring dengan bertambahnya waktu, apabila bereaksi dengan senyawa alumina seperti Al_2O_3 dan CaO yang terkandung dalam tanah lempung akan bertambah keras.

4.2.2. Semen

Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara mencampurkan batu kapur yang mengandung kapur (CaO) dan lempung yang mengandung silika (SiO_2), oksida alumina (Al_2O_3) dan oksida besi (Fe_2O_3) dalam oven dengan suhu kira-kira 145°C sampai menjadi klinker. Kandungan kimia semen dapat dilihat pada **tabel 4.7**.

Tabel 4.7. Kandungan kimia semen

Nama Senyawa	Presentase
Tricalcium Silicate(C_3S)	51%
Dicalcium Silicate(C_2S)	24%
Tricalcium Aluminate(C_3A)	6%
Tetracalcium Aluminate Ferrit(C_4AF)	11%
Magnesium Oksida(MgO)	2,9%
Sulfur Trioksida(SO_3)	2,5%

(Sumber:civilkitau.blogspot.com)

Stabilisasi tanah dengan campuran semen dianggap bisa digunakan karena semen merupakan bahan pozzolanik yang sifatnya dapat mengikat serta dapat mengeras bila bereaksi dengan air.

4.3. Pemeriksaan *Specific Gravity* (Gs)

Specific Gravity (Gs) merupakan perbandingan berat butiran tanah dengan berat air dengan *volume* yang sama pada suhu tertentu dan pada temperature $^\circ\text{C}$. Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk menentukan berat jenis suatu bahan yang digunakan sebagai benda uji.

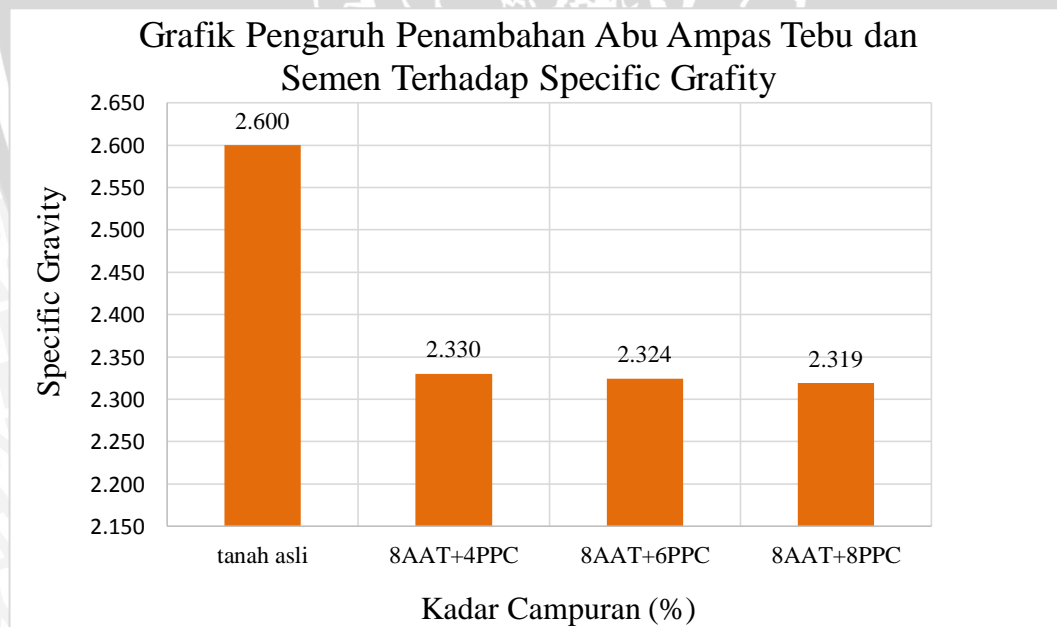
Bahan-bahan yang digunakan sebagai benda uji adalah tanah asli dan tanah asli dengan campuran abu ampas tebu dan semen dengan beberapa variasi prosentase campuran

seperti 8% AAT+4%PPC, 8%AAT+6%PPC, 8%AAT+8%PPC. Hasil pengujian *specific gravity* dapat dilihat dari **tabel 4.8.** dibawah ini

Tabel 4.8. Hasil Pengujian *Specific Gravity* Bahan

BAHAN	SPECIFIC GRAVITY
Abu Ampas Tebu	2.071
Semen	2.405
Tanah Asli	2.600
Tanah Asli +8%AAT + 4%PPC	2.330
Tanah Asli +8%AAT + 6%PPC	2.324
Tanah Asli +8%AAT + 8%PPC	2.319

Dari **tabel 4.8.** dapat disimpulkan bahwa nilai *specific gravity* tanah asli sebesar 2.600. Dengan penambahan campuran abu ampas tebu dan semen dapat menurunkan nilai *specific gravity*. Pengaruh penambahan campuran abu ampas tebu dan semen dapat dilihat pada **gambar 4.5.** berikut



Gambar 4.5. Grafik Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu dan Semen Terhadap *Specific Grafity*

Berdasarkan **gambar 4.5.** diatas hasil nilai pengujian *specific gravity* menurun seiring bertambahnya prosentase campuran abu ampas tebu dan semen. Hal ini dikarenakan bercampurnya dua bahan yang berbeda dan memiliki nilai *specific gravity* yang berbeda, sehingga menyebabkan menurunnya nilai *specific gravity* yang terjadi. Abu ampas tebu dan semen memiliki nilai *specific gravity* yang lebih kecil dibandingkan dengan tanah asli yaitu sebesar 2,071 dan semen sebesar 2,405, sehingga apabila kedua bahan tersebut dicampurkan akan memiliki nilai *specific gravity* yang lebih kecil dari tanah asli. Selain itu nilai berat jenis tanah cenderung menurun setelah ditambahkan abu ampas tebu dan semen karena proses sementasi pada tanah, abu ampas tebu dan semen mengakibatkan tanah menggumpal dan merekatkan antar partikel tanah. Rongga pori tertutup oleh lapisan sementasi kedap air akan terukur sebagai volume butiran sehingga memperbesar volume butiran dan menurunkan nilai *specific gravity*.

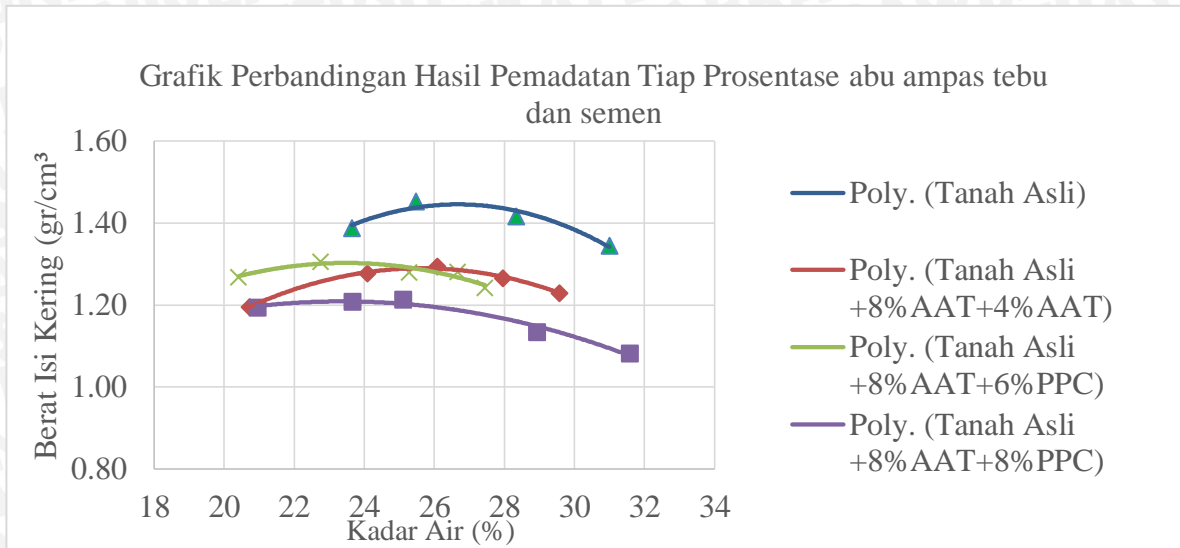
4.4. Pemeriksaan Pemadatan Standar

Pengujian pemadatan standart dilakukan untuk mengetahui nilai kadar air optimum dan berat isi kering maksimum dari sampel tanah benda uji. Uji pemadatan dilakukan dengan cara mekanis atau ditumbuk menggunakan *proctor* standart dengan proses dimana udara pada pori-pori dikeluarkan. Pemadatan standart dilakukan terhadap benda uji tanah lempung ekspansif dan menggunakan campuran abu ampas tebu dan semen dengan masing-masing prosentase 8% AAT+4%PPC, 8% AAT+6%PPC, 8% AAT+8%PPC dari berat total campuran.

Pengujian pemadatan standar ini menggunakan metode B (ASTM D-698) dengan spesifikasi alat sebagai berikut

- Tinggi jatuh penumbuk 30,48 cm
- Jumlah lapisan tanah 3 lapis
- Jumlah tumbukan tiap lapis 56 kali
- Fraksi tanah yang diuji lolos ayakan no.4
- Diameter cetakan 152,4 mm
- Berat penumbuk 2,5 kg

Hasil pengujian pemadatan standar pada tanah asli dan tanah dengan bahan stabilisasi abu ampas tebu dan semen dapat dilihat pada **gambar 4.6.** dibawah ini.



Gambar 4.6. Grafik Perbandingan Hasil Pemadatan Tiap Persentase Bahan Stabilisasi

Dari **gambar 4.6.** dapat diketahui bahwa hasil pemadatan dari tiap penambahan prosentase abu ampas tebu dan semen memiliki nilai kadar air optimum dan berat isi kering maksimum yang berbeda-beda. Nilai dari kadar air optimum dan berat isi kering maksimum dapat dilihat pada **tabel 4.9.**

Tabel 4.9. Hasil Pemeriksaan Pemadatan Standar

KOMPOSISI TANAH	KADAR AIR OPTIMUM (%)	BERAT ISI KERING MAKSIMUM (gr/cm ³)
Tanah Asli	26.891	1.479
Tanah Asli +8% AAT + 4% PPC	25.500	1.275
Tanah Asli +8% AAT + 6% PPC	23.544	1.301
Tanah Asli +8% AAT + 8% PPC	23.100	1.306

Dari **tabel 4.9.** dapat diketahui bahwa nilai kadar air optimum tanah asli adalah sebesar 26,891% dengan berat isi kering maksimum 1,479 gr/cm³. Dari tabel 4.9 juga diketahui kadar air optimum pada setiap penambahan presentase campuran abu ampas tebu dan semen mengalami penurunan. Penurunan kadar air optimum ini terjadi karena setelah melalui proses pemadatan, rongga udara yang ada dalam tanah telah terisi oleh bahan

campuran stabilisasi yakni abu ampas tebu dan semen. Menurunnya kadar air optimum di setiap penambahan bahan campuran terjadi peningkatan pada berat kering maksimum, hal ini dikarenakan penambahan abu ampas tebu dan semen sebagai *filler* atau mengisi rongga pori tanah, yang pada kondisi tanah asli, rongga pori tersebut terisi oleh air dan udara. Fungsi abu ampas tebu dan semen sebagai bahan pozzolan yang memiliki kandungan silica yang tinggi dan mengeras jika bereaksi dengan air membuat tanah menjadi keras dan memadatkan antar partikel tanah. Peningkatan jumlah partikel padat pada tanah tersebut berdampak pada peningkatan berat isi kering dan menurunnya kadar air optimum di setiap penambahan prosentase campuran abu ampas tebu dan semen.

4.5. Pemeriksaan CBR Laboratorium

Pada penelitian stabilisasi tanah ini dilakukan pengujian CBR yang dibedakan menjadi dua kondisi CBR, yaitu CBR tak terendam (*unsoaked*) dan CBR terendam (*soaked*). Kadar air yang digunakan adalah kadar air optimum yang diperoleh dari hasil pemadatan.

4.5.1 Pemeriksaan CBR Tak Terendam (*Unsoaked*)

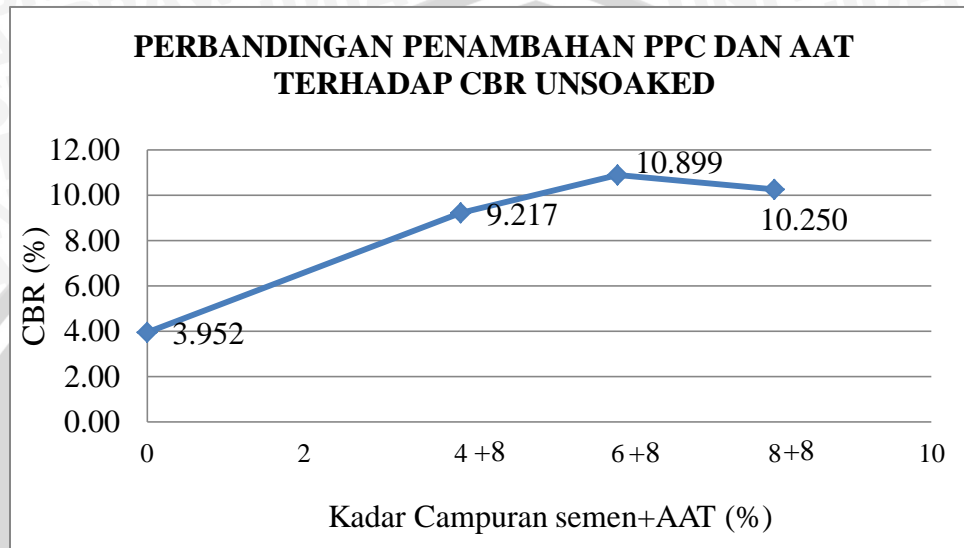
Pengujian CBR tak terendam dilakukan pada sampel tanah yang tanpa melalui proses perendaman terlebih dahulu. CBR tak terendam langsung diuji menggunakan alat CBR dan menggunakan kadar air optimum dari hasil pengujian pemadatan. Hasil pengujian CBR tak terendam dapat dilihat pada **tabel 4.10**.

Tabel 4.10. Hasil Pengujian CBR tak terendam (*unsoaked*)

KOMPOSISI TANAH	CBR UNSOAKED
	(%)
Tanah Asli	3.952
Tanah Asli +8% AAT+4% PPC	9.217
Tanah Asli +8% AAT+6% PPC	10.899
Tanah Asli +8% AAT+8% PPC	10.250

Dari **tabel 4.10**, dapat diketahui bahwa CBR tak terendam tanah asli sebesar 3,952%. Setelah ditambahkan bahan stabilisasi berupa abu ampas tebu dan semen nilai

CBR meningkat seiring penambahan abu ampas tebu dan semen. Hal ini menunjukkan bahwa stabilisasi dengan bahan campuran tersebut dapat meningkatkan nilai daya dukung tanah. Sedangkan perbandingan pengaruh penambahan abu ampas tebu dan semen terhadap CBR *unsoaked* dapat dilihat pada **gambar 4.7**.



Gambar 4.7. Perbandingan Penambahan AAT dan PPC Terhadap CBR Tak Terendam

Dari gambar 4.7. hasil pengujian CBR tak terendam menunjukkan peningkatan dari tanah asli sebesar 3.952% menjadi 9.217% pada prosentase campuran 8%aat+4%ppc dan terus meningkat seiring penambahan prosentase campuran. CBR tak terendam maksimum terdapat pada prosentase campuran 8%aat+6%ppc sebesar 10,899% dan kemudian nilai CBR turun di prosentase 8%aat+8%ppc sebesar 10,250%. Penurunan nilai CBR ini di presentase 8%aat+8%ppc dikarenakan berkurangnya kadar air optimum pada presentase ini, jadi reaksi pengikatan semen dengan air menjadi lebih kecil dan menyebabkan nilai cbr turun di presentase ini, oleh karena itu kadar bahan campuran abu ampas tebu dan semen yang optimum berada pada bahan campuran dengan prosentase 8%aat+6%ppc.

Peningkatan nilai CBR tak terendam pada setiap prosentase campurannya disebabkan oleh sifat pozzolanic antara abu ampas tebu dan semen yang bereaksi dengan air pada benda uji tanah. Abu ampas tebu dapat mengisi pori tanah dengan baik dan proses pozzolan semen yang terjadi antara kalsium hidroksida dari tanah bereaksi dengan silikat (SiO_2) dan aluminat (AlO_3) dari aditif membentuk material pengikat yang terdiri dari kalsium silikat atau aluminat silikat. Reaksi dari ion Ca^{2+} dengan silikat dan aluminat

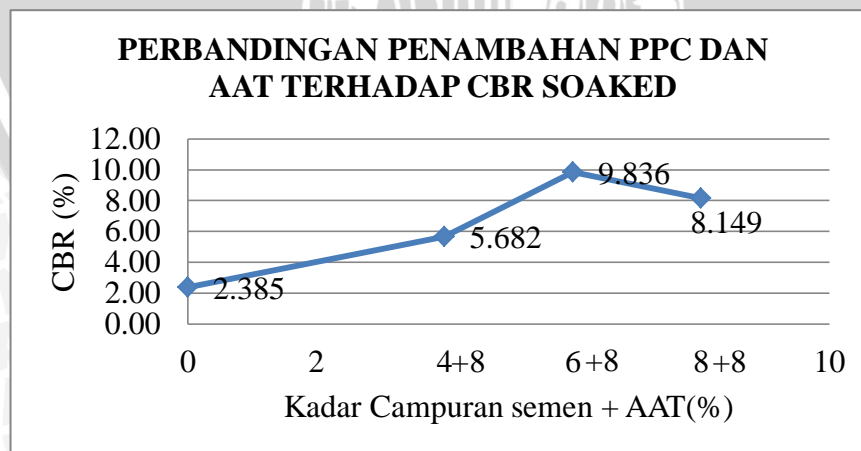
dari permukaan partikel lempung membentuk pasta semen (hydrated gel) sehingga mengikat partikel-partikel tanah dan meningkatkan nilai CBR itu sendiri. Selain itu dengan campuran abu ampas tebu dan semen pada tanah mengakibatkan proses flokulasi yaitu terjadinya proses pertukaran kation alkali (Na^+ dan K^+) dari tanah digantikan oleh kation dari aditif sehingga ukuran butiran lempung bertambah besar.

4.5.2. Pemeriksaan CBR Terendam (soaked)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai CBR pada saat tanah mengalami kondisi terburuk. Pengujian ini dilakukan pada sampel tanah dalam keadaan jenuh air dengan perendaman tanah dan cetakan di dalam air selama dua hari dimana tanah mengalami pengembangan maksimum. Hasil dari CBR terendam (soaked) ditunjukkan dalam **tabel 4.11.** dan **gambar 4.5** sebagai berikut.

Tabel 4.11. Hasil Pengujian CBR terendam (soaked)

KOMPOSISI TANAH	CBR SOAKED (%)
Tanah Asli	2.385
Tanah Asli +8% AAT+4% PPC	5.682
Tanah Asli +8% AAT+6% PPC	9.836
Tanah Asli +8% AAT+8% PPC	8.149

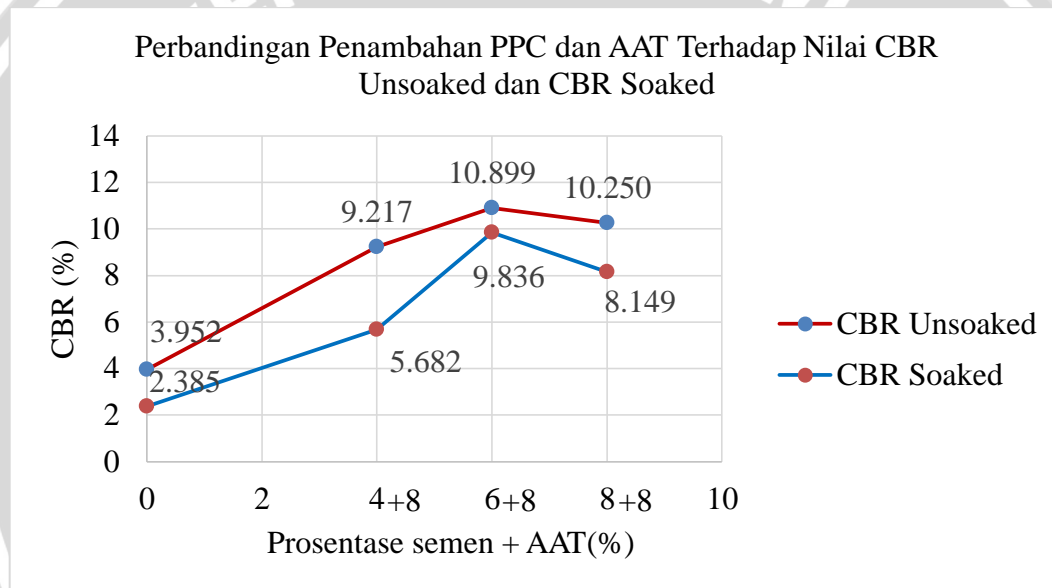


Gambar 4.8. Perbandingan Penambahan AAT dan PPC Terhadap CBR Terendam

Hasil pengujian CBR terendam menunjukkan peningkatan dari tanah asli sebesar 2,385% menjadi 5,682% pada penambahan campuran stabilisasi 8%aat+8%ppc. Nilai CBR terendam maksimum berada pada prosentase campuran 8%aat+6%ppc sebesar 9.836% dan nilai CBR terendam turun di prosentasi campuran selanjutnya. Nilai CBR terendam tidak lebih baik daripada nilai CBR tak terendam. Hal ini dikarenakan pengaruh kadar air yang tinggi membuat tanah menjadi lunak dan nilai CBR terendam menjadi rendah.

4.5.3. Perbandingan Nilai CBR Tak Terendam (*Unsoaked*) dan Terendam (*Soaked*)

Perbandingan nilai CBR laboratorium dalam keadaan tak terendam dan terendam dapat dilihat pada **gambar 4.9**.



Gambar 4.9. Grafik Perbandingan Nilai CBR Tak Terendam (*Unsoaked*) dan Terendam (*Soaked*)

Dilihat pada **gambar 4.9.**, nilai CBR tak terendam lebih besar dibandingkan nilai CBR terendam. Hal ini dikarenakan akibat dari meningkatnya kadar air pada tanah saat terendam yang menyebabkan tanah menjadi lunak dan semakin lemahnya daya dukung tanah. Perendaman tanah membuat kadar air dalam tanah tersebut melebihi kadar air optimum yang sebenarnya dan memberikan pengaruh yang kurang baik pada tanah yaitu kekuatan tanah akan semakin lebih kecil. Nilai CBR tak terendam maksimum terdapat pada

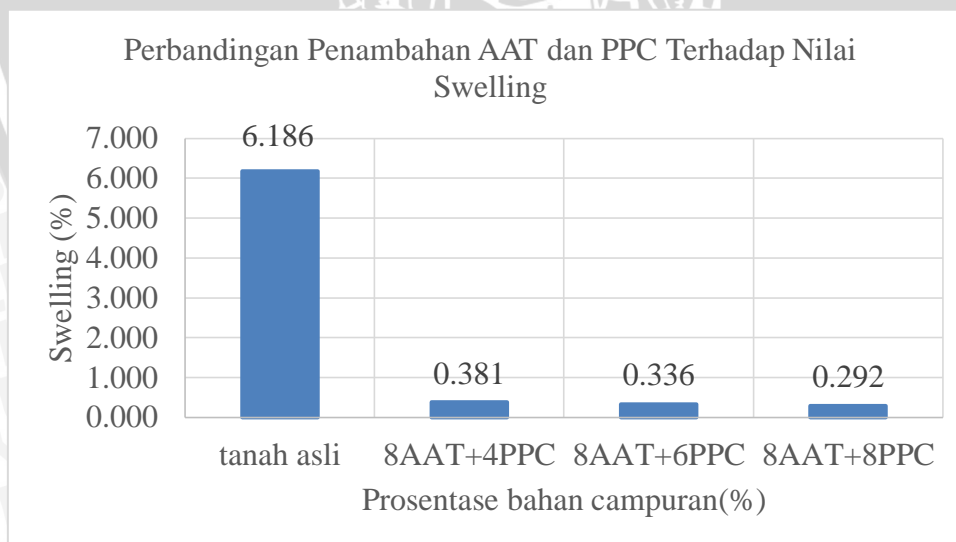
campuran 8%aat+6%ppc sehingga 8% kadar abu ampas tebu dan 6% kadar semen merupakan kadar yang optimum untuk stabilisasi tanah lempung ekspansif.

4.6. Pengujian Pengembangan (*Swelling*)

Pengembangan (*Swell*) adalah perbandingan perubahan tinggi selama dilakukan perendaman terhadap tinggi benda uji semula dan dinyatakan dalam persen (%). Pengujian pengembangan (*swelling*) dilakukan untuk mengetahui prosentase pengembangan sampel tanah saat terendam air selama 52 jam. Hasil pengujian swelling dapat dilihat dalam **tabel 4.12.** dan **gambar 4.10.**

Tabel 4.12. Hasil pengujian pengembangan (swelling)

KOMPOSISI TANAH	SWELLING
	(%)
Tanah Asli	6.186
Tanah Asli +8% AAT+4% PPC	0.381
Tanah Asli +8% AAT+6% PPC	0.336
Tanah Asli +8% AAT+8% PPC	0.292



Gambar 4.10. Pengaruh penambahan bahan campuran terhadap nilai pengembangan (swelling)

Dari **tabel 4.12.** dan **gambar 4.10.** dapat dilihat bahwa penambahan bahan stabilisasi abu ampas tebu dan semen dapat menurunkan nilai pengembangan. Hal ini dikarenakan kandungan dalam abu ampas tebu seperti silika, kalium, mangan dan kalsium yang tinggi dapat mengurangi potensi pengembangan karena unsur-unsur tersebut dapat terion menjadi kation yang mencegah ion H^+ masuk ke dalam lapisan *montmorillonite* sehingga kemampuan tanah lempung ekspansif dalam menyerap air berkurang dan mengurangi pengembangan yang terjadi. Sedangkan semen bila bercampur dengan air membentuk pasta yang mengikat butiran antar partikel lempung dan menutup pori-pori tanah yang susah ditembus air dan menyebabkan tahan terhadap penyerapan air dan mengurangi potensi pengembangan.

4.7. Pengujian *Free Swell* (pengembangan bebas)

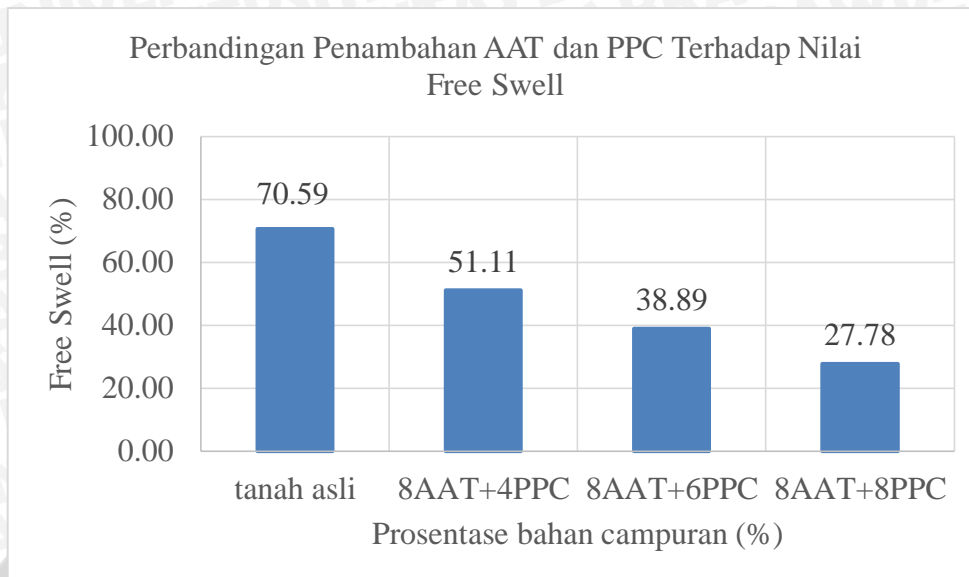
Persentase *Free Swell* adalah perbandingan perubahan volume tanah dengan volume tanah awal pengamatan. Perbedaan tinggi air atau volume awal pengamatan dengan akhir pengamatan menunjukkan perubahan volume material tanah. Besar pengembangan bebas dapat diketahui dengan perbandingan berikut.

$$\text{Pengembangan bebas} = \frac{\text{Volume akhir} - \text{Volume awal}}{\text{Volume awal}} \times 100\%$$

Hasil Pengujian *free swell* dapat dilihat pada **tabel 4.13.** dan perbandingan nilai *free swell* pada **gambar 4.11.** dibawah ini

Tabel 4.13. Hasil pengujian *free swell*

Komposisi Tanah	Volume Awal(ml)	Volume Akhir (ml)	Free Swell (%)
Tanah Asli	42.5	72.5	70.59
Tanah Asli+8%aat+4%ppc	45	68	51.11
Tanah Asli+8%aat+6%ppc	45	62.5	38.89
Tanah Asli+8%aat+8%ppc	45	57.5	27.78



Gambar 4.11. Perbandingan Penambahan AAT dan PPC Terhadap Nilai Free Swell

Dari **tabel 4.13** diatas dapat diketahui nilai free swell tanah asli sebesar 70,59% dan menurun hingga 27,78% pada prosentase bahan campuran 8%aat+8%ppc. Nilai pengembangan bebas terus menurun seiring penambahan kadar bahan campuran. Abu ampas tebu dan semen sebagai *filler* berpengaruh terhadap penurunan nilai pengembangan bebas ini dikarenakan rongga-rongga tanah yang telah terisi oleh bahan campuran abu ampas tebu dan semen dan mengakibatkan potensi pengembangan bebas semakin kecil.