

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan diuraikan data hasil penelitian dan pembahasan hasil-hasil yang telah diperoleh dari uji laboratorium. pengujian meliputi Uji Proctor Standar dan Uji CBR *Soaked* dan *Unsoaked* serta Uji *Swelling* dengan penambahan campuran *Fly ash*.

Dari hasil pengujian fisik pada kondisi tanah asli yang dijadikan sebagai bahan untuk penelitian, diperoleh data hasil uji *water content*, *liquid limit*, *plastic limit*, *specific gravity*, *sieve analysis*, *hydrometer analysis* dan *compaction test*. Sedangkan pada tanah yang dicampur dengan *fly ash* diperoleh data *water content*, *CBR soaked* dan *Unsoaked* serta *Swelling*.

4.1 Pengujian Berat Jenis Tanah

Pengujian berat jenis bertujuan untuk menentukan berat jenis suatu sampel tanah, berat jenis merupakan nilai perbandingan berat butiran tanah dengan berat air dengan volume yang sama pada temperature tertentu, biasanya diambil pada suhu 27,5⁰ C. Dari pengujian berat jenis yang telah dilakukan dari campuran tanah asli dengan *Fly ash* diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Berat Jenis Bahan

BAHAN	BERAT JENIS
Tanah Asli	2,528
<i>Fly ash</i>	2,772
Tanah Asli + 5 % <i>Fly ash</i>	2,536
Tanah Asli + 10 % <i>Fly ash</i>	2,634
Tanah Asli + 15 % <i>Fly ash</i>	2,675

Gambar 4.2 Grafik Hubungan antara diameter partikel dan persen finer.

Dari grafik yang didapatkan di atas, tanah dari Kecamatan Ngasem Bojonegoro ini memiliki prosentase distribusi lolos saringan no.200 sebesar 98,93% dan menurut sistem klasifikasi tanah USCS tanah tersebut tersebut tanah berbutir halus.

4.2.2 Pemeriksaan Batas – Batas Atterberg

Batas – batas atterberg merupakan suatu metode untuk mengetahui keadaan konsistensi dari tanah berbutir halus pada kadar air yang bervariasi. Pengujian batas – batas atterberg dimaksudkan untuk mengetahui jenis tanah yang akan digunakan sebagai benda uji. Adapun pengujian bata – batas atterberg yaitu pegujian batas plastis (*plastic limit*), batas cair (*liquid limit*), dan batas susut (*shrinkage limit*). Pada pengujian batas – batas atterberg ini dilakukan pada tanah asli serta tanah asli yang telah di stabilisasi *fly ash*.

Pengujian Atterberg Limit terdiri dari tiga bagian yaitu uji batas cair, uji batas plastis dan uji batas susut pada campuran Fly Ash dan tanah.

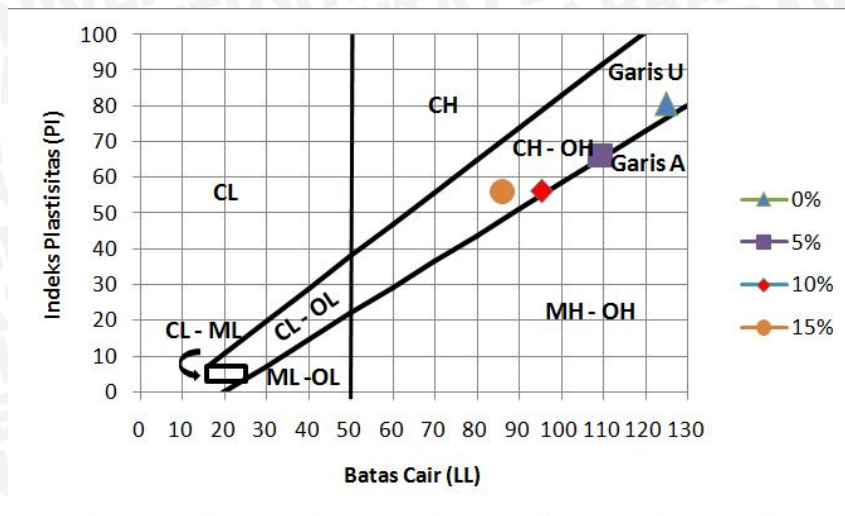
Tabel 4.2 Hasil pemeriksaan batas – batas atterberg

KOMPOSISI TANAH	LL (%)	PL (%)	SL (%)	PI (%)
TANAH ASLI + 0% <i>FLY ASH</i>	125	44,315	8,230	80,685
TANAH ASLI + 5% <i>FLY ASH</i>	104,255	43,750	8,333	60,505
TANAH ASLI + 10% <i>FLY ASH</i>	97,436	40,385	9,638	57,051
TANAH ASLI + 15% <i>FLY ASH</i>	94,118	37,736	10,357	56,382

Alumina dan silika pada *fly ash* akan menambah alumina dan silika pada tanah sehingga tanah lebih padat. Kemudian panas yang dihasilkan oleh *fly ash* akan mengurangi kadar air yang ada pada tanah pada proses hidrasi. Dan kemudian meningkatkan kekuatan tanah dan IP menjadi rendah.

4.2.3 Sistem Klasifikasi Tanah Sistem Unified

Berdasarkan klasifikasi tanah sistem Unified, melihat dari hasil analisis butiran dengan prosentase distribusi lolos saringan no.200 sebesar 98,93% tanah tersebut merupakan tanah berbutir halus dan dilihat dari batas – batas atterberg dengan nilai LL sebesar 125% dan PL sebesar 44,315%, maka nilai PI sebesar 80,685%, sehingga untuk daerah Desa Ngasem Kabupaten Bojonegoro tergolong sebagai tanah CH (lempung anorganik dengan plastisitas tinggi) atau OH (lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi).



Gambar 4.3 Sistem Klasifikasi Tanah Sistem Unified

4.2.4 Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO

Berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO dengan nilai $LL = 125\%$; dan $PI = 80,685\%$, maka tanah tersebut termasuk salah satu syarat dari tanah kelompok A-7-5 yaitu $PI \geq LL - 30$

Sehingga berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO tanah ini tergolong kelompok A-7-6 yaitu tanah lempung yang bersifat plastis dan mempunyai perubahan yang cukup besar.

4.2.5 Sifat Ekspansifitas

Untuk mengetahui sifat ekspansifitas tanah, salah satunya dapat dipakai menggunakan cara tidak langsung yaitu ;

a. Kriteria Pengembangan berdasarkan PI (Chen)

Berdasarkan hasil dari batas-batas atterberg yang telah di uji dari tanah asli apabila dimasukkan ke dalam tabel 2.2 maka didapatkan hasil bahwa tanah asli memiliki potensi pengembangan yang sangat tinggi.

b. Kriteria Pengembangan berdasarkan PI dan SI (Raman)

Berdasarkan hasil dari batas-batas atterberg yang telah di uji dari tanah asli apabila dimasukkan ke dalam tabel 2.1 maka didapatkan hasil bahwa tanah asli memiliki derajat ekspansifitas yang sangat tinggi.

c. Kriteria Pengembangan berdasarkan Activity (Skempton)

Berdasarkan dari nilai *activity* (A) dari tanah asli adalah 1,35 maka dari itu dari kriteria yang telah dikategorikan oleh skempton dapat

diketahui bahwa tanah asli tersebut tergolong tanah yang memiliki daya kembang susut yang aktif (*expansive*)

Hubungan antara potensi pengembangan, aktivitas dan prosentase kandungan lempung dapat dituliskan dalam rumus :

$$\begin{aligned}
 S &= (3,6 \times 10^{-5})(A^{2,44})(C^{3,44}) \\
 &= (3,6 \times 10^{-5})(1,35^{2,44})(69,487^{3,44}) \\
 &= 164,22 \%
 \end{aligned}$$

Dimana S adalah nilai potensi pengembangan, dan apabila nilai S tersebut dimasukkan ke dalam tabel 2.4 dan diplotkan kedalam gambar 2.1 maka didapatkan hasil bahwa tanah asli tersebut memiliki derajat ekspansifitas yang sangat tinggi.

Tabel 4.3 Klasifikasi tanah ekspansif

Komposisi	Degree of expansion (Raman)	Degree of expansion (Altmeyer)	Swelling Potensial (Chen)
TANAH ASLI + 0% <i>FLY ASH</i>	Very High	Critical	Very High
TANAH ASLI + 5% <i>FLY ASH</i>	Very High	Critical	Very High
TANAH ASLI + 10% <i>FLY ASH</i>	Very High	Critical	Very High
TANAH ASLI + 15% <i>FLY ASH</i>	Very High	Marginal	Very High

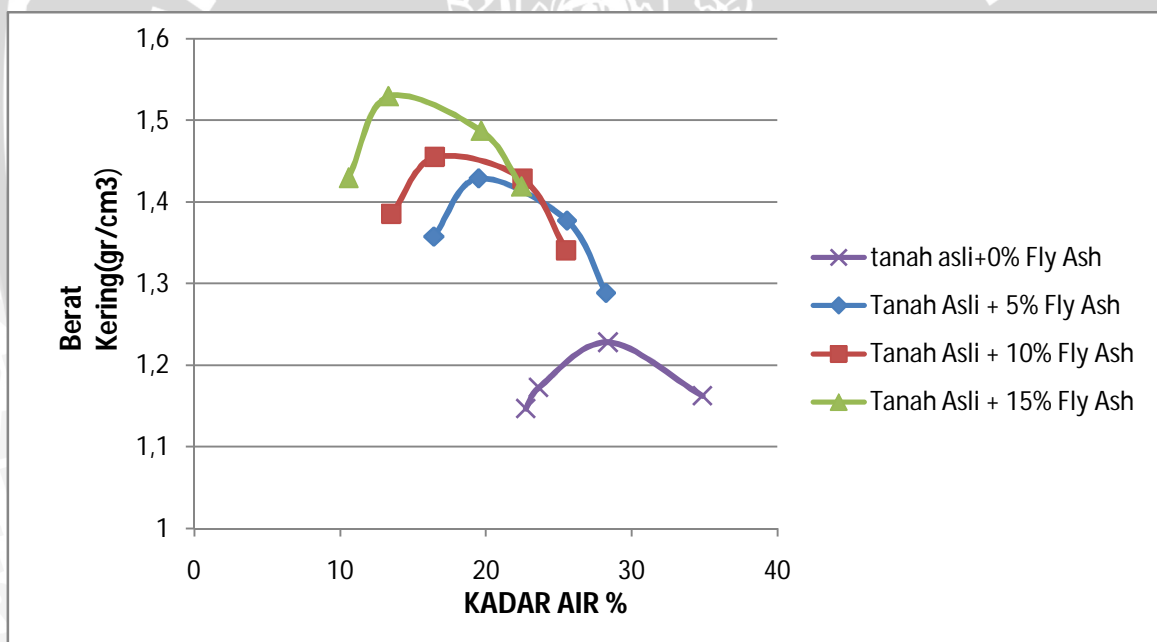
4.3 Uji Pematatan

Pada penelitian ini pengujian CBR dibedakan menjadi dua bagian yaitu CBR terendam (*soaked*) dan CBR tidak terendam (*unsoaked*). Untuk masing-masing bagian dilakukan untuk beberapa sampel dengan variasi kadar air dari tanah asli yaitu -6 %, -3 %, +3%, +6% dari kadar air yang sudah ditentukan. diperoleh data sebagai berikut:

Pengujian Kadar air bertujuan untuk mengetahui nilai perbandingan berat air dalam tanah dengan berat butiran tanah dalam satuan persen. Data yang diperoleh dari pengujian tanah asli dan campuran *Fly ash* sebagai berikut :

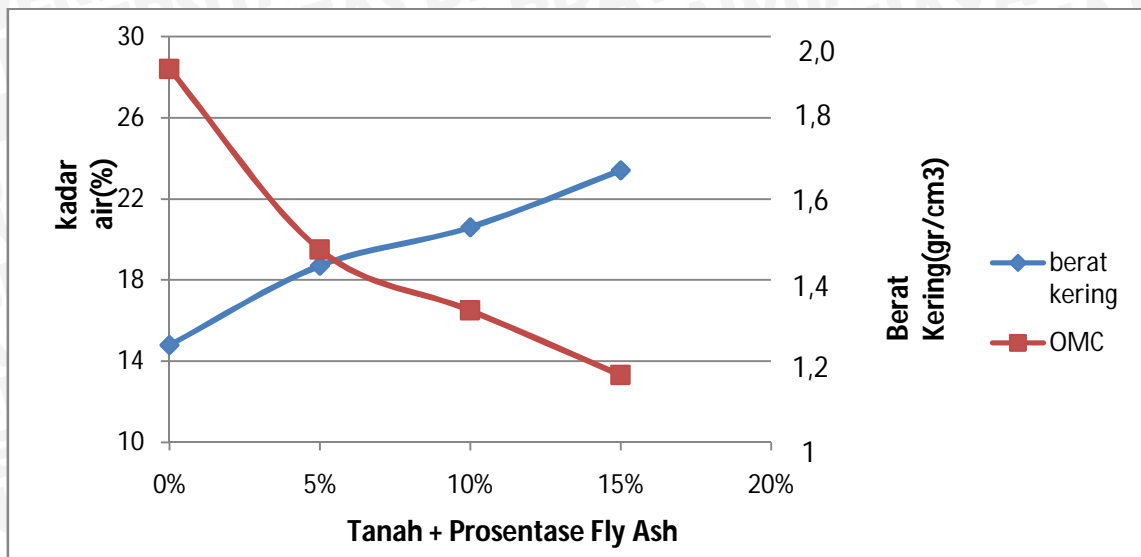
Tabel 4.4 Hasil Pemadatan pada tanah asli dan campuran *Fly ash*

Komposisi tanah	Kadar Air (%)	berat isi kering (gr/cm ³)
tanah asli	28,381	1,228
tanah asli + 5 % <i>fly ash</i>	19,508	1,429
tanah asli + 10 % <i>fly ash</i>	16,509	1,455
tanah asli + 15 % <i>fly ash</i>	13,320	1,530



Gambar 4.4 Grafik Perbandingan hasil Pemadatan tiap campuran *Fly ash* dengan tanah asli

Dari grafik diatas didapatkan hasil bahwa semakin bertambahnya *Fly ash* OMC yang didapatkan semakin kering. Kemudian berat kering pada campuran yang semakin tinggi *Fly ash* juga semakin tinggi.



Gambar 4.5 Perbandingan Kadar Air dengan Berat kering pada tanah asli dan setiap campuran

4.4 Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)

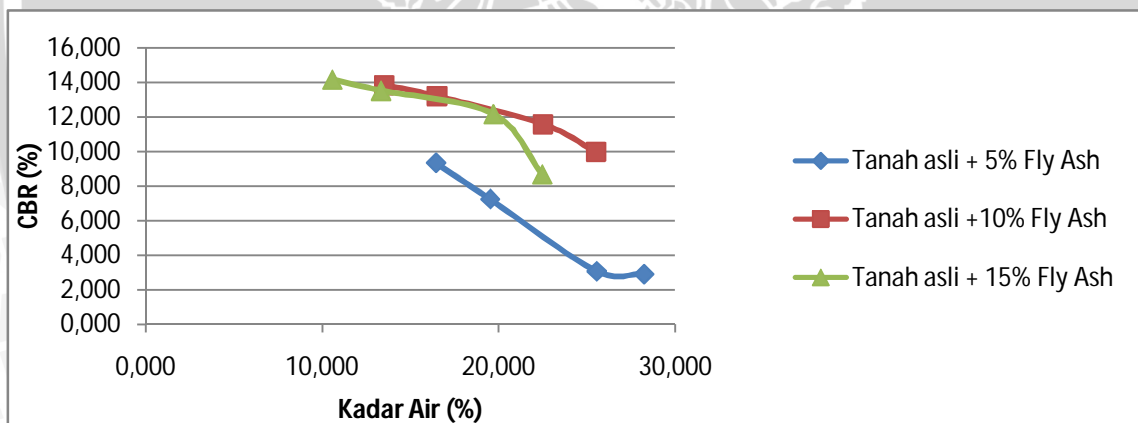
Pada penelitian ini pengujian CBR dibedakan menjadi dua bagian yaitu CBR terendam (*soaked*) dan CBR tidak terendam (*unsoaked*). Untuk masing-masing bagian dilakukan untuk beberapa sampel dengan variasi kadar air yaitu sesuai yang sudah ditentukan dalam rancangan.

4.4.1 CBR tanpa rendaman (*Unsoaked*)

Pengujian CBR tanpa rendaman adalah pengujian yang dilakukan tanpa direndam kedalam air, dan langsung diujicoba dengan menggunakan alat uji CBR. Hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut :

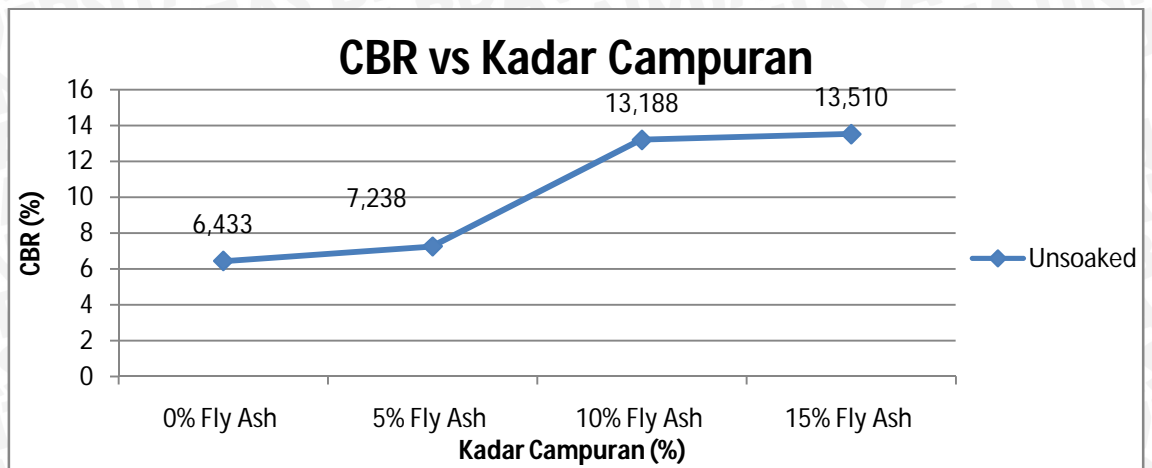
Tabel 4.5 Hasil Pengujian CBR tanpa rendaman(*Unsoaked*)

Komposisi tanah	Kadar Air (%)	berat isi kering (gr/cm ³)	CBR (<i>unsoaked</i>) (%)
tanah asli	28,381	1,228	6,433
tanah asli + 5 % <i>fly ash</i>	16,435	1,358	9,328
	19,508	1,429	7,238
	25,551	1,377	3,056
	28,233	1,289	2,895
tanah asli + 10 % <i>fly ash</i>	13,524	1,385	13,832
	16,509	1,455	13,188
	22,518	1,429	11,567
	25,510	1,341	9,972
tanah asli + 15 % <i>fly ash</i>	10,570	1,430	14,153
	13,320	1,530	13,510
	19,685	1,487	12,167
	22,457	1,419	8,685



Gambar 4.6 Hubungan nilai kadar air pada tanah asli dan campuran dengan nilai CBR tak terendam

Melihat hasil dari grafik 4.4 didapatkan hasil bahwa campuran tanah asli dan campuran saat kadar air optimum masih belum mencapai kondisi optimum nilai CBR yang diharapkan. Dan diperlukan kondisi kadar air yang lebih kering untuk mencapai kondisi nilai CBR optimum.



Gambar 4.7 Pengaruh penambahan campuran *Fly ash* terhadap nilai CBR tak terendam pada saat kondisi OMC tiap campuran

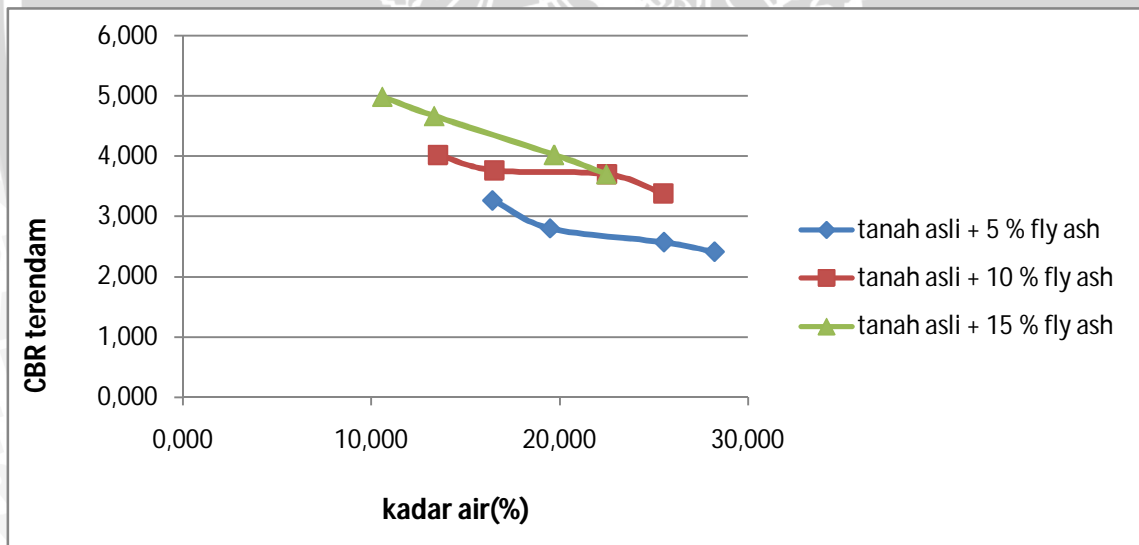
Pada CBR tak terendam Penambahan *Fly ash* juga menambah kuat tekan CBR. Penambahan paling maksimal didapatkan pada penambahan sebesar 15 %, yang mana kekuatan CBR bertambah sebesar 13,510%. Ini membuktikan bahwa *Fly ash* mampu menambah kekuatan CBR.

4.4.2 CBR rendaman

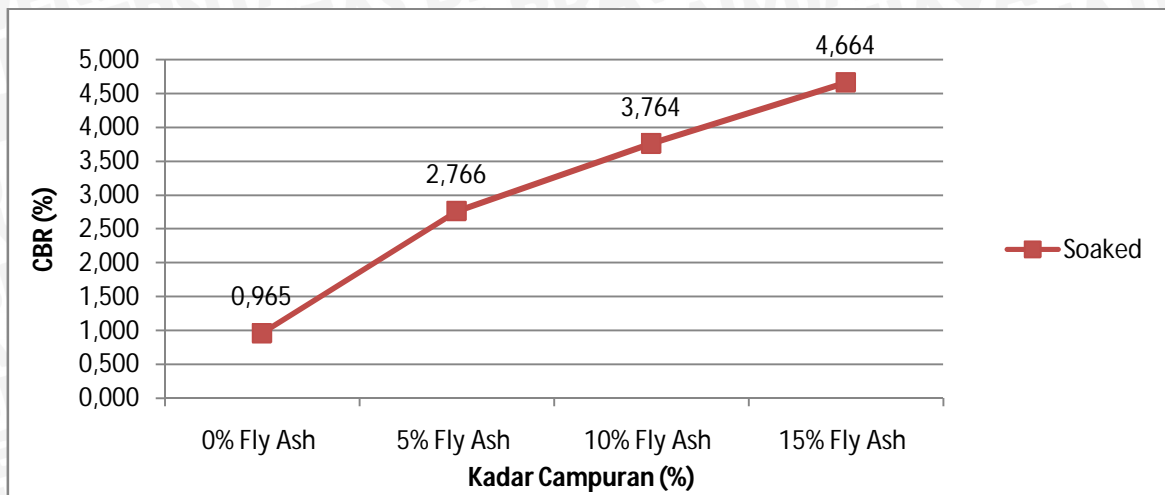
Pengujian CBR rendaman ini bertujuan untuk mencari besarnya nilai CBR serta nilai pengembangan CBR di dalam keadaan jenuh air. Sehingga pada keadaan ini tanah mengalami pengembangan yang maksimum, dimana tanah dan cetakan direndam di dalam air selama 2 hari. Hasil dari pengujian CBR terendam (*soaked*) dengan variasi kadar air diperoleh sebagai berikut :

Tabel 4.6 Hasil Pengujian CBR rendaman

Komposisi tanah	Kadar Air (%)	berat isi kering (gr/cm ³)	CBR (<i>soaked</i>) (%)
tanah asli	28,381	1,228	0,965
	16,435	1,358	3,267
tanah asli + 5 % <i>fly ash</i>	19,508	1,429	2,766
	25,551	1,377	2,573
	28,233	1,289	2,413
	13,524	1,385	4,021
tanah asli + 10 % <i>fly ash</i>	16,509	1,455	3,764
	22,518	1,429	3,699
	25,510	1,341	3,378
	10,570	1,430	4,986
tanah asli + 15 % <i>fly ash</i>	13,320	1,530	4,664
	19,685	1,487	4,021
	22,457	1,419	3,699



Gambar 4.8 Hubungan nilai kadar air pada tanah asli dan campuran dengan nilai CBR terendam



Gambar 4.9 Pengaruh penambahan campuran *Fly ash* terhadap nilai CBR terendam pada saat kondisi OMC tiap campuran

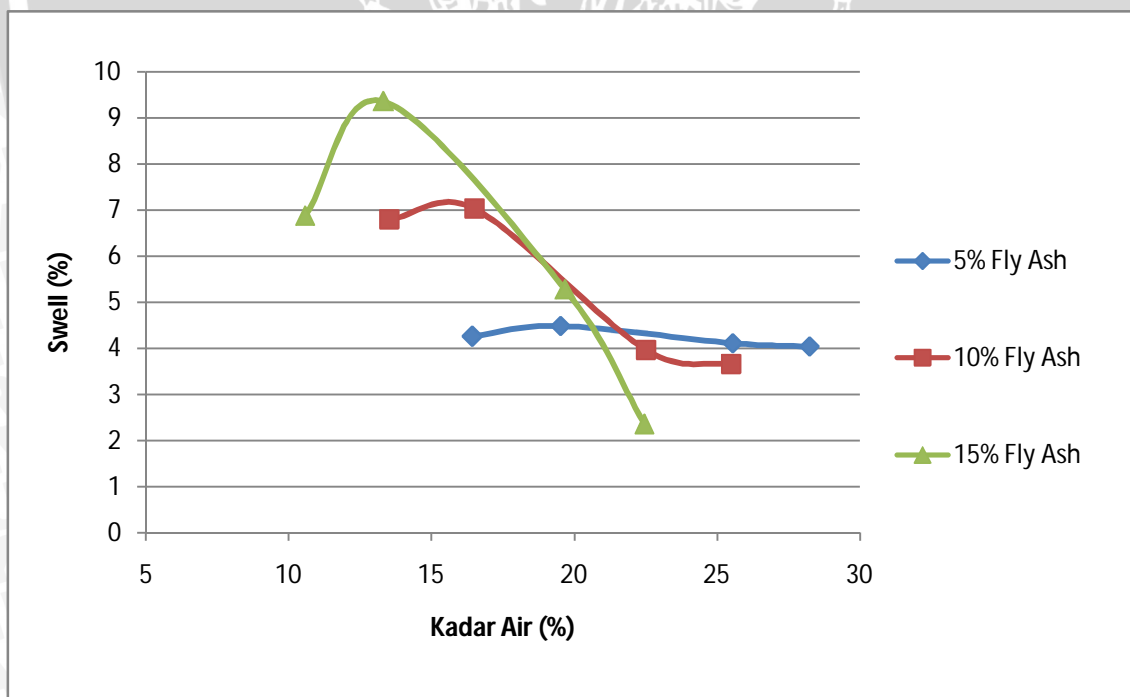
Pada CBR terendam Penambahan *Fly ash* juga menambah kuat tekan CBR. Penambahan paling maksimal didapatkan pada penambahan sebesar 15 %, yang mana kekuatan CBR bertambah sebesar 4,664%. Ini membuktikan bahwa *Fly ash* mampu menambah kekuatan CBR walaupun pada kondisi terendam.

4.5 Pengujian Swelling

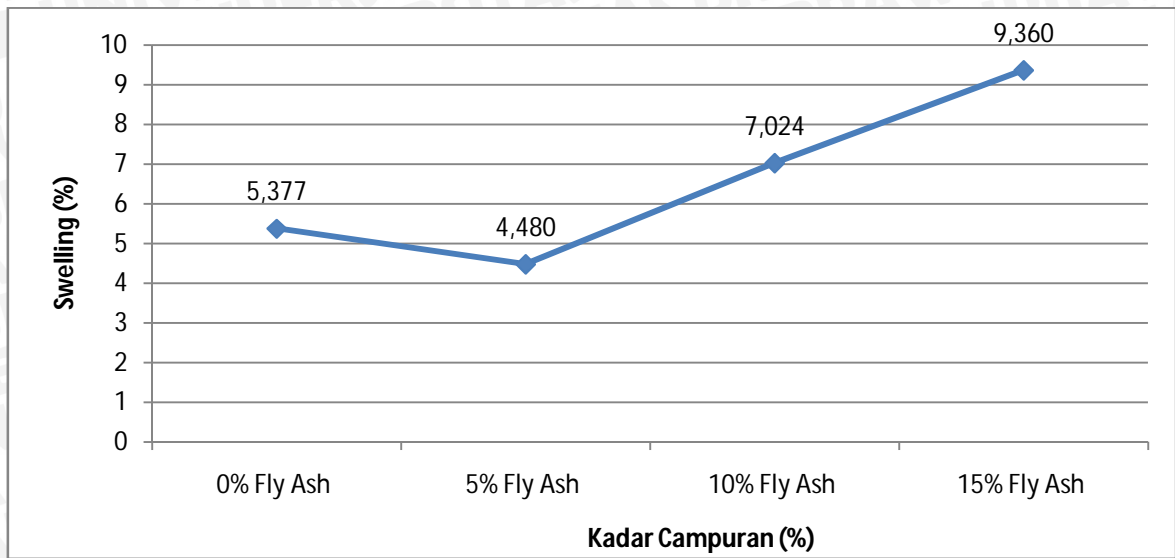
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui potensi pengembangan pada tanah asli maupun tanah asli dengan campuran *Fly ash*. Pengujian ini dilakukan dengan cara merendam Tanah dan Campuran *Fly ash* selama 2 hari dan dihitung dengan menggunakan *dial gauge* jumlah pengembangan yang terjadi pada saat tanah direndam di air.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian *Swelling*

Komposisi tanah	Kadar Air (%)	berat isi kering (gr/cm ³)	swell (%)
tanah asli	28,381	1,228	5,377
tanah asli + 5 % <i>fly ash</i>	16,435	1,358	4,256
	19,508	1,429	4,480
	25,551	1,377	4,112
	28,233	1,289	4,040
tanah asli + 10 % <i>fly ash</i>	13,524	1,385	6,792
	16,509	1,455	7,024
	22,518	1,429	3,952
	25,510	1,341	3,648
tanah asli + 15 % <i>fly ash</i>	10,570	1,430	6,872
	13,320	1,530	9,36
	19,685	1,487	5,28
	22,457	1,419	2,2352



Gambar 4.10 Grafik hubungan nilai kadar air pada tanah asli ditambah *Fly ash* dengan nilai *Swelling*

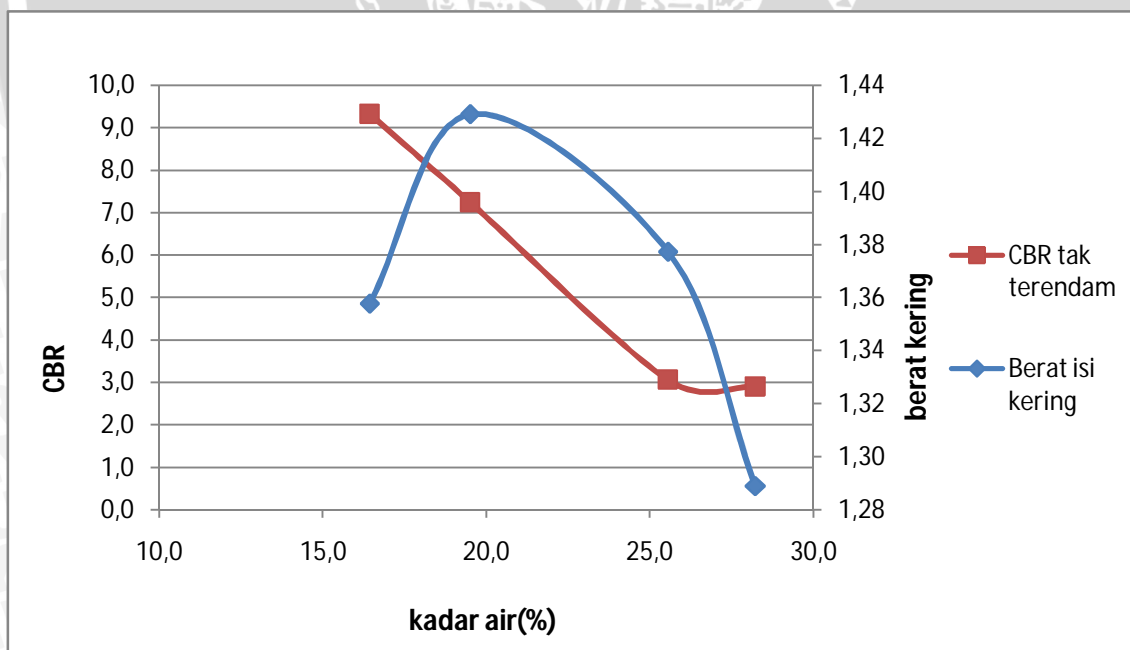


Gambar 4.11 Pengaruh penambahan campuran *Fly ash* terhadap nilai *Swelling* pada saat kondisi OMC tiap campuran

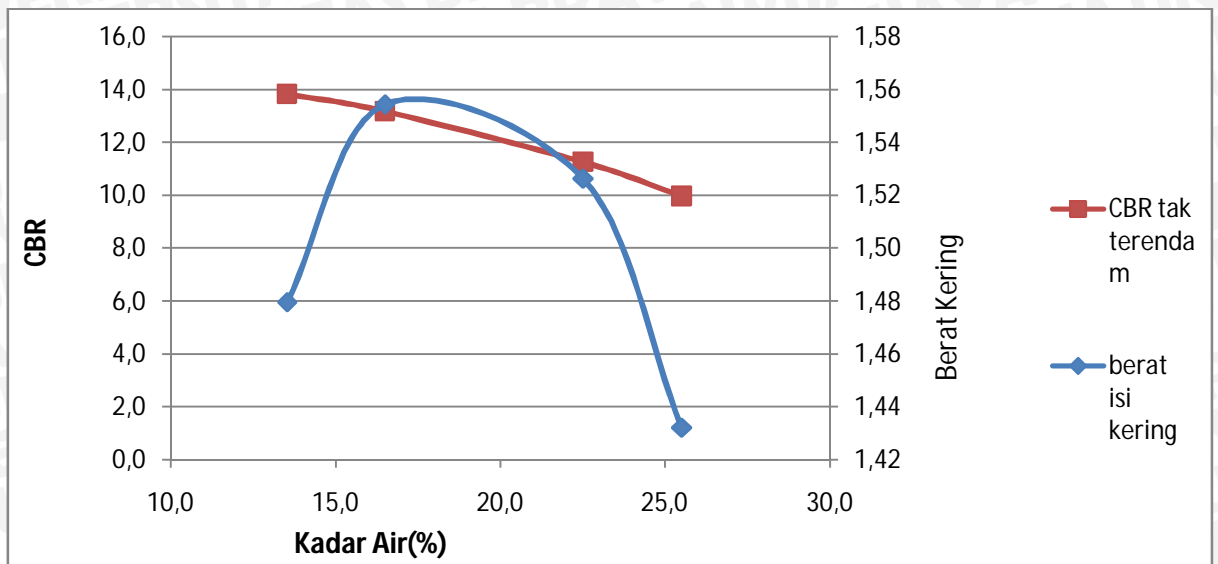
Pada Pengujian *Swelling* hasil yang didapatkan adalah penambahan *Fly ash* tidak menurunkan potensi pengembangan secara signifikan pada tanah asli yang ditambah dengan *Fly ash*. Karena seiring penambahan *Fly ash* potensi pengembangan semakin naik. Ini juga dikarenakan kadar air yang semakin berkurang. Sehingga air lebih banyak masuk pada saat direndam. Dan sifat dari *Fly ash* sendiri tidak menyerap air.

Tabel 4.8 Hubungan antara nilai CBR Tak Terendam dan Pematatan

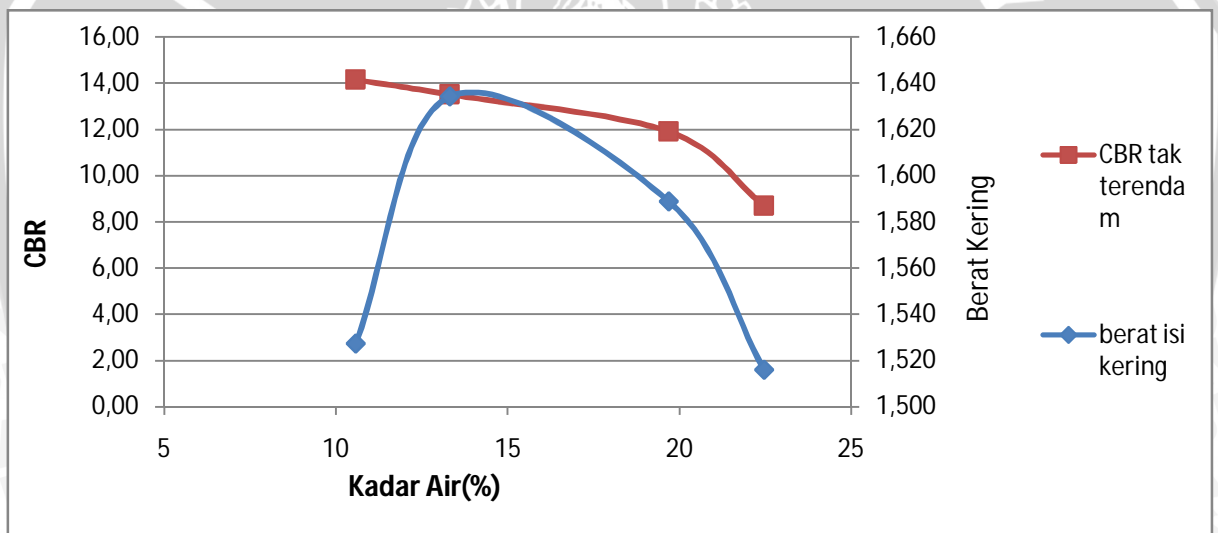
Komposisi tanah	Kadar Air (%)	berat isi kering (gr/cm ³)	CBR (<i>unsoaked</i>) (%)
tanah asli	28,381	1,228	6,433
	16,435	1,358	9,328
	19,508	1,429	7,238
	25,551	1,377	3,056
tanah asli + 5 % <i>fly ash</i>	28,233	1,289	2,895
	13,524	1,385	13,832
	16,509	1,455	13,188
	22,518	1,429	11,567
tanah asli + 10 % <i>fly ash</i>	25,510	1,341	9,972
	10,570	1,430	14,153
	13,320	1,530	13,510
	19,685	1,487	12,167
tanah asli + 15 % <i>fly ash</i>	22,457	1,419	8,685



Gambar 4.12 Grafik Hubungan antara CBR tak terendam dengan berat kering pada campuran tanah asli + 5 % *Fly ash*



Gambar 4.13 Grafik Hubungan antara CBR tak terendam dengan berat kering pada campuran tanah asli + 10 % *Fly ash*

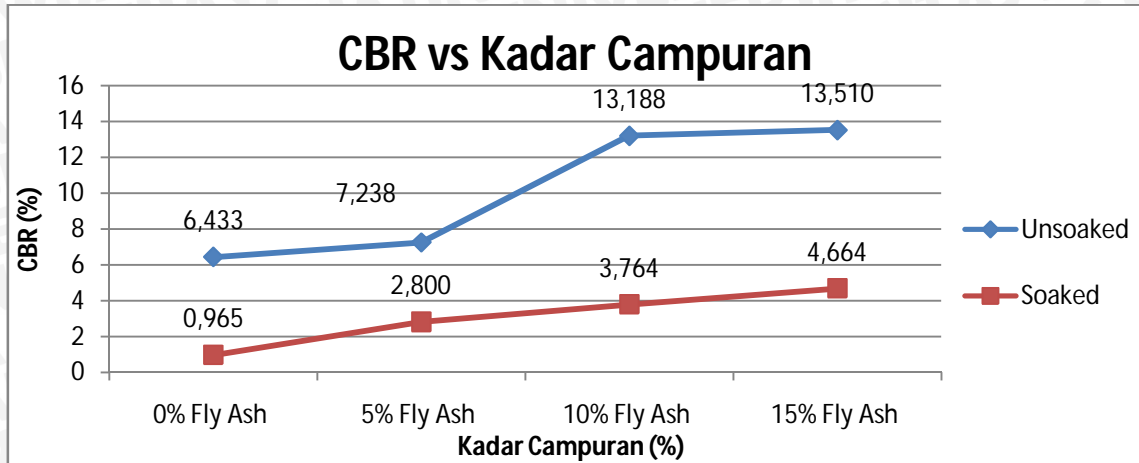


Gambar 4.14 Grafik Hubungan antara CBR tak terendam dengan berat kering pada campuran tanah asli + 15 % *Fly ash*

Melihat hasil dari grafik perbandingan nilai CBR tek terendam dengan kadar air didapatkan hasil bahwa pada saat kadar air optimum nilai CBR yang didapatkan masih belum mencapai nilai yang optimal. Diperlukan kondisi lebih kering agar didapatkan kondisi CBR yang optimum.

4.7 Hubungan antara nilai CBR Tak Terendam dan Terendam

Perbandingan nilai CBR Terendam dan Tak terendam pada saat kondisi OMC di setiap campuran tanah dengan *Fly ash*



Gambar 4.15 Grafik perbandingan nilai CBR Tak Terendam dan CBR Terendam

Dari grafik perbandingan di atas didapatkan hasil bahwa nilai CBR tak terendam lebih besar daripada nilai CBR terendam. Karena dipengaruhi oleh air yang masuk ke dalam tanah pada saat perendaman, membuat tanah semakin lunak.

Kemudian untuk membuktikan nilai optimum pada campuran 15 % *Fly ash* maka diuji kembali 1 sampel untuk CBR tak terendam dengan campuran 20 %. Terbukti kekuatan CBR pada campuran ini menurun dan lebih rendah dari kekuatan pada campuran 15 % *Fly ash*. Artinya kekuatan maksimal didapatkan pada penambahan *Fly ash* sebesar 15 %.