

**PENGARUH PENAMBAHAN KADAR KAPUR TERHADAP KARAKTERISTIK DAN  
DAYA DUKUNG TANAH LUNAK DI KECAMATAN GRATI KABUPATEN  
PASURUAN, JAWA TIMUR**

*(The Effect of The Addition of Limestone to Characteristic and Bearing Capacity of Soft Soil  
in Grati Subdistrict, Pasuruan, East Java)*

**Reza Novianda Firdaus, Eko Andi Suryo, Yulvi Zaika**

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT.Haryono 167, Malang 65145, Indonesia.

Email: reza.novianda06@gmail.com

**ABSTRAK**

Tanah sebagai komponen utama dari konstruksi sipil harus memiliki daya dukung yang mampu menahan beban dengan baik. Daya dukung tanah yang kurang baik dapat menyebabkan kerusakan bagi bangunan di atasnya. Tanah lunak merupakan salah satu jenis tanah yang memiliki daya dukung tanah kurang baik, sehingga perlu dilakukan pekerjaan perbaikan tanah. Dalam penelitian ini perbaikan tanah dilakukan dengan metode kimiawi menggunakan bahan aditif kapur. Pengujian laboratorium dilakukan terhadap sifat fisik dan mekanik tanah yang dicampurkan dengan bahan aditif kapur dengan variasi kadar 3%, 6%, 9%, 12% dan 15% dari berat kering tanah. Hasil pengujian *specific gravity* menunjukkan nilai GS tanah campuran yang lebih rendah dibandingkan tanah asli. Hasil pengujian batas-batas atterberg menunjukkan penurunan nilai indeks plastisitas seiring dengan penambahan kapur. Hasil pengujian pemadatan standard menunjukkan peningkatan berat isi maksimum dan penurunan kadar air optimum (OMC) dibandingkan tanah asli. Sedangkan hasil pengujian CBR menunjukkan adanya peningkatan nilai CBR tanah campuran baik dalam keadaan tak terendam (*unsoaked*) dan terendam (*soaked*). Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahan aditif kapur dapat memperbaiki sifat fisik dan mekanik tanah lunak.

**Kata kunci:** Tanah Lunak, Stabilisasi Tanah, Kapur, Karakteristik, Daya Dukung.

**ABSTRACT**

*Soil as the basis of civil construction must have a bearing capacity that is able to withstand the load properly. A poor soil bearing capacity can cause damage to buildings above. Soft soil is one of the types of soil that has a poor soil bearing capacity, so need to do soil improvement. In this research, soil improvement was carried out by chemical methods using lime additives. The laboratory tests performed on the physical and mechanical properties of the soil that is mixed with with additives lime with a variation content of 3%, 6%, 9%, 12% and 15% of the dry weight of soil. The results of specific gravity testing show that the GS values of mixed soils are lower than those of native soil. The results of atterberg limits testing show a decrease in the plasticity index value along with the addition of lime. The standard compaction test results showed an increase in maximum dry weight and a decrease in optimum moisture content (OMC) compared to the native soil. Whereas the CBR test results show an increase in mixed soil CBR values in both unsoaked and soaked conditions. Based on the results of tests that have been done, it shows that lime additives can improve the physical and mechanical properties of soft soil.*

**Keywords:** Soft Soil, Soil Stabilization, Lime, Properties, Bearing Capacity.

## 1. PENDAHULUAN

Tanah memiliki peran yang sangat penting terhadap suatu konstruksi sipil karena akan menahan beban struktur di atasnya, sehingga tanah yang dibutuhkan harus memiliki sifat dan daya dukung yang mampu menahan beban dengan baik. Daya dukung tanah yang kurang baik dapat menimbulkan kerusakan pada infrastruktur dan bangunan di atasnya.

Salah satu jenis tanah yang memiliki daya dukung kecil adalah jenis tanah lunak. Demi meningkatkan daya dukung tanah lunak maka diperlukan suatu pekerjaan perbaikan tanah. Perbaikan tanah dapat dilakukan dengan berbagai macam metode, salah satunya adalah metode kimiawi.

Dalam penelitian ini sampel tanah lunak diambil dari lokasi di Kecamatan Grati Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. Pada lokasi tersebut akan dibangun sebuah proyek jalan tol yang menghubungkan Gempol dengan Pasuruan. Sehingga diperlukan perbaikan tanah dimana dalam penelitian ini akan menggunakan kapur sebagai bahan *additive* perbaikan tanah.

Kapur dipilih sebagai bahan untuk campuran stabilisasi tanah karena bahan

tersebut lebih mudah didapatkan dan efektif dibandingkan bahan yang lain. Namun perbaikan tanah dengan bahan aditif kapur belum terlalu banyak digunakan untuk kondisi tanah lunak. Sehingga dalam penelitian ini akan berusaha mengetahui pengaruh variasi kadar kapur terhadap karakteristik dan daya dukung tanah lunak.

Tujuan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh kadar kapur terhadap berat isi kering ( $\gamma_d$ ) pada jenis tanah lunak di Kecamatan Grati Kabupaten Pasuruan Jawa Timur
2. Untuk mengetahui pengaruh kadar kapur terhadap nilai CBR pada tanah lunak di Kecamatan Grati Kabupaten Pasuruan Jawa Timur
3. Untuk mengetahui adanya perbedaan karakteristik dan daya dukung tanah lunak asli dengan tanah lunak yang ditambahkan kapur

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanah Lempung

Menurut Terzaghi ( 1987 ) Lempung merupakan partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopi

k berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan dan bersifat plastis dalam kadar air sedang hingga tinggi. Tanah lempung terdiri dari mineral-mineral inorganik dan organik yang sangat tipis dan hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop electron diantaranya adalah *kaolinite, illite, montmorillonite*.

### 2.2 Tanah lunak

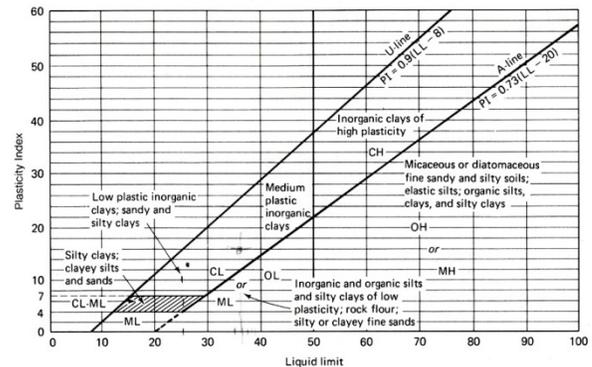
Tanah lunak adalah salah satu jenis tanah berbutir halus terdiri atas butiran-butiran yang sangat kecil seperti lanau atau lempung. Berdasarkan Pedoman Kimpraswi 1 No: Pt T-8-2002-B (2002) tanah lunak berkaitan dengan masalah ketidakstabilan dan penurunan jika tidak diselidiki dengan seksama. Sifat - sifat tanah lunak antara lain memiliki gaya geser kecil, kompresibilitas besar, permeabilitas kecil dan memiliki daya dukung yang rendah jika dibandingkan dengan jenis tanah lempung lainnya. Berdasarkan Pedoman Kimpraswil No: Pt T-8-2002-B (2002) tanah lunak didefinisikan dengan nilai kuat geser seperti ditunjukkan pada tabel berikut ini :

**Tabel 2.1** Kuat geser lempung lunak

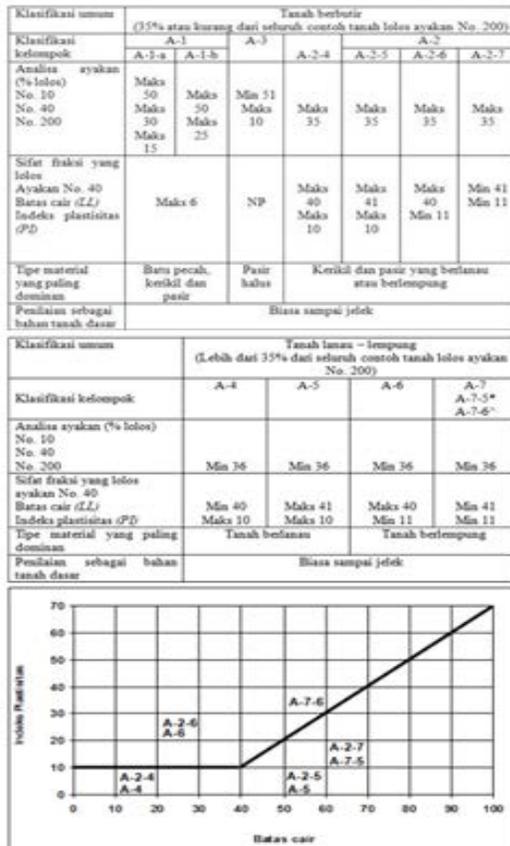
Konsistensi	Kuat Geser (kN/m <sup>2</sup> )
Lunak	12.5 -25
Sangat Lunak	<12.5

### 2.3 Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah pada umumnya dibuat untuk memberikan informasi tentang karakteristik dan sifat-sifat fisis tanah. Terdapat dua sistem klasifikasi tanah yang saat ini dipakai untuk mengelompokkan jenis tanah yaitu *American Association of State Highway and Transportation Official (AASHTO)* dan *Unified Soil Classification System (USCS)*.



**Gambar 1.** Klasifikasi tanah USCS  
Sumber : ASTM, Cassagrande



**Gambar 2.** Klasifikasi tanah sistem AASHTO

Sumber : Das (1995)

## 2.4 Uji Laboratorium

### a. Pemadatan Standard

Pemadatan didefinisikan sebagai proses untuk menaikkan berat unit tanah dengan membuat butiran-butiran tanah menjadi lebih rapat sehingga dapat mengurangi pori-pori udara. Tujuan dari pemadatan untuk memperoleh tanah yang mempunyai sifat-sifat fisis yang sesuai dengan standar suatu pekerjaan

tertentu. Pengujian pemadatan dilakukan pada tanah basah dengan kadar air tertentu dalam suatu cetakan sesuai standar dengan jumlah lapisan tertentu dan setiap lapisan akan dipadatkan dengan sejumlah tumbukan yang ditentukan.

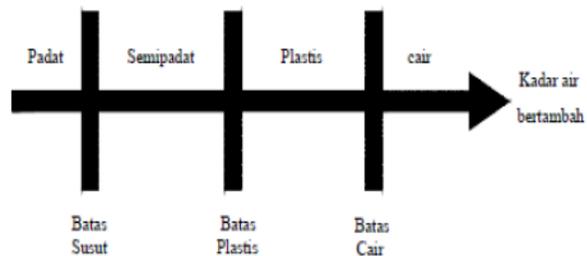
### b. California Bearing Ratio

Pengujian CBR dipakai untuk menilai kekuatan tanah dasar atau bahan lain yang akan dipakai pada pembuatan perkerasan jalan raya. Pengujian CBR terdiri dari pengujian CBR lapangan dan CBR laboratorium. Pengujian CBR laboratorium dilakukan pada dua kondisi yaitu tak terendam (*unsoaked*) dan terendam (*soaked*). Nilai CBR selanjutnya digunakan untuk penentuan tebal perkerasan yang akan dibuat di atas tanah dasar.

### c. Batas-batas atterberg

Seorang ilmuwan berkebangsaan Swedia yang bernama Atterberg mengembangkan metode yang menjelaskan tentang sifat konsistensi tanah kohesif dengan kadar air bervariasi. Oleh karena itu Atterberg menggolongkan tanah kedalam empat keadaan dasar, yaitu padat, semi padat, plastis dan cair. Adapun pengujian batas-batas atterberg diantaranya

adalah *plastic limit*, *liquid limit*, *shrinkage limit*.



**Gambar 3.** Batas-batas Atterberg

d. Berat Jenis (*specific gravity*)

Berat jenis didefinisikan sebagai rasio antara berat isi tanah ( $\gamma_s$ ) dengan berat isi air ( $\gamma_w$ ). Pengujian ini akan menghasilkan nilai GS yang dibutuhkan dalam hitung-hitungan mekanika tanah.

### 2.5 Stabilisasi Tanah dengan Kapur

Stabilisasi tanah secara kimiawi biasa juga disebut dengan “Stabilisasi Sementasi”. Ada berbagai macam stabilisasi tanah sementasi salah satunya dengan menggunakan bahan kapur. Bentuk kapur yang umum digunakan untuk stabilisasi tanah adalah kapur Tohor(CaO) dan kapur padam Ca(OH)<sub>2</sub>. Menurut Rollings dan Rollings (1996), penambahan kapur ke dalam tanah dengan adanya air akan mengakibatkan berbagai reaksi, salah satunya adalah reaksi pozzolanik. Reaksi

pozzolanik merupakan hasil proses pozzolan yang terjadi antara senyawa kalsium hidroksida dari kapur bereaksi dengan senyawa silikat (SiO<sub>2</sub>) dan aluminat (AlO<sub>3</sub>) dari tanah yang menghasilkan material pengikat terdiri dari kalsium silikat dan aluminat silikat. Material pengikat tersebut membentuk pasta semen yang akan membuat kekuatan tanah menahan beban meningkat. Selain itu Tanah yang diperbaiki dengan menambahkan kapur akan mengakibatkan penurunan indeks plastisitas karena butiran kapur mengganggu interaksi antara air dan mineral lempung.

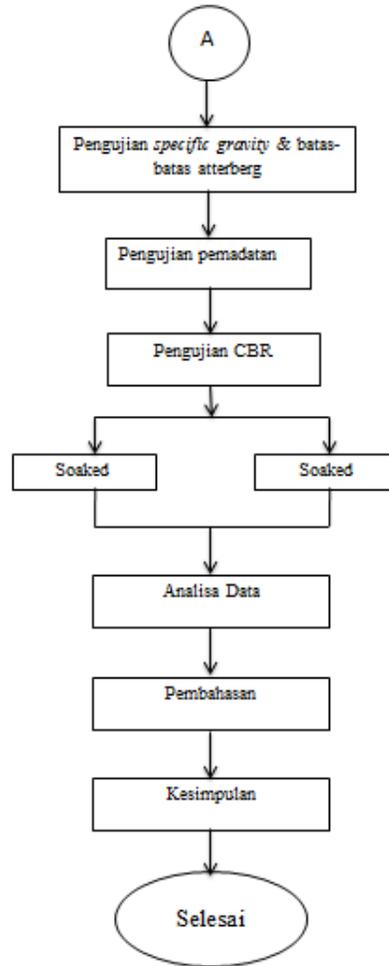
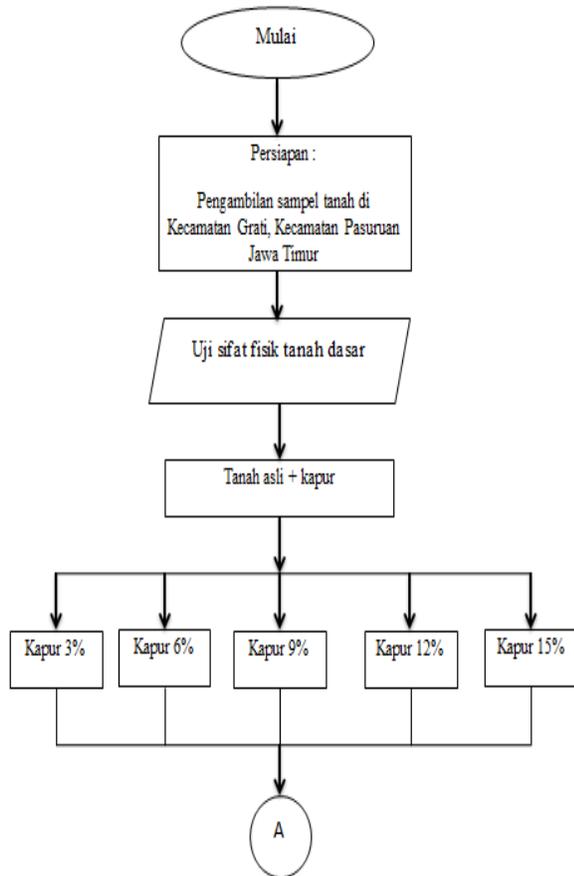
### 3. METODE PENELITIAN

Lokasi pengambilan sampel tanah lunak dilakukan di Kecamatan Grati, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. Tanah lunak yang telah diperoleh kemudian dikeringkan terlebih dahulu sehingga mudah untuk dihancurkan dan mempermudah pengujian. Pengujian sifat fisik dan mekanik tanah asli telah dilakukan sebelumnya oleh Putri, A. (2018).

Selanjutnya pengujian dilakukan terhadap tanah lunak yang telah dicampurkan dengan bahan aditif kapur dengan variasi kadar kapur yaitu 3%, 6%,

9%, 12% dan 15%. Pengujian yang dilakukan terhadap tanah campuran terdiri dari pengujian sifat fisis tanah antara lain uji *specific gravity* dan uji *atterberg limits*. Sedangkan pengujian sifat mekanik tanah antara lain uji pemadatan dan uji CBR baik dalam kondisi tak terendam (*unsoaked*) dan terendam (*soaked*).

Berikut adalah bagan alir penelitian yang disajikan dalam gambar :



Gambar 4. Diagram Alur Penelitian

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pengujian Pendahuluan

Sebelumnya telah dilakukan pengujian pendahuluan oleh Putri, Arinda (2018) terhadap tanah asli. Adapun salah satu pengujian yang telah dilakukan adalah uji analisis butiran. Uji analisis butiran dilakukan dengan dua macam pengujian

yaitu uji analisis saringan dan analisis hydrometer. Berdasarkan pengujian tersebut menghasilkan prosentase tanah berbutir halus lolos saringan no. 200 sebesar 92,15% dengan hasil tersebut tanah asli dapat diklasifikasikan ke dalam kategori MH untuk sistem klasifikasi USCS dan tanah berlempung (A-7-5) untuk sistem klasifikasi AASHTO. Selain itu dilakukan pengujian batas-batas atterberg terhadap tanah asli dengan menghasilkan nilai LL= 56,12%, PL= 43,36%, SL = 17,69% dan PI = 12,75%.

#### 4.2 Pengujian Lanjutan

##### a. *Specific Gravity*

Pengujian *specific gravity* menggunakan sampel tanah asli, kapur dan tanah campuran dengan variasi kadar kapur 3%, 6%, 9%, 12% dan 15%. Hasil pengujian *specific gravity* yang telah dilakukan dapat dilihat sebagai berikut :

**Tabel 2.** Hasil pengujian *Specific Gravity*

BAHAN	SPECIFIC GRAVITY
Tanah Asli	2.46
Kapur	2.36
Tanah + Kapur 3%	2.46
Tanah + Kapur 6%	2.45
Tanah + Kapur 9%	2.39
Tanah + Kapur 12%	2.43
Tanah + Kapur 15%	2.35

Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa terjadi penurunan nilai GS tanah campuran. Hal ini disebabkan karena nilai GS bahan aditif kapur lebih kecil dibandingkan tanah asli, sehingga nilai GS tanah campuran memiliki nilai yang lebih rendah daripada tanah asli.

##### b. Batas-batas atterberg

Pengujian batas - batas atterberg merupakan pengujian dengan tujuan untuk mengetahui keadaan konsistensi dari suatu tanah kohesif pada kadar tertentu. Hasil pengujian batas-batas atterberg yang sudah dilakukan adalah sebagai berikut:

**Tabel 3.** Hasil pengujian batas - batas atterberg

Komposisi Tanah	LL %	PL %	SL %	PI %
Tanah Asli	56.12	43.36	17.69	12.75
Tanah + Kapur 3%	56.01	47.30	27.80	8.62
Tanah + Kapur 6%	53.66	45.03	35.24	8.63
Tanah + Kapur 9%	53.11	44.98	36.59	8.13
Tanah + Kapur 12%	48.19	41.08	39.29	7.11
Tanah + Kapur 15%	48.10	41.06	41.07	7.04

Berdasarkan hasil pengujian tersebut menunjukkan penurunan nilai indeks plastisitas tanah campuran dibandingkan dengan tanah asli. Hal ini dikarenakan butiran kapur membuat ikatan antara mineral lempung dengan air terganggu sehingga semakin banyak kadar

kapur dalam tanah maka semakin menurun plastisitasnya.

c. Pematatan

Pematatan standard merupakan pengujian untuk mendapatkan nilai berat isi kering maksimum ( $\gamma_{dmax}$ ) dan kadar air optimum (*Optimum Moisture Content*) dari suatu tanah. Hasil pengujian pematatan adalah sebagai berikut :

**Tabel 4.** Hasil pematatan standard

Komposisi Tanah	OMC %	Berat Isi Maksimum gr/cm <sup>3</sup>
Tanah Asli	32.09	1.27
Tanah + Kapur 3%	30.711	1.308
Tanah + Kapur 6%	27.794	1.314
Tanah + Kapur 9%	29.680	1.301
Tanah + Kapur 12%	31.278	1.298
Tanah + Kapur 15%	30.697	1.288

Berdasarkan hasil pengujian tersebut didapatkan bahwa berat isi maksimum dan kadar air optimum (OMC) untuk setiap prosentase campuran berbeda-beda. Namun jika dibandingkan dengan tanah asli, hasil dari pengujian pematatan tanah campuran kapur mengalami penurunan untuk kadar air optimum dan kenaikan untuk berat isi maksimum dengan nilai berat isi maksimum tertinggi pada kadar kapur 6% sedangkan nilai kadar air optimum terendah juga terjadi pada kadar

kapur 6%. Hal ini terjadi karena bahan kapur yang dicampurkan ke dalam sampel tanah mengalami hidrasi ketika ditambahkan air sehingga kadar air pada tanah akan berkurang. Selain itu penambahan kapur dalam campuran dapat menjadikan kapur sebagai *filler* yang mengisi pori-pori tanah sehingga hal ini yang mengakibatkan nilai berat isi maksimum tanah campuran lebih tinggi dibandingkan dengan tanah asli.

d. CBR (California Bearing Ratio)

Pengujian CBR bertujuan untuk mencari nilai CBR dari suatu sampel tanah yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air optimum. Pengujian CBR laboratorium dapat dilakukan dengan dua kondisi, yaitu CBR tak terendam (*unsoaked*) dan CBR terendam (*soaked*) Hasil pengujian CBR *unsoaked* yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

**Tabel 5.** Hasil pengujian CBR *unsoaked*

Komposisi Tanah	CBR <i>Unsoaked</i> %
Tanah Asli	15.45
Tanah Asli + Kapur 3%	17.37
Tanah Asli + Kapur 6%	29.89
Tanah Asli + Kapur 9%	27.91
Tanah Asli + Kapur 12%	23.62
Tanah Asli + Kapur 15%	20.53

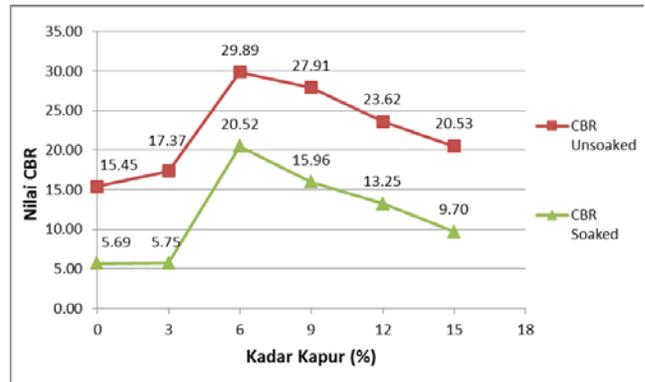
Berdasarkan hasil pengujian tersebut didapatkan nilai CBR *unsoaked*

tertinggi pada kadar kapur 6% dengan nilai CBR 29,89%. Akan tetapi terjadi penurunan nilai CBR setelah penambahan kadar kapur 6%. Hal ini diakibatkan karena berkurangnya efektifitas pengikatan yang terjadi antara kapur dan air. Sedangkan hasil dari pengujian CBR *soaked* adalah sebagai berikut :

**Tabel 6.** Hasil pengujian CBR *soaked*

Komposisi Tanah	CBR Soaked %
Tanah Asli	5.69
Tanah Asli + Kapur 3%	5.75
Tanah Asli + Kapur 6%	20.52
Tanah Asli + Kapur 9%	15.96
Tanah Asli + Kapur 12%	13.25
Tanah Asli + Kapur 15%	9.70

Berdasarkan hasil pengujian tersebut didapatkan nilai CBR *soaked* tertinggi pada kadar kapur 6% dengan nilai CBR 20,52%. Nilai CBR *soaked* yang didapatkan memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan CBR *unsoaked*. Hal tersebut dapat terjadi karena pengujian CBR *soaked* dilakukan pada kondisi jenuh air yang menyebabkan pori-pori tanah terisi oleh air sehingga tanah menjadi lunak.



**Gambar 5.** Perbandingan nilai CBR

Berdasarkan pengujian CBR yang telah dilakukan baik *unsoaked* dan *soaked* menghasilkan nilai CBR yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanah asli. Hal ini dapat disebabkan adanya proses sementasi yang terjadi antar partikel tanah. Menurut (Ranggaesa,2017) proses sementasi yang terjadi pada campuran tanah dengan bahan aditif kapur akan membentuk butiran baru yang lebih keras, sehingga kekuatan tanah meningkat.

## 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

1. Hasil pengujian pemadatan menunjukkan pencampuran tanah asli dengan bahan aditif kapur dapat meningkatkan berat isi kering dengan nilai tertinggi sebesar 1,374 gr/cm<sup>3</sup> pada kadar kapur 3%. Akan tetapi nilai kadar air optimum (OMC) mengalami penurunan jika dibandingkan dengan kadar air optimum (OMC) tanah

asli dengan nilai OMC terendah sebesar 28,10% pada kadar kapur 6%.

2. Terjadi peningkatan nilai CBR Unsoaked campuran jika dibandingkan dengan nilai CBR tanah asli dengan peningkatan terbesar terjadi pada prosentase campuran kapur 6% sebesar 93,48%. Sedangkan untuk CBR Soaked terjadi peningkatan dibandingkan dengan nilai CBR tanah asli dengan peningkatan terbesar terjadi pada prosentase campuran kapur 6% sebesar 260,58%.
3. Berdasarkan pengujian batas-batas atterberg menunjukkan perubahan sifat fisis tanah lunak yaitu menurunkan sifat plastis tanah lunak dengan adanya penurunan nilai Indeks Plastisitas seiring bertambahnya kadar kapur. Sedangkan berdasarkan pengujian pemadatan dan CBR menunjukkan bahwa bahan aditif kapur dapat menaikkan daya dukung tanah lunak.

## 5.2 Saran

1. Diperlukan penelitian lanjutan dengan menggunakan variasi jenis kapur yang berbeda karena dalam penelitian ini diambil kapur yang umum didapatkan.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan metode perbaikan

tanah yang berbeda sehingga nantinya terdapat berbagai macam alternatif untuk meningkatkan daya dukung tanah lunak

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph E. 1993. *Sifat – Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Edisi Kedua. Jakarta: Erlangga.
- Das, Braja M. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip - prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I*. Terjemahan oleh Noor Endah dan Indrasurya B. Mochtar. Jakarta : Erlangga.
- Hardiyatmo, H.C. 2012. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Pedoman Kimpraswil No: Pt T-8-2002-B, 2002, *Panduan Geoteknik 1 : Proses Pembentukan dan Sifat-sifat Dasar Tanah Lunak*, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- Putri, A. dan Zaika, Y. 2018. **Pengaruh Kadar Air terhadap Daya Dukung pada Tanah Lunak di Jalan Tol Gempol-Pasuruan**. Naskah Terpublikasi Teknik Sipil FT-UB. Malang: Universitas Brawijaya.
- Ranggaesa, Riota Abeng. 2015. *Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Kekuatan dan Pengembangan (Swelling) Pada Tanah Lempung Ekspansif Bojonegoro*. Skripsi Program Studi Sarjana pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

