

ANALISIS PERBANDINGAN KUAT DUKUNG TANAH LEMPUNG YANG DISTABILISASI DENGAN CAMPURAN KAPUR DAN TRASS

Renaningsih^{1*}, Agus Susanto², Aisiyah Pramaisela Hapsari³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos 1 57102, Surakarta, Jawa Tengah

*Email: ren186@ums.ac.id¹, as240@ums.ac.id², aisiyahphapsari@gmail.com³

Abstrak

Tanah adalah komponen dasar dari konstruksi, baik itu konstruksi bangunan maupun konstruksi jalan. Tanah dengan karakteristik kurang baik dapat mempengaruhi konstruksi yang di atasnya. Contoh tanah dengan karakteristik kurang baik ada di daerah Bayat, Pedan, tanah di Bayat me nilai PI sebesar 27,25% , tanah Pedan nilai PI sebesar 50,20%, kedua tanah termasuk tanah lempung plastisitas tinggi. Untuk memperbaiki karakteristik tanah dengan melakukan stabilisasi. Bahan yang sering digunakan untuk stabilisasi: kapur dan trass. Akan dilakukan analisis perbandingan tanah lempung di tiga tempat berbeda yang distabilisasi dengan campuran 5% kapur dan 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10% trass terhadap berat sampe. Pada uji sifat fisis tanah campuran diketahui nilai w , G_s , LL , SL , PI , lolos No. 200 turun seiring variasi penambahan kapur dan trass, nilai PL mengalami kenaikan. Dari analisis regresi nilai indeks plastisitas nilai R^2 Bayat lebih tinggi dari Pedan sebesar 0,9718 dan diperoleh nilai korelasi r sebesar 0,9858. Untuk sifat mekanis nilai w optimum dan swelling turun seiring dengan penambahan kapur dan trass, sedang nilai berat volume kering maksimum dan CBR Soaked naik. Dari analisis regresi untuk nilai CBR Soaked didapatkan nilai R^2 Bayat lebih tinggi daripada R^2 Pedan dan Ngawi yaitu sebesar 0,9878 diperoleh nilai korelasi r sebesar 0,9939.

Kata kunci: CBR; Kapur; Stabilisasi Tanah Lempung; Trass

PENDAHULUAN

Tanah lempung merupakan tanah dengan karakteristik kurang baik. Karakteristik tanah yang kurang baik dapat mempengaruhi konstruksi yang ada di atasnya misal pondasi suatu bangunan, jalan raya, dan lain-lain. Sebagai contoh, Kristanti (2010) dalam penelitiannya melakukan pengujian pada tanah di Bayat Klaten hasil dari penelitiannya diketahui tanah tersebut merupakan tanah lempung an organik dengan plastisitas tinggi menurut klasifikasi USCS, dengan nilai *Spesific Gravity* (G_s) = 2,625, *Liquid Limits* (LL)= 77,25%, *Plastic Limits* (PL) = 50%, *Shrinkage Limits* (SL) = 16,026% dan Indeks Plastisitas (PI) = 27,25%. Merdhianto (2015) telah melakukan penelitian di Pedan Klaten dan menunjukkan bahwa tanah Pedan termasuk tanah lempung lunak dengan nilai Indeks Plastisitas sebesar 50,20%. Berdasarkan klasifikasi AASHTO termasuk dalam golongan A-7-6, yaitu tanah lempung buruk. Sedangkan menurut klasifikasi USCS termasuk ke dalam golongan CH yaitu lempung an organik dengan plastisitas tinggi. Tanah lempung adalah tanah yang mempunyai sifat kembang susut yang tinggi, hal ini dapat merugikan konstruksi yang ada di atasnya karena sifat kembang susut ini akan menyebabkan perubahan volume tanah. Cara untuk mengatasi sifat yang merugikan ini adalah dengan melakukan stabilisasi pada tanah tersebut.

Stabilisasi merupakan proses penambahan pada tanah untuk memperbaiki sifat tanah tersebut, dan dapat menaikkan kekuatan tanah serta mutunya menjadi lebih baik. Menurut Sutikno dan Damianto (2009) yang melakukan penelitian pada tanah ekspansif di daerah Cipularang diketahui bahwa dengan penambahan kapur sebesar 4%-6% menyebabkan peningkatan nilai CBR yang signifikan. Menurut Wiqoyah (2003) campuran tanah dan Trass dengan persentase campuran sebesar 10% dapat memperbaiki tanah dengan w sebesar 33,70%, LL sebesar 69,88%, PL sebesar 27,32%, SL sebesar 12,73% , PI sebesar 41,8%, G_s sebesar 2,66 dan $\phi = 7,29$. Berdasarkan latar belakang, penelitian bertujuan untuk mengetahui korelasi besar perbandingan pengaruh penambahan campuran kapur dan trass pada tanah dengan karakteristik berbeda-beda terhadap sifat fisis dan sifat mekanisnya (kuat dukung). Kapur terbentuk dari batu sedimen yang terdiri dari mineral kalsium. Sifat yang dimiliki kapur antara lain bersifat plastis, kemampuan mengeras dengan cepat sehingga memberi kekuatan pengikat, mudah dikerjakan tanpa melalui proses pabrikan. Kapur merupakan mineral yang cukup efektif untuk proses stabilisasi tanah. Kapur yang bisa digunakan dalam stabilisasi tanah adalah kapur hidup dan kapur

padam CaO dan $Ca(OH)_2$. Trass mempunyai sifat tidak mudah mengeras, dan apabila ditambah kapur dan air akan memiliki masa seperti semen.

Sifat fisis tanah adalah sifat tanah dalam keadaan asli yang digunakan untuk menentukan jenis tanah. Pengujian sifat fisis tanah terdiri dari kadar air, berat jenis (*specific gravity*), batas-batas *atterberg* yaitu batas cair (*liquid limit*); batas plastis (*plastic limit*); batas susut (*shrinkage limit*); indeks plastisitas (*plasticity index*), analisa ukuran butiran yang terdiri dari analisa *hydrometer* dan analisa saringan, klasifikasi tanah metode USCS (*Unified Soil Classification System*) dan AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*). Sifat Mekanis tanah adalah sifat perilaku dari struktur massa tanah yang dikenai suatu gaya atau tekanan tertentu yang dapat dijelaskan secara teknis mekanis. Pengujian Sifat mekanis tanah meliputi uji pemadatan tanah (*standard proctor*) dan pengujian CBR (*California Bearing Ratio*). Pemadatan adalah proses mempertinggi kerapatan tanah dengan menggunakan energi mekanis untuk menghasilkan pemampatan partikel. *CBR California Bearing Ratio* merupakan suatu perbandingan antara beban percobaan percobaan (*test load*) dengan beban standar (*standard load*) dan dinyatakan dalam persentase. Hasil pengujian CBR dapat diperoleh dengan mengukur besarnya beban pada penetrasi tertentu.

Penetrasi 0,1”:

$$CBR (\%) = \frac{P_1}{3.1000} \cdot 100\% \quad (1)$$

Penetrasi 0,2”:

$$CBR (\%) = \frac{P_2}{3.1500} \cdot 100\% \quad (2)$$

dengan :

- P_1 = Tekanan pada penetrasi 0,1 inch (psi)
 P_2 = Tekanan pada penetrasi 0,2 inch (psi)

Pengembangan (*Swelling*) didefinisikan dengan rumus ;

$$Swelling (S) = \frac{\Delta H}{H} \times 100 \quad (3)$$

Dengan:

- S = Persen pengembangan (%)
 ΔH = Perubahan tinggi benda uji (mm)
H = Tinggi benda uji mula-mula (mm)

METODOLOGI

Tinjauan Umum

Penelitian dilakukan untuk mengetahui seberapa besar perbandingan pengaruh campuran kapur dan tras sebagai bahan stabilisasi pada tanah lempung tinjau dari sifat fisis dan mekanis terutama pada nilai kuat dukung tanah tersebut.

Pengumpulan Data

Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah studi literatur dengan cara mempelajari dan memperoleh data yang berasal dari jurnal dan penelitian terdahulu yang berhubungan dengan stabilisasi pada tanah lempung ditinjau dari nilai kuat dukungnya.

Jurnal utama antara lain sebagai berikut :

- 1) Dewi (2017) “Kuat Dukung Subgrade Yang Distabilisasi dengan Trass dan Kapur” yang menstabilisasi tanah lempung di daerah Bayat Klaten dengan variasi campuran 5% kapur dan 0% , 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% trass.
- 2) Kurniawan (2019) “Tinjauan Nilai Kuat Dukung Tanah Lempung Pedan Klaten Yang Distabilisasi Dengan Trass dan Kapur” dengan variasi campuran 5% kapur dan 0% , 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% trass.
- 3) Wiraprakoso (2017) “Stabilisasi tanah Ekspansif Dengan Campuran Kapur dan Trass Ditinjau Dari Nilai *California Bearing Ratio* (CBR) dan *Swelling* Parameter tanah”. yang menstabilisasi tanah lempung di daerah Ngawi dengan variasi campuran 5% kapur dan 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% trass.

Jurnal Pendukung antara lain:

- 1) Wiqoyah (2006) “Pengaruh Kadar Kapur, Waktu Perawatan Dan Perendaman Terhadap Kuat Dukung Tanah Lempung” yang menstabilisasi tanah lempung di daerah Tanon Sragen dengan variasi 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% kapur
- 2) Istiawan (2009) “Pengaruh Kapur Sebagai Bahan Stabilisasi Terhadap Kuat Dukung Dan Potensi Pengembangan Tanah Lempung(Studi Kasus Tanah Lempung Tanon, Sragen) dengan variasi 5%, 8% dan 12% kapur
- 3) Prasetio (2017) “Kuat Dukung Tanah Lempung Bayat Klaten Yang Distabilisasi Dengan Trass” dengan variasi 0% , 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% trass.
- 4) Mutaqin (2017) “Nilai Kuat Dukung Tanah Pedan Klaten Yang Distabilisasi Dengan Trass” dengan variasi 0% , 5%, 10%, 15% dan 20% trass. Dan jurnal pendukung lainnya.

Tahap pelaksanaan

Pada tahap pertama, melakukan studi literatur sesuai dengan penelitian yaitu tentang stabilisasi tanah. Pada tahap kedua, melakukan pengumpulan data. Data yang dibutuhkan adalah data sifat fisis yang berupa berat jenis, data pengujian kadar air, pengujian *Atterberg Limits*, dan data analisis ukuran butiran tanah dan data sifat mekanis tanah berupa pemadatan *standard proctor*, CBR dan Pengembangan (*Swelling*). Pada tahap ketiga, melakukan analisis data dan pembahasan. Dilakukan analisis perbandingan sifat fisis dan mekanis tanah lempung yang distabilisasi dengan campuran kapur dan trass dan dilakukan analisis regresi. Pada tahap keempat, yang dilakukan pada tahap ini adalah menarik kesimpulan berdasarkan analisis yang dilakukan pada tahap tiga.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Sifat Fisis

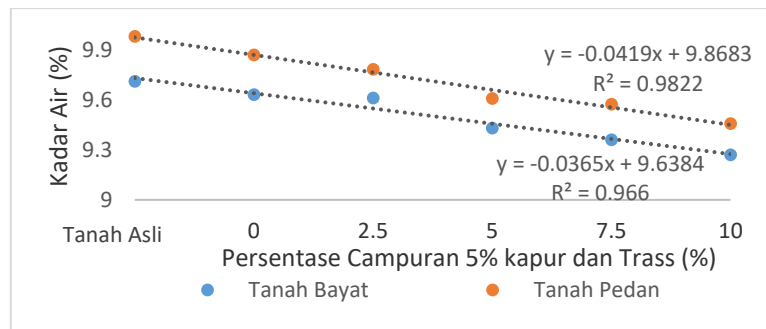
Dewi (2017) dalam jurnal dengan judul “Kuat Dukung Subgrade Yang Distabilisasi dengan Trass dan Kapur” Dan Kurniawan (2019) dalam jurnal dengan judul “Tinjauan Nilai Kuat Dukung Tanah Lempung Pedan Klaten Yang Distabilisasi Dengan Trass dan Kapur”. Melakukan penelitian stabilisasi tanah dengan campuran kapur dan trass dari hasil penelitian sifat fisisnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Hasil Uji Fisis Tanah Yang distabilisasi

Jenis Pengujian	Bayat						Pedan					
	Tanah Asli	Kapur 5% + Trass (%)					Tanah Asli	Kapur 5% + Trass (%)				
		5% + 0%	2.5%	5%	7.5%	10%		5% + 0%	2.5%	5%	7.5%	10%
Spesific Gravity	2.73	2.72	2.70	2.69	2.69	2.68	2.73	2.71	2.70	2.69	2.68	2.67
Kadar Air (%)	9.710	9.630	9.610	9.430	9.360	9.270	9.979	9.868	9.782	9.607	9.573	9.457
Batas Cair (%)	64.00	62.50	61.50	60.50	59.00	59.00	70.45	66.50	65.10	63.60	63.10	62.10
Batas Plastis (%)	24.13	25.79	26.78	28.64	29.80	30.12	38.05	38.70	39.40	39.96	40.27	40.50
Batas Susut (%)	30.28	29.15	27.11	25.18	22.32	21.43	36.52	35.86	34.78	34.11	33.56	33.15
Indeks Platisitas (%)	39.87	36.71	34.72	31.86	29.20	28.88	32.40	27.80	25.70	23.64	22.83	21.60
% Penurunan PI		7.93	12.92	20.09	26.76	27.56		14.20	20.68	27.04	29.54	33.33
Lolos Saringan	86.50	84.00	82.00	80.00	79.00	77.00	86.00	83.00	81.00	79.00	77.00	76.00
Kelompok Indeks	37.84	33.74	31.01	27.82	25.27	24.10	33.87	28.06	25.34	22.72	21.21	19.81
Klasifikasi USCS	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	MH	MH	MH	MH	MH
Klasifikasi AASTHO	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-5	A-7-5	A-7-5	A-7-5	A-7-5	A-7-5	A-7-5

Kadar Air

Berdasarkan tabel 1, nilai kadar air sebesar 9,71% pada tanah asli Bayat dan sebesar 9,979% pada tanah asli Pedan. Nilai kadar air tersebut cenderung mengalami penurunan seiring dengan penambahan kapur dan trass. Menurut Mutaqin (2017) hal tersebut dikarenakan kadar air Trass lebih rendah dari kadar air tanah dan butiran Trass lebih banyak menyerap air dibandingkan dengan tanah sehingga terjadi penurunan nilai kadar air. Pada pengujian ini ditentukan variabel tak bebas adalah nilai kadar air dan variabel bebas merupakan campuran 5% kapur dan % Trass. Regresi antara kadar air dengan persentase 5% kapur dan Trass dapat dilihat pada Gambar 1.

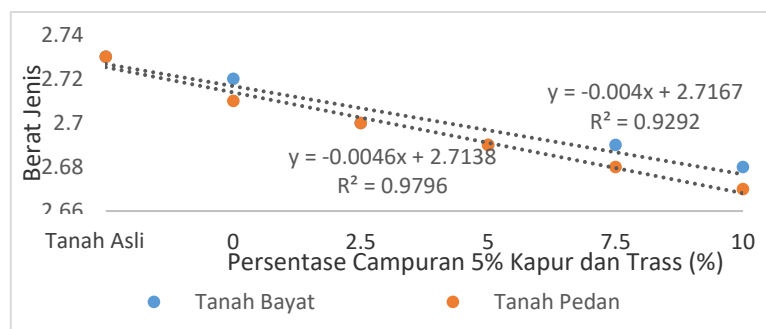


Gambar 1. Hubungan kadar air dan persentase penambahan 5% kapur dan trass (%)

Berat Jenis (Specific Gravity)

Berdasarkan Penelitian Stabilisasi tanah dengan kapur yang dilakukan Qunik Wiqoyah (2006) menunjukkan penambahan variasi 5% kapur menyebabkan penurunan nilai berat jenis tanah asli yang semula sebesar 2,61 menjadi 2,60 berbeda dengan penelitian Istiawan (2009) penambahan kapur 5% dapat menyebabkan kenaikan nilai berat jenis tanah yang semula 2,60 menjadi 2,70 Menurut Kenzi (1979) percampuran antara tanah dengan kapur akan menghasilkan penggumpalan yang merekatkan antar partikel, bahan sementasi akan mengelilingi rongga pori yang telah ada sehingga lebih sulit ditembus air. Rongga pori yang tertutup oleh lapisan sementasi kedap air akan terukur sebagai volume butiran sehingga memperbesar volume butiran dan dapat menurunkan berat jenis tanah campuran. Menurut Firdaus (2018) penurunan nilai Gs ini juga dapat dikarena nilai Gs badan aditif kapur lebih kecil daripada nilai Gs tanah asli, sehingga nilai Gs tanah campuran memiliki nilai yang lebih rendah daripada tanah asli.

Pada stabilisasi tanah dengan Trass oleh Prasetio (2017) diketahui dengan penambahan 2,5% trass menyebabkan kenaikan nilai berat jenis tanah yang semula 2,611 menjadi 2,633 dan pada penambahan 10% trass Gs nya menjadi 2,699 dan penelitian Mutaqin (2017) menunjukkan bahwa dengan penambahan 2,5% Trass menyebabkan peningkatan nilai *specific gravity* dari 2,523 menjadi 2,633 dan penambahan 10% penambahan trass menjadi 2,585. Menurut Prasetio (2017) Peningkatan nilai berat jenis disebabkan karena nilai berat jenis Trass yang digunakan pada penelitian lebih besar dari tanah asli sehingga nilai berat jenis campurnya mengalami peningkatan seiring pertambahan trass



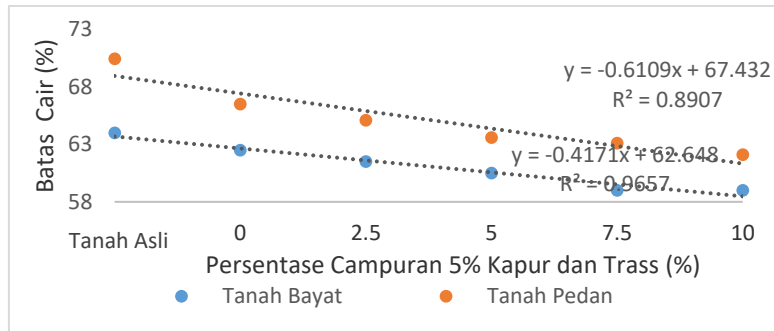
Gambar 2. Hubungan berat jenis dan persentase penambahan 5% kapur dan trass (%)

Batas - Batas Atterberg

Batas Cair (Liquid Limit/ LL)

Berdasarkan Penelitian Stabilisasi tanah dengan kapur oleh Qunik Wiqoyah (2006) menunjukkan bahwa penambahan variasi 5% kapur menyebabkan penurunan nilai batas cair tanah asli yang semula 88,03% menjadi 60,39% ,penelitian Istiawan (2009) penambahan kapur 5% dapat menyebabkan penurunan nilai batas cair tanah yang semula 66,00% menjadi 36,00%.Stabilisasi tanah dengan Trass penelitian Prasetio (2017) diketahui bahwa dengan pertambahan 2,5% trass menyebabkan penurunan nilai batas cair tanah yang semula 80,21% menjadi 75% dan pada penambahan 10% trass LL nya menjadi 66,50% dan Pada Penelitian Mutaqin (2017) menunjukkan bahwa dengan penambahan 5% Trass menyebabkan penurunan nilai batas cair dari 74,95% menjadi 72,89% dan penambahan 10% penambahan trass menjadi 69,15%.

Berdasarkan Tabel 1 pada hasil uji batas cair terjadi penurunan seiring dengan penambahan kapur dan trass. Nilai batas cair paling rendah terdapat pada variasi penambahan 5% kapur dan 7,5% dan 10% Trass pada tanah bayat yaitu diperoleh nilai sebesar 59,00%. Chen (1975) mengungkapkan penurunan batas cair disebabkan karena ion Ca^{+} yang kuat pada kapur bertukar tempat dengan ion positif natrium yang lemah pada permukaan partikel. Perubahan ini membuat keseimbangan ion partikel menjadi lebih baik sehingga menurunkan tingkat penyerapan air. Pada pengujian ini variabel tak bebas adalah nilai Batas Cair variabel bebas merupakan campuran 5% kapur dan % Trass. Regresi antara Batas Cair dengan persentase 5% kapur dan trass dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Hubungan antara batas cair dan persentase penambahan 5% kapur dan trass (%)

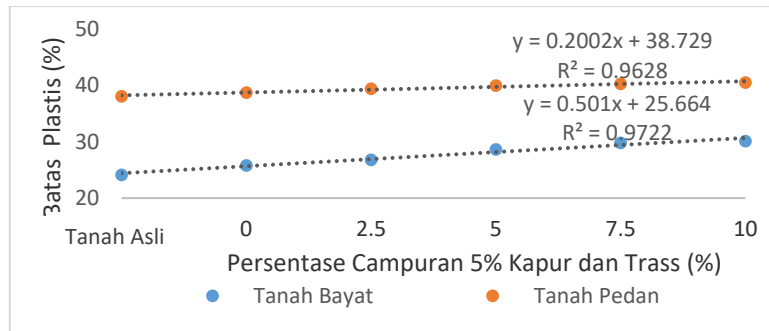
Batas Plastis (Plastic Limit/ PL)

Penelitian Stabilisasi tanah dengan kapur oleh Qunik Wiqoyah (2006) menunjukkan penambahan variasi 5% kapur menyebabkan kenaikan nilai batas plastis tanah asli yang semula 38,58% menjadi 42,08%. Penelitian Istiawan (2009) penambahan kapur 5% dapat menyebabkan kenaikan nilai batas plastis tanah yang semula 10,63% menjadi 11,06%. Pada stabilisasi tanah dengan Trass oleh Prasetio (2017) diketahui bahwa dengan pertambahan 2,5% Trass menyebabkan penurunan nilai batas plastis tanah yang semula 36,28% mengalami penurunan menjadi 32,95% dan pada penambahan 10% trass nilai batas plastisnya menjadi 27,38% dan penelitian Mutaqin (2017) menunjukkan penambahan 5% Trass menyebabkan penurunan nilai batas plastis yang semula 30,49% menjadi 29,10% dan pada 10% penambahan trass menjadi 27,04%.

Dari Tabel 1 batas plastis tanah asli bayat adalah 24,13% dan tanah pedan sebesar 38,05. Pada penambahan variasi campuran kapur dan trass nilai batas plastisnya mengalami kenaikan. Nilai batas plastis terbesar terjadi pada persentase penambahan 5% kapur dan 10% trass pada tanah pedan, yaitu didapatkan nilai sebesar 40,50%. Menurut Dewi (2017) kenaikan disebabkan pada saat penambahan kapur dan Trass maka terjadi proses tarik-menarik antar partikel dan terjadi penggumpalan pada partikel tanah sehingga butiran tanah membesar yang mengakibatkan nilai kohesi turun dan nilai batas plastis mengalami kenaikan. Regresi antara Batas Plastis dengan persentase 5% kapur dan Trass dapat dilihat pada Gambar 4.

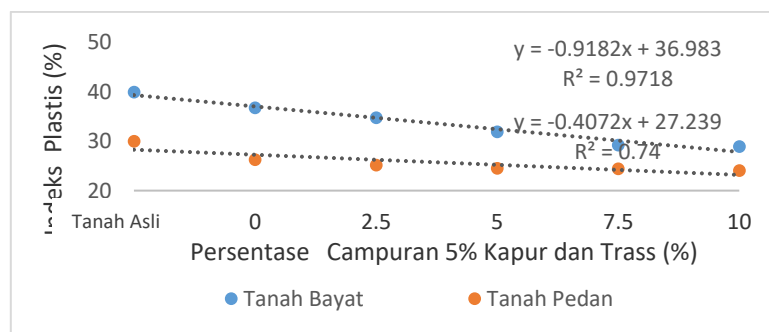
Indeks Plastisitas (PI)

Berdasarkan Penelitian Stabilisasi tanah dengan kapur Qunik Wiqoyah (2006) menunjukkan bahwa penambahan variasi 5% kapur menyebabkan penurunan nilai PI, tanah asli yang semula 49,44% menjadi 19,02%. Penelitian Istiawan (2009) penambahan kapur 5% menyebabkan penurunan nilai PI tanah yang semula 55,37% menjadi 24,94%. Penurunan PI karena nilai PI sangat bergantung dengan nilai LL dan PL, ketika nilai *Liquid Limits* mengalami penurunan dan nilai *Plastic Limits* mengalami peningkatan maka nilai PI nya juga akan tereduksi. Menurut Ranggaesa (2017) Penurunan dapat terjadi karena adanya reaksi pertukaran ion yang menyebabkan perubahan ion Ca^{+} untuk mengurangi ekspansifitas pada tanah lempung. Pada stabilisasi tanah dengan Trass oleh Prasetio (2017) diketahui penambahan 2,5% trass menyebabkan penurunan nilai PI tanah yang semula 43,93% mengalami penurunan menjadi 42,05% dan pada penambahan 10% trass nilai PI menjadi 39,12%. Penelitian Mutaqin (2017) menunjukkan bahwa dengan penambahan 5% Trass menyebabkan penurunan nilai PL yang semula 44,47% menjadi 43,79% dan penambahan 10% penambahan trass menjadi 42,11%.



Gambar 4. Hubungan batas plastis dan penambahan 5% kapur dan trass (%)

Dari Tabel 1, selisih antara *LL* dan *PL* pada pengujian Batas Atterberg diperoleh nilai *PI*. Nilai *PI* tanah asli daerah bayat sebesar 39,87% dan tanah pedan adalah sebesar 29,95%. Bertambahnya variasi kapur dan trass menyebabkan penurunan *LL* dan meningkatnya *PL*, sehingga nilai indeks plastisnya mengalami penurunan. Penurunan ini juga dapat dikarenakan butiran tanah yang membesar karena terjadinya proses sementasi. Nilai *PI* terbesar pada penambahan persentase 5% kapur dan 0% trass dari berat sampel pada tanah bayat sebesar 39,87 %, sedangkan nilai paling rendah terdapat campuran 5% kapur dan 10% trass pada tanah pedan yaitu sebesar 24,05%. Pada pengujian ini ditentukan variabel tak bebas adalah nilai Indeks Plastisitas variabel bebas merupakan campuran 5% kapur dan % Trass. Regresi antara Indeks Plastisitas dengan persentase 5% kapur dan trass dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Hubungan indeks plastisitas dan penambahan 5% kapur dan trass (%)

Uji Sifat Mekanis

Uji Pemasatan (*Standard Proctor*)

Uji pemasatan *Standard Proctor* bertujuan untuk mengetahui nilai berat isi kering maksimum dan nilai kadar air optimum yang akan digunakan untuk menentukan penambahan air pada uji CBR. Penelitian Dewi (2017) "Kuat Dukung Subgrade Yang Distabilisasi dengan Trass dan Kapur". Kurniawan (2019) "Tinjauan Nilai Kuat Dukung Tanah Lempung Pedan Klaten Yang Distabilisasi Dengan Trass dan Kapur". Dan Wiraprakoso (2017) "Stabilisasi tanah Ekspansif Dengan Campuran Kapur dan Trass Ditinjau Dari Nilai *California Bearing Ratio* (CBR) dan *Swelling* Parameter tanah". Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 2.

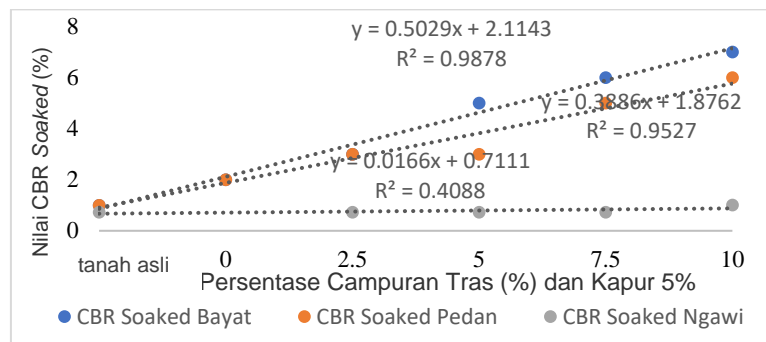
Tabel 2. Perbandingan hasil uji mekanis tanah

Sampel	Variasi	Wopt (%)			γ_d maks (gr/cm ³)			CBR (%)			Swelling (%)	
		Bayat	Pedan	Ngawi	Bayat	Pedan	Ngawi	Bayat	Pedan	Ngawi	Bayat	Pedan
1	Tanah Asli	22.00	22.20	32.50	1.30	1.32	1.33	1	1	0.73	1.75	2.07
2	Tanah Asli + Tras 0% + Kapur 5%	21.50	21.00	-	1.33	1.37	-	2	2	-	1.67	1.93
3	Tanah Asli + Tras 2,5% + Kapur 5%	21.00	20.50	30.70	1.36	1.44	1.44	3	3	0.73	1.56	1.86
4	Tanah Asli + Tras 5% + Kapur 5%	21.00	20.00	29.00	1.39	1.46	1.48	5	3	0.73	1.46	1.70
5	Tanah Asli + Tras 7,5% + Kapur 5%	19.50	19.00	29.00	1.40	1.50	1.49	6	5	0.73	1.35	1.60
6	Tanah Asli + Tras 10% + Kapur 5%	18.00	18.90	29.40	1.45	1.54	1.52	7	6	1.01	1.19	1.50

Uji California Bearing Ratio (CBR)

Berdasarkan penelitian Qunik Wiqoyah (2003) menunjukkan penambahan variasi 5% kapur menyebabkan peningkatan nilai CBR *Soaked* tanah asli yang semula sebesar 0,60% menjadi 14,40%. Kemudian pada penelitian Istiawan (2009) penambahan kapur 5% menyebabkan peningkatan nilai CBR *Soaked* tanah asli yang semula 1,00 % menjadi 1,60%. Stabilisasi tanah dengan Trass oleh Prasetio (2017) diketahui dengan penambahan 2,5% Trass menyebabkan peningkatan nilai CBR *Soaked* tanah yang semula 1,00% menjadi 3% dan pada penambahan 10% Trass nilai CBR *Soaked* menjadi 6%. Penelitian Mutaqin (2017) menunjukkan bahwa dengan penambahan 10% Trass menyebabkan peningkatan nilai CBR *Soaked* yang semula 1,00% menjadi 2,00%.

Penelitian Dewi (2017), Kurniawan (2019) dan Wiraprakoso (2017) stabilisasi Tanah dengan Kapur dan Trass didapatkan nilai CBR *Soaked* tanah asli Bayat sebesar 1 % dan seiring penambahan campuran kapur dan Trass nilai CBR *soaked* mengalami peningkatan, nilai CBR *Soaked* tertinggi penambahan 5% kapur dan 10% trass sebesar 7% , pada daerah Pedan didapatkan nilai CBR *Soaked* tanah asli sebesar 1% dan mengalami peningkatan seiring dengan penambahan campuran kapur dan trass, nilai CBR *Soaked* tertinggi pada penambahan 5% kapur dan 10% sebesar 6% dan pada daerah Ngawi didapatkan nilai CBR *Soaked* tanah asli sebesar 0,73% mengalami peningkatan pada penambahan 5% kapur dan 10% menjadi 1,01%. Regresi antara CBR *Soaked* dengan persentase 5% kapur dan trass dapat dilihat pada Gambar 6.

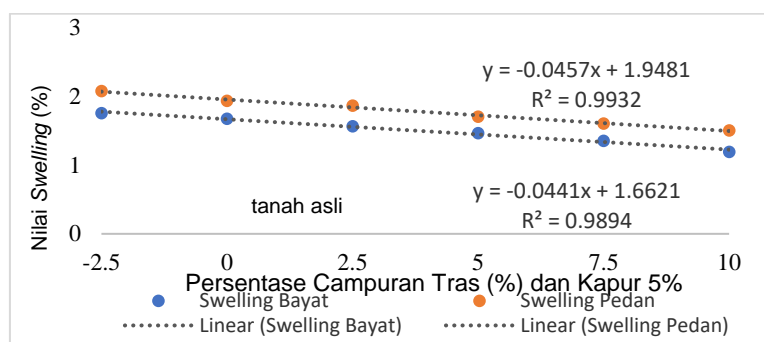


Gambar 6. Hubungan CBR *Soaked* dengan penambahan 5% kapur dan trass (%)

Uji Pengembangan (*Swelling*)

Pengembangan (*Swelling*) pada tanah lempung dipengaruhi oleh nilai indeks plastisitas (PI) dan gradasi tanah. Semakin kecil nilai PI dan gradasi butiran butiran, maka semakin kecil nilai pengembanganya.

Berdasarkan penelitian dari Dewi (2017), Kurniawan (2019) dan yang menstabilisasi Tanah dengan Kapur dan Trass didapatkan nilai *Swelling* tanah asli Bayat sebesar 1,75% dan seiring penambahan campuran kapur dan trass nilai *Swelling*nya mengalami penurunan, nilai *Swelling* terendah saat penambahan 5% kapur dan 10% trass yaitu sebesar 1,19% kemudian pada daerah Pedan didapatkan nilai *Swelling* tanah asli sebesar 2,07% dan mengalami penurunan seiring dengan penambahan campuran kapur dan trass, nilai *Swelling* terendah saat penambahan 5% kapur dan 10% yaitu sebesar 1,50%. Regresi antara *Swelling* dengan persentase 5% kapur dan trass dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Hubungan *Swelling* dengan penambahan 5% kapur dan trass (%)

Tabel 3. Hasil Uji Hipotesa Dengan Excel

No.	Pengujian	Persamaan Regresi	R ²	r	
Uji Sifat Fisis					
1	Kadar Air	Bayat	$y = -0.0365x + 9.6384$	0.9660	0.9829
		Pedan	$y = -0.0419x + 9.8683$	0.9822	0.9911
2	Berat Jenis	Bayat	$y = -0.004x + 2.7167$	0.9292	0.9640
		Pedan	$y = -0.0046x + 2.7138$	0.9796	0.9897
3	Batas Cair	Bayat	$y = -0.4171x + 62.648$	0.9657	0.9827
		Pedan	$y = -0.6109x + 67.432$	0.8907	0.9438
4	Batas Plastis	Bayat	$y = 0.501x + 25.664$	0.9722	0.9860
		Pedan	$y = 0.2002x + 38.729$	0.9628	0.9812
6	Indeks Plastisitas	Bayat	$y = -0.9182x + 36.983$	0.9718	0.9858
		Pedan	$y = -0.4072x + 27.239$	0.7400	0.8602
Uji Sifat Mekanis					
1	CBR <i>Soaked</i>	Bayat	$y = 0.5029x + 2.1143$	0.9878	0.9939
		Pedan	$y = 0.3886x + 1.8762$	0.9527	0.9761
		Ngawi	$y = 0.0166x + 0.7111$	0.4088	0.6394
2	<i>Swelling</i>	Bayat	$y = -0.0457x + 1.9481$	0.9932	0.9947
		Pedan	$y = -0.0441x + 1.6621$	0.9894	0.9966

Tabel 4. Hasil Analisa Regresi

No.	Pengujian	Fhitung	Ftabel	Keterangan	
Uji Sifat Fisis					
1	Kadar Air	Bayat	113.784	7.71	Fhitung > Ftabel, Ha diterima Ho ditolak
		Pedan	221.346	7.71	Fhitung > Ftabel, Ha diterima Ho ditolak
2	Berat Jenis	Bayat	52.5	7.71	Fhitung > Ftabel, Ha diterima Ho ditolak
		Pedan	192	7.71	Fhitung > Ftabel, Ha diterima Ho ditolak
3	Batas Cair	Bayat	112.585	7.71	Fhitung > Ftabel, Ha diterima Ho ditolak
		Pedan	32.590	7.71	Fhitung > Ftabel, Ha diterima Ho ditolak
4	Batas Plastis	Bayat	139.768	7.71	Fhitung > Ftabel, Ha diterima Ho ditolak
		Pedan	103.423	7.71	Fhitung > Ftabel, Ha diterima Ho ditolak
6	Indeks Plastisitas	Bayat	137.806	7.71	Fhitung > Ftabel, Ha diterima Ho ditolak
		Pedan	11.383	7.71	Fhitung > Ftabel, Ha diterima Ho ditolak
Uji Sifat Mekanis					
3	CBR <i>Soaked</i>	Bayat	322.667	7.71	Fhitung > Ftabel, Ha diterima Ho ditolak
		Pedan	80.651	7.71	Fhitung > Ftabel, Ha diterima Ho ditolak
		Ngawi	2.074	10.31	Fhitung > Ftabel, Ha ditolak Ho diterima
4	<i>Swelling</i>	Bayat	373.112	7.71	Fhitung > Ftabel, Ha diterima Ho ditolak
		Pedan	585.366	7.71	Fhitung > Ftabel, Ha diterima Ho ditolak

Berdasarkan hasil penelitian dari data sekunder, Hasil perhitungan uji F pada Indeks Plastisitas untuk penelitian di Bayat dan Pedan diperoleh nilai F hitung > F tabel, Ha diterima dan Ho ditolak, hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh penambahan kapur dan trass pada tanah lempung terhadap nilai indeks plastisitas. Sebagai contoh dari hasil analisa regresi yang didapat nilai R² pada tanah Bayat = 0.9718 ini berarti variabel bebas yaitu persen penambahan kapur dan trass mempengaruhi variabel terikat yaitu nilai indeks plastisitas sebesar 97,18% dan diperoleh nilai korelasi r sebesar 0,9858 ini berarti korelasi antara x dan y termasuk ke dalam kategori sangat kuat.

Dari Hasil perhitungan uji F pada nilai CBR *Soaked* untuk penelitian di Bayat dan Pedan diperoleh nilai Fhitung > Ftabel, Ha diterima dan Ho ditolak, hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh penambahan kapur dan trass pada tanah lempung terhadap nilai CBR *Soaked*. Sebagai contoh dari hasil analisa regresi yang didapat nilai R² pada tanah Bayat = 0.9878 ini berarti variabel bebas yaitu persen penambahan kapur dan trass mempengaruhi variabel terikat yaitu nilai CBR *Soaked* sebesar 98,78% dan diperoleh nilai korelasi r sebesar 0,9939 ini berarti korelasi antara x dan y termasuk kedalam kategori sangat kuat.

Berdasarkan analisis regresi pada Gambar 7 diketahui bahwa besar kemiringan (*Slope*) yang terjadi pada tanah Bayat adalah yang terbesar dengan persamaan $y = 0.5029x + 2.1143$ dari pada tanah Pedan dengan persamaan $y = 0.3886x + 1.8762$ dan tanah ngawi dengan persamaan $y = 0.0166x + 0.7111$, hal ini dapat disimpulkan bahwa penambahan campuran kapur dan Trass pada tanah Bayat lebih berpengaruh daripada tanah di Pedan maupun Ngawi. Hal ini dapat disebabkan karena kandungan kimia CaO pada tanah bayat lebih besar dari pada tanah pedan, sehingga tanah dan bahan stabilisator lebih mudah bereaksi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisis data sekunder terhadap tanah lempung yang distabilisasi dengan Trass dan kapur, maka dapat ditarik kesimpulan:

- a) Hasil uji sifat fisis tanah campuran menunjukkan bahwa nilai berat jenis, kadar air, batas cair, batas susut, indeks plastis dan lolos saringan no. 200 mengalami penurunan seiring dengan penambahan kapur dan trass, sedangkan nilai batas plastis mengalami peningkatan. Berdasarkan analisis regresi untuk nilai indeks plastisitas didapatkan nilai R² Bayat lebih tinggi daripada R² Pedan yaitu sebesar 0,9718 dan diperoleh nilai korelasi r sebesar 0,9858 ini berarti korelasi antara x dan y termasuk ke dalam kategori sangat kuat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh penambahan kapur dan Trass pada tanah lempung terhadap nilai indeks plastisitas.
- b) Hasil uji Mekanis tanah campuran menunjukkan bahwa nilai w optimum dan *swelling* mengalami penurunan seiring dengan penambahan kapur dan trass, sedangkan nilai berat volume kering maksimum dan CBR *Soaked* mengalami peningkatan. Berdasarkan analisis regresi untuk nilai CBR *Soaked* didapatkan nilai R² Bayat lebih tinggi daripada R² Pedan maupun Ngawi yaitu sebesar 0.9878 dan diperoleh nilai korelasi r sebesar 0,9939 ini berarti korelasi antara x dan y termasuk ke

dalam kategori sangat kuat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh penambahan kapur dan Trass pada tanah lempung terhadap nilai CBR *Soaked*.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, Ratih Fitriana, 2017, Kuat Dukung *Subgrade* Yang Distabilisasi Dengan Trass dan Kapur, *Skripsi*, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.. Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 1992. *Mekanika Tanah II* Edisi Kelima. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Istiawan, D. 2009. Pengaruh Kapur Sebagai Bahan Stabilisasi Terhadap Kuat Dukung dan Potensi Pengembangan Tanah Lempung (Studi Kasus Tanah Lempung Tanon, Sragen), *Skripsi*, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Kristanti, Etik Julia. 2010. Tinjauan Kuat Dukung Subgrade Jalan (Studi Kasus Kerusakan Jalan Beluk, Bayat, Klaten), *Skripsi*, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Kurniawan, Danang., 2019. Tinjauan Nilai Kuat Dukung Tanah Lempung Pedan Klaten Yang Distabilisasi dengan Trass dan Kapur, *Skripsi*, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Merdhianto, P. 2015, Send-Lime Column Stabilization On The Consolidation Of Soft Clay Soil, *Skripsi*, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Mutaqin, Aziz Nurul., 2017, Nilai Kuat Dukung Tanah Lempung Pedan Klaten Yang Distabilisasi Dengan Trass (Studi Kasus Tanah Lempung, Desa Troketon, Pedan, Klaten), *Skripsi*, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Prasetio, Sandi., 2017. Kuat Dukung Tanah Lempung Bayat Klaten Yang Distabilisasi Dengan Trass, *Skripsi*, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta. Tugas Akhir, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Sutikno, Budi Damianto. 2009. Stabilisasi Tanah Ekspansif dengan Penambahan Kapur (Lime) : Aplikasi pada Pekerjaan Timbunan. Jurnal Volume 2 Nomor 11. Depok: Politeknik Negeri.
- Wiraprakoso, Hafizan Adlan. 2017, Stabilisasi tanah Ekspansif Dengan Campuran Kapur dan Trass Ditinjau Dari Nilai *California Bearing Ratio* (CBR) dan *Swelling* Parameter tanah, *Skripsi*, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Wiqoyah, Q. 2003, Stabilisasi Tanah Lempung Tanon Dengan Penambahan kapur Dan Trass, *Tesis*, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta.
- Wiqoyah, Q. 2006. Pengaruh Kadar Kapur, Waktu Perawatan Dan Perendaman Terhadap Kuat Dukung Tanah Lempung, *Tesis*, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta.