
TINJAUAN SIFAT PLASTISITAS TANAH LEMPUNG**YANG DISTABILISASI DENGAN KAPUR****Heru Dwi Jatmoko**Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Purworejo**Abstraksi**

Tanah merupakan material yang sangat berpengaruh dalam suatu pekerjaan konstruksi. Kondisi tanah yang sering menjadi kendala dan relatif banyak dijumpai adalah tanah yang memiliki sifat kembang susut yang tidak seragam serta sifat plastisitas tanah yang cukup tinggi, sehingga akan mengakibatkan tidak stabilnya bagi landasan bangunan struktur bangunan sipil. Indeks plastisitas (IP) adalah merupakan parameter yang penting sebagai tolak ukur stabilitas tanah sebagai tanah dasar. Melihat kondisi tanah seperti itu maka pada penelitian ini, peneliti mencoba untuk memperbaiki sifat-sifat tanah yang merugikan tersebut dengan menambahkan suatu bahan aditif yaitu kapur. Sampel tanah yang digunakan pada penelitian ini berasal dari sekitar lokasi jalan Soekarno-Hatta ± km. 2 kabupaten Purworejo. Penelitian perbaikan tanah ini selanjutnya akan mengamati tentang perilaku plastisitas tanah setelah ditambahkan kapur. Variasi campuran kapur adalah 4%, 8%, 12%, dan 16% dari berat tanah murni. Dari hasil pengujian diperoleh hasil bahwa tanah menurut AASHTO adalah merupakan tanah golongan A-7-5 dengan nilai indeks gup (GI) = 43 > 20 merupakan jenis tanah yang buruk sebagai tanah dasar. Hasil pengujian terhadap tinjauan nilai batas plastis terjadi peningkatan nilai batas plastisnya yaitu sebesar 9,114 %, sementara dari nilai indeks plastisitasnya terjadi penurunan indeks plastisitas yaitu sebesar 20,695 %. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan kapur dapat meningkatkan stabilitas dan ternyata kapur dapat mengendalikan sifat plastisitas dari tanah lempung.

Kata kunci : indeks plastisitas, kapur, lempung

PENDAHULUAN

Tanah lempung adalah merupakan tanah yang tersusun oleh partikel partikel mineral yang sangat dengan ukuran mikron yang mempunyai sifat sesuai dengan unsur utama penyusunnya. Salah satu sifat dari tanah lempung adalah sifat plastisitas yang menunjukkan tingkat . Sifat plastis pada tanah menunjukkan perilaku pada tanah yang dalam keadaan yang lunak, namun tidak juga dalam keadaan cair. Pada kondisi di lapangan tanah dimana tanah yang akan dijadikan

tanah dasar dari sebuah bangunan struktur akan sangat tidak kondusif sehingga akan menjadikan bangunan menjadi tidak stabil. Sifat plastisitas ini dipengaruhi oleh kadar air yang terkandung pada tanah.

Indeks plastisitas adalah merupakan parameter yang diukur dari selisih antara batas cair tanah (LL) dan batas plastisnya (PL). Semakin besar nilai indeks plastisitas maka semakin besar kemungkinan tanah dalam kondisi plastis. Sehingga semakin besar nilai dari indeks plastisitas (IP) maka akan semakin tidak kondusif terhadap bangunan sipil karena sifat tanahnya yang plastis.

Kondisi iklim dan geografis di Indonesia mengakibatkan proses pelapukan batuan berlangsung dengan cepat, kondisi ini mengakibatkan tanah terbentuknya mineral tanah sehingga kondisi ini menjadikan tanah lempung yang banyak dijumpai di wilayah di seluruh Indonesia.

Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Dalam keadaan kering sangat keras, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan (Terzaghi, 1993: 5).

Mineral lempung terbentuk akibat pelapukan tanah secara kimia yang menghasilkan susunan kelompok partikel berukuran koloid dengan diameter butiran lebih kecil dari 0,002 mm. Mineral lempung terdiri dari kelompok-kelompok sebagai berikut (Hardiyatmo, 1999: 16).

- a. *Kaolinite*
- b. *Montmorillonite*
- c. *Illite*

Partikel mineral lempung biasanya bermuatan negatif sehingga partikel lempung hampir selalu mengalami hidrasi, yaitu dikelilingi oleh lapisan-lapisan molekul air dalam jumlah yang besar. Lapisan ini sering mempunyai tebal dua molekul dan disebut lapisan difusi, lapisan difusi ganda atau lapisan ganda adalah lapisan yang dapat menarik molekul air atau kation disekitarnya. Lapisan ini akan

hilang pada temperatur yang lebih tinggi dari 60⁰ sampai 100⁰ C dan akan mengurangi plastisitas alamiah, sebagian air juga dapat menghilang cukup dengan pengeringan udara saja (Bowless, 1984: 160).

Kapur

Kapur merupakan salah satu bahan bangunan yang dapat digunakan untuk perbaikan tanah. Alternatif penggunaan kapur sebagai bahan perbaikan tanah merupakan suatu proses perbaikan tanah secara kimiawi. Batu kapur merupakan bahan dasar pembuatan kapur yang mengandung kalsium karbonat (CaCO₃). Apabila diberi air maka akan menghasilkan kalsium hidroksida (Ca(OH)₂) prosesnya disebut *slaking*. Kapur ini akan menimbulkan reaksi kimia dengan tanah lempung.

Apabila kapur dengan mineral lempung bereaksi, maka akan membentuk gel yang kuat dan keras yaitu kalsium silikat yang mengikat butir-butir atau partikel tanah. Gel silika bereaksi dengan segera melapisi dan mengikat partikel lempung dan menutup pori-pori tanah sehingga dapat memperkecil indeks plastisitas tanah. Penurunan nilai indeks plastisitas disebabkan karena naiknya nilai batas plastis dan disertai dengan penurunan batas cair (Ingless & Metcalf dalam Sujatmaka 1998).

Pozzolanisasi merupakan proses kimia yang relatif lambat berupa proses hidrasi, seperti pada proses pengerasan semen, dan Proses berlangsung terus sampai beberapa tahun. Reaksi pozzolanissi menghasilkan kristal Ca(SiO₃) yang bersifat mengikat butiran lempung dengan butiran lempung serta butiran lempung dengan Ca(SiO₃). Reaksi pozzolanisasi tersebut sebagai berikut (Wijaya, 1994 dalam Sujatmaka 1998): $\text{SiO}_2 + \text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca(SiO}_3) + 2\text{H}_2\text{O}$

Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*)

Tabel 1. Klasifikasi tanah sistem AASHTO

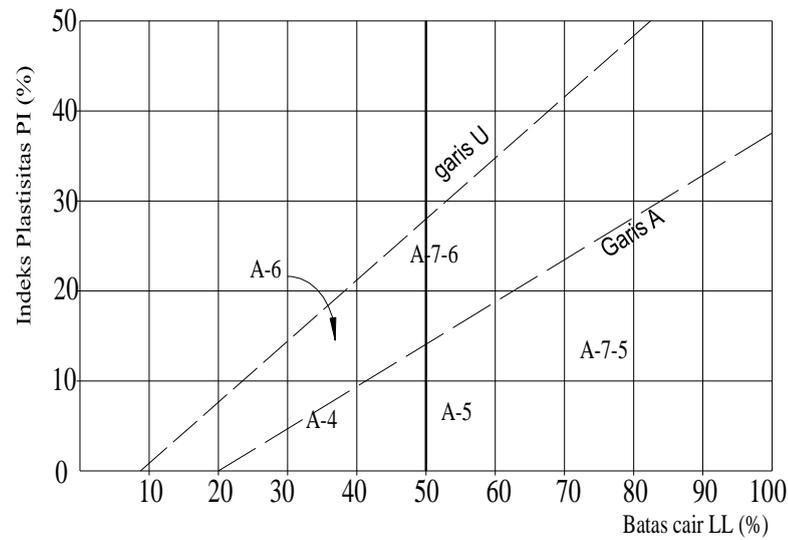
Klasifikasi umum	Tanah berbutir (<35% lolos ayakan No.200)							
	A-1		A-3	A-2				
Klasifikasi kelompok	A-1-b	A-1-a			A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisis ayakan (% lolos)								
No. 10	Maks. 50							
No. 40	Maks. 30	Maks. 50	Min. 51					
No. 200	Maks. 30	Maks. 25	Maks. 10	Maks. 35	Maks. 35	Maks. 35	Maks. 35	
Sifat Fraksi yang lolos ayakan No. 40								
Batas cair (LL)				Maks. 40	Min. 41	Maks. 40	Min. 41	
Indeks plastisitas (PI)	Maks. 6		N.P.	Maks. 10	Maks. 10	Min. 11	Min. 11	
Indeks Kelompok (GI)	0	0	0	0		Maks. 4		
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil, dan pasir		Pasir Halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung				
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik							

(Sumber : Hardiyatmo, 1999: 47)

Tabel 2. Klasifikasi tanah sistem AASHTO (lanjutan)

Klasifikasi umum	Tanah lanau - lempung (>35% lolos ayakan No.200)				
	A-4	A-5	A-6	A-7	
Klasifikasi kelompok				A-7-5/A-7-6	
Analisis ayakan (% lolos)					
No. 10					
No. 40					
No. 200	Min. 36	Min. 36	Min. 36	Min. 36	
Sifat Fraksi yang lolos ayakan No. 40					
Batas cair (LL)	Maks. 40	Min. 41	Maks. 40	Min. 41	
Indeks plastisitas (PI)	Maks. 10	Maks. 10	Min. 11	Min. 11	
Indeks Kelompok (GI)	Maks. 8	Maks. 12	Maks. 16	Maks. 20	
Tipe material yang paling dominan	Tanah berlanau		Tanah berlempung		
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa sampai jelek				
	untuk A-7-5, $PI \leq LL - 30$				
	untuk A-7-6, $PI > LL - 30$				

(Sumber : Hardiyatmo, 1999: 47)



Gambar 1. Rentang dari batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI).
(Das 1988: 68)

Sifat-Sifat Fisik Tanah

Batas-batas Konsistensi

1. Batas cair (*Liquid limit*)

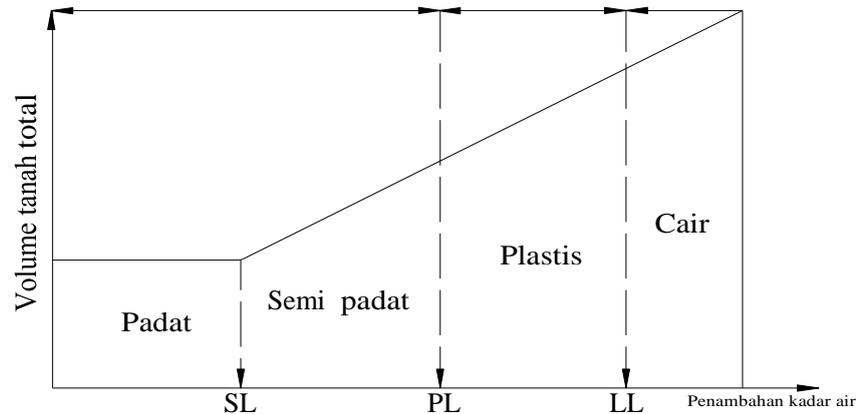
Batas cair didefinisikan sebagai kadar air tanah pada batas peralihan antara keadaan cair dan keadaan plastis.

2. Batas plastis (*Plastic limit*)

Batas plastis merupakan kadar air (dinyatakan dalam persen) pada kedudukan antara daerah plastis dan semi plastis, yaitu persentasi kadar air pada saat tanah digulung dengan diameter silinder 3,2 mm mulai retak-retak.

3. Batas susut (*Shrinkage limit*)

Batas susut adalah kadar air pada kedudukan antara daerah semi padat dan padat, yaitu persentase kadar air dimana pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan berkurangnya volume tanah.



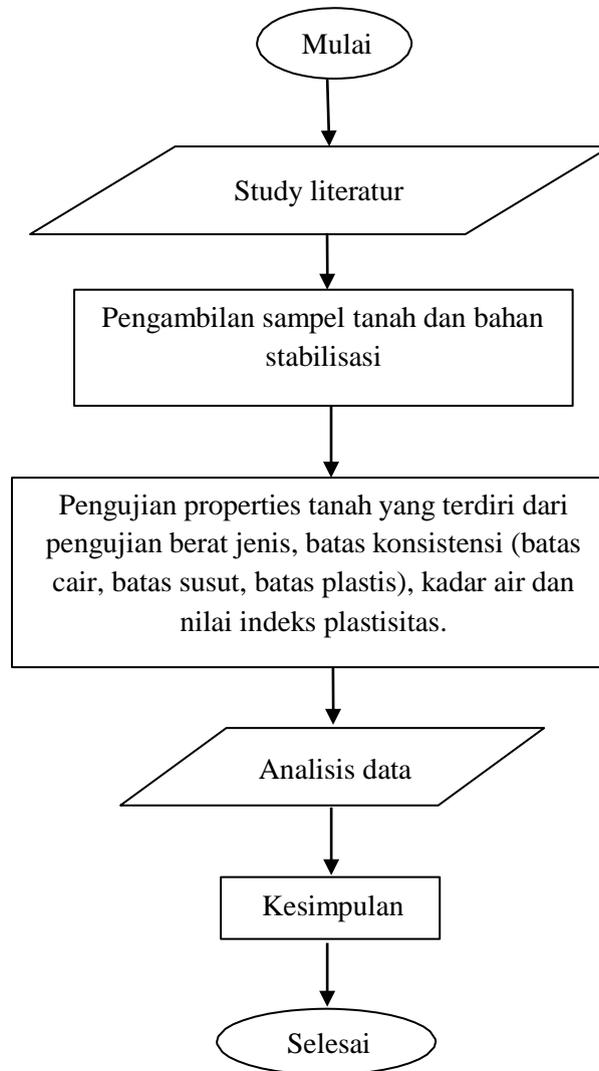
Gambar 2. Batas-batas Atterberg (Hardiyatmo, 1999: 37).

METODOLOGI PENELITIAN

Pelaksanaan Penelitian

1. Pengamatan lapangan dan pengambilan sampel tanah pada tepi jalan kedalaman 1 – 1,5 m dari permukaan tanah.
2. Pemeriksaan kadar air tanah asli, berat jenis, dan pemeriksaan batas-batas *Atterberg* untuk menentukan karakteristik tanah.
3. Analisis terhadap tanah yaitu melakukan analisis hasil pengujian tanah di laboratorium dan klasifikasinya menurut klasifikasi tanah serta menggolongkannya.
4. Analisis hasil uji batas-batas konsistensi batas batas plastisitas tanah lempung dengan mengkorelasikan kondisi sebelum dan sesudah ditambah bahan aditif serta analisa terhadap tingkat perubahan akibat penambahan kadar kapur dengan kadar yang berbeda.

Bagan Alir Penelitian



HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil properties tanah asli

Tabel 3. Karakteristik tanah asli

Pemeriksaan	Nilai
Kadar air tanah kering udara	16,245 %
Berat jenis tanah	2,583
Batas cair	76,756 %

Batas plastis	39,546%
Indeks plastisitas	37,21%
Batas susut	28,354%
Berat volume kering maksimum	1,469 gr/cm ³
Kadar air optimum	27,617 %
Kandungan pasir	7,5 %
Kandungan lempung	92,5 %

(Sumber : Hasil Pengujian)

Kapur

Karakteristik kapur dari hasil penelitian menunjukkan nilai berat jenis (Gs) = 2,175 dan indeks plastisitas PI = 0 (nonplastis). Kapur yang digunakan termasuk jenis kapur mati yang mempunyai rumus kimia Ca(OH)₂.

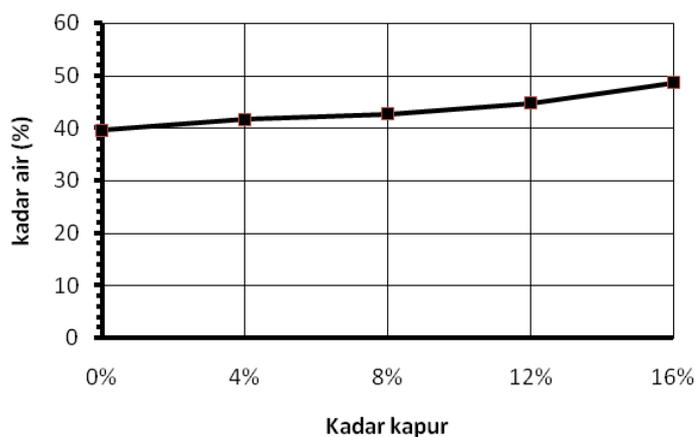
Batas-batas Konsistensi campuran tanah dengan Kapur

Tabel 4 Hasil uji batas-batas konsistensi campuran tanah dan kapur

No.	Campuran	Berat Jenis (%)	Batas Cair (%)	Batas Plastis (%)	Indeks Plastis (%)	Batas Susut (%)
1.	Tanah Murni	2,583	76,756	39,546	37,210	28,354
2.	4% Kapur	2,556	74,258	41,545	32,713	30,021
3.	8% Kapur	2,543	72,347	42,673	29,674	33,312
4.	12% Kapur	2,539	69,437	44,753	24,684	36,441
5.	16% Kapur	2,514	65,175	48,660	16,515	37,488

(Sumber : Hasil Pengujian)

B. Korelasi kadar kapur pada lempung terhadap batas plastis (PL)

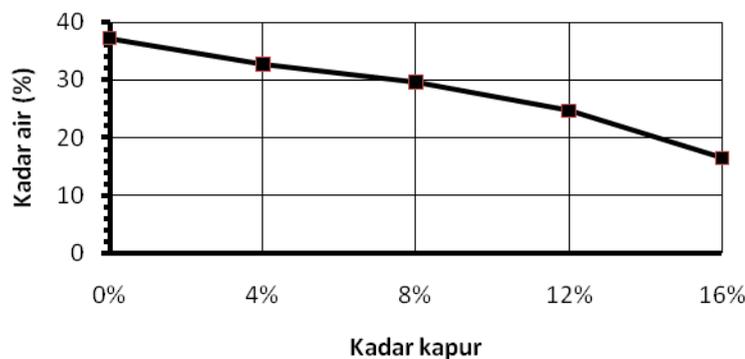


Gambar 3. Hubungan antara persentase penambahan kapur dengan nilai batas plastis

Pada gambar 3 menunjukkan bahwa seiring dengan penambahan kapur 4% sampai dengan penambahan kapur maksimum 16% maka nilai dari batas plastisnya akan semakin meningkat, hal ini berarti bahwa semakin banyaknya kandungan kapur yang terdapat pada lempung maka akan semakin banyak pula air yang dibutuhkan untuk merubah dari kondisi semi padat menjadi kondisi plastis. Dalam konteks stabilitas hal ini berarti bahwa tanah lempung dengan penambahan kapur akan menjadikan tanah lebih stabil (membutuhkan air yang lebih banyak untuk bias berubah ke kondisi plastis dari kondisi semi padat) Adapun peningkatan prosentase batas plastisnya adalah sebesar 9,114 % atau selisih antara kondisi batas plastis dengan kadar kapur 16% dan batas plastis tanah lempung murni tanpa penambahan kapur.

Sehingga kesimpulannya dengan penambahan kapur tersebut dapat meningkatkan stabilitas dari tanah lempung.

C. Korelasi kadar kapur pada lempung terhadap indeks plastis (IP)



Gambar 4 Hubungan antara persentase penambahan kapur dengan nilai indeks plastis.

Pada gambar 4. Adalah menunjukkan korelasi antara prosentase penambahan kadar kapur dengan nilai indeks plastisitas (IP). Sebagaimana diketahui bahwa semakin jauh rentang nilai indeks plastisitas maka menunjukkan semakin besarnya peluang atau tanah lempung dalam keadaan plastis dan kondisi plastis pada tanah adalah menunjukkan kondisi yang tidak stabil/labial. Dari

hasil penelitian tersebut maka dapatlah disimpulkan bahwa semakin besar kadar kapur untuk stanilisasi maka semakin kecil nilai dari indeks plastisitas nya. Kondisi ini dapatdiartikan bahwa semakin banyak kadar kapur maka akan semakin kecil rentang indeks plastisitas dengan kata lain semakin sedikit kemungkinan untuk berada dalam kondisi plastis. Hal ini dapat diartikan dengan penambahan kadar kapur maka akan menjadikan tanah lempung lebih stabil.

Adapun besarnya penurunan nilai indeks plastisitas adalah sebesar 20,695 % yaitu dengan kondisi tanah lempung murni dengan nilai Indeks plastis 37,210 % menjadi nilai indeks plastis sebesar 16,515% pada kadar kapur sebesar 16%.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan kadar kapur pada tanah lempung maka akan dapat mengendalikan sifat plastis dari tanah lempung tersebut, sehingga tanah menjadi lebih stabil.

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

1. Dari korelasi antara penambahan kadar kapur dan nilai batas plastisnya maka dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan kapur pada tanah lempung dapat menjadi penstabilisasi dengan terjadi peningkatan nilai batas plastisnya yaitu sebesar 9,114 % pada kadar kapur sebesar 16%.
2. Korelasi penambahan kadar kapur dengan nilai indeks plastisnya menunjukan bahwa penambahan kadar kapur mampu mengendalikan sifat plastis dari tanah leng hal ini terlihat dari turunnya nilai indeks plastis sebesar 20,695 % dari nilai indeks plastis kondisi tanah lempung murni sebesar 37,210% menjadi 16,515% pada tanah lempung dengan tambahan kapur sebesar 16%.

3. Sampel tanah yang diambil dari sekitar lokasi jalan Soekarno-Hatta ± km. 2 kabupaten Purworejo menurut klasifikasi sistem unified termasuk dalam tanah berbutir halus kelompok OH yaitu lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi. Sedangkan menurut sistem klasifikasi tanah AASHTO, jenis tanah tersebut termasuk jenis A-7-5 dengan nilai indeks grup (GI)>20, merupakan jenis tanah yang buruk sebagai tanah dasar.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM, 1989. *Annual Book Of Standart: Soil And Rock; Building Stones; Peats*. Vol. 4.08
- Bowles, J.E., 1984. *Sifat-sifat Fisik dan Geoteknik Tanah*. Alih Bahasa Haimin, 1991. Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.
- Craig, R. F., 1986, *Mekanika Tanah*. Ahli Bahasa Soepanji, 1991. Edisi Keempat, Erlangga, Jakarta.
- Das, B. M., 1985. . *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Alih bahasa Mochtar dan Endah, 1988, Erlangga, Jakarta
- Hardiyatmo, H.C., 1999, *Mekanika Tanah I*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Sujatmaka, N., 1998, "Potensial Penambahan Abu Sekam Padi dan Kapur Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung", Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Jogjakarta.
- Terzaghi, K dan R.B. Peck. 1987. *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa I*, Alih bahasa Bagus, W., dan K. Benny. Erlangga, Jakarta.

