

## **BAB V**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Hasil penelitian berupa pengujian sifat fisik tanah, pengujian *California Bearing Ratio (CBR)*, pengujian *Swelling Factor*, dan pengujian Permeabilitas pada tanah asli maupun tanah yang telah dicampur bahan tambah. Pengujian dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Adapun hasil pengujian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut.

#### **5.1 Pengujian Sifat Fisik dan Klasifikasi Tanah**

##### **5.2.1 Pengujian Propertis Tanah**

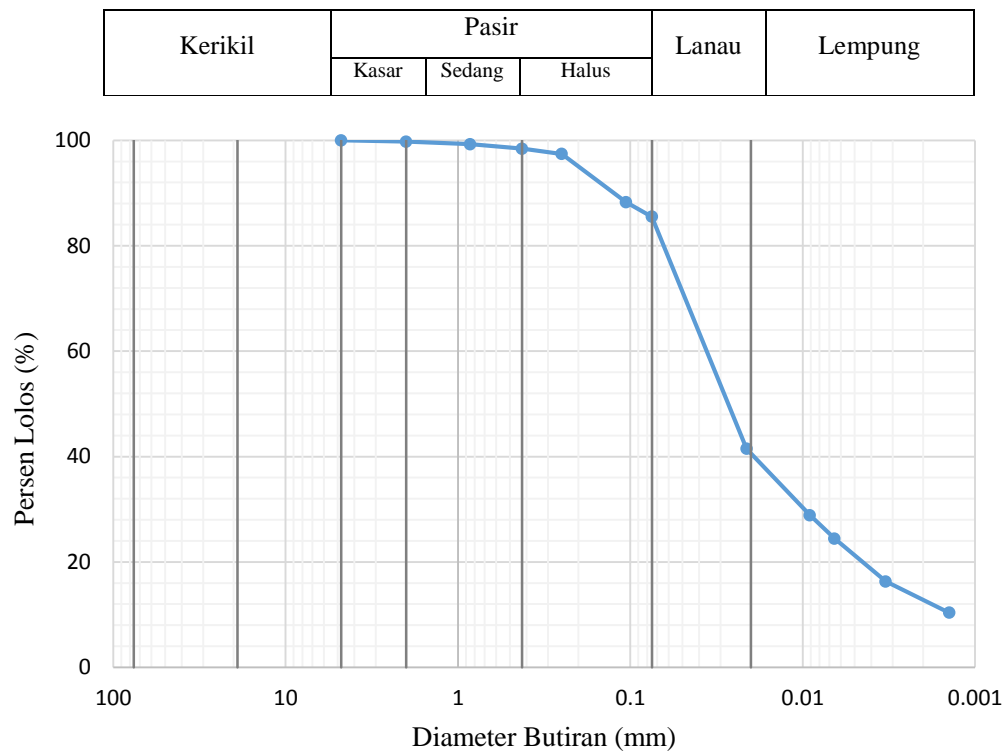
Pengujian sifat fisik tanah bertujuan untuk menentukan klasifikasi tanah, pada penelitian ini digunakan sistem klasifikasi *AASHTO*. Pengujian dilakukan pada dua sampel tanah dengan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut.

**Tabel 5.1 Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah**

No.	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil
1	Kadar Air	%	44,810
2	Berat Volume	gr/cm <sup>3</sup>	1,822
3	Berat Jenis		2,487

##### **5.2.2 Pengujian Analisis Granuler**

Hasil pengujian analisa saringan dan hidrometer berupa grafik analisa saringan yang dapat dilihat pada Gambar 5.1 berikut.

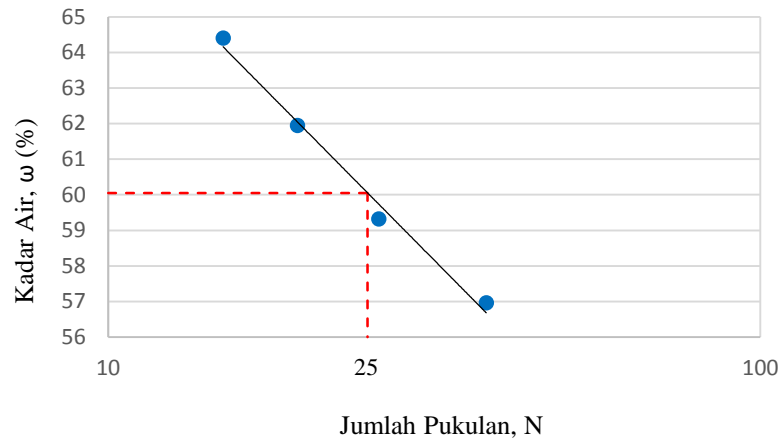


**Gambar 5.1 Grafik Analisa Saringan**

Berdasarkan Gambar 5.1, didapatkan persentase butiran tanah lolos saringan no. 200 sebesar, persentase ukuran butiran tanah yang tergolong pasir sebesar 14,288%, persentase ukuran butiran tanah yang tergolong lanau sebesar 41,766%, dan persentase tanah yang tergolong lempung sebesar 43,946%. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa tanah pada Desa Kedungsari memiliki jenis lempung berlanau.

### 5.2.3 Pengujian Batas – Batas Konsistensi

Hasil pengujian batas – batas konsistensi pada tanah asli yaitu nilai batas plastis sebesar 35,05% dan nilai batas susut sebesar 7,86%. Sementara untuk menentukan nilai batas cair dapat dibuat grafik seperti pada Gambar 5.2 berikut.

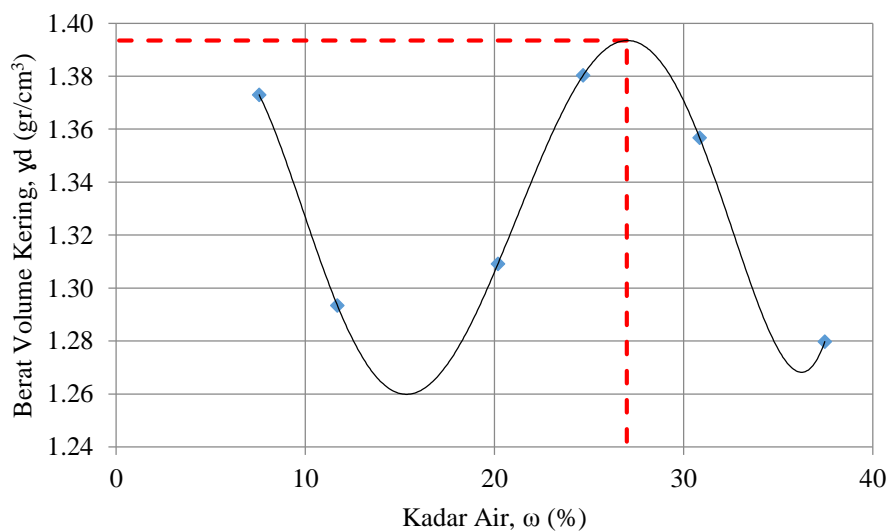


**Gambar 5.2 Grafik Perbandingan Jumlah Pukulan Vs Kadar Air**

Berdasarkan Gambar 5.2 diperoleh nilai batas cair yang dilihat dari persen kadar air pada pukulan ke 25 sebesar 60,05%. Nilai Indeks Plastisitas (IP) dapat diperoleh dari selisih antara nilai batas cair dan batas plastis, pada pengujian ini didapat nilai Indeks Plastisitas (IP) sebesar 25,00%.

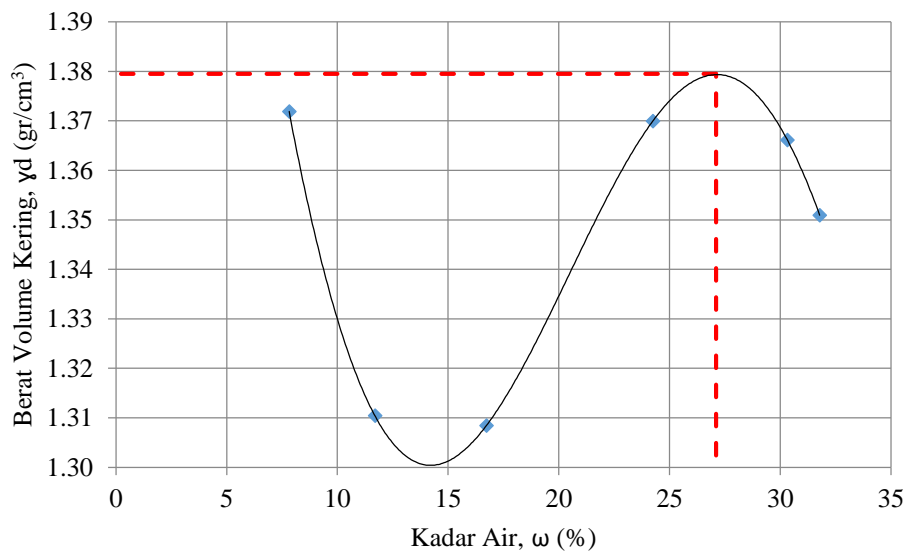
#### 5.2.4 Pengujian Pemadatan Tanah

Pengujian pemadatan tanah yang dilakukan yaitu pengujian Proktor Standar pada dua sampel tanah. Adapun hasil pengujian Proktor Standar berupa grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.3 berikut.



**Gambar 5.3 Grafik Proktor Standar Sampel 1**

Berdasarkan Gambar 5.3 dapat diperoleh nilai kepadatan tanah maksimum ( $\gamma_{d \text{ maks}}$ ) untuk sampel 1 sebesar  $1,394 \text{ gr/cm}^3$  dan persen kadar air optimum ( $\omega_{\text{opt}}$ ) untuk sampel 1 sebesar 27 %. Hasil pengujian Proktor Standar untuk sampel 2 dapat dilihat pada Gambar 5.4 berikut.



**Gambar 5.4 Grafik Proktor Standar Sampel 2**

Berdasarkan Gambar 5.4 dapat diperoleh nilai kepadatan tanah maksimum ( $\gamma_{d \text{ maks}}$ ) untuk sampel 1 sebesar  $1,379 \text{ gr/cm}^3$  dan persen kadar air optimum ( $\omega_{\text{opt}}$ ) untuk sampel 1 sebesar 27,10 %.

Dari pengujian pemadatan tanah kedua sampel di atas dapat diperoleh nilai kepadatan tanah maksimum ( $\gamma_{d \text{ maks}}$ ) rata – rata sebesar  $1,386 \text{ gr/cm}^3$  dan kadar air optimum ( $\omega_{\text{opt}}$ ) rata – rata sebesar 27,05 %.

### 5.2.5 Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu sistem klasifikasi *AASHTO*. Berdasarkan Tabel 3.3 dengan menggunakan hasil pengujian persen lolos saringan no. 200 rata – rata sebesar 85,712 %. Selain itu, hasil pengujian batas – batas *Atterberg* didapatkan nilai batas cair sebesar 60,05 % dan nilai indeks plastisitas (PI) sebesar 25,00 %. Berdasarkan data tersebut, klasifikasi tanah dapat ditentukan dengan mencari nilai *Group Index* (GI) terlebih dahulu sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 GI &= (F - 35) [0,2 + 0,005 (LL - 40)] + 0,01 (F - 15) (PI - 10) \\
 &= (85,523 - 35) [0,2 + 0,005 (60,05\% - 40)] + 0,01 (85,523 - 15) (25,00 - 10) \\
 &= 25,748 \%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan nilai GI yang telah didapatkan, selanjutnya klasifikasi tanah dapat ditentukan dengan sistem *AASHTO* pada Tabel 5.2 berikut.

**Tabel 5.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan *AASHTO***

Klasifikasi Umum	Tanah-tanah lanau-lempung (>35% lolos saringan no. 200)			
	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 / A-7-6
Klasifikasi kelompok				
Analisa saringan (% lolos)				
200 mm (no. 10)	-	-	-	-
0,425 mm (no. 40)	-	-	-	-
0,075 mm (no. 200)	36 min	36 min	36 min	36 min
Sifat fraksi lolos saringan no. 40				
Batas cair (LL)	40 maks	41 min	40 maks	41 min
Indeks plastis (PI)	10 maks	10 maks	11 min	11 min
Ineks kelompok (G)	8 maks	12 maks	16 maks	20 maks
Tipe material pokok pada umumnya	Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian umum sebagai tanah dasar	Sedang sampai buruk			

Sumber: *AASHTO* (1978)

Berdasarkan Tabel 5.2, maka sampel tanah yang digunakan termasuk dalam kelompok A-7-5, yaitu tanah berlempung dengan penilaian umum sebagai tanah dasar sedang sampai buruk.

## 5.2 Pengaruh Penambahan Abu Gunung Vulkanik dan Serbuk Bata Merah Terhadap Nilai *CBR*

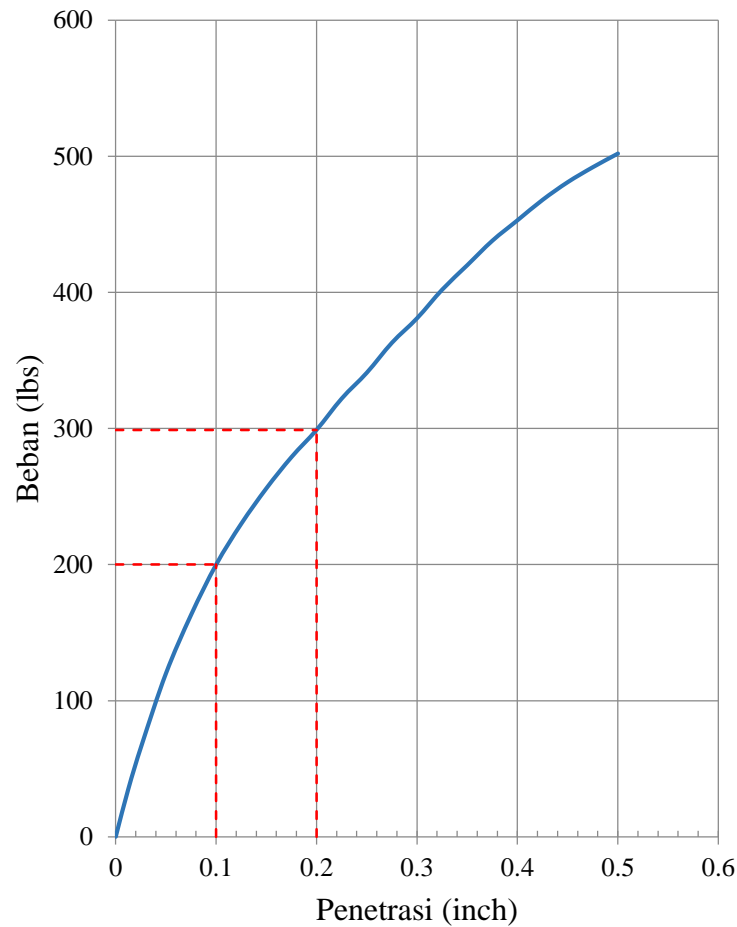
Pengujian *California Bearing Ratio (CBR)* adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Nilai *CBR* dihitung pada penetrasi sebesar 0,1 inci dan

penetrasi sebesar 0,2 inci yang selanjutnya hasil dari kedua perhitungan tersebut dibandingkan sesuai dengan SNI 03-1744-1989 kemudian diambil hasil terbesar.

*CBR* diuji dengan dibagi ke dalam dua kondisi yaitu terendam (*soaked*) dan tidak terendam (*unsoaked*). Pada kondisi tidak terendam, benda uji terlebih dahulu dilakukan pemeraman selama 1, 3, dan 7 hari. Sementara pada kondisi tidak terendam, benda uji dilakukan pemeraman selama 7 hari dan direndam selama 4 hari.

### **5.2.1 Pengujian *CBR* Tidak Terendam (*Unsoaked*)**

Pengujian *CBR* tidak terendam dilakukan dengan memberikan bahan tambah berupa abu gunung vulkanik dengan kadar tetap sebesar 5% pada setiap benda uji serta serbuk bata merah dengan variasi persentase sebesar 3%, 5%, 7%, dan 9% dari berat benda uji. Benda uji dibuat dua sampel pada setiap campuran bahan stabilisasi dan dilakukan pemeraman selama 1, 3, dan 7 hari. Hasil *CBR* tidak terendam pada tanah asli untuk sampel pertama dapat dilihat pada Gambar 5.5 berikut.



**Gambar 5.5 Grafik Hasil *CBR Unsoaked* Tanah Asli Sampel 1**

Berdasarkan 5.5 tersebut, dapat dihitung *CBR Unsoaked* tanah asli sampel 1 seperti pada Persamaan 3.12 dan Persamaan 3.13 sebagai berikut.

$$CBR\ 0,1'' = \frac{200}{3 \times 1000} \times 100\% = 6,667\%$$

$$CBR\ 0,2'' = \frac{299}{3 \times 1000} \times 100\% = 6,644\%$$

Hasil perhitungan *CBR* tanah asli sampel 1 menunjukkan bahwa *CBR* 0,1'' sebesar 6,667% lebih besar dari *CBR* 0,2'' sebesar 6,644%, maka nilai *CBR* 0,1'' dapat digunakan. Sampel – sampel selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama sehingga mendapatkan nilai *CBR* pada masing – masing sampel.

Hasil pengujian *CBR Unsoaked* yang telah dilakukan dapat dilihat secara lengkap pada Lampiran halaman 67 sampai Lampiran halaman 98, adapun rekapitulasi nilai *CBR Unsoaked* dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut.

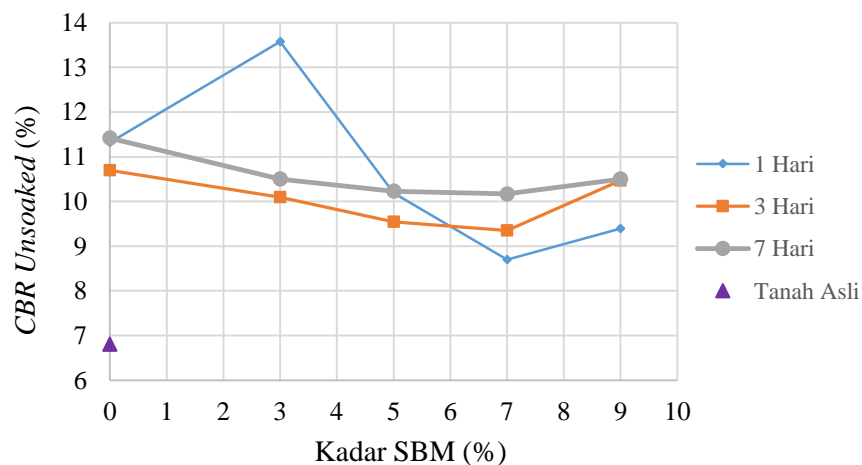
**Tabel 5.3 Rekapitulasi Nilai *CBR Unsoaked***

Sampel	Pemeraman (hari)	Nilai <i>CBR Unsoaked</i> (%)					
		Tanah Asli	5% AGV + Kadar SBM (%)				
			0	3	5	7	9
1	0	6,667	-	-	-	-	-
2		6,933	-	-	-	-	-
Rata-rata		6,800	-	-	-	-	-
1	1	-	11,267	13,578	10,800	8,928	9,393
2		-	11,367	13,578	9,579	8,463	9,393
Rata-rata		-	11,317	13,578	10,190	8,696	9,393
1	3	-	11,160	10,333	9,393	9,393	10,267
2		-	10,230	9,858	9,700	9,300	11,467
Rata-rata		-	10,695	10,096	9,547	9,347	10,867
1	7	-	11,633	10,667	10,974	9,672	9,765
2		-	11,200	10,333	9,486	10,667	9,486
Rata-rata		-	11,417	10,500	10,230	10,169	9,626

Ket : AGV = Abu Gunung Vulkanik

SBM = Serbuk Bata Merah

Berdasarkan tabel rekapitulasi nilai *CBR Unsoaked* tersebut, maka dapat digambarkan grafik perbandingan nilai *CBR Unsoaked* terhadap variasi kadar serbuk bata merah pada Gambar 5.6 berikut.



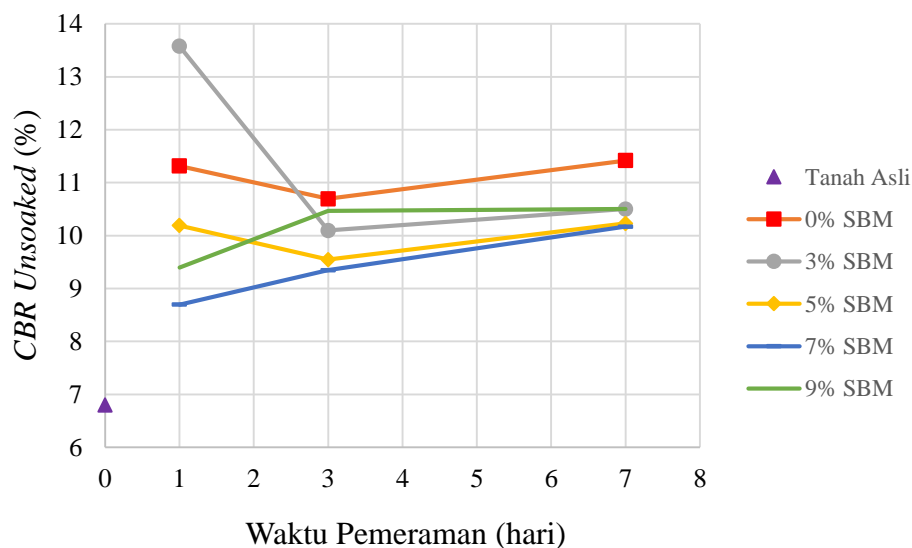
**Gambar 5.6 Grafik Pengaruh Penggunaan Kadar SBM terhadap Nilai *CBR Unsoaked* dengan Variasi Waktu Pemeraman**



Berdasarkan Gambar 5.6 nilai *CBR* tidak terendam pada kadar SBM 0% mengalami kenaikan pada waktu pemeraman 1, 3, dan 7 hari dibandingkan dengan *CBR* tidak terendam pada tanah asli, namun pada pemeraman 1 hari kenaikan nilai *CBR* yang terjadi cukup signifikan. Kenaikan nilai *CBR* tertinggi terjadi pada kadar SBM 3% pemeraman 1 hari. Namun pada kadar SBM 3% pemeraman 3 dan 7 hari mengalami penurunan nilai *CBR*

Nilai *CBR* mengalami penurunan yang signifikan pada kadar SBM 5% dan 7% pemeraman 1 hari, namun penurunan yang tidak terlalu signifikan terlihat pada kadar SBM 5% dan 7% pemeraman 3 dan 7 hari. Pada kadar SBM 9% pemeraman 1, 3, dan 7 hari nilai *CBR* kembali mengalami kenaikan namun tidak terlalu signifikan.

Hasil pengujian *CBR* tidak terendam dapat juga digambarkan dalam grafik pengaruh waktu pemeraman terhadap nilai *CBR Unsoaked* dengan variasi kadar SBM yang dapat dilihat pada Gambar 5.7 berikut.



**Gambar 5.7 Grafik Pengaruh Waktu Pemeraman terhadap Nilai *CBR Unsoaked* dengan Variasi Kadar SBM**

Berdasarkan Gambar 5.7, nilai *CBR* mengalami kenaikan terhadap waktu pemeraman 1 hari pada semua variasi kadar SBM dibandingkan dengan tanah asli.

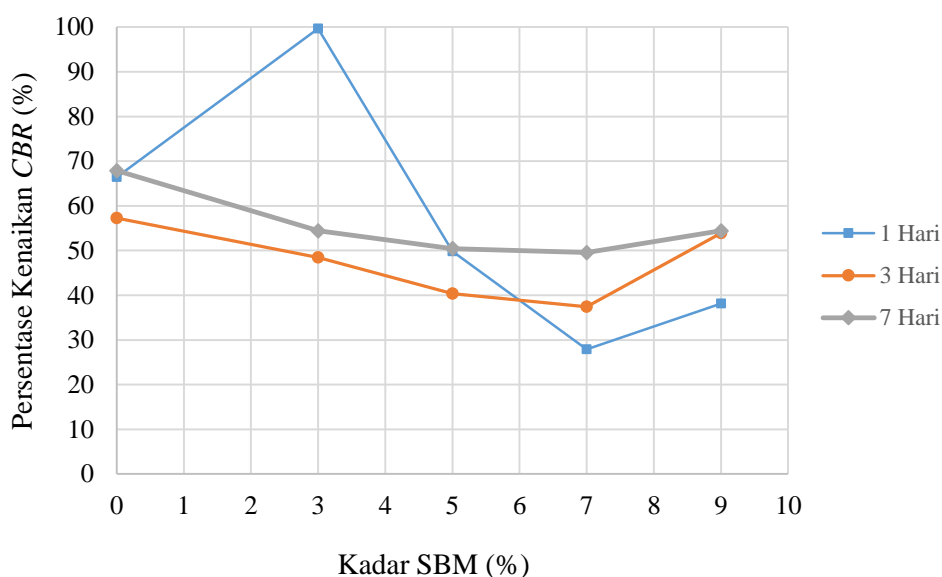
Pada pemeraman 3 hari kadar SBM 0%, 3% dan 5% mengalami penurunan, namun terjadi kenaikan nilai *CBR* pada kadar SBM 7% dan 9%. Penurunan yang signifikan terlihat pada kadar SBM 3% dengan lama waktu pemeraman 1 hari. Nilai *CBR* mengalami kenaikan yang tidak terlalu signifikan saat waktu pemeraman 7 hari pada semua variasi kadar SBM.

Persentase kenaikan nilai *CBR Unsoaked* dapat ditentukan berdasarkan nilai *CBR* pada tanah asli dengan *CBR* yang telah dicampur abu gunung vulkanik dan serbuk bata merah pada variasi waktu pemeraman. Persentase kenaikan nilai *CBR* dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut.

**Tabel 5.4 Kenaikan Nilai *CBR Unsoaked***

Kadar SBM (%)	Persentase Kenaikan <i>CBR Unsoaked</i> (%)		
	Waktu Pemeraman (hari)		
	1	3	7
0	66,422	57,279	67,892
3	99,676	48,466	54,412
5	49,846	40,390	50,441
7	27,875	37,449	49,549
9	38,132	53,922	54,412

Berdasarkan Tabel 5.4, persentase kenaikan nilai *CBR Unsoaked* yang telah distabilisasi terhadap nilai *CBR Unsoaked* tanah asli dapat digambarkan grafik seperti pada Gambar 5.8 berikut.



**Gambar 5.8 Grafik Persentase Kenaikan Nilai *CBR Unsoaked***

Kenaikan *CBR* terjadi pada semua variasi kadar SBM terhadap *CBR* tanah asli. Persentase kenaikan tertinggi terjadi saat waktu pemeraman 1 hari pada penambahan SBM 3% dengan persentase kenaikan *CBR* sebesar 99,676%, namun pada penambahan SBM 5% dan 7% terjadi penurunan nilai *CBR* yang signifikan jika dibandingkan dengan kadar SBM 3% dan kembali meningkat pada kadar SBM 9%. Persentase kenaikan *CBR* terendah terjadi pada kadar SBM 7% dengan waktu pemeraman 1 hari sebesar 27,875%.

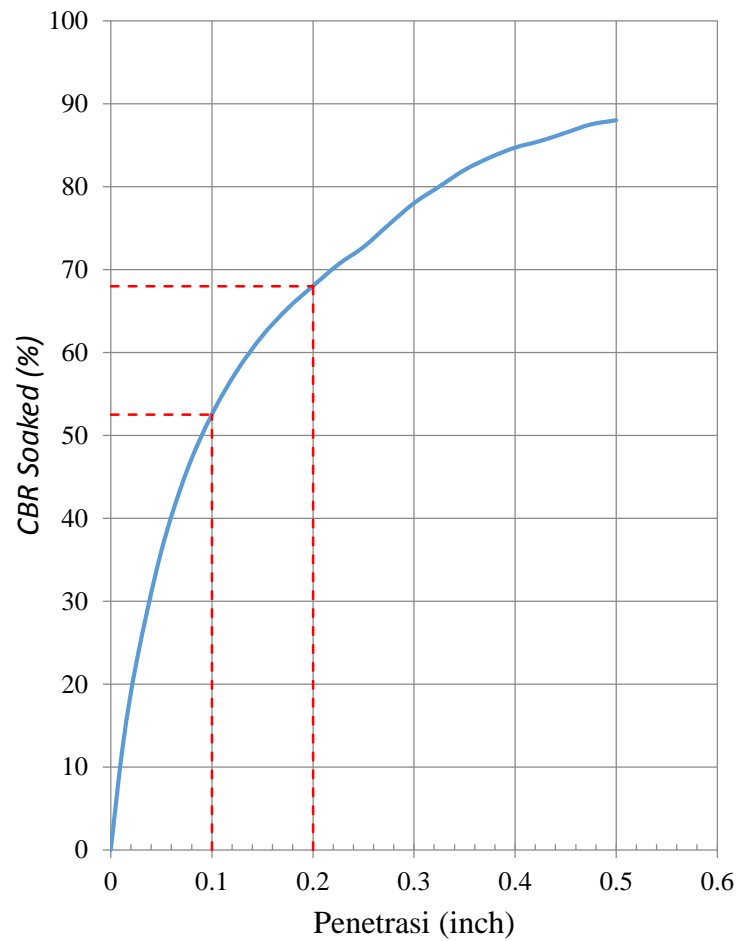
Pada waktu pemeraman 3 dan 7 hari persentase kenaikan *CBR* cenderung sama, dimulai dari kadar SBM 0% yang memiliki persentase cukup tinggi jika dibandingkan dengan kadar SBM lainnya. Selanjutnya penambahan kadar SBM justru mengurangi persentase kenaikan *CBR* pada variasi 5% dan 7% SBM, namun persentase kenaikan *CBR* kembali meningkat pada kadar SBM 9%.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Triputro dan Rahayu (2016), penambahan 9% kadar abu gunung Kelud pada tanah lempung dapat menaikkan nilai *CBR* sebesar 6,15%. Napitupulu dan Roesyanto (2017) juga melakukan stabilisasi dengan abu gunung Sinabung didapatkan *CBR* tertinggi pada pemeraman

1 hari sebesar 8,87% dengan kadar abu vulkanik 12%. Pada pemeraman 14 hari menghasilkan nilai *CBR* sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan pemeraman 1 hari yaitu sebesar 8,95% dengan kadar abu gunung vulkanik 10%. Penelitian pada tanah lempung lainnya yang dilakukan oleh Wahjoedi, dkk (2015) didapatkan kenaikan nilai *CBR* tertinggi sebesar 32,50% pada kadar 20% SBM. Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh Wiqoyah dan Purnomosidi (2013) pada tanah lempung didapatkan kenaikan nilai *CBR* tertinggi sebesar 2,5% dengan penambahan 5% kapur dan 5% SBM. Selain pada tanah lempung, Tecnikal, dkk (2016) melakukan stabilisasi pada tanah gambut dengan peningkatan nilai *CBR* tertinggi sebesar 2,36% dengan penambahan 11% SBM. Sementara pada pengujian ini dengan menggunakan sampel tanah lempung, kenaikan nilai *CBR* tertinggi terjadi pada penambahan 5% AGV dan 3% SBM dengan peningkatan nilai *CBR* sebesar 6,778% dengan lama waktu pemeraman 1 hari. Pada pemeraman 3 dan 7 hari penambahan kadar serbuk bata merah justru menurunkan nilai *CBR*. Kemungkinan hal ini terjadi karena kadar serbuk bata yang terlalu sedikit. Jika dibandingkan pada penelitian Wahjoedi, dkk (2015), nilai *CBR* tertinggi terjadi pada kadar serbuk bata merah 20%. Persentase kadar serbuk bata merah pada penelitian ini mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Wiqoyah dan Purnomosidi (2013) dengan menjadikan abu gunung vulkanik sebagai pengganti kapur.

### **5.2.2 Pengujian *CBR* Terendam (*Soaked*) dan Selisih dengan *CBR Unsoaked***

Pengujian *CBR* terendam (*soaked*) dilakukan sebanyak 2 sampel pada tanah asli maupun tanah yang distabilisasi dengan abu gunung vulkanik dan serbuk bata merah. Kadar abu gunung vulkanik dibuat tetap sebesar 5% pada setiap sampel, sementara kadar serbuk bata merah bervariasi sebesar 0%, 3%, 5%, 7%, dan 9%. Sebelum dilakukan perendaman, sampel terlebih dahulu dilakukan pemeraman selama 7 hari. Setelah pemeraman selama 7 hari, sampel direndam selama 4 hari dan selanjutnya dilakukan pengujian *CBR*. Berikut merupakan grafik pengujian *CBR Soaked* pada tanah asli sampel 1 yang dapat dilihat pada Gambar 5.9.



**Gambar 5.9 Grafik Hasil *CBR Soaked* Tanah Asli Sampel 1**

Contoh perhitungan *CBR Soaked* sama seperti *CBR Unsoaked* yang sudah dijelaskan sebelumnya. Gambar grafik *CBR Soaked* untuk sampel yang lainnya dapat dilihat pada Lampiran halaman 99 sampai Lampiran halaman 110. Hasil pengujian *CBR Soaked* dibandingkan dengan *CBR Unsoaked* dan dihitung selisih nilai *CBR* yang dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut.

**Tabel 5.5 Selisih Nilai *CBR Unsoaked* dengan *CBR Soaked***

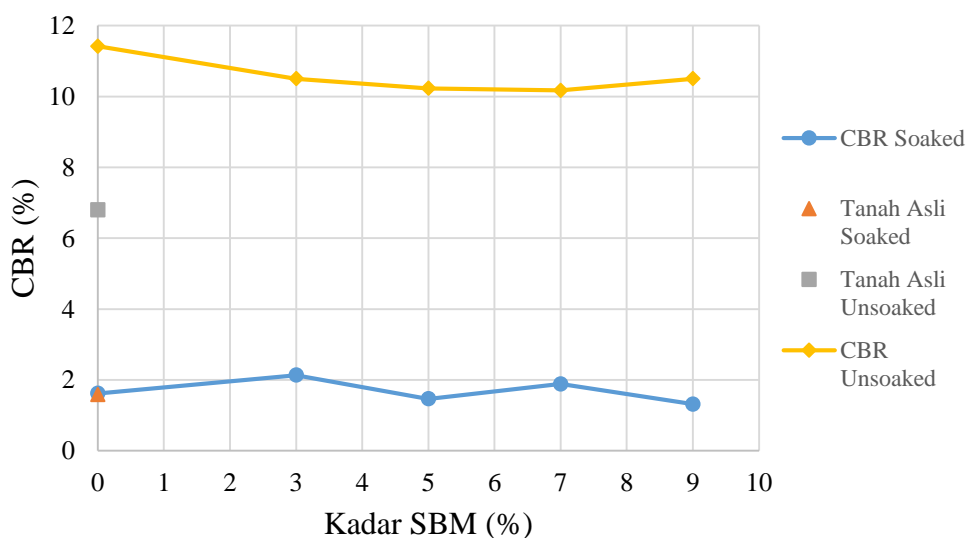
Sampel	CBR (%)		
	<i>Unsoaked</i>	<i>Soaked</i>	Selisih, $\Delta$
Tanah Asli	6,800	1,588	5,212
5% AGV + Kadar SBM (%)			
0	11,417	1,617	9,800
3	10,500	2,133	8,367
5	10,230	1,467	8,763
7	10,169	1,883	8,286
9	9,626	1,317	9,183

Ket : AGV = Abu Gunung Vulkanik

SBM = Serbuk Bata Merah

Berdasarkan Tabel 5.5, selisih nilai *CBR Soaked* dengan *CBR Unsoaked* pada tanah asli sebesar 5,212%. Selisih *CBR* pada tanah asli merupakan nilai selisih terendah jika dibandingkan dengan sampel lainnya. Selisih tertinggi terjadi pada campuran kadar AGV 5% dan SBM 0% yang nilainya sebesar 9,8%.

Selisih nilai *CBR Soaked* dengan *CBR Unsoaked* dapat juga digambarkan grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.10 berikut.



**Gambar 5.10 Grafik Hasil Pengujian *CBR Soaked* dan Selisih terhadap *CBR Unsoaked* dengan Pengaruh Variasi Kadar SBM**

Berdasarkan Gambar 5.10 terlihat bahwa penambahan kadar AGV dan SBM cukup mempengaruhi nilai *CBR Soaked* dibandingkan dengan nilai *CBR Soaked* pada tanah asli. Pada kadar SBM 0% *CBR Soaked* memiliki nilai yang lebih besar dari tanah asli. Kemudian pada kadar SBM 3% nilai *CBR Soaked* mengalami kenaikan dan merupakan nilai *CBR Soaked* tertinggi dibandingkan dengan sampel lainnya. Selanjutnya penambahan SBM 5% justru mengurangi nilai *CBR Soaked* hingga nilainya lebih rendah dari *CBR Soaked* pada tanah asli. Nilai *CBR Soaked* kembali naik pada kadar SBM 7% dan kembali turun pada kadar SBM 9%. Nilai *CBR Soaked* terendah terjadi pada kadar SBM 9% dan memiliki nilai *CBR* lebih rendah jika dibandingkan dengan *CBR Soaked* tanah asli

Pada penelitian yang dilakukan oleh Napitupulu dan Roesyanto (2017), nilai *CBR Soaked* pada tanah lempung yang dicampur dengan 10% AGV sebesar 8,95% dengan waktu pemeraman 14 hari. Wahjoedi, dkk (2015) melakukan pengujian *CBR Soaked* pada tanah lempung merah didapatkan selisih nilai *CBR Soaked* tertinggi pada kadar SBM 20% sebesar 25,05% dengan nilai *CBR Soaked* sebesar 7,45%. Sementara itu, Wiqoyah dan Purnomosidi (2013) melakukan stabilisasi pada tanah lempung didapatkan nilai *CBR Soaked* tertinggi terjadi pada kadar kapur 5% dan SBM 5% sebesar 1,38% dengan nilai selisih *CBR Soaked* dan *CBR Unsoaked* sebesar 9,06%. Selain tanah lempung, terdapat penelitian dengan sampel tanah gambut yang dilakukan oleh Tecnikal, dkk (2016) didapatkan selisih nilai *CBR Soaked* dan *CBR Unsoaked* tertinggi sebesar 2,39% dengan nilai *CBR Soaked* sebesar 2,87% pada kadar 13% SBM. Sementara pada pengujian ini, sampel tanah yang digunakan adalah tanah lempung dengan selisih tertinggi terjadi pada kadar AGV 5% dan SBM 0% sebesar 9,8% dengan nilai *CBR Soaked* sebesar 1,617% dengan pemeraman 7 hari dan perendaman 4 hari.

### **5.3 Pengaruh Penambahan Abu Gunung Vulkanik dan Serbuk Bata Merah Terhadap Nilai Kembang Susut (*Swelling*)**

Pengujian kembang susut (*swelling*) bertujuan untuk mengetahui persentase pengembangan tanah apabila direndam dalam air. Nilai pengembangan dihitung dari persentase perbandingan perubahan tinggi terhadap tinggi awal sampel. Benda

uji dibuat sebanyak 2 sampel dengan pemeraman 7 hari lalu direndam selama 4 hari, kemudian dilakukan pembacaan pengembangan benda uji pada hari ke-4. Hasil pengujian *swelling* dapat dilihat pada Tabel 5.6 berikut.

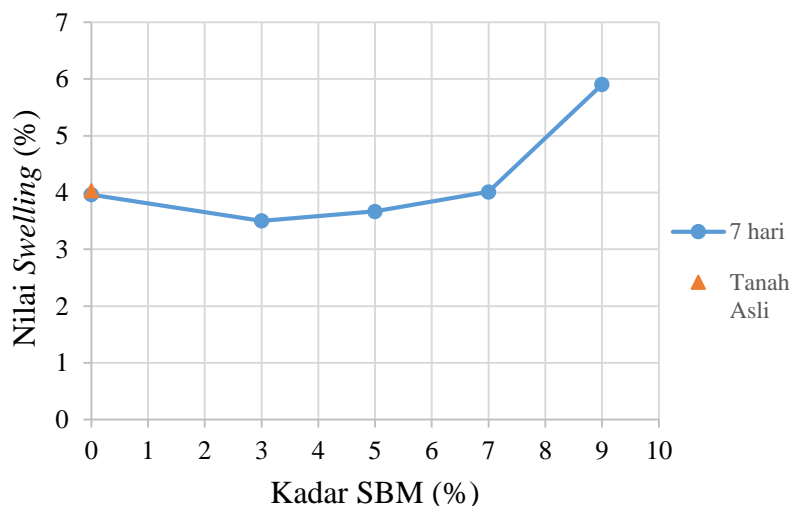
**Tabel 5.6 Hasil Pengujian *Swelling***

Sampel	Nilai <i>Swelling</i> (%)					
	Tanah Asli	5% AGV + Kadar SBM (%)				
		0	3	5	7	9
1	3,584	3,728	3,569	3,621	3,891	5,635
2	4,480	4,205	3,435	3,720	4,135	6,172
Rata-rata	4,032	3,966	3,502	3,670	4,013	5,904

Ket : AGV = Abu Gunung Vulkanik

SBM = Serbuk Bata Merah

Berdasarkan Tabel 5.6 dapat diketahui nilai pengembangan pada tanah asli sebesar 4,032%. Pengaruh penambahan kadar AGV dan SBM terhadap nilai pengembangan dapat juga digambarkan dalam grafik. Grafik pengaruh variasi kadar SBM terhadap nilai *swelling* dapat dilihat pada Gambar 5.11 berikut.



**Gambar 5.11 Grafik Pengaruh Variasi Kadar SBM terhadap Nilai *Swelling***

Berdasarkan Gambar 5.11 dapat dilihat bahwa nilai pengembangan pada kadar SBM 0% sedikit lebih rendah dibandingkan dengan pengembangan pada tanah asli. Selanjutnya pada kadar SBM 3% nilai pengembangan menurun sebesar 3,502% dan merupakan nilai pengembangan terendah jika dibandingkan dengan sampel lainnya. Pada penambahan kadar SBM 5%, 7%, dan 9% nilai



pengembangan selalu naik hingga mencapai nilai pengembangan tertinggi yang terjadi pada kadar SBM 9% sebesar 5,904%.

Penelitian sebelumnya belum pernah dilakukan pengujian *swelling* pada penambahan kadar AGV maupun SBM. Dalam penelitian ini, terlihat bahwa pada kadar SBM 0%, 3% dan 5% memiliki nilai pengembangan lebih rendah dibanding tanah asli, penambahan kadar SBM di atas 5% justru menaikkan nilai pengembangan. Penambahan AGV dan SBM dapat menurunkan nilai pengembangan hingga 13,145% jika dibandingkan dengan tanah asli.

#### 5.4 Pengaruh Penambahan Abu Gunung Vulkanik dan Serbuk Bata Merah Terhadap Nilai Permeabilitas

Pengujian permeabilitas tanah bertujuan untuk mengetahui kemudahan air dalam melewati tanah. Pengujian ini dilakukan setiap dua sampel tanah dengan kadar AGV yang tetap sebesar 5% dan variasi kadar SBM 0%, 3%, 5%, 7%, dan 9%. Sebelum dilakukan pengujian, sampel diperam selama 1, 3, dan 7 hari. Pembacaan dilakukan setiap satu hari (24 jam) hingga terlihat penurunan air dan nilai koefisien permeabilitas dapat dihitung. Hasil pengujian permeabilitas dapat dilihat pada Tabel 5.7 berikut.

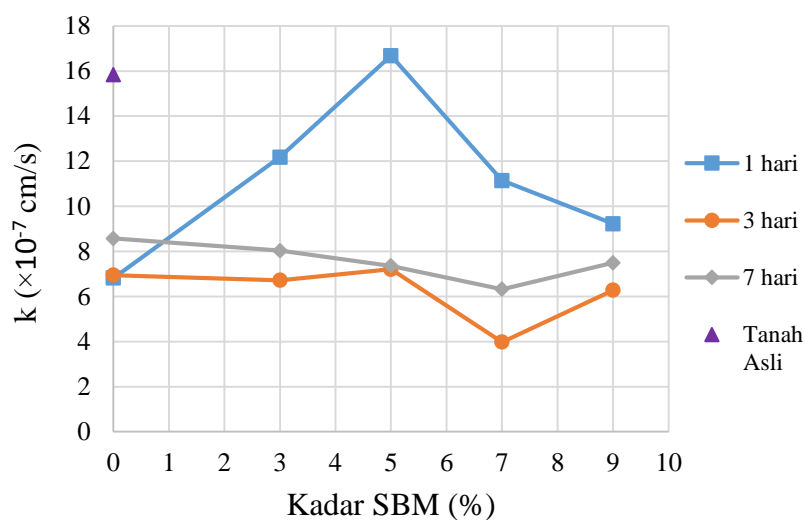
**Tabel 5.7 Rekapitulasi Hasil Pengujian Permeabilitas**

Sampel	Pemeraman (hari)	Koefisien Permeabilitas, k ( $\times 10^{-7}$ cm/s)					
		Tanah Asli	5% AGV + SBM				
			0	3	5	7	9
1	0	16,208					
2		15,444					
Rata-rata		15,826					
1	1		7,606	12,136	16,934	12,585	9,000
2			6,023	12,212	16,424	9,696	9,447
Rata-rata			6,814	12,174	16,679	11,140	9,223
1	3		7,006	6,784	11,109	3,356	6,057
2			6,882	6,653	7,210*	4,597	6,500
Rata-rata			6,944	6,718	7,210	3,977	6,279
1	7		8,271	7,233	7,139	7,134	8,346
2			8,866	8,831	7,581	5,501	6,636
Rata-rata			8,568	8,032	7,360	6,317	7,491

Ket : AGV = Abu Gunung Vulkanik

SBM = Serbuk Bata Merah

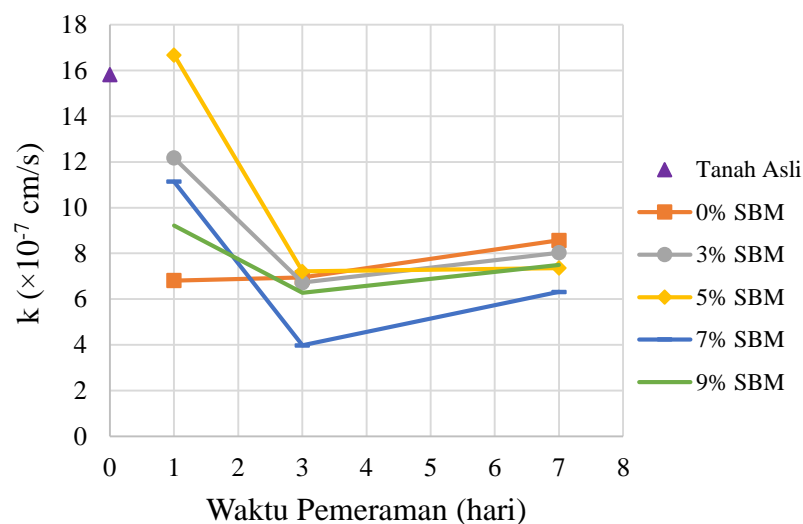
Berdasarkan Tabel 5.7 dapat diketahui bahwa nilai koefisien permeabilitas pada tanah asli sebesar  $1,57 \times 10^{-6}$  cm/s. Pengaruh penambahan variasi kadar SBM terhadap nilai koefisien permeabilitas dapat juga digambarkan dalam grafik. Grafik pengaruh penambahan kadar SBM terhadap nilai koefisien permeabilitas dapat dilihat pada Gambar 5.12 berikut.



**Gambar 5.12 Grafik Pengaruh Penambahan Kadar SBM terhadap Nilai Koefisien Permeabilitas dengan Variasi Waktu Pemeraman**

Berdasarkan Gambar 5.12 terlihat bahwa penambahan kadar SBM 0% dapat menurunkan nilai koefisien permeabilitas dibandingkan dengan tanah asli. Selanjutnya penambahan kadar SBM 3% dengan pemeraman 1 hari dapat menaikkan nilai koefisien permeabilitas, sementara pada pemeraman 3 dan 7 hari justru menurunkan nilai koefisien permeabilitas. Pada penambahan kadar SBM 5%, nilai koefisien permeabilitas meningkat pada pemeraman 1 dan 3 hari, namun pada pemeraman 7 hari nilai koefisien permeabilitas tetap mengalami penurunan. Kemudian pada penambahan kadar SBM 7% nilai koefisien permeabilitas mengalami penurunan pada semua variasi pemeraman. Pada kadar SBM 9%, nilai koefisien permeabilitas menurun saat pemeraman 1 hari, namun nilai koefisien permeabilitas meningkat pada pemeraman 3 dan 7 hari.

Hasil pengujian permeabilitas dapat juga digambarkan dalam grafik pengaruh waktu pemeraman terhadap nilai koefisien permeabilitas dengan variasi kadar SBM yang dapat dilihat pada Gambar 5.13 berikut.



**Gambar 5.13 Grafik Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Koefisien Permeabilitas dengan Variasi Kadar SBM**

Berdasarkan Gambar 5.13, pada pemeraman 1 hari hanya pada kadar SBM 5% yang memiliki nilai koefisien permeabilitas lebih tinggi dari tanah asli, selebihnya memiliki koefisien permeabilitas lebih rendah dari tanah asli. Pada pemeraman 3 hari, nilai koefisien permeabilitas mengalami penurunan kecuali pada kadar SBM 0%. Selanjutnya pada pemeraman 7 hari, nilai koefisien permeabilitas mengalami kenaikan pada semua variasi kadar SBM.

Penelitian sebelumnya belum pernah dilakukan pengujian permeabilitas pada penambahan kadar AGV maupun SBM. Pada penelitian ini, nilai koefisien permeabilitas tertinggi terjadi pada kadar SBM 5% pemeraman 1 hari sebesar  $1,67 \times 10^{-6}$  cm/s. Sementara itu, nilai koefisien permeabilitas terendah terjadi pada kadar SBM 7% sebesar  $3,98 \times 10^{-7}$  cm/s dengan pemeraman 3 hari. Penurunan nilai koefisien permeabilitas pada penambahan abu gunung vulkanik dan serbuk bata merah dapat terjadi karena pori – pori udara yang masih berada di dalam sampel

tanah terisi oleh abu gunung vulkanik dan serbuk bata merah sehingga tanah menjadi lebih padat dan sulit untuk dilewati air.