Perubahan nilai Indeks Plastisitas dan Nilai CBR pada Tanah Lempung Ekspansif dengan penambahan Kapur Gamping

Theo Melwit[1*], Mila Kusuma W[2], Arintha IDS[3], Esthi Kusdarini[4]
[1,2,3]Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknik Adhi Tama Surabaya
[4]Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral dan Kelautan, Institut Teknik Adhi Tama Surabaya
e-mail: [1*] theospada@gmail.com, [2]milakusuma@itats.ac.id , [3]arintha@itats.ac.id, [4]esthi_kusdarini@yahoo.com

Abstract

The plasticity index value in clay soil can indicate the characteristics of clay soil, namely that it easily changes shape due to changes in water content. In highly expansive soils it can be identified directly from the plasticity index value > 25%. If the soil is in the expansive category, improvements are needed to maintain the water content in the soil. One repair technique that can be done is by adding lime. The addition of lime can reduce the soil plasticity index so that the mechanical properties of other soils can increase. Another parameter that can increase as a result of soil stabilization is the level of density. The level of soil density that can be measured and the results can be evaluated is from the CBR value. The soil used in the research was from West Surabaya and limestone from Sekapuk village, Gresik. The research was carried out on a laboratory scale with added ingredient percentages of 9%, 12%, 15%, and 20% with curing times of 10, 20, and 30 days. The initial condition of the basic soil has a plasticity index value of 60.78%, which means a very high expansive level with a CBR value of 6.32%. The optimum percentage obtained was a mixture of 20% limestone with a curing time of 30 days which was able to achieve the smallest plasticity index of 9.25%, the CBR value was able to reach 19.94%.

Keywords: *soil ekspansif, , limestone, plasticity indeks, soil density*

Abstrak

Nilai indeks plastisitas pada tanah lempung dapat menunjukkan karakteristik tanah lempung yaitu mudah berubah bentuk akibat perubahan kadar air. Pada tanah ekspansif tinggi dapat diidentifikasi langsung dari nilai indeks plastisitas > 25%. Bila tanah dengan kategori ekspansif maka diperlukan suatu perbaikan untuk menjaga kadar air dalam tanah. Salah satu teknik perbaikan yang dapat dilakukan adalah dengan menambahkan kapur gamping. Penambahan kapur dapat menurunkan indeks plastisitas tanah sehingga sifat mekanis tanah lain dapat meningkat. Parameter lain yang dapat meningkat akibat dari stabilisasi tanah adalah tingkat kepadatan. Tingkat kepadatan tanah yang dapat diukur dan dapat dievaluasi hasilnya adalah dari hasil nilai CBR. Tanah yang digunakan dalam penelitian adalah dari Surabaya Barat dan kapur gamping dari desa sekapuk, Gresik. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium dengan prosentase bahan tambah 9%,12%,15%, dan 20% dengan curing time 10,20, dan 30 hari. Kondisi awal tanah dasar memiliki nilai indeks plastisitas 60.78% yang berati tingkat ekspansif sangat tinggi dengan nilai CBR 6.32%. Prosentase optimum yang diperoleh adalah dengan campuran 20% kapur gamping dengan curing time 30 hari mampu mencapai indeks plastisitas terkecil 9.25%, nilai CBR mampu mencapai 19.94%.

Kata kunci: lempung ekspansif, kapur gamping, indeks plastisitas, kepadatan tanah

1. Pendahuluan

Tanah ekspansif memiliki sifat yang mudah berubah akibat kadar air, sehingga dalam kegiatan konstruksi perlu dilakukan perbaikan terlebih dahulu. Tanah lempung ekspansif yang ada di Surabaya berdasarkan hasil penelitian telah dibedakan berdasarkan PI, LL, % butiran lolos ayakan no.200 dan potensi pengembangannya menghasilkan rata – rata tinggi dan sangat tinggi. Parameter lain yang digunakan untuk N-SPT dan SI tingkat kembang susutnya sedang dan rendah (Elena, A. et al, 2020). Karakteristik tanah ekpansif yang mudah untuk diidentifikasi salah satunya adalah dengan cara menentukan nilai indeks plastisitas. Tingkatan nilai indeks plastisitas tinggi membutuhkan suatu perbaikan agar tanah tidak mudah dengan cepat berubah kadar air.

Salah satu teknik perbaikan yang dapat dilakukan adalah dengan cara stabilisasi kimiawi. Bahan stabilisasi kimia yang dapat ditambahakn mulai dari semen, kapur, flyash, atau bahan lain yang dapat membentuk reaksi pozzolanic (Hary Christady Hardiyatmo, 2012). Penggunaan bahan kapur sebagai stabilisasi untuk tanah lempung ekspansif dapat digunakan untuk dapat memperbaiki sifat plastisitas tanah (Jullis, T. et al, 2018). Kapur gamping yang merupakan bahan dari batuan gamping juga dapat ditambahkan sebagai bahan stabilisasi. Penambahan batu gamping atau kapur gamping dengan bahan utama SiO2, CaO, MgO, H_2O maka dapat membentuk reaksi pozzolanic dalam tanah. Hal ini bertujuan agar dapat memperbaiki sifat plastisitas tanah yang tinggi (Widiarso dkk., 2018). Penambahan kapur gamping pada tanah lempung dengan prosentase 19.3 % dapat mencapai nilai CBR hingga 34.6% (Novi Dwi Pratama, & Dra. Nur Andajani, MT., 2017) (Hidayat, 2013) (Putra & Ridwan, 2013.)

Pada penelitian ini akan dilakukan studi dengan penambahan kapur gamping yang ditambahkan pada tanah lempung ekspansif. Contoh tanah diambil dari wilayah Surabaya Barat kemudian ditambahkan dengan Kapur Gamping. Prosentase yang ditambahkan adalah 8%,12%, 15% dan 20% dengan usia curing time 10.20, dan 30 hari. Hasil yang akan diharapkan pada penelitian adalah dapat menentukan prosentase optimum dari kapur gamping pada Tanah ekspansif di Surabaya Barat. dicoba untuk menggunakan stabilisasi dengan kapur gamping yang dicampurkan pada tanah lempung ekpansif yang dievaluasi pada perubahan nilai indeks plastisitas.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah dengan teknik percobaan di Laboratorium. Beberapa sample benda uji campuran tanah lempung ekspansif + kapur gamping. Langkah dalam mempersiapkan sample yaitu :

a. Pengambilan benda uji yaitu sample tanah yang digunakan untuk penelitian dimana lokasi pengambilan dilakukan di Jl, Menganti, Desa Banjarmelati, kecamatan lakarsantri, Surbaya pada Gambar 1. Sample tanah yang diambil dalam kondisi disturbed dan undisturbed dalam tabung shelby. Pengujian pada kondisi tanah yang dilakukan adalah dengan uji ayakan basah; pengujian volumetri gravimetri, pengujian atterberg limit; pengujian pemadatan; dan pengujian CBR.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sample tanah

b. Kapur gamping yang akan digunakan diambil dari Desa Sekapuk, Kabupaten Gresik. Jumlah batu gamping yang diambil sebanyak 28 kg. Batu gamping kemudian dihaluskan dan disaring dengan ayakan No. 50 untuk memperoleh serbuk kapur gamping.
c. Proses pencampuran dan curing time
    - Siapkan box untuk pencampuran Tanah. Tanah yang digunakan untuk pencampuran dalam kondisi disturbed. Tanah diukur berat kering untuk dihitung berat batu gamping sesuai dengan prosentase yang diiginkan.
    - Proses pencampuran dilakukan dengan manual diaduk dengan tangan agar merata
    - Tanah hasil pencampuran disimpan dalam udara kedap dengan tujuan menghindari perubahan kadar air, selain itu bagian atas box diberi plastik. *Curing* tanah campuran sesuai dengan ketentuan 10,20, dan 30 hari.
d. Pengujian tanah setelah curing time yang dilakukan adalah pengujian volumetri, atterberg limit, pemadatan dan CBR yang dievaluasi dari perubahan akibat pencampuran.
e. Analisa akhir dari pencampuran adalah untuk memperoleh prosentase optimum dari penurunan indeks plastisitas yang juga dapat meningkatkan nilai CBR.

2.1 Kapur Gamping

Kapur gamping berasal dari Batu gamping disebut sebagai kapur dolomit atau dalam rumus kimia disebut CaCo3. Batuan ini adalah jenis batuan sedimen yang memiliki mineral calcite. Batu gamping banyak dimanfaatkan dalam kontruksi diantara adalah untuk bahan baku pembuatan semen (Widiarso dkk., 2018). Batu gamping yang sudah menjadi butiran menjadi kapur gamping dengan kandungan mineral kalsit dan aragonit. Penggunaan kapur sebagai bahan stabilisasi kimia memiliki tujuan utama adalah untuk mengurangi plastisitas tanah dan dapat meningkatkan daya dukung tanah.

2. 2 Pengujian *Atterberg Limit*

Tanah lempung dengan sifat dapat berubah bentuk akibat kandungan air dapat diidentifikasi dengan pengujian *Atterberg Limit* (Braja M.Das, 1995). Pengujian juga hanya dapat dilakukan pada tanah berbutir halus. Batasan perubahan bentuk yang dilihat dari kandungan air dapat diidentifikasi menjadi tiga nilai yaitu batas cair, batas plastis dan batas susut. Selain itu pada pengujian ini juga dapat diidentifikasi nilai indeks plastisitas tanah. Pada tanah berbutir halus nilai indeks plastisitas menunjukan dihitung dari batas cair dan batas plastis. Nilai indeks plastisitas juga menunjukkan tingkat pengembangan tanah, yang berarti bahwa tanah mampu berubah cepat akibat perubahan kadar air.

2. 3 Pengujian *California Bearing Rasio*

Daya dukung tanah dapat diidentifikasi salah satunya adalah dengan tingkat kepadatan. Nilai tingkat kepadatan tanah dapat ditunjukkan dengan nilai CBR. Pengujian CBR dapat dilakukan dalam pengujian lapangan dan laboratorium. Standard nilai CBR untuk material timbunan tanah untuk konstruksi jalan dapat diklasifikasikan pada Tabel 1 (Barnas & Karopeboka, 2014).

Tabel 1 Klasfikasi nilai CBR

CBR (%)	Keterangan	Penggunaan
0-3	Very Poor	Sub grade
3-7	Poor	Sub grade
7-20	Fair	Sub base
20-50	Good	Base of Sub base
> 50	Excellent	Base

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Sifat Fisik Tanah Kondisi awal

Sifat fisik tanah yang dilakukan pada kondisi awal adalah dengan uji visual tanah pada lokasi penyelidikan. Gambar 2 menunjukkan kondisi visual tanah yaitu warna coklat, Tekstur Halus, Struktur tanah membentuk gumpalan dengan kondisi tanah bila dipegang akan terasa lembek. Dari sifat visual yang diperoleh kemudian dilakukan pengujian lengkap untuk memperoleh parameter dari tanah awal pada Tabel 2.



Gambar 2 Kondisi Visual Tanah titik A

Sumber : Pengujian (2022)

Tabel 2 Hasil pengujian sifat fisik Tanah kondisi awal

Keterangan	Nilai
Kadar Air	32.5 %
Berat Volume tanah	1.58 gr/cm3
Spesific Gravity	2.67
Batas Cair (LL)	76.99 %
Batas Plastis (PL)	16.19%
Indeks Plastisitas (IP)	60.78%
Batas Susut	9.81%
% pasir	1.20
% Fines (lanau, Lempung)	98.80

Sumber : Percobaan Laboratorium (2021)

Dari hasil Tabel 1 apabila diidentifikasi dalam kondisi tanah dalam kondisi undisturbed (Braja M.Das, 1995) yang dilihat dari nilai kadar air, berat volume kering, dan nilai angka pori dikategorikan dalam tanah lempung lembek. Nilai indeks plastisitas yang diperoleh adalah nilai indeks plastisitas tinggi (Basma, A. . & Al-Sharif, M., 1994).

3.2 Sifat Mekanis Tanah Kondisi awal

Pengujian sifat mekanis tanah yang dilakukan adalah dengan melakukan uji pemadatan dan uji CBR pada tanah awal diperoleh pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil pengujian sifat mekanis tanah kondisi awal

Keterangan	Nilai
Berat volume kering γd	1.74 gr/cm3
Kadar Air	26 %
Nilai CBR	6.32 %

Sumber : Percobaan Laboratorium (2021)

Dari hasil pengujian sifat mekanis yaitu kepadatan tanah yang digunakan adalah nilai CBR 6.32% masih dalam kategori poor to fair (Bowles J.W., 1979) (Barnas & Karopeboka, 2014). Sehingga dari kondisi tersebut baik pada kondisi sifat fisik maupun mekanis diperlukan suatu perbaikan tanah.

3.3 Perubahan Nilai Indeks Plastisitas Tanah Campuran

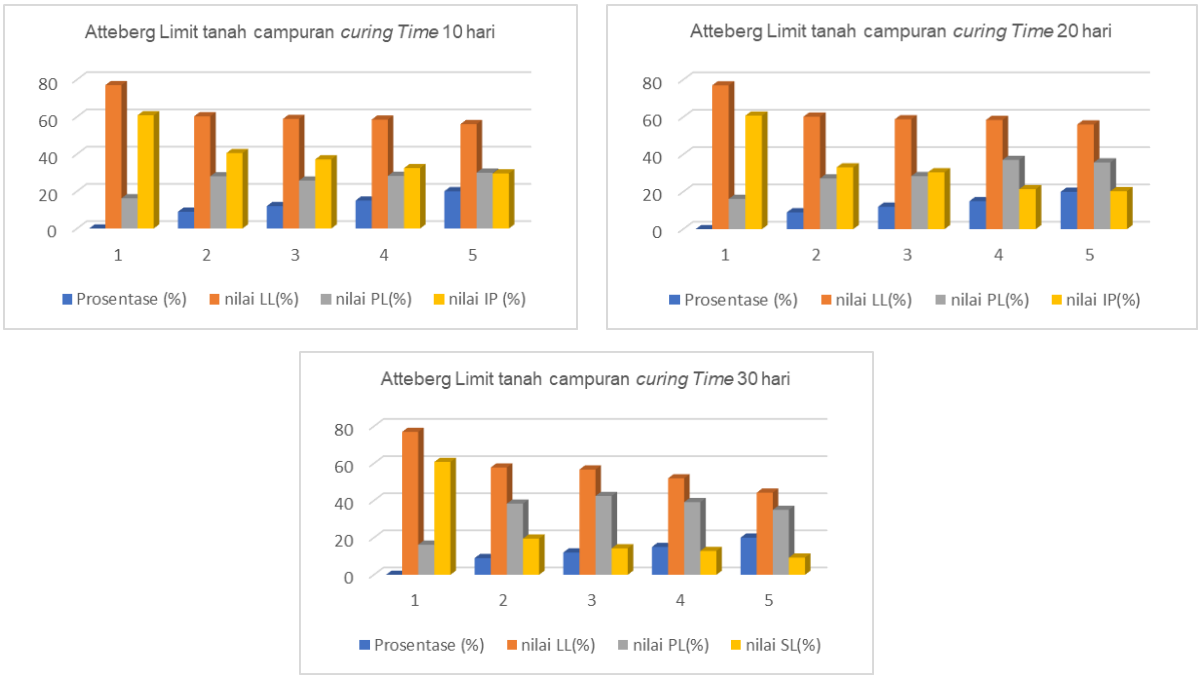
Prosentase campuran batu gamping yang digunakan dalam penelitian adalah 9,12,15, dan 20 dengan waktu curing time 10. 20 , dan 30 hari. Perubahan nilai dari hasil pengujian atterberg limit diberikan pada Gambar 3. Selanjutnya pada Gambar 4 menunjukkan perubahan nilai Indeks Plastisitas akibat pengaruh prosentase campuran.

Tabel 4 Rekapitulasi Hasil pengujian atterberg limit tanah campuran

Prosentase	*Curing time*	*Atterberg Limit* LL (%)	PL (%)	IP (%)
0	0	76.99	16.2	60.79
9	10	68.51	28.02	40.49
12	10	62.84	25.73	37.11
15	10	60.67	28.25	32.42
20	10	59.55	29.97	29.58
0	0	76.99	16.2	60.79
9	20	60.24	27.16	33.08
12	20	58.83	28.39	30.44
15	20	58.48	37.07	21.41
20	20	56.06	35.73	20.33
0	0	76.99	16.2	60.79
9	30	57.79	38.31	19.48
12	30	56.69	42.45	14.24
15	30	51.96	39.13	12.83
20	30	44.24	34.99	9.25

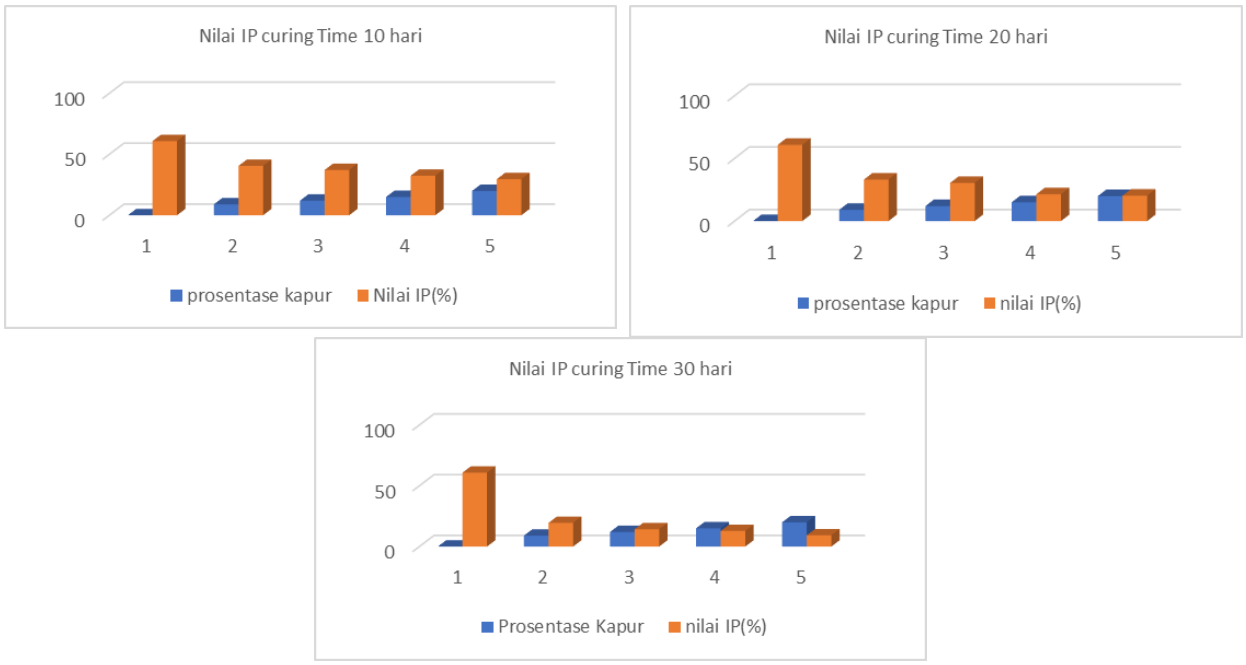
Sumber : Pengujian (2022)

Dari penambahan kapur gamping pada tanah lempung ekspansif menunjukkan bahwa dengan bertambahnya prosesntase dan usia curing time nilai LL,PL dan IP pada tanah semakin turun. Penuruann paling besar terjadi dengan penambahan 20% kapur gamping dengan usia curing selama 30 hari. Perubahan karakteristik paling kecil dengan usia curing sama meskipun dengan penambahan prosentase kapur terjadi bila usia curing 10 hari. Berbeda dengan usia curing 30 hari dengan semakin % kapur meningkat perbedaan pada setiap campuran memilki perbedaan paling tinggi, terutama pada nilai IP. Hal ini menunjukkan bahwa proses pozzolanisasi tanah yang terjadi masih lemah pada usia 10 hari sehingga ikatan untuk mengikat tanah dasar kurang kuat. Pada usia 30 hari maka air yang ada di dalam tanah akan semakin diserap oleh kapur dan tanah untuk melakukan reaksi pozzolanik. Penambhan prosentase 12% ke 15% pada tanah ekspansif tidak terlalu mempengaruhi besar perubahan nilai IP pada Kondisi tanah dasar.



Gambar 3 Perubahan nilai LL, PL, dan IP pada tanah campuran

Sumber : Pengujian (2022)



Gambar 4 Perubahan nilai LL, PL, dan IP pada tanah campuran

Sumber : Pengujian (2022)

3.3 Perubahan Nilai CBR Tanah Campuran

Pada tabel 5 menunjukkan hasil pengujian nilai CBR pada tanah campuran. Pada nilai CBR tanah campuran dengan kapur gamping menunjukkan bahwa dengan peanambahan prosentase yang sama dengan bertambahnya usia cring nilai CBR meningkat. Pada prosetase 9% dengan curing bertambah tidak terlalu banyak mengubah nilai CBR. Sedangkan bila prosentase kapur gamping dengan prosentase 15% dengan penambahan usia curing dari 10 hari ke 20 hari kenaikan nilai CBR dari 8.48% menjadi 17.62%. Hal ini menunjukkan bila terjadi reaksi pozzolan akan membenuk karakterisrik gumpalan tanah padat yang dapat meningkatkan nilai CBR. Penambahan prosentase 15% dan 20% dengan usia curing yang hampir sama menunjukkan nilai CBR yang hampir sama yaitu 19.29% dan 19.94%. ilutrasi dari perubahan nilai CBR pada masing – masing prosentase diberikan pada Gambar 5

Tabel 5 Rekapitulasi Hasil pengujian CBR tanah campuran

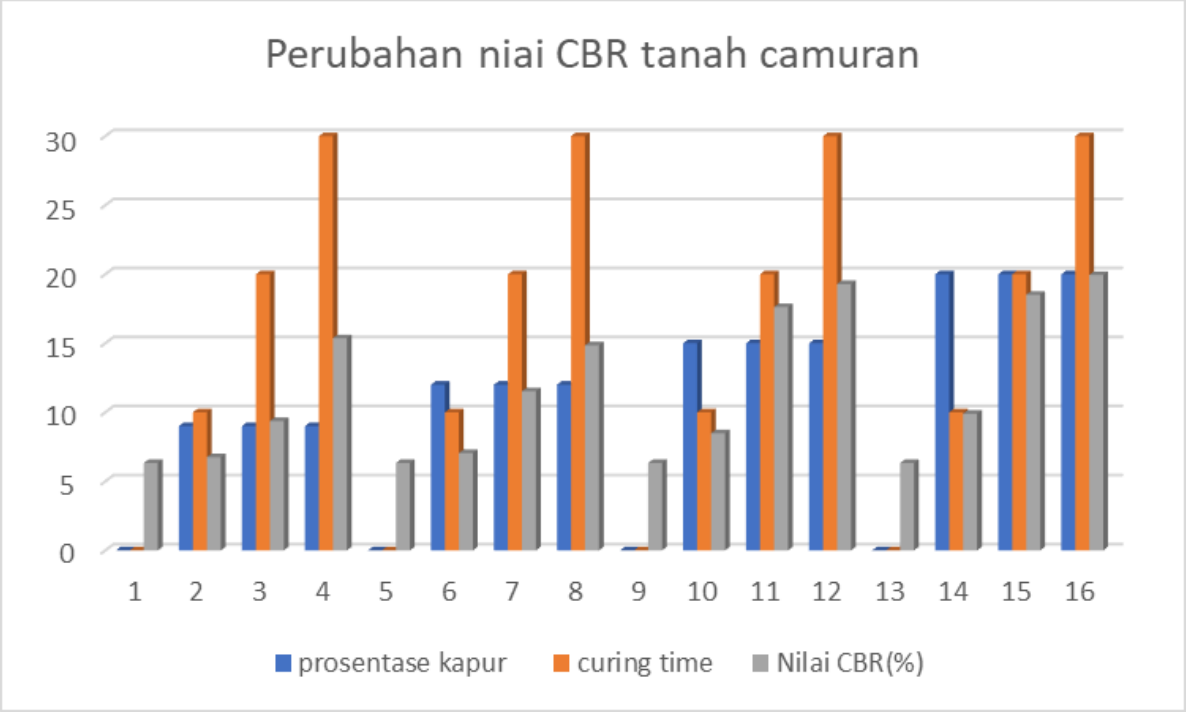
Prosentase	*Curing time*	CBR (%)
0	0	6.33
9	10	6.75
9	20	9.37
9	30	15.36
0	0	6.33
12	10	7.05
12	20	11.52
12	30	14.85
0	0	6.33
15	10	8.48
15	20	17.62
15	30	19.29
0	0	6.33
20	10	9.9
20	20	18.51
20	30	19.94

3.4 Penentuan Prosentase Optimum

Dari hasil pembahasan yang telah dilakukan baik pada perubahan nilai indeks plastisitas ataupun angka CBR maka :

a. Pada hasil atterberg limit terutama pada nilai indeks plastisitas menunjukkan prosentase yang paling besar berdampak pada perubahan nilai adalah 20% dengan usia peram 30 hari.
b. Pada hasil pengujian CBR yang dapat dgunakan sebagai parameter tingkat kepadatan tanah menunjukkan bahwa pada 20% kapur dengan usia curing 30 hari menunjukkan nllai CBR paling tinggi 19.94%.
c. Namun pada hasi pengujian CBR dapat diperoleh bahwa dengan campuran 15% kapur dan 20% kapur menunjukkan nilai CBR yang hampir sama yaitu ± 19%.

d. Pemilihan prosentase optimum pada penelitian ini akan digabungkan dari hasil penelitian batas atterberg dengan nilai CBR. Pemilihan didasarkan pada kondisi fisik tanah yang dapat disimbokan dengan nilai ineks plasisitas. Bila nilai indeks plastisitas rendah maka tanah lebih terjaga dengan perubahan kadar air.
e. Nilai prosentase optimum untuk campuran yaitu pada nilai 20% kapur gamping dengan usia curing time selama 30 hari.
f. Dari hasil stablisasi 20% kapur dan usia curing 30 hari dapat mencapai nilai indeks plastisitas 9.25% yang dapat digolongkan pada tanah plastisitas rendah. Kualitas pemadatan yang ditunjukkan dengan nilai CBR 19.94% termasuk dalam kategori Fair lebih baik dari kondisi awal. Sehingga pada penelitian selanjutnya perlu dievaluasi kembali dari pengujian kepadatan untuk dapat diterapkan pada dunia konstruksi



Gambar 5 Perubahan nilai CBR pada tanah campuran

Sumber : Pengujian (2022)

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian adalah :
Kodisi tanah asli sebelum dilakukan stabilisasi menunjukkan bahwa secara visual dan dari pengujian sifat fisik menunjukkan tanah lempung. Nilai IP tanah kondisi awal adlah 60.78% dan nilai CBR 6.33% termasuk dalam kategori poor to fair. Prosentase optimum yang dipilih pada penelitian ini adalah dengan campuran 20% kapur gamping pada usia 30 hari yang dapat menurunankan indeks plastitas hingga 9.35% dan nilai CBR mencapai 19.94%.

Daftar Pustaka

Barnas, E., & Karopeboka, B. (2014). *PENELITIAN KEKUATAN TANAH METODE CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO)*.

Basma, A. . & Al-Sharif, M. (1994). Treatment of expansive soils to control swelling. *J.Geotech. Eng*, *25*(1), 3–19.

Bowles J.W. (1979). *Physical and Geotechnical Properties of Soils*. McGraw Hill.

Braja M.Das. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip—Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Erlangga.

Elena, A. et al. (2020). 'Penyebaran Karakteristik Tanah Ekspansif di Su-rabaya Berdasarkan Tingkat Kembang Susutnya.' *Dimensi Pratama Teknik Sipil*, *9*(2), 7–14.

Hary Christady Hardiyatmo. (2012). *Mekanika Tanah 1 Edisi Keenam*.

Hidayat, F. (t.t.). *PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR GAMPING MADURA PADA TANAH MERAH DI DAERAH BANGKALAN TERHADAP NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)*.

Jullis, T. et al. (2018). 'Pengaruh Kapur Sebagai Stabilizing Agent Ter-hadap Indeks Plastisitas dan Kuat Geser Lempung Ekspansif Meunasah Rayeuk.' *Rekayasa Sipil dan Perencanaan*, *1*(4), 99–107.

Novi Dwi Pratama, & Dra. Nur Andajani, MT. (2017). ANALISIS NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) TEST PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DENGAN STABILISASI KAPUR GAMPING GRESIK. *Jurnal Rakayasa Teknik Sipil*, *03*(03), 01–08.

Putra, D. Y. P., & Ridwan, M. (t.t.). *PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR GAMPING MADURA PADA TANAH LEMPUNG DI DAERAH MARTAJASAH BANGKALAN TERHADAP NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) TEST*.

Widiarso, D. A., Kusuma, I. A., & Fadhlillah, A. P. (2018). Penentuan Potensi Sumberdaya Batu Gamping Sebagai Bahan Baku Semen Daerah Gandu Dan Sekitarnya, Kecamatan Bogorejo, Kabupaten Blora, Jawa Tengah. *Teknik*, *38*(2), 92. https://doi.org/10.14710/teknik.v38i2.13213