

**ANALISIS NILAI KUAT TEKAN BEBAS TANAH DESA PENGKOL
KECAMATAN NGUTER SUKOHARJO YANG DIPERBAIKI
DENGAN MENGGUNAKAN PASIR MERAPI**

Qunik Wiqoyah¹⁾, Anto Budi L²⁾ Novitasari Anggraen³⁾

1,2,3) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. Ahmad Yani, Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura, Surakarta, Jawa Tenan Indonesia
Email : qunik_w@yahoo.co.id

Abstrak

Fenomena yang terjadi di Desa Pengkol Kecamatan Nguter Sukoharjo banyak ditemukan jalan yang retak-retak dan bergelombang. Hal ini di dukung dari hasil uji pendahuluan yang menyatakan tanah di Desa Pengkol mempunyai nilai PI sebesar 37,52% maka tanah tersebut termasuk tanah dengan tingkat plastisitas tinggi karena nilai PI > 17%, sehingga perlu dilakukan perbaikan. Perbaikan yang dilakukan dengan stabilisasi fisis untuk memperbaiki gradasi tanah dengan penambahan pasir Merapi. Penambahan pasir Merapi sebesar 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% terhadap berat sampel bertujuan untuk mengetahui sifat fisis tanah dan mekanis tanah. Hasil pengujian didapatkan nilai kadar air (w) mengalami penurunan, dan nilai berat jenis (Gs) mengalami kenaikan. Pengujian batas Atterberg diketahui bahwa nilai batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) mengalami penurunan, sedangkan nilai batas plastis (PL) dan batas susut (SL) mengalami kenaikan. Hasil uji mekanis tanah campuran diperoleh nilai (w_{opt}) terbesar sebesar 23,8% dan nilai terkecil sebesar 17%, dan nilai (γ_{dmax}) terbesar didapat 1,240 sedangkan nilai terkecil 1,440. Hasil nilai kuat tekan bebas (q_u) terbesar terjadi pada tanah campuran 20% sebesar 2,440 kg/cm², serta dapat meningkatkan daya dukung tanah berdasarkan nilai kuat tekan bebas (UCT) dengan kategori baik sebagai subgrade.

Kata Kunci: Stabilisasi, Tanah Lempung, Pasir Merapi, UCT

Abstract

Phenomena that occur in Pengkol Village, Nguter district Sukoharjo, many found cracked and bumpy roads. This matter supported from preliminary test results which state that the land in Pengkol Village has a PI value of 37.52%, so the soil is classified as a soil with a high level of plasticity because PI value > 17%, so that it needs to be improved done. Improvements that made with physical stabilization to improve soil gradation with addition of Merapi sand. Addition of Merapi sand by 0%, 5%, 10%, 15% and 20% of the sample weight aims to knowing the physical properties and the mechan. The test results obtained the value of water content (w) has decreased, and the value of specific gravity (Gs) has increase. Atterberg boundary testing is known that the value of the liquid limit (LL) and plasticity index (PI) has decrease, while the value of the plastic limit (PL) and shrinkage limit (SL) has increase.. The results of mixed soil mechanical tests obtained the value (w_{opt}) largest of 23.8% and the smallest value of 17%, and the value (γ_{dmax}) largest be obtained 1,240 while the smallest value of 1,440. The result of the value of free compressive strength (q_u) largest occurred in mixed soil of 20% as big as 2,440 kg / cm². and can increase the carrying capacity of the soil based on the value of free compressive strength (UCT) with a good category as a subgrade.

Keywords: Stabilization, Clay, Pasir Merapi, UCT

PENDAHULUAN

Di Desa Pengkol Kecamatan Nguter Kabupaten Sukoharjo banyak ditemukan jalan yang retak-retak dan bergelombang. Hal tersebut dimungkinkan terjadi akibat tanah dasar (*subgrade*) kurang mampu menahan beban di atasnya, hal ini didukung dari hasil uji pendahuluan yang menunjukkan nilai LL (Liquid Limit) = 61,80%; PL (Plastic Limit) = 24,28%; dan nilai PI (Plasticity Index) = 37,52%. Tanah tersebut termasuk tanah dengan tingkat plastisitas tinggi karena Nilai PI > 17%. Oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan tanah dengan memperbaiki gradasi tanah tersebut dengan penambahan pasir Merapi. Pasir Merapi memiliki gradasi yang baik atau merupakan jenis pasir

sedang (tidak terlalu lembut atau kasar) karena terletak diantara batas maksimum dan minimum yang ditetapkan ASTM C33-90 (Sari,2017). Selain itu penambahan kadar pasir Merapi akan meningkatkan daya ikat antar butiran dan akhirnya akan meningkatkan kemampuan saling mengunci antar butiran (Putra,2013).

Data-data hasil pengujian dapat dihitung dengan rumus berikut ini :

a) Berat volume tanah basah (γ_b) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\gamma_b = \frac{W}{V} \dots\dots\dots (1)$$

dengan : γ_b = berat volume tanah basah (gram/cm³)
 W = berat tanah basah (gram)
 V = volume cetakan (cm³)

b) Nilai kadar air optimum dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \% \dots\dots\dots (2)$$

dengan : w = kadar air (%)
 W_w = berat air (gram)
 W_s = berat tanah kering (gram)

c) Nilai berat volume tanah kering dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{w+1} \dots\dots\dots (3)$$

dengan : γ_d = berat volume tanah kering (gram/cm³)
 w = kadar air (%)
 γ_b = berat volume tanah basah (gram/cm³)

d) Uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Test*) ini mengukur seberapa kuat tanah menerima tekanan yang diberikan sampai tanah tersebut terpisah dari butiran-butirannya, dapat diketahui dengan rumus persamaan sebagai berikut:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \Delta\sigma_f = \Delta\sigma_f = q_u \dots\dots\dots (4)$$

untuk mengukur kohesi *undrained* atau regangan tanah akibat tekanan tersebut dengan rumus persamaan sebagai berikut:

$$c_u = \frac{q_u}{2} \dots\dots\dots (5)$$

dengan : σ_1 = tegangan utama mayor tegangan aksial (kg/cm²)
 σ_3 = tegangan kengkang atau tegangan sel (kg/cm²)
 $\Delta\sigma_f$ = tegangan deviator (kg/cm²)
 q_u = kuat tekan bebas (kg/cm²)
 c_u = kohesi *undrained* (kg/cm²)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan tanah dari Desa Pengkol Kecamatan Nguter Kabupaten Sukoharjo yang dicampur dengan Pasir Merapi yang didapatkan dari Sungai Gendol. Rangkaian pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta dimulai dari uji fisis tanah yang meliputi pengujian kadar air, berat jenis, batas *atterberg*, analisa ukuran butiran dan yang terakhir uji pemadatan dan UCT (*Unconfined Compression Test*). Tahap-tahap penelitian di uraikan sebagai berikut:

Tahap awal adalah dengan studi literatur, pengambilan dan penyaringan sampel lolos saringan No.4, dan pengambilan pasir Merapi lolos saringan No.4 sebagai bahan stabilisasi yang akan digunakan dalam penelitian. Tanah dan bahan stabilisasi akan di uji fisis terlebih dahulu, guna membandingkan hasil antara tanah yang di stabilisasi dengan pasir Merapi dengan tanah asli sedangkan untuk pasir Merapi akan dilakukan uji berat jenis dan analisa saringannya guna mengetahui gradasi butiran pasir Merapi tersebut.

Pada tahap kedua ini, pengujian mekanis tanah asli dan tanah campuran yang telah ditambahkan bahan stabilisasi berupa pasir Merapi dengan variasi persentase sebesar 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% lalu di uji sifat fisisnya antara lain uji berat jenis, kadar air, analisa butiran saringan, dan batas *Atteberg*. Setelah itu dilakukan uji kepadatan tanah dengan pengujian *Standard Proctor* tanah asli

dan tanah campuran, dari pengujian ini didapatkan nilai kadar air optimum dan berat volume kering maksimum.

Pada tahapan ke tiga ini pembuatan benda uji UCT tanah asli dan tanah campuran yang telah ditambahkan bahan stabilisasi berupa pasir Merapi dengan persentase bervariasi yaitu 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% yang diperam selama 24 jam. Pada uji UCT ini dilakukan sedikitnya 5 kali dengan perbedaan kadar air disetiap pengujiannya dan pengujian akan diperoleh nilai kuat tekan bebas dan nilai kohesi *undrained* dari tanah tersebut.

Tahap ini merupakan menganalisis setelah didapatkan hasil data dari tahap I – IV. Dari tahap ini dapat dibuat kesimpulan dari hasil penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Sifat Fisis (Pasir Merapi dan Tanah Asli)

Uji Sifat Fisis Pasir Merapi

Uji sifat fisis pasir Merapi meliputi pengujian kadar air, berat jenis dan uji gradasi. Dari hasil pengujian didapatkan nilai kadar air pasir Merapi sebesar 6,020%, nilai berat jenis 2,778 dan persentase lolos saringan No.200 sebesar 5,00%.

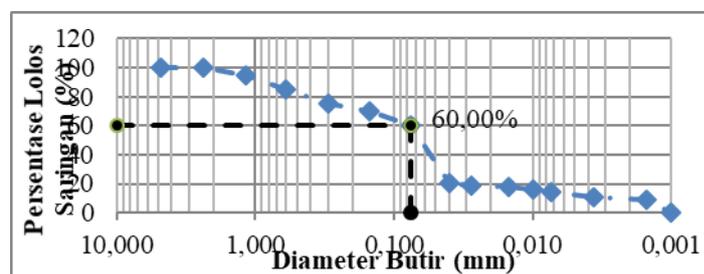
Uji Sifat Fisis Tanah Asli

Uji sifat fisis tanah asli terdiri dari uji kadar air, *Specific gravity*, *Atterberg limits*, *hydrometer*, dan analisa saringan. Hasil uji sifat fisis tanah asli dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji sifat fisis Tanah.

Jenis pengujian	Tanah Asli
Kadar Air Kering Udara (%)	9,827
Berat Jenis (Gs) %	2,671
Batas Cair (LL) %	61,80
Batas Plastis (PL) %	24,28
Batas Susut (SL) %	21,07
Indeks Plastisitas (PI) %	37,52
Lolos Saringan No.200 (%)	60,00
Kelompok Indeks (GI)	28,87
AASHTO	A-7-6
USCS	CH

Berdasarkan Tabel 1. diperoleh nilai kadar air tanah asli sebesar 9,827%, *specific gravity* 2,671, batas cair 61,80%, batas plastis 24,28%, batas susut 21,07%, dan indeks plastisitas 37,52%. Pembagian butiran tanah dilakukan dengan pengujian *hydrometer* dan analisa saringan pada tanah asli dan tanah campuran. Uji *hydrometer* digunakan untuk distribusi ukuran butiran yang kurang dari 0,075mm (No.200), sedangkan analisa saringan digunakan untuk menganalisa ukuran butiran yang lebih besar dari 0,075mm (No.200). Hasil uji gradasi butiran tanah asli dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hubungan Antara Persentase Lolos dengan Diameter Butir Tanah Asli

Dari hasil pengujian tanah asli diketahui persen lolos saringan No.200 sebesar 60,00% (lebih dari 50%), batas cair (LL) 61,80%, batas plastis (PL) 24,28%, indeks plastisitas (PI) 37,52% maka klasifikasi tanah berdasarkan metode AASHTO termasuk spesifikasi A-7-6 dengan tipe tanah berlempung dan penilaian umum sebagai tanah dasar antara sedang sampai buruk. Dan berdasarkan metode USCS dilihat dari persen lolos saringan No.200 lebih dari 50%, batas cair (LL) > 50% dan nilai indeks plastisitas yang berada diatas garis "A" maka termasuk spesifikasi CH, tanah lempung berplastisitas tinggi (*fat clays*).

Uji Sifat Fisis Tanah Campuran

Uji sifat fisis tanah campuran dilakukan dengan persentase variasi penambahan pasir Merapi sebesar 0%,5%,10%,15% dan 20% dari berat sampel. Hasil uji sifat fisis tanah campuran dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Sifat Fisis Tanah Campuran

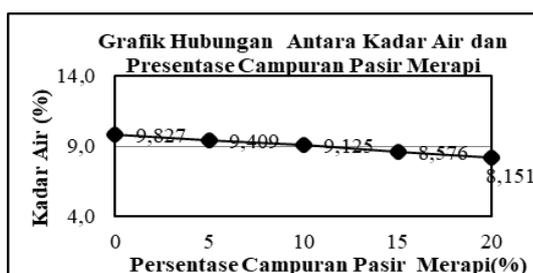
Jenis Pengujian	Persentase Campuran Pasir Merapi				
	0 %	5%	10%	15%	20%
Kadar Air Kering Udara (%)	9,827	9,409	9,125	8,576	8,151
Berat Jenis (Gs)	2,671	2,705	2,718	2,739	2,800
Batas Cair (LL) %	61,80	52,90	46,80	44,20	42,75
Batas Plastis (PL) %	24,28	30,61	34,70	36,72	39,05
Batas Susut (SL) %	21,07	25,57	27,43	28,59	29,23
Indeks Plastisitas (%)	37,52	22,29	12,10	7,48	3,70

Kadar Air

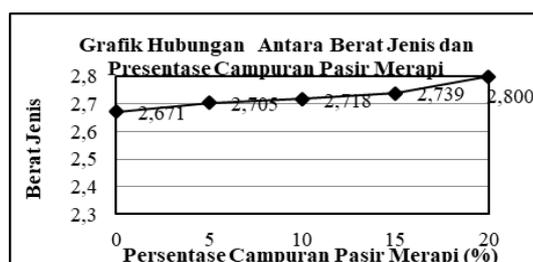
Berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa nilai kadar air tanah campuran lebih rendah dibandingkan dengan tanah asli serta mengalami penurunan seiring penambahan persentase pasir Merapi. Nilai kadar air tanah campuran tertinggi didapat pada pencampuran pasir Merapi 5% sebesar 9,409%. Hasil terendah kadar air tanah campuran sebesar 8,151% pada pasir Merapi 20%. Hal ini disebabkan karena nilai kadar air pada pasir Merapi lebih rendah daripada kadar air tanah asli sehingga kadar air mengalami penurunan.

Berat Jenis

Hasil pengujian berat jenis didapatkan nilai berat jenis tanah campuran mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya persentase pasir Merapi. Nilai berat jenis tanah campuran terbesar diperoleh pada persentase 20% sebesar 2,800 dan nilai terkecil sebesar 2,705 pada persentase 5%. Hal ini terjadi karena tercampurnya dua jenis bahan yang berbeda yaitu tanah asli dengan nilai berat jenis 2,671 lebih kecil dibandingkan dengan nilai berat jenis pasir Merapi sebesar 2,778, maka terjadi kenaikan nilai berat jenis tanah campuran. Hubungan kadar air dengan persentase campuran pasir Merapi dan Hubungan antara nilai berat jenis dengan persentase campuran pasir Merapi dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Hubungan Antara Kadar Air dengan Persentase Campuran Pasir Merapi

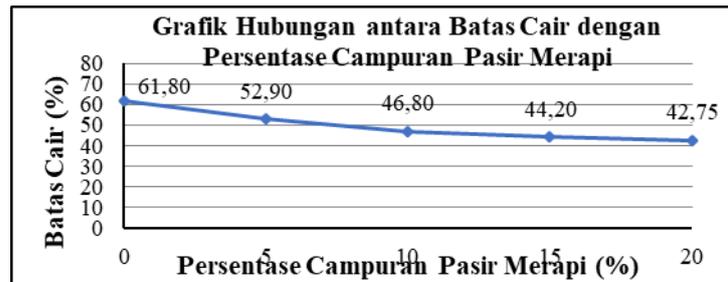


Gambar 3. Hubungan Antara Berat Jenis dengan Persentase Campuran Pasir Merapi

Batas-batas Atterberg (Atterberg Limits)

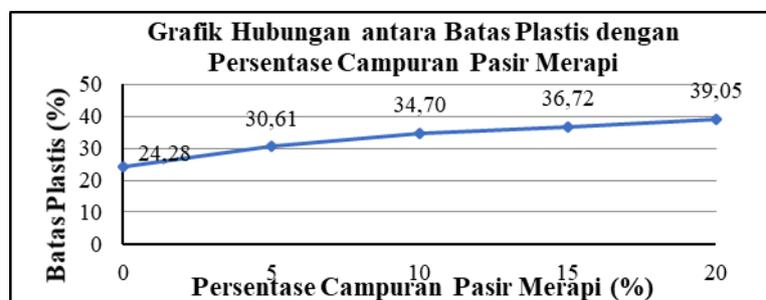
Hasil pengujian batas *Atterberg* antara lain sebagai berikut :

- 1) Batas cair (*Liquid Limit = LL*). Hasil yang diperoleh dari pengujian batas cair cenderung mengalami penurunan seiring bertambahnya persentase campuran. Nilai LL terbesar terjadi pada tanah campuran 5% sebesar 52,90% sedangkan Nilai LL terkecil terjadi pada tanah campuran 20% sebesar 42,75%. Hal ini dikarenakan penambahan pasir Merapi menyebabkan bertambahnya butiran besar pada tanah lempung tersebut dan proses tarik menarik antar partikel tanah semakin berkurang sehingga menyebabkan kohesi menurun. Turunya nilai kohesi pada tanah menyebabkan nilai batas cair menurun. Hubungan antara nilai batas cair (LL) dengan persentase campuran dapat dilihat pada Gambar 4.
- 2)



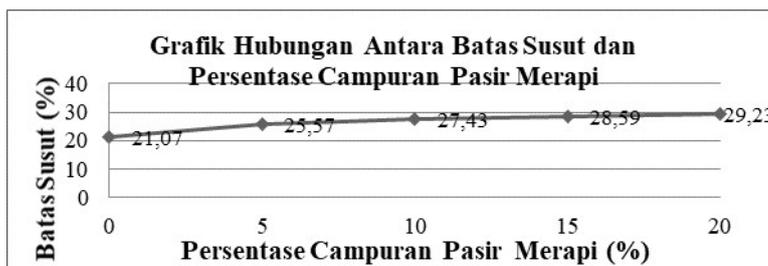
Gambar 4. Hubungan Antara Batas Cair dengan Persentase Campuran Pasir Merapi

- 3) Batas plastis (*Plastic Limit = PL*). Berdasarkan hasil pengujian tanah campuran nilai batas plastis mengalami kenaikan seiring bertambahnya persentase campuran pasir Merapi. Berdasarkan pengujian batas plastis pada tanah asli diperoleh hasil sebesar 24,28%. Nilai batas plastis tanah campuran terkecil terdapat pada persentase 5% sebesar 30,61%, sedangkan nilai batas plastis terbesar terdapat pada persentase 20% sebesar 39,05%. Kenaikan nilai batas plastis disebabkan karena nilai kohesi yang semakin menurun sehingga menyebabkan plastisitas tanah berkurang. Hubungan antara nilai batas plastis (PL) dengan persentase campuran dapat dilihat pada Gambar 5.
- 4)



Gambar 5. Hubungan Antara Batas Plastis dengan Persentase Campuran Pasir Merapi

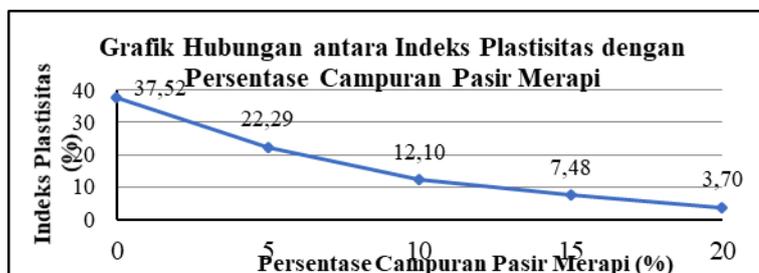
- 5) Batas susut (*Shrinkage Limit = SL*). Nilai batas susut mengalami kenaikan bersamaan dengan bertambahnya persentase campuran. Nilai batas susut terkecil pada tanah campuran sebesar 25,57% pada tanah campuran 5%, dan nilai batas susut terbesar terdapat pada persentase 20% sebesar 29,23%. Kenaikan nilai batas susut dikarenakan proses penambahan persentase pasir Merapi yang menyebabkan tanah lebih stabil terhadap perubahan kadar air sehingga perubahan volume tanah menjadi kecil. Hubungan antara nilai batas susut (SL) dengan persentase campuran dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan Antara Batas Susut dengan Persentase Campuran Pasir Merapi

- 6) Indeks Plastisitas (*Plasticity Index = PI*) besarnya nilai indeks plastisitas tergantung pada nilai LL dan PL. Penambahan persentase pasir merapi pada tanah campuran menyebabkan nilai batas cair turun dan batas plastis naik. Semakin bertambahnya persentase pasir Merapi nilai indeks plastisitas PI cenderung mengalami penurunan. Nilai PI terkecil terjadi pada tanah campuran 20% sebesar 3,70% dan untuk nilai PI terbesar terjadi pada tanah campuran 5% sebesar 22,29%. Berdasarkan hasil yang didapat karena $PI > 17\%$ maka termasuk jenis tanah lempung kohesif dengan plastisitas tinggi. Hubungan antara nilai indeks plastisitas (PI) dengan persentase campuran dapat dilihat pada Gambar 7.

7)

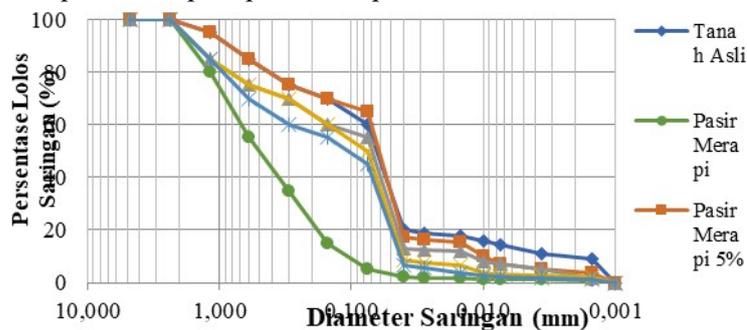


Gambar 7. Hubungan Antara Indeks Plastisitas dengan Persentase Campuran Pasir Merapi

Analisa Butiran Tanah

Penambahan pasir Merapi pada tanah menyebabkan bertambahnya butiran besar pada tanah lempung tersebut sehingga jumlah tanah lolos saringan No.200 mengalami penurunan. Persen lolos saringan No.200 terbesar terjadi pada persentase tanah campuran 5% sebesar 65,00% dan persen lolos saringan No.200 terkecil terjadi pada persentase tanah campuran 20% sebesar 45,00%.

Hubungan antara diameter butir tanah dengan persentase lolos saringan pada tanah dengan persentase penambahan pasir Merapi dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hubungan Antara Persentase Lolos dengan Diameter Butir

Klasifikasi Tanah Campuran

Klasifikasi tanah perlu dilakukan untuk mengetahui jenis tanah campuran pasir Merapi yang didasarkan pada nilai-nilai uji sifat fisis. Pada penelitian ini digunakan sistem AASHTO dan USCS. Klasifikasi tanah campuran dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Sifat Fisis beserta Klasifikasi pada Tanah Campuran

Jenis pengujian	Persentase Campuran Pasir Merapi					
	Pasir Merapi	0%	5%	10%	15%	20%
Kadar Air Kering Udara (%)	6,020	9,827	9,409	9,125	8,576	8,151
Berat Jenis (Gs)	2,778	2,671	2,705	2,718	2,739	2,800
Batas Cair (LL) %	-	61,80	52,90	46,80	44,20	42,75
Batas Plastis (PL) %	-	24,28	30,61	34,70	36,72	39,05
Batas Susut (SL) %	-	21,07	25,57	27,43	28,59	29,23
Indeks Plastisitas (%)	-	37,52	22,29	12,10	7,48	3,70
Lolos saringan No. 200 (%)	5,00	60	65	55	50	45
Klasifikasi Tanah						
AASHTO	A-3	A-7-6	A-7-5	A-7-5	A-5	A-5
Kelompok Indeks (GI)	-	20,11	14,08	5,52	2,43	1,07
USCS	SP	CH	CH	ML	ML	SM

Berdasarkan data pengujian diatas, klasifikasi tanah dengan sistem AASHTO pada pasir Merapi didasarkan pada persentase lolos saringan No. 200 sebesar 5%, maka pasir Merapi termasuk klasifikasi A-3 dengan tipe material pasir halus dan penilaian umum sebagai tanah dasar sangat baik sampai baik. Pada tanah asli didapatkan persentase lolos saringan No.200 sebesar 60%, batas cair 61,80%, batas plastis 24,28%, nilai PI 37,52% dan nilai GI 20,11, maka termasuk dalam klasifikasi A-7-6 dengan tipe material tanah lempung dengan penilaian umum sebagai tanah dasar adalah sedang sampai buruk. Tanah campuran 5% termasuk dalam klasifikasi A-7-5 dengan tipe material tanah berlempung dengan penilaian umum sebagai tanah dasar atau pondasi konstruksi jalan adalah sedang sampai buruk, hal ini disebabkan karena persentase lolos saringan No.200 sebesar 65%, batas cair 52,90%, batas plastis 30,61%, indeks plastisitas 22,29% dan nilai GI 14,08, sedangkan untuk tanah campuran 20% didapatkan persentase lolos saringan No. 200 sebesar 45%, batas cair 42,75%, batas plastis 39,05%, indeks plastisitas 3,07% dan nilai GI 1,07, maka termasuk dalam klasifikasi A-5 dengan tipe material tanah berlanau dengan penilaian umum sebagai tanah dasar atau pondasi konstruksi jalan adalah sedang sampai buruk.

Pada klasifikasi dengan sistem USCS pada persentase campuran 0% dan 5% didapatkan persentase tanah lolos saringan No.200 lebih besar dari 50%, nilai batas cair lebih besar dari 50%, kemudian nilai batas cair dan PI pada diagram plastisitas berada diatas garis A, maka termasuk dalam klasifikasi CH. Pada persentase 10% dan 15% butiran tanah yang lolos saringan No.200 lebih besar dari 50%, nilai batas cair dan PI pada diagram plastisitas berada dibawah garis A maka tanah diklasifikasikan dua symbol yaitu ML-OL, selanjutnya untuk memastikan apakah termasuk klasifikasi ML atau OL dengan menggunakan tabel sistem klasifikasi LLR (*Liquid Limit Ratio*) untuk mengetahui spesifikasi tanahnya. Pada tanah campuran 10% didapatkan nilai LLR sebesar 0,936. Berdasarkan tabel sistem klasifikasi LLR (*Liquid Limit Ratio*) nilai $LL < 50\%$ dan $LLR > 0,75\%$ maka tanah diklasifikasikan ML (Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung).

Uji Sifat Mekanis

Uji Pemadatan (*Standard Proctor*)

Berdasarkan hasil uji pemadatan dengan *Standard Proctor* didapatkan nilai berat volume kering maksimum (γ_{dmax}) dan kadar air optimum (w_{opt}) tanah asli maupun tanah campuran. Berat volume kering maksimum (γ_{dmax}) dan kadar air optimum (w_{opt}) ini digunakan untuk penambahan air pada saat pembuatan benda uji UCT. Hasil dari uji pemadatan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Pemadatan Tanah Asli dan Tanah Campuran

No	Pengujian Pemadatan (<i>Standard Proctor</i>)	Tanah Asli	Tanah Campuran Pasir Merapi			
			5%	10%	15%	20%
1	w_{opt} (%)	24,3	23,8	20,2	19,3	17
2	γ_{dmax} (gr/cm ³)	1,168	1,240	1,304	1,350	1,440

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa penambahan persentase pasir Merapi akan menyebabkan nilai kadar air optimum semakin menurun. Kadar air optimum pada tanah asli sebesar 24,3%. Nilai kadar air optimum terbesar didapat 23,8% pada persentase campuran 5%, sedangkan nilai kadar air optimum terkecil didapat pada persentase campuran 20% sebesar 17%. Hal ini disebabkan karena volume rongga pada tanah semakin berkurang seiring dengan persentase penambahan pasir Merapi sehingga mengakibatkan berkurangnya pori-pori tanah yang dapat terisi oleh air.

Pada Tabel 4 juga menunjukkan bahwa seiring bertambahnya persentase penambahan pasir Merapi akan menyebabkan penambahan berat volume kering pada tanah campuran. Berat volume kering maksimum tanah asli sebesar 1,168 gr/cm³. Berat volume kering maksimum paling besar tanah campuran diperoleh pada penambahan 20% sebesar 1,440 gr/cm³, sedangkan berat volume kering maksimum paling kecil diperoleh pada tanah asli yaitu 1,168 gr/cm³. Hal tersebut terjadi karena besarnya butiran tanah merupakan faktor yang mempengaruhi nilai kepadatan. Selain itu yang menyebabkan kenaikan berat volume kering maksimum tanah campuran tersebut karena naiknya berat jenis (Gs) tanah setelah dicampur dengan pasir Merapi sehingga terjadi kenaikan berat volume kering maksimum pada tanah campuran. Tanah lempung Desa Pengkol Kecamatan Nguter Kabupaten Sukoharjo, juga sebagian besar lolos saringan No 200 dan digantikan oleh pasir Merapi sehingga mengakibatkan berkurangnya volume rongga dan bertambahnya berat butiran tanah campuran sebagai perbaikan gradasi tanah tersebut.

Unconfined Compression Test (UCT)

Uji kuat tekan bebas (UCT) dilakukan pada tanah Desa Pengkol Kecamatan Nguter Kabupaten Sukoharjo dengan persentase penambahan pasir Merapi sebesar 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%. Pada pengujian UCT bertujuan untuk mengetahui perbedaan nilai kuat tekan bebas (q_u) dan kuat geser *undrained* (c_u) tanah asli dengan tanah yang sudah distabilisasi menggunakan bahan campuran pasir Merapi.

Hasil pengujian *unconfined compression test* (UCT) pada penelitian yang dilakukan pada tanah asli dan tanah campuran 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji UCT Tanah Asli dan Tanah Campuran

	Persentase Campuran Pasir Merapi (%)	Pengujian UCT	
		Kuat tekan bebas, q_u (kg/cm ²)	Kohesi <i>undrained</i> , c_u (kg/cm ²)
Tanah Asli	0	1,251	0,626
Tanah Campuran	5	1,997	0,999
	10	2,245	1,123
	15	2,291	1,146
	20	2,337	1,169

Pada pengujian tanah asli didapatkan nilai kuat tekan bebas (q_u) sebesar 1,251 kg/cm². Dengan penambahan pasir Merapi pada tanah mengakibatkan nilai kuat tekan bebas (q_u) mengalami kenaikan seiring dengan penambahan persentase pasir Merapi . Nilai kuat tekan bebas (q_u) terbesar didapat pada tanah campuran 20% pasir merapi sebesar 2,337 kg/cm², sedangkan nilai kuat tekan bebas (q_u) terkecil didapat pada tanah asli sebesar 1,251 kg/cm². Hal ini di sebabkan bertambahnya persentase pasir Merapi pada tanah menyebabkan tanah menjadi semakin keras di buktikan dengan (γ_{dmax}) yang semakin meningkat.

Nilai kohesi *undrained* (c_u) tanah asli sebesar 0,626 kg/cm². Nilai kohesi *undrained* (c_u) berbanding lurus dengan nilai kuat tekan bebas (q_u) yaitu mengalami kenaikan seiring penambahan persentase campuran pasir Merapi. Nilai kohesi *undrained* (c_u) terbesar didapat pada tanah campuran 20% sebesar 1,169 kg/cm², sedangkan nilai kohesi *undrained* (c_u) terkecil didapat pada tanah campuran 0% sebesar 0,999 kg/cm².

Klasifikasi tanah untuk uji kuat tekan bebas berbagai keadaan tanah pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kelompok tanah berdasarkan nilai kuat tekan bebas (Hardiyatmo,2010)

Persentase Campuran Pasir Merapi (%)	Tabel Konsistensi	
	qu (kg/cm ²)	Keadaan Tanah
-	< 0,25	Lempung sangat lunak
-	0,25 – 0,50	Lempung lunak
-	0,50 – 1,00	Lempung Sedang
0% dan 5%	1,00 – 2,00	Lempung Kenyal
10%, 15% dan 20%	2,00 – 4,00	Lempung sangat kaku
-	>4,00	Lempung keras

Pada pengujian tanah asli didapatkan nilai kuat tekan bebas (q_u) sebesar 1,251 kg/cm² dan masuk ke dalam keadaan tanah lempung kenyal. Nilai kuat tekan bebas (q_u) terbesar didapat pada tanah campuran 20% pasir merapi sebesar 2,337 kg/cm² dan masuk ke dalam keadaan tanah lempung sangat kaku.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium dan analisa data percobaan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Dari pengujian sifat fisis tanah, dapat disimpulkan bahwa nilai kadar air untuk tanah campuran lebih rendah dibandingkan dengan tanah asli serta mengalami penurunan seiring dengan penambahan persentase pasir Merapi lalu pada uji berat jenis di dapatkan nilai berat jenis tanah campuran yang mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya persentase campuran pasir merapi. Kemudian pada pengujian Batas *Atterberg* di peroleh hasil *Liquid Limit (LL)* mengalami peningkatan terbesar terjadi pada tanah campuran 5% dan peningkatan terkecil terjadi pada tanah campuran 20%, *Plastic Limit (PL)* mengalami kenaikan seiring bertambahnya persentase campuran pasir Merapi, *Shrinkage Limit (SL)* mengalami kenaikan, *Plasticity Index (PI)* penambahan persentase pasir Merapi pada tanah campuran menyebabkan nilai (PI) menurun. Pengujian analisa butiran memperoleh hasil berat jenis pasir Merapi lebih besar dibandingkan berat jenis tanah asli. Untuk klasifikasi tanah campuran, menurut USCS tanah campuran 0% dan 5% diklasifikasikan dengan simbol CH, yaitu lempung anorganik dengan plastisitas tinggi (*fat clays*) sedangkan untuk tanah campuran 10% dan 15% diklasifikasikan dengan simbol ML-OL, yaitu lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung. Tanah campuran 20% diklasifikasikan dengan simbol SM, yaitu pasir berlanau, campuran pasir lanau.
- 2) Pada uji mekanis tanah yaitu uji pemadatan (*Standard Proctor*) didapatkan nilai kadar air optimum (w_{opt}) bahwa penambahan persentase campuran pasir Merapi akan menyebabkan nilai kadar air optimum semakin turun. Berbeda dengan nilai berat volume kering maksimum (γ_{dmax}) semakin bertambah persentase campuran pasir merapi akan menyebabkan penambahan berat volume kering maksimum pada tanah campuran. Uji kuat tekan bebas / UCT (*Unconfined Compression Test*) diperoleh nilai kuat tekan bebas (q_u) terbesar 2,337 kg/cm² pada persentase 20%, nilai kuat tekan bebas mengalami kenaikan seiring dengan penambahan persentase pasir Merapi. Nilai kohesi *undrained* (c_u) juga berbanding lurus dengan nilai kuat tekan bebas (q_u), sehingga mengalami kenaikan seiring dengan penambahan persentase pasir Merapi. Nilai kohesi *undrained* (c_u) terbesar didapat pada tanah campuran 20% sebesar 1,169 kg/cm².

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM, 1981, "Annual Book of ASTM", Philadelphia, USA.
- Bowles, J.E., 1991, "Sifat-Sifat Fisis Tanah dan Geoteknis Tanah", Erlangga, Jakarta.
- Das, B.M.1995. Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis), Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Das, B.M., 1988,"Principles of Geoteknik Engineering", PWS Publisher, Boston.
- Hardiyatmo, H.C. 2012. *Mekanika Tanah I*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2010, "Mekanika Tanah I" edisi ke V, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

- Listyawan, A.B, Renaningsih, Qunik Wiqoyah, dan Agus Susanto. 2017. *Mekanika Tanah dan Rekayasa pondasi*. Teknik Sipil. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Mina,Enden,Rama Indera Kusuma dan Jamatul Ridwan.,2017,“*Stabilisasi Tanah Lempung Mengukan Pasir Laut dan Pengaruh Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas(Studi Kasus:Jalan Mangkualam Kecamatan Cimanggu - Banten*”,Teknik Sipil, Universitas Sultan Agung tirtayasa.
- Nugroho, 2019, “*Pengaruh Nilai Kuat Tekan Bebas Terhadap Stabilitas Tanah Lempung Menggunakan Pasir Pantai Hitam Desa Kemiri Kecamatan Kebakkramat*”.
- Putra, 2013, “*Studi Kuat Tekan Tanah Pasir Berlempung Yang Distabilisasi Menggunakan Abu Gunung Merapi*”.
- Rama, 2010, “*Stabilisasi Tanah Lempung Mengukan Pasir Laut dan Pengaruh Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas*”.
- Remi, 2016. “*Mengenal Pasir Laut dan Pasir Gunung Berapi*”.
- Sari, Siti Aisyah dkk, 2017, “*Perbandingan Pengaruh Beberapa Jenis Pasir Terhadap Kuat Tekan Kuat Lentur Dan Kuat Tarik Belah Beton*”.
- SNI 3638, 2012, “*Metode Uji Kuat Tekan Bebas Tanah Kohesif*”, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.