

## BAB VI

### PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

#### 6.1. SIFAT-SIFAT FISIK TANAH

Hasil pengujian sifat-sifat fisik tanah pasir yang berasal dari tepi Kali Progo, Yogyakarta dapat dilihat dalam Tabel 6.1 sebagai berikut ini.

**Tabel 6.1** Hasil Pengujian Sifat-sifat Fisik Tanah

No.	Pengujian	Hasil Pengujian
1	Kadar Air Tanah	35,04%
2	Berat Volume Tanah	1,85 gram/cm <sup>3</sup>
3	Berat Jenis Tanah	2,67

#### 6.2. SISTEM KLASIFIKASI TANAH

##### 6.2.1 Klasifikasi Sistem USCS (*Unified Soil Classification System*)

Klasifikasi sistem *Unified* tanah dibagi dalam 2 kelompok, yaitu tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus.

- a. Tanah berbutir kasar (*coarse grained – soil*), yaitu tanah yang memiliki 50% butirannya tertahan pada saringan No.200. Simbol kelompok ini adalah G (untuk tanah berkerikil) dan S (untuk tanah berpasir). Selain itu juga dinyatakan gradasi tanah dengan simbol W (untuk tanah bergradasi baik) dan P (untuk tanah bergradasi buruk).
- b. Tanah berbutir halus (*fine – grained – soil*), yaitu tanah yang memiliki 50% atau lebih dari berat contoh lolos saringan No.200. Simbol kelompok ini adalah C (untuk lempung anorganik, clay) dan O (untuk lanau organik), Plastisitas dinyatakan dalam L (plastisitas rendah) dan H (plastisitas tinggi).

Simbol-simbol yang digunakan tersebut adalah :

G = kerikil (*gravel*)

S = pasir (*sand*)

C = lanau (*silt*)

O = lanau atau lempung organik (*organic silt or clay*)

Pt = tanah gambut dan tanah organik tinggi (*peat and highly organic soil*)

W = gradasi baik (*well-graded*)

P = gradasi buruk (*poorly-graded*)

H = plastisitas tinggi (*high-plasticity*)

L = plastisitas rendah (*low-plasticity*)

Hasil dari pengujian analisis butiran saringan dapat diketahui bahwa tanah pasir dari daerah Kali Progo, Yogyakarta didapatkan data sebagai berikut ini.

1. Lolos saringan no.40 = 81,69 %

2. Dari Tabel 5.5 dapat dihitung :

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{0,32361}{0,120370} = 2,688$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = \frac{0,19818^2}{0,120370 \times 0,32361} = 1,008$$

Sehingga dapat diklasifikasikan berdasarkan Tabel 6.1 sebagai berikut ini.

1. Divisi Utama

a. Tanah berbutir kasar yaitu lebih dari 50% butiran tertahan saringan no. 200 (0,075mm).

b. Pasir lebih dari 50% fraksi kasar lolos saringan No. 4 (4,475mm).

c. Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus).

2. Simbol Kelompok : SP

3. Nama Jenis : Pasir bergradasi buruk dan pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus.

4. Kriteria Klasifikasi

a.  $C_u < 6$  dan  $1 \leq C_c \leq 3$ , maka termasuk kedalam simbol kelompok SP dengan gradasi buruk.

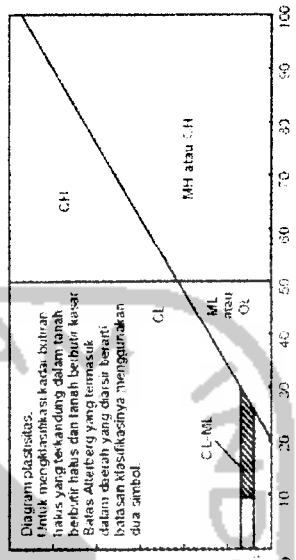
- b. Tidak memenuhi kedua kriteria untuk (SW) yaitu pasir gradasi baik, berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.

Dari keterangan diatas dapat disimpulkan bahwa tanah pasir dari daerah Kali Progo, Yogyakarta termasuk dalam kelompok SP dengan nama jenis pasir gradasi buruk, pasir kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus.



Tabel 6.2 Klasifikasi Tanah berdasarkan Sistem Unified (I.S. Dumm, 1980)

Divisi Utama		Simbol Kelompok	Nama Jenis	Nama Jenis	
Tanah berbutir halus 50% atau lebih tanah seringan no. 200 (0.75 mm)	Kerikil 50% atau lebih dan fraksi kasar lebih dari 4.75 mm)	KERIKIL dg fraksi BERSIH	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir lempung	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW	
			Kerikil berlanau, campuran pasir lempung		
	Pasir lebih dari 50% fraksi kasar lebih dari 4.75 mm)	PASIR BERSIH	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau PI > 4	
			Pasir gradasi buruk, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	Batas-batas Atterberg di atas garis A atau PI > 7	
	Pasir lebih dari 50% fraksi kasar lebih dari 4.75 mm)	PASIR dg fraksi halus	Pasir berlanau, campuran pasir lanau	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW	
			Pasir berlempung, campuran pasir-lempung		
	Tanah berbutir halus 50% atau lebih loos seringan no. 200 (0.75 mm)	Lanau dan lempung batas cair 50% atau kurang	ML atau CL	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung	Batas-batas Atterberg berada di daerah atas dari diagram plastisitas, maka dipakai dobet/symbol
				Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir berlempung berlanau lempung kurus (lean clays)	
				Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah	
				Lanau tak organik atau pasir halus diatomae lanau elastis	
Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi lempung gemuk (fat clays)					
Tanah dengan kadar organik tinggi	Lanau dan lempung batas cair > 50%	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi	Batas Cair U <sub>c</sub> > 75 Garis A PI > 9.3 (U <sub>c</sub> > 25)	
			Gambut (peat) dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi		



Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488

### 6.2.2 Klasifikasi Sistem AASHTO

Klasifikasi sistem AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials Classification*) membagi tanah ke dalam 8 kelompok, A-1 sampai A-8 termasuk sub-sub kelompok.

Indeks kelompok (*group index*) (GI) digunakan untuk mengevaluasi lebih lanjut tanah – tanah dalam kelompoknya. Indeks kelompok dihitung dengan persamaan :

$$GI = (F-35)[0,2 + 0,005 (LL-40)] + 0,01 (F-15)(PI-10)$$

Dengan :

GI = indeks kelompok (*group index*)

F = persen butiran lolos saringan no.200 (0,075 mm)

LL = batas cair

PI = indeks plastisitas

Dari pengujian analisis saringan didapatkan data sebagai berikut:

1. Lolos saringan no. 200 (0,075 mm) = 0 %
2.  $GI = (F-35)[0,2 + 0,005 (LL-40)] + 0,01 (F-15)(PI-10)$   
 $= (0-35)[0,2 + 0,005 (0-40)] + 0,01 (0-15)(0-10)$   
 $= 0$

Dari data tersebut dan kemudian dicocokkan dengan Tabel 6.2 Klasifikasi tanah Sistem AASHTO, maka dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Klasifikasi Umum : Material Granuler ( < 35% lolos saingan No.200 )
2. Klasifikasi kelompok = A-3
3. Analisa Saringan ( % lolos )  
 2,00 mm ( no. 10 ) : -  
 0,425 mm ( no. 40 ) : 51 maks  
 0,075 mm ( no. 200 ) : 10 maks
4. Sifat fraksi lolos saringan no. 40  
 Batas cair ( LL ) : -  
 Indeks Plastis ( PI ) : NP

5. Indeks Kelompok : ( GI ) = A-3 ( 0 )
6. Tipe material yang pokok pada umumnya : Pasir halus
7. Penilaian umum sebagai tanah dasar : Sangat baik sampai baik

Jenis tanah granuler dari daerah Kali Progo, Yogyakarta sebagai berikut tipe material secara umum adalah pasir halus dan penilain secara umum sangat baik sampai baik.

**Tabel 6.3** Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO (Hary Christady Hardiyatmo, 2006)

Klasifikasi umum	material granuler ( < 35% lolos saringan no.200 )					Tanah-tanah lanau-lempung ( > 35% lolos saringan no.200 )			
	A-1 A-1-a-A-1-b	A-3	A-2 A-2-4 5	A-2- 5	A-2-6 A- 2-7	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Analisis saringan (% lolos)									
2.00 mm (no.10)	50 maks	-	-	-	-	-	-	-	-
0,425 mm (no.40)	30 maks	51	-	-	-	51 min	51 min	51 min	51 min
0,075 mm (no.200)	50 maks	maks	-	-	-	10 maks	10 maks	10 maks	10 maks
	15 maks	10 maks	35 maks	35 maks	35 maks				
	25 maks	maks	maks	maks	maks				
Sifat fraksi lolos saringan no.40									
Batas Cair (LL)	-	-	40 maks	41 min	40 maks	40 maks	41 min	40 maks	41 min
Indeks Plastis (PI)	6 maks	np	10 maks	10 min	11 min	10 maks	10 maks	11 min	11 min
Indeks kelompok (GI)	0	0	0	4 maks	4 maks	8 maks	12 maks	16 maks	20 maks
Tipe material yang pokok pada umumnya	pecahan batu kerikil dan pasir	pasir	Kerikil berlanau atau berlempung dan pasir			tanah berlanau		tanah berlempung	
Penilaian umum	sangat baik sampai baik					sedang sampai buruk			

Catatan : Kelompok A-7 dibagi atas A-7-5 dan A-7-6 bergantung pada batas plastisnya (PL)

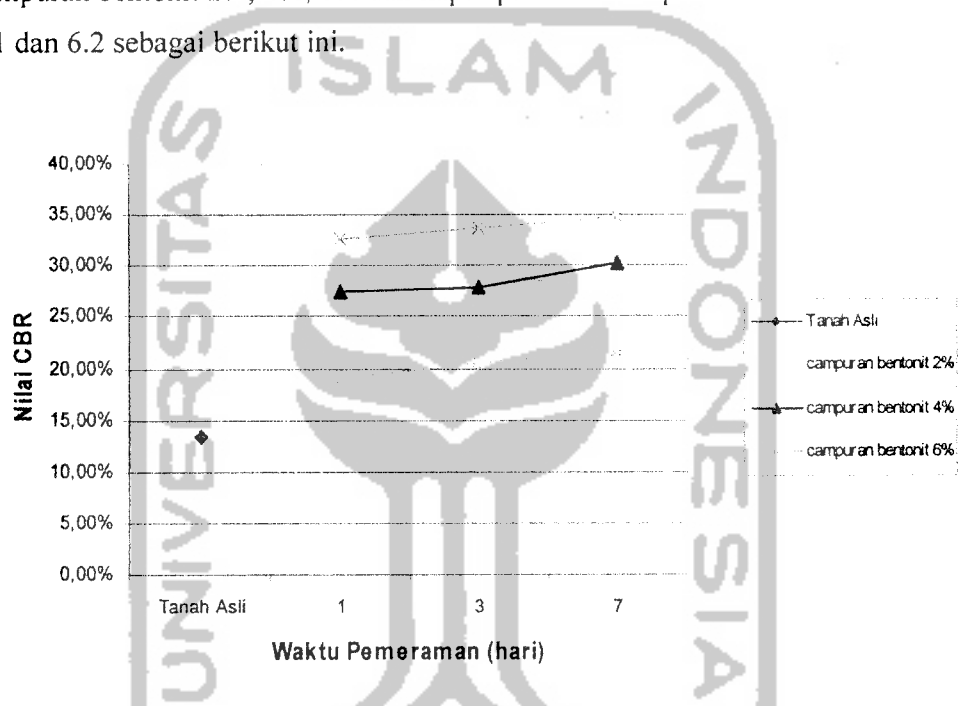
Untuk  $PL > 30$  klasifikasinya A-7-5

Untuk  $PL < 30$  klasifikasinya A-7-6 ; np = non plastis

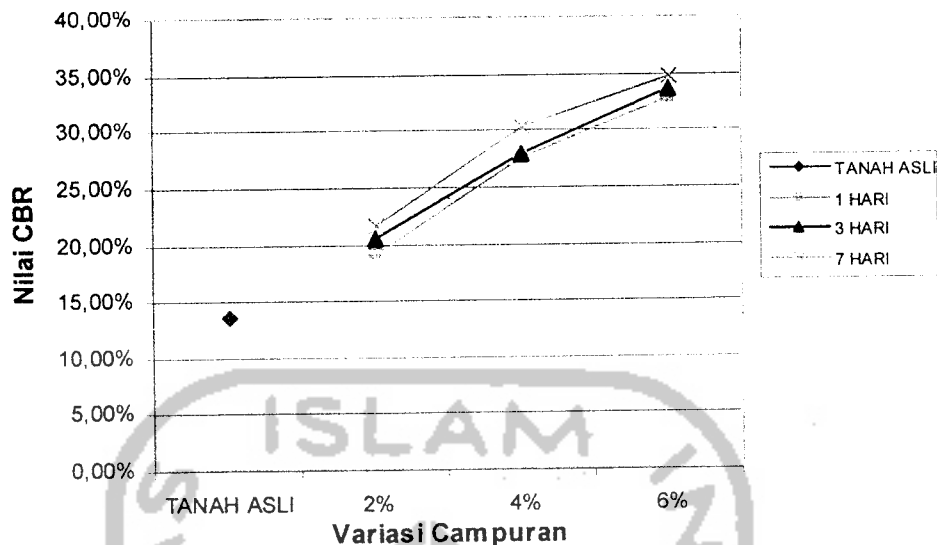
### 6.3 ANALISIS HASIL PENGUJIAN CBR

#### 6.3.1 Analisis Hasil Pengujian CBR Langsung (*Unsoaked CBR*)

Peningkatan nilai CBR Langsung antara waktu pemeraman dan variasi campuran bentonit 2%, 4%, 6% dan kapur padam 1% dapat dilihat dalam Gambar 6.1 dan 6.2 sebagai berikut ini.



Gambar 6.1 Hubungan Nilai *Unsoaked* CBR Terhadap Waktu Pemeraman



**Gambar 6.2** Hubungan Nilai *Unsoaked* CBR Terhadap Variasi Campuran Bentonit dan Kapur Padam 1%

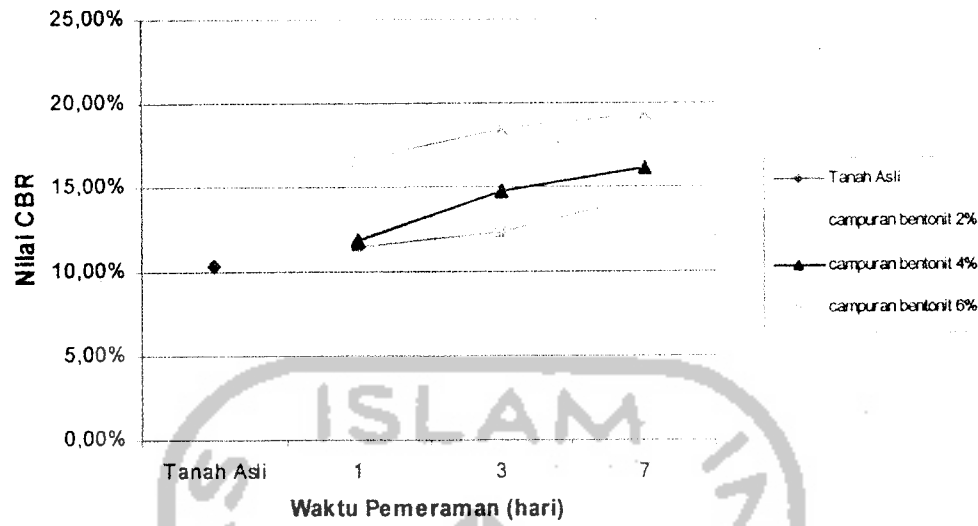
Dari grafik hasil percobaan CBR Langsung diatas diperoleh kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Nilai CBR Langsung tanah pasir yang dicampur dengan bentonit dan kapur padam mengalami peningkatan yang berbanding lurus dengan lama waktu pemeraman. Dalam penelitian ini, menggunakan variasi campuran bentonit sebesar 2%, 4%, 6% dan kapur padam 1% serta lama waktu pemeraman berturut-turut adalah 1 hari, 3 hari, dan 7 hari.
2. Tanah pasir memiliki nilai CBR Langsung sebesar 13,5%. Sedangkan tanah pasir yang dicampur dengan bentonit 6% dan pemeraman 7 hari memiliki nilai CBR Langsung 34,80%, berarti nilai CBR mengalami peningkatan sebesar 157,78%.

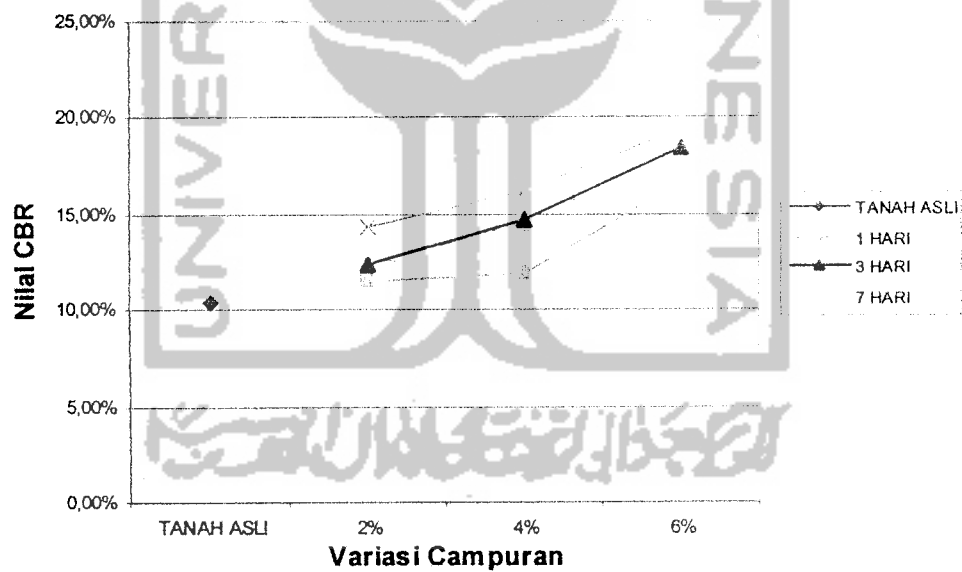
### 6.3.2 Analisis Hasil Pengujian CBR Rendaman (*Soaked CBR*)

Peningkatan nilai CBR Rendaman antara waktu pemeraman dan variasi campuran bentonit 2%, 4%, 6% dan kapur padam 1% dapat dilihat dalam Gambar 6.3 dan 6.4 sebagai berikut ini.



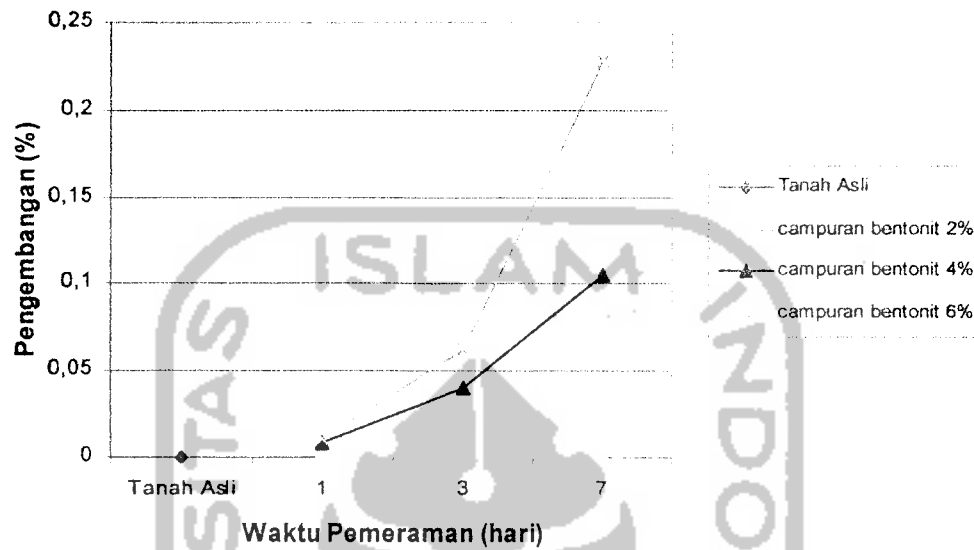


Gambar 6.3 Hubungan Nilai *Soaked* CBR Terhadap Waktu Pemeraman

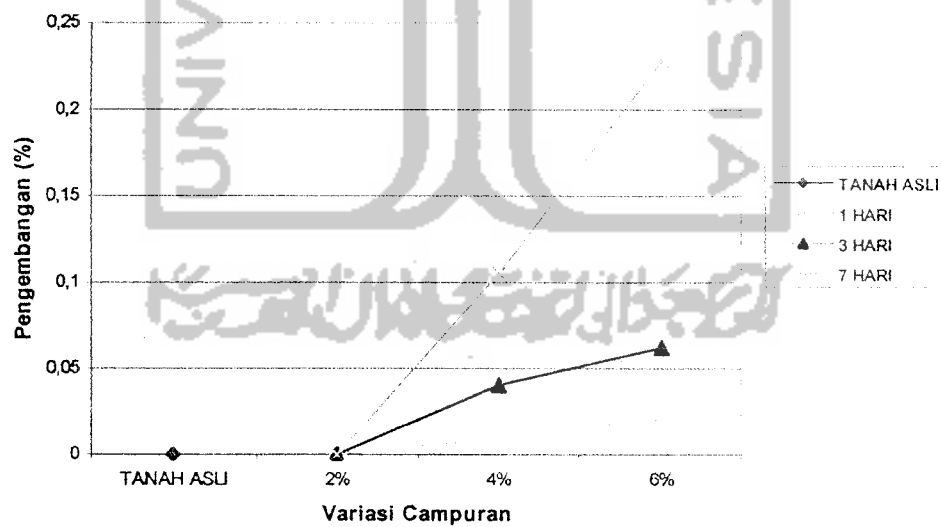


Gambar 6.4 Hubungan Nilai *Soaked* CBR Terhadap Variasi Campuran Bentonit dan Kapur Padam 1%

Peningkatan nilai *Swelling* CBR Rendaman dapat dilihat dalam Gambar 6.5 dan 6.6 sebagai berikut ini.



Gambar 6.5 Hubungan Nilai *Swelling* Terhadap Waktu Pemeraman



Gambar 6.6 Hubungan Nilai *Swelling* Terhadap Variasi Campuran Bentonit dan Kapur Padam 1%

Dari grafik hasil percobaan CBR Rendaman diatas diperoleh kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Nilai CBR Rendaman tanah pasir yang dicampur dengan bentonit dan kapur padam mengalami peningkatan yang berbanding lurus dengan lama waktu pemeraman. Dalam penelitian ini, menggunakan variasi campuran bentonit sebesar 2%, 4%, 6% dan kapur padam 1% serta lama waktu pemeraman berturut-turut adalah 1 hari, 3 hari, 7 hari, dan perendaman 4 hari.
2. Tanah pasir memiliki nilai CBR Rendaman sebesar 10,42%. Sedangkan tanah pasir yang dicampur dengan bentonit 6% dan pemeraman 7 hari memiliki nilai CBR Rendaman 19,38%, berarti nilai CBR mengalami peningkatan sebesar 85,99%.
3. Seiring dengan peningkatan prosentase penambahan bentonit di dalam campuran dan dari segi waktu pemeraman menunjukkan adanya peningkatan pengembangan pada setiap varian campuran dibandingkan dengan tanah aslinya. Nilai *Swelling* tanah asli adalah sebesar 0% , sedangkan untuk peningkatan nilai *swelling* terbesar diperoleh pada variasi campuran 6% dan lama pemeraman 7 hari, dengan nilai *Swelling* sebesar 0,228%.

Dari hasil pengujian *Unsoaked* dan *Soaked* CBR untuk tanah pasir Kali Progo yang dicampur dengan bentonit dan kapur padam didapatkan hasil yang selalu meningkat untuk nilai CBR sesuai dengan peningkatan prosentase variasi campuran dan lama waktu pemeraman. Hasil ini sama dengan hasil penelitian-penelitian terdahulu yang telah penyusun jadikan referensi pada tinjauan pustaka, bahwa stabilisasi tanah pasir yang dicampur bentonit maupun kapur padam menunjukkan hasil yang positif atau peningkatan dibandingkan tanah pasir asli tanpa perkuatan.