

## STABILISASI CAMPURAN TANAH PASIR DAN TANAH BERBUTIR HALUS MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH KAPUR TERHADAP NILAI *CALIFORNIA BEARING RATIO*

**Gatot Sangaji Cipto Hudoyo<sup>1</sup>, Akhmad Marzuko<sup>2\*</sup> dan Muhammad Rifqi Abdurrozak<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

<sup>2</sup> Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

---

### Article Info

Available online

---

### Keywords:

Stabilization, CBR, Sand, Fine Grained.

---

### Corresponding Author:

Akhmad Marzuko  
[akhmadmarzuko@uii.ac.id](mailto:akhmadmarzuko@uii.ac.id)

### Abstract

*Soil bearing capacity is essential in developing infrastructure like roads, it means the soil must have a good bearing capacity. Therefore, efforts are made to improve weak soil to be strong and stable so that each layer has a role in supporting the load that will pass on it. The initial activity was to find soil classification on the land of Prambanan Temple. According to the AASHTO and USCS methods, the soil classification was A2 and SM. Based on proctor test, sand mixed with fine grained soil has a Maximum Dry Density (MDD) and Optimum Moisture Content (OMC) that the best mixture variation is 90% sand mixed with 10% fine-grained soil. Based on the California Bearing Ratio (CBR) test, it was found that the percentage of hydrated lime with the best CBR value was 3%, with the value of unsoaked CBR on the 28th day was 35.91%, an increase of 72,22% from the unsoaked CBR on the 28th day without the addition of hydrated lime, which was 20.85%. The value of soaked CBR on the 28th day was 31,97%, an increase of 66,27% from soaked CBR on the 28th day without adding hydrated Lime which was 19,23%. The effect of the percentage of the hydrated lime addition on stabilized soil in terms of CBR value is that the addition of hydrated lime, there are 1%, 2%, and 3% of stabilized soil increases as hydrated lime content increases. The longer the deepening hydrated time, the stronger the soil tested will be.*

*Copyright © 2023 Universitas Islam Indonesia  
All rights reserved*

---

## PENDAHULUAN

### Latar belakang

Candi Prambanan merupakan bukti sejarah dari peninggalan kerajaan Mataram dan dinobatkan menjadi situs warisan dunia oleh *United Nations Educational, Scientific and*

*Cultural Organization (UNESCO)* sejak 1991. Direktorat Pelindungan Kebudayaan (2021) menyatakan “Pada 2021, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi melalui Direktorat Pelindungan

Kebudayaan melakukan upaya perlindungan Candi Prambanan. Upaya yang dilakukan ialah pembuatan *masterplan* Pemugaran Candi Prambanan. Fokus pembuatan *masterplan* pemugaran ini adalah pemugaran Perwara yang jumlahnya 116 buah. Sampai 2021, Candi Perwara yang dipugar utuh ada lima buah candi.”

Untuk melancarkan proses pemugaran maka dibutuhkan akses jalan yang memadai. Tanah dasar yang menjadi akses jalan (*subgrade*) haruslah memadai (daya dukung) untuk menopang beban yang akan berlalu-lalang di atasnya tanpa ada kegagalan struktural. Karol (2003) menyatakan “Tanah sudah ada di lokasi konstruksi dengan properti yang terkadang tidak sesuai dengan persyaratan teknis yang diinginkan.” Sama halnya dengan kondisi tanah asli pada Candi Prambanan ini yang belum tentu sesuai persyaratan teknis seperti daya dukung tanah yang ditinjau dari *California Bearing Ratio (CBR)* yang memadai untuk menopang beban di atasnya.

Berangkat dari permasalahan ini menjadikan alasan peneliti mengangkat topic dalam penelitian tugas akhir ini dengan judul *Stabilisasi Campuran Tanah Pasir dan Tanah Berbutir Halus Menggunakan Bahan Tambah Kapur Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR)*.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui klasifikasi jenis tanah Candi Prambanan yang diuji pada Laboratorium Mekanika Tanah di Universitas Islam Indonesia menurut metode *AASHTO* dan *USCS*, mengetahui nilai *Maximum Dry Density (MDD)* dan *Optimum Moisture Content (OMC)* yang terbaik dari pencampuran tanah pasir dengan variasi 90%, 80%, dan 70% dicampur tanah berbutir halus dengan variasi 10%, 20%, dan 30% serta mengetahui pengaruh stabilisasi dengan bahan tambah kapur terbaik pada variasi campuran tanah dengan nilai *MDD* dan *OMC* terbaik terhadap nilai *CBR*.

#### **BATASAN PENELITIAN**

Lingkup permasalahan pada penelitian ini dibatasi pada hal-hal berikut.

1. Tanah pada penelitian yang dilakukan berasal dari Candi Prambanan pada kawasan Candi Prambanan, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, Yogyakarta.
2. Adanya keterbatasan pengambilan tanah Candi Prambanan sebesar lebih kurang 5kg oleh petugas Candi Prambanan maka digunakan tanah pasir Merapi dimana tanah pasir Merapi memiliki klasifikasi yang mendekati tanah asli (tanah Candi Prambanan).
3. Bahan tambah stabilisasi yang digunakan ialah kapur padam (*hydrated lime*).
4. Pada pengujian proktor standar Variasi persentase tanah pasir sebesar 90%, 80%, dan 70% dicampur dengan tanah berbutir halus sebesar 10%, 20% dan 30%.
5. Pada pengujian *California Bearing Ratio* dengan tanpa rendaman (*Unsoaked*) dan dengan rendaman (*Soaked*) sampel yang digunakan berasal dari persentase campuran tanah terbaik pada pengujian proktor standar lalu ditambah dengan variasi penambahan bahan tambah kapur sebesar 1%, 2%, dan 3%.
6. Pengujian meliputi pengujian sifat fisik dan mekanik tanah yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Islam Indonesia.

#### **STABILISASI**

Suatu usaha meningkatkan kapasitas dukung tanah dengan alat bantu tertentu, menambahkan suatu bahan tertentu, sehingga kondisi tanah menjadi stabil merupakan pengertian dari stabilisasi tanah.

Soekoto (1973) menyatakan apabila suatu tanah yang terdapat di lapangan bersifat sangat lepas atau sangat mudah tertekan, atau apabila ia mempunyai indeks plastisitas yang tidak sesuai, mempunyai permeabilitas yang terlalu tinggi, atau mempunyai sifat lain yang tidak diinginkan sehingga tidak sesuai

kondisinya untuk suatu proyek pembangunan, maka tanah tersebut harus distabilisasikan.

**KAPUR**

Batu kapur banyak dimanfaatkan dalam kehidupan salah satunya dalam industri kimia. Dalam industri kimia, batu kapur diproses terlebih dahulu dengan proses pembakaran sehingga menghasilkan kapur tohor (*quick lime*) [CaO] atau kapur padam (*hydrated lime*) [Ca(OH)2].

Dunn (1980) menyatakan stabilisasi dengan kapur digunakan untuk menurunkan potensi pengembangan dan tekanan pengembangan pada tanah-tanah lempung. penambahan kapur menghasilkan ion-ion kalsium tinggi dalam lapisan ganda sekeliling partikel-partikel lempung, sehingga mengurangi tarikan bagi air.

Apabila kapur dengan mineral lempung atau dengan komponen *pozzolan* seperti *silica hidrat* bereaksi, maka akan membentuk suatu gel yang keras dan kuat yaitu kalsium silikat yang mengikat butir-butir atau partikel tanah (Metcalf, 1972). Oleh karena itu, penambahan kapur sebagai bahan tambah stabilisasi tanah berfungsi sebagai stabilisator.

**STANDARD PROCTOR TEST**

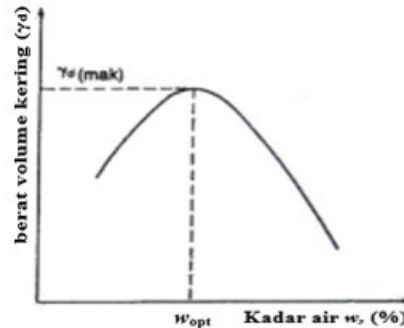
Pemadatan tanah ialah peristiwa bertambahnya berat volume kering tanah oleh beban dinamis. Oleh akibat beban dinamis, butir-butir tanah merapat satu sama lain sebagai akibat berkurangnya rongga udara (Hardiyatmo, 2002).

Maksud dari pemadatan tanah menurut Hardiyatmo (2002), antara lain mempertinggi kuat geser tanah, mengurangi sifat mudah mampat (kompresibilitas), mengurangi permeabilitas, dan mengurangi perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air, dan lain-lainnya.

Derjat kepadatan dapat diukur dari berat volume kering tanahnya, dengan hubungan volume, berat volume dan kadar air dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1+w} \tag{1}$$

Nilai  $\gamma_d$  adalah berat volume tanah kering (gram/cm<sup>3</sup>),  $\gamma$  adalah berat volume tanah basah (gram/cm<sup>3</sup>), dan  $w$  adalah kadar air (%).



Gambar 1. Kurva Hubungan Kadar Air dan Berat Volume Tanah Kering (Sumber: Hardiyatmo, 2002)

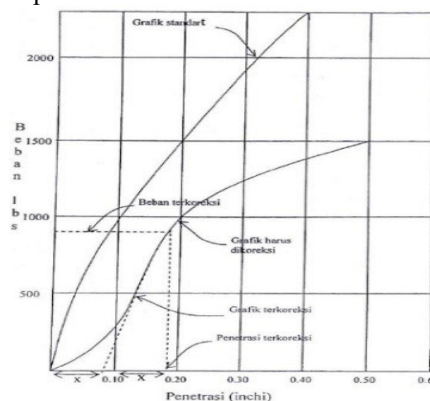
**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**

Nilai *CBR* adalah perbandingan (dalam persen) antara tekanan yang diperlukan untuk menembus tanah dengan psiton berpenampang bulat seluas 3 inch<sup>2</sup> dengan kecepatan 0,05 inci/menit terhadap tekanan yang diperlukan untuk menembus bahan standar tertentu. Nilai *CBR* dihitung pada kedalaman penetrasii 0,1” dan 0,2” yang dirumuskan pada Persamaan 2 dan 3 berikut.

$$CBR_{0,1} = \frac{\text{Gaya pada penetrasi 0,1'' (lbs)}}{3000 \text{ (lbs)}} \times 100\% \tag{2}$$

$$CBR_{0,2} = \frac{\text{Gaya pada penetrasi 0,2'' (lbs)}}{4500 \text{ (lbs)}} \times 100\% \tag{3}$$

Grafik standar pengujian *CBR* laboratorium dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Grafik Standar Pengujian *CBR* Laboratorium (Sumber: Hardiyatmo, 2002)

**METODE PENELITIAN**

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini ialah metode eksperimental. Pengujian-pengujian yang dilakukan meliputi pengujian sifat fisik dan sifat mekanik tanah.

**Lokasi Penelitian**

Penelitian yang dilakukan berlokasi di Candi Prambanan pada kawasan Candi Prambanan, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Adapun tampak atas dari lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 3. berikut.



Gambar 3. Tampak Atas Lokasi Penelitian di Kawasan Candi Prambanan (Sumber: Google Earth, 2022)

**Prosedur Penelitian**

Penelitian ini dilakukan berdasarkan tahapan-tahapan yang disusun secara berurutan. Tahapan ini meliputi tahap studi literatur, tahap pengamatan dan pengambilan data, tahap uji dilaboratorium, tahap analisis data, tahap pembahasan dan tahap kesimpulan.

Tahap sudi literatur merupakan tahapan untuk mencari dan mempelajari literatur yang terkait dengan topik penelitian. Tahapan pengamatan dan pemambilan data ialah tahap yang dilakukan untuk mengamati studi kasus di Candi Prambanan lalu dilakukan pengambilan sampel tanah uji.

Tahap uji laboratorium merupakan tahapan terpenting dari penelitian ini dimana sampel tanah yang telah di ambil akan dilakukan pengujian propertis tanah, pengujian analisa granuler, pengujian batas-batas konsistensi, dan pengujian pematatan tanah (*Standard Proctor Test*). Pada pengujian pematatan tanah Variasi persentase tanah pasir sebesar 90%, 80%, dan 70% dicampur dengan tanah

berbutir halus sebesar 10%, 20% dan 30%. Lalu langkah selanjutnya melakukan pengujian *California Bearing Ratio* dengan tanpa rendaman (*Unsoaked*) dan dengan rendaman (*Soaked*) sampel yang digunakan berasal dari persentase campuran tanah terbaik pada pengujian proktor standar lalu ditambah dengan variasi penambahan bahan tambah kapur sebesar 1%, 2%, dan 3%. Pada *CBR unsoaked* lama waktu pemeraman ialah 1, 3, 7 dan 28 hari. Pada *CBR soaked* dilakukan pemeraman terlebih dahulu dengan lama pemeraman ialah 1, 3, 7 dan 28 hari kemudian dilakukan perendaman selama 4 hari dan bersamaan dengan itu dilakukan pengujian *Swelling*. Adapun rincian benda uji pada pengujian pematatan tanah dan *CBR* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rincian Benda Uji *Standard Proctor Test* dan *CBR Unsoaked* serta *Soaked*

Jenis Pengujian	Kadar Campuran	Lama Pemeraman	Jumlah Sampel
Standard Proctor Test	90% sand + 10% fine grained.	0	2
	80% sand + 20% fine grained.	0	2
	70% sand + 30% fine grained.	0	2
	90% sand + 10% fine grained	0	2
California Bearing Ratio (CBR) Unsoaked)	(90% sand + 10% fine grained) + 1% Kapur	1,3,7,28 (hari)	8
	(90% sand + 10% fine grained) + 2% Kapur	1,3,7,28 (hari)	8
	(90% sand + 10% fine grained) + 3% Kapur	1,3,7,28 (hari)	8
California Bearing Ratio (CBR) Soaked)	90% sand + 10% fine grained	0	2
	(90% sand + 10% fine grained) + 1% Kapur	1,3,7,28 + soaked 4 (hari)	8
	(90% sand + 10% fine grained) + 2% Kapur	1,3,7,28 + soaked 4 (hari)	8
	(90% sand + 10% fine grained) + 3% Kapur	1,3,7,28 soaked 4 (hari)	8
	Total Sampel		58

Tahap analisis, merupakan tahap menganalisis hasil-hasil (data) pengujian yang telah dilakukan. Berdasarkan hasil analisis maka dilakukan pembahasan terkait data pengujian

lalu ditarik kesimpulan atas penelitian yang telah dilakukan serta memberikan saran yang mendukung sebagai perbaikan bagi penelitian berikutnya.

### Benda Uji

Benda uji yang digunakan sebagai berikut.

1. Tanah Candi Prambanan yang berasal dari kawasan Candi Prambanan, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, Yogyakarta.
2. Tanah pasir Merapi yang berasal dari Plosokerep, Umbulharjo, Kecamatan Cangkringan, Kabupaten Sleman, Yogyakarta dan
3. Tanah Gunung Kidul yang berasal dari Jalan Ngalang Segmen V, Kecamatan Gedang Sari, Kabupaten Gunung Kidul, Yogyakarta

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Klasifikasi Tanah

Berdasarkan pengujian di laboratorium Mekanika Tanah Universitas Islam Indonesia didapatkan hasil pengujian sifat-sifat fisik tanah pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah

No	Jenis Pengujian	Satuan	Sampel Uji		
			(A)	(B)	(C)
1. Propertis Tanah					
	a. Berat Volume Tanah Basah	gr/cm <sup>3</sup>	-	1,761	1,591
	b. Berat Jenis		-	2,680	2,590
2. Grain Size Analysis					
	a. Tanah Lolos ayakan Nomor 200	%	13,67	10,75	82,37
	b. Krikil ( <i>Gravel</i> )	%	4,59	6,49	0
	c. Pasir ( <i>sand</i> )	%	81,74	82,76	17,63
	d. Lanau ( <i>Silt</i> )	%	11,53	8,94	57,36
	e. Lempung ( <i>Clay</i> )	%	2,14	1,81	25,01
	f. Koefisien Keseragaman (Cu)	%	10,227	9,231	-
	g. Koefisien Kelengkungan (Cc)	%	1,121	1,131	-
3. Atterberg Limit					
	a. Batas Cair, (LL)	%	-	-	83,12
	b. Batas Plastis, (PL)	%	-	-	56,77
	c. Batas Susut, (SL)	%	-	-	24,43

Ket: tanah Candi Prambanan (A), tanah pasir Merapi (B), tanah Gunung Kidul (C).

Setelah dilakukan pengujian-pengujian sifat fisik tanah maka tanah yang diuji dapat diklasifikasi berdasarkan sistem klasifikasi USCS dan AASHTO.

Berdasarkan klasifikasi tanah sistem USCS (*Unified Soil Classification System*), maka tanah Candi Prambanan termasuk ke dalam golongan atau jenis tanah sebagai berikut.

- Termasuk tanah butiran kasar karena lebih dari 50% berat tertahan ayakan nomor 200 sebesar 86,33%.
- Termasuk jenis pasir karena lebih dari 50% fraksi kasar lolos saringan nomor 4 yaitu sebesar 95,41%
- Termasuk kedalam pasir dengan butiran halus dengan kategori nama simbol kelompok yaitu SM karena memenuhi syarat klasifikasi yaitu lebih besar dari 12% persentase lolos saringan nomor 200 sebesar 13,67%.

Berdasarkan klasifikasi tanah sistem AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*), maka tanah Candi Prambanan termasuk ke dalam golongan atau jenis tanah sebagai berikut.

- Termasuk kedalam kelompok material granuler karena kurang dari 35% lolos saringan ayakan nomor 200 sebesar 13,67%.
- Termasuk kedalam kelompok A-2 karena maksimal 35% dari lolos saringan ayakan nomor 200 yaitu 13,67%. Dengan tipe material pokok pada umumnya ialah krikil berlanau atau berlempung dan pasir dengan penilaian umum sebagai tanah dasar ialah sangat baik sampai baik.

### Pengaruh Variasi Persentase Campuran Tanah Pada Standard Proctor Test

Pada pengujian proktor standar Variasi persentase tanah pasir sebesar 90%, 80%, dan 70% dicampur dengan tanah berbutir halus sebesar 10%, 20% dan 30%. Hasil pengujian proktor standar dengan variasi campuran diatas dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

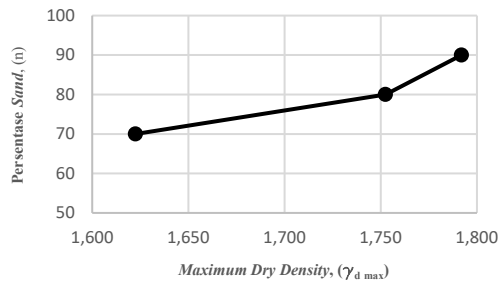
Tabel 3 Rekapitulasi Hasil pengujian Proktor standar

No	Variasi Campuran Tanah	Rata-rata	
		W <sub>opt</sub> (%)	γ <sub>d</sub> (gram/cm <sup>3</sup> )

1	90% Pasir + 10% Tanah Berbutir Halus	16,765	1,792
2	80% Pasir + 20% Tanah Berbutir Halus	19,800	1,753
3	70% Pasir + 30% Tanah Berbutir Halus	22,600	1,623

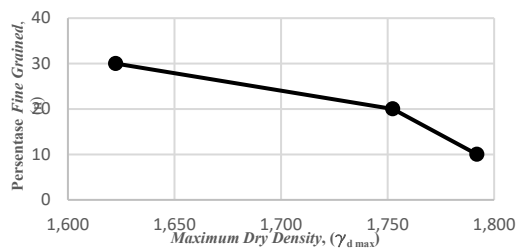
Dari hasil pengujian proktor diatas dapat disimpulkan variasi campuran tanah yang memiliki nilai *Maximum Dry Density (MDD)* dan *Optimum Moisture Content (OMC)* yang terbaik ialah variasi tanah dengan 90% pasir + 10% tanah berbutir halus dengan nilai *MDD* sebesar 1,792 gram/cm<sup>3</sup> dan *OMC* sebesar 16,765%.

Berdasarkan Tabel 3 maka dapat digambarkan grafik hubungan antara variasi campuran tanah dengan *MDD* dan *OMC* pada Gambar 4, 5, 6, dan 7 berikut.



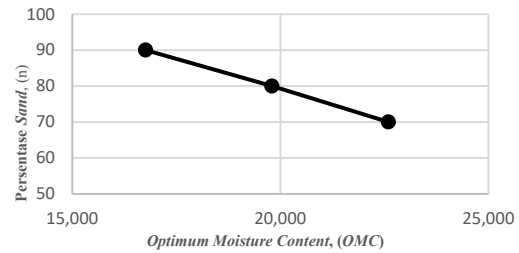
Gambar 4 Grafik Hubungan persentase sand dengan *MDD*

Dari grafik hubungan antara persentase sand dengan *MDD* pada Gambar 4 di atas dapat dilihat bahwa semakin banyak persentase pasir, maka kepadatan tanah akan semakin meningkat.



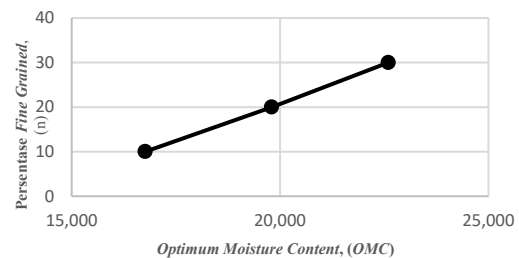
Gambar 5 Grafik Hubungan persentase Fine Grained dengan *MDD*

Dari grafik hubungan antara persentase fine grained dengan *MDD* pada Gambar 5 di atas dapat dilihat bahwa semakin banyak persentase fine grained, maka kepadatan tanah akan semakin menurun.



Gambar 6 Grafik Hubungan persentase Sand dengan *OMC*

Dari grafik hubungan antara persentase sand dengan *OMC* pada Gambar 6 di atas dapat dilihat bahwa semakin banyak persentase sand, maka kadar air akan semakin menurun.



Gambar 7 Grafik Hubungan persentase Fine Grained dengan *OMC*

Dari grafik hubungan antara persentase fine grained dengan *OMC* pada Gambar 7 di atas dapat dilihat bahwa semakin banyak persentase fine grained, maka kadar air akan semakin meningkat.

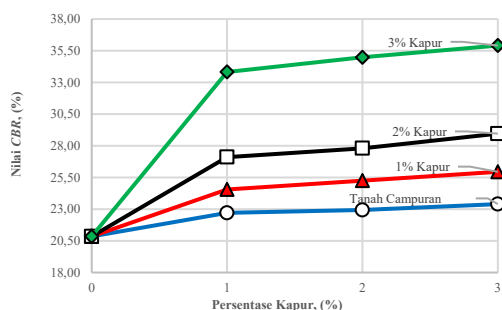
### Pengaruh Penambahan Bahan Tambah Kapur ditinjau dari nilai California Bearing Ratio (CBR)

Hasil pengujian *CBR* dengan penambahan bahan stabilisasi berupa kapur dapat dilihat pada Tabel 4.

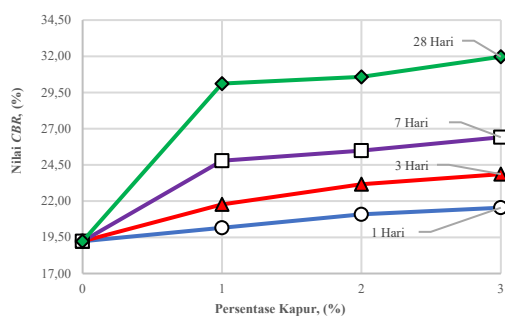
Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR

Pengujian	Sampel	Satuan	Peram 1 Hari	Peram 3 Hari	Peram 7 Hari	Peram 28 Hari
CBR Unsoaked	Tanah Campuran, (TC)	%		20,85		
	TC + 1% Kapur	%	22,70	24,56	27,11	33,82
	TC + 2% Kapur	%	22,94	25,25	27,80	34,98
	TC + 3% Kapur	%	23,40	25,95	28,96	35,91
CBR Soaked	Tanah Campuran, (TC)	%		19,23		
	TC + 1% Kapur	%	20,16	21,78	24,79	30,12
	TC + 2% Kapur	%	21,08	23,17	25,48	30,58
	TC + 3% Kapur	%	21,55	23,86	26,41	31,97

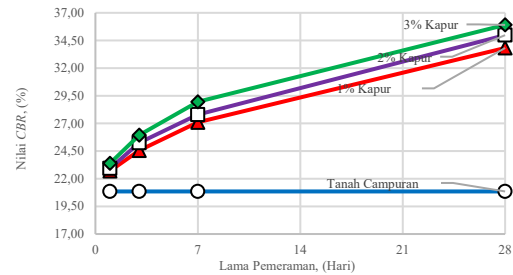
Berdasarkan hasil rekapitulasi CBR unsoaked dan soaked lalu dibuat grafik hubungan antara variasi penambahan kapur dan lama pemeraman dengan nilai CBR seperti pada Gambar 7, Gambar 8, Gambar 9, dan Gambar 10 berikut.



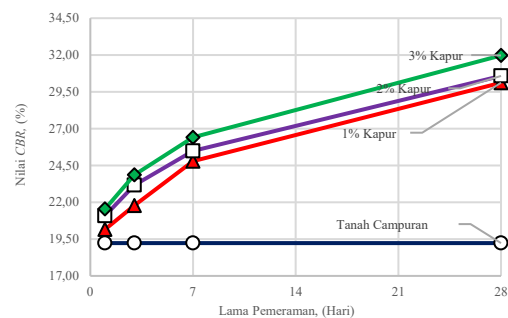
Gambar 7 Grafik Hubungan Antara Persentase Penambahan Kapur Dengan Nilai CBR Unsoaked



Gambar 8 Grafik Hubungan Antara Persentase Penambahan Kapur Dengan Nilai CBR Soaked



Gambar 9 Grafik Hubungan Antara Lama Pemeraman Dengan Nilai CBR Unsoaked



Gambar 10 Grafik Hubungan Antara Lama Pemeraman Dengan Nilai CBR Soaked

Pada Stabilisasi tanah dengan kapur terjadi dua reaksi berdasarkan waktu, yaitu reaksi langsung dan reaksi jangka panjang. Reaksi langsung diakibatkan oleh reaksi pertukaran ion dan Reaksi jangka panjang diakibatkan oleh reaksi pozzolan.

Dengan berlalunya waktu, maka Silika dan Alumina yang terkandung dalam tanah lempung dengan kandungan mineral reaktif, maka akan bereaksi dengan kapur dan akan membentuk kalsium silikat hidrat seperti: *Tobermorite*, Kalsium aluminat hidrat. Pembentukan senyawa-senyawa kimia ini terus menerus berlangsung untuk waktu yang lama dan menyebabkan tanah menjadi keras, awet karena ia berfungsi sebagai pengikat (*binder*).

Terlihat pada Gambar 7, Gambar 8, Gambar 9, Gambar 10, dan Tabel 4 bahwa kapur dapat meningkatkan kekuatan tanah dasar (nilai CBR) pada seluruh sampel. Terlihat juga pada Gambar 7 dan Gambar 8 bahwa dengan penambahan persentase 1%, 2%, dan 3% kapur pada tanah, maka nilai CBR nya akan terus meningkat. Pada Gambar 9 dan Gambar 10 dapat diketahui bahwa semakin lama waktu

pemeraman maka nilai *CBR* nya akan terus meningkat.

Nilai *CBR unsoaked* dan *CBR soaked* tertinggi terdapat pada persentase penambahan kapur yang paling tinggi yaitu dengan persentase penambahan sebesar 3% dengan lama pemeraman 28 hari, yaitu dengan nilai *CBR unsoaked* sebesar 35,91% Dengan persentase peningkatan sebesar 72,22% dan nilai *CBR soaked* sebesar 31,97% dengan persentase peningkatan sebesar 66,27%

### Pengaruh Kapur Ditinjau Dari Nilai *Swelling*

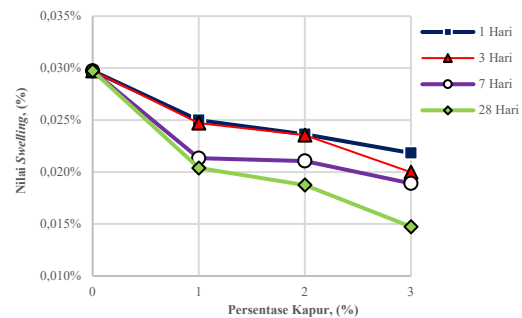
Pengujian kembang susut (*Swelling*) bertujuan untuk mengetahui persentase pengembangan tanah apabila direndam dalam air. Nilai pengembangan dihitung dari persentase perbandingan perubahan tinggi terhadap awal sampel benda uji di buat hingga rendaman hari ke-4.

Adapun lama pemeraman ialah 1, 3, 7, dan 28 hari lalu direndam selama 4 hari, kemudian dilakukan pembacaan pengembangan benda uji pada awal sampel terendam air dan pembacaan pada hari ke-4. Hasil pengujian *swelling* dapat dilihat pada Tabel 5.

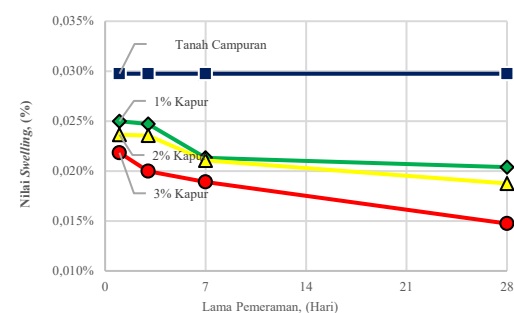
Tabel 5 Rekapitulasi Hasil Pengujian *Swelling*

Pengujian	Sampel	Satuan	Peram 1 Hari	Peram 3 Hari	Peram 7 Hari	Peram 28 Hari
	Tanah Campuran, (TC)	%		0,030%		
<i>Swelling</i>	TC + 1% Kapur	%	0,025%	0,025%	0,021%	0,020%
	TC + 2% Kapur	%	0,024%	0,024%	0,021%	0,019%
	TC + 3% Kapur	%	0,022%	0,020%	0,019%	0,015%

Kemudian dibuat grafik hubungan antara persentase penambahan kapur dan lama pemeraman dengan nilai *swelling* seperti pada Gambar 11 dan Gambar 12 berikut.



Gambar 11 Grafik Hubungan Antara Persentase Penambahan Kapur Dengan Nilai *Swelling*



Gambar 12 Grafik Hubungan Antara Lama Pemeraman Dengan Nilai *Swelling*

Dari Gambar 11 dan Gambar 12 dapat dilihat bahwa kapur dapat menurunkan tingkat pengembangan tanah campuran pada seluruh sampel. Ditinjau dari persentase penambahan kapur (Gambar 11) dari persentase penambahan 1% ke 3% dapat disimpulkan bahwa nilai *swelling* terus menurun. Ditinjau dari masa pemeraman (Gambar 12) semakin lama masa pemeraman maka nilai *swelling* akan semakin rendah. Penurunan ini adalah akibat dari reaksi pertukaran ion yang terjadi ketika ion  $Ca^{2+}$  dan  $Mg^{2+}$  pada dolomite menggantikan ion yang lebih lemah dan dipol-dipol air pada tanah yang menyebabkan partikel tanah menjadi kurang menyerap air dikarenakan oleh permukaan pada partikel lempung sudah di isi oleh ion  $Ca^{2+}$  dan  $Mg^{2+}$ .

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil data, analisis, dan pembahasan, maka dapat disimpulkan point-point pada penelitian ini. Adapun Simpulan dari penelitian ini ialah sebagai berikut.

1. Klasifikasi tanah Candi Prambanan, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, Yogyakarta berdasarkan

- sistem klasifikasi *AASHTO* ialah termasuk kelompok A2, menurut klasifikasi *USCS* termasuk kelompok SM. Adapun klasifikasi umum ialah termasuk material granuler atau tanah berbutir kasar, divisi umum ialah pasir dengan butiran halus dan penilaian umum ialah sangat baik sampai baik.
2. Berdasarkan hasil pengujian *Standard Proctor Test* diapat bahwa tanah yang memiliki nilai *Maximum Dry Density (MDD)* dan *Optimum Moisture Content (OMC)* yang terbaik ialah variasi tanah dengan 90% pasir + 10% tanah berbutir halus dengan nilai *MDD* sebesar 1,792 gram/cm<sup>3</sup> dan *OMC* sebesar 16,765%. Adapun Pengaruh tanah pasir di campur dengan tanah berbutir halus pada pengujian proktor standar terhadap nilai *MDD* dan *OMC* ialah sebagai berikut.
    - a. Ditinjau terhadap nilai *MDD*
      - 1) Semakin banyak persentase tanah pasir maka kepadatan tanah akan semakin meningkat, dan
      - 2) semakin banyak persentasi tanah berbutir halus maka kepadatan tanah akan menurun.
    - b. Ditinjau terhadap nilai *OMC*
      - 1) Semakin banyak persentase tanah pasir maka kadar air akan semakin menurun, dan
      - 2) Semakin banyak persentase tanah berbutir halus maka kadar air akan semakin meningkat.
  3. Pengaruh penambahan bahan stabilisasi kapur terhadap nilai *California Bearing Ratio* yaitu pada tanah campuran (90% pasir + 10% tanah berbutir halus) tanpa penambahan bahan stabilisasi kapur nilai *CBR unsoaked* dan *soaked* berturut-turut ialah 20,85% dan 19,23%. Nilai *CBR unsoaked* dan *soaked* Mengalami peningkatan terbesar pada penambahan kapur 3% dengan lama pemeraman 28 hari. yaitu dengan nilai *CBR unsoaked* sebesar 35,91% Dengan persentase

peningkatan sebesar 72,22% dan nilai *CBR soaked* sebesar 31,97% dengan persentase peningkatan sebesar 66,27%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Perlindungan kebudayaan, 2021. *Kajian Lapangan Masterplan Pemugaran Prambanan*. (<http://kebudayaan.kemdikbud.go.id/dpk/kajian-lapangan-masterplan-pemugaran-prambanan/>). Diakses 02 Desember 2022)
- Dunn, S. 1980. *Dasar-Dasar Analisis Geoteknik*. IKIP Semarang Press. Semarang.
- Google Earth, 2022. Image © maxar technologies. Google Earth Pro.
- Hardiyatmo, H.C. 2002. *Mekanika Tanah 1*. Dalam: *Mekanika Tanah 1*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, p. 1.
- Karol, R. H. 2003. *Chemical Grouting and Soil Stabilization, Revised and Expanded*, 3<sup>rd</sup> ed. Marcel Dekker. New York.
- Metcalf, dan Ingles. 1972. *Soil Stabilization, Principles and Practice*. Butterworths. USA.
- Soekoto I. 1973. *Mempersiapkan Lapis Dasar Konstruksi*. Badan Penerbit PU.