

ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR GAMPING MADURA PADA TANAH EKSPANSIF DI DAERAH WIYUNG SURABAYA TERHADAP NILAI KUAT TEKAN BEBAS (q_u)

Ravico Yanuar Arvando¹⁾, Nur Andajani²⁾

¹⁾ Mahasiswa di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.

²⁾ Dosen di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.

ravicoarvando@gmail.com, nurandajani@unesa.ac.id

Abstrak

Tanah lempung ekspansif merupakan tanah dengan sifat kembang-susut tinggi. Tanah di daerah wiyung Surabaya diindikasikan tergolong ke dalam tanah lempung ekspansif. Untuk itu perlu dilakukan upaya perbaikan tanah pada daerah tersebut dengan tujuan untuk meningkatkan nilai daya dukung tanahnya.

Penelitian ini menggunakan penelitian eksperimen di laboratorium Mekanika tanah Universitas Negeri Surabaya untuk mendapatkan nilai kuat tekan bebas dengan variasi penambahan kapur gamping Madura : 0%, 3%, 6%, 9%, dan 12%. Metodologi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan melakukan tes sifat-sifat fisik tanah, tes proctor standart dan tes kuat tekan bebas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar penambahan Kapur Gamping Madura pada tanah ekspansif di daerah Wiyung Surabaya maka nilai kuat tekan bebas (q_u) tanah akan semakin besar juga. Nilai kuat tekan bebas tanah di daerah wiyung Surabaya sebesar 105,127 kN/m². Setelah penambahan 3%, 6%, 9%, dan 12% nilainya naik menjadi masing-masing 182,698 kN/m², 243,303 kN/m², 280,568 kN/m², dan 334,897 kN/m². Sehingga pemanfaatan penambahan Kapur Gamping Madura pada Tanah Ekspansif di daerah Wiyung Surabaya dapat Meningkatkan Nilai Kuat tekan bebas dari kaku menjadi sangat kaku. Hal tersebut dapat meningkatkan daya dukung pondasi pada bangunan di sekitarnya.

Kata Kunci: Tanah ekspansif, Kapur Gamping Madura, Stabilisasi Kimia, kuat tekan bebas

ABSTRACT

Expansive clay is a soil with high growth properties. Land in the Surabaya mermaid area is indicated as belonging to expansive clay. For this reason, it is necessary to make improvements to the land in the area with the aim of increasing the value of carrying capacity of the land.

This study uses experimental research in the Surabaya State Mechanics laboratory to get the value of free compressive strength with variations in the addition of Madura limestone: 0%, 3%, 6%, 9%, and 12%. The methodology carried out in this study is to test the physical properties of the soil, standard proctor tests and free compressive strength tests.

The results showed that the larger the addition of Madurese Limestone Limestone on expansive soil in the area Wiyung Surabaya then the value unconfined compressive strength (q_u) of land will be even greater. The unconfined compressive strength of free soil in wiyung area of Surabaya is 105,127 kN/m². After the addition of 3%, 6%, 9%, and 12% values increased to 182,698 kN/m², 243,303 kN/m², 280,568 kN/m², and 334,897 kN/m², respectively. Limestone Limestone utilization so that the addition of Madurese in Expansive Soil in the area of Surabaya Wiyung Can Raise Strong unconfined compressive strength from rigid to very stiff. This can increase the foundation's carrying capacity in surrounding buildings.

Keywords: Expansive Soil, Lime Limestone Madura, Chemical Stabilization, Unconfined Compressive Strength

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Wiyung adalah sebuah kecamatan di Kota Surabaya bagian Barat, Jawa Timur Indonesia. Kecamatan ini dahulunya merupakan sebuah kawasan pertanian. Tetapi saat ini sebagian tanah yang dipakai untuk lahan pertanian telah digunakan untuk pembangunan kawasan perumahan dan komersial. Dari pengamatan

mahasiswa PKL di Proyek Pembangunan Ruko dan Apartemen *Puncak Central Business Distrik (CBD)* di kelurahan jajar tunggal daerah Wiyung Surabaya menyebutkan bahwa banyak titik pancang yang bergeser akibat tanah mengembang yang di akibatkan oleh hujan selain itu permukaan jalan di area proyek tersebut memiliki ciri fisik bergelombang yang merupakan akibat dari tanah dasar yang bersifat ekspansif.

Tanah lempung ekspansif merupakan tanah yang mempunyai sifat kembang susut yang besar, sifat kembang susut ini sangat

dipengaruhi oleh kandungan air yang ada dalam tanah tersebut. Perilaku dan sifat-sifat lempung sangat bergantung pada komposisi mineral-mineralnya, unsur-unsur kimianya, tekstur lempung, dan partikel - partikelnya serta pengaruh lingkungan di sekitarnya (Wijaya, 2011 : 25 dalam Sagita, 2015).

Penambahan kapur gamping Madura pada tanah ekspansif dimaksudkan agar terbentuk reaksi *pozzolanic*, yaitu reaksi antara kalsium yang terdapat pada kapur gamping Madura dengan alumina dan silikat yang terdapat pada tanah, sehingga menghasilkan masa yang keras dan kaku. Penambahan kapur gamping Madura selain memperkaya kandungan alumina dan silika pada tanah, juga diharapkan dapat meningkatkan nilai kuat tekan bebas tanah (q_u) yang dapat membantu meningkatkan kekuatan daya dukung pondasi struktur bangunan yang berdiri di atasnya.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dilakukan penelitian yang berjudul “Analisa Pengaruh Penambahan Kapur Gamping Madura Pada Tanah Ekspansif di Daerah Wiyung Surabaya Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u)” . yang diharapkan mampu memperbaiki stabilisasi tanah tersebut.

B. Rumusan Masalah

Agar penelitian ini mempunyai suatu kejelasan dalam pengerjaannya, maka rumusan masalah yang dapat disimpulkan dari latar belakang adalah :

1. Bagaimana pengaruh penambahan kapur gamping Madura pada tanah lempung ekspansif di daerah Wiyung Surabaya terhadap hasil Indeks Plastisitas?
2. Bagaimana pengaruh penambahan kapur gamping Madura pada tanah lempung ekspansif di daerah Wiyung Surabaya terhadap nilai kuat tekan bebas?

C. Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan Penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan hasil Indeks Plastisitas dari penambahan kapur gamping Madura pada tanah lempung ekspansif di daerah Wiyung Surabaya.
2. Untuk mendapatkan nilai kuat tekan bebas dari penambahan kapur gamping Madura pada tanah lempung ekspansif di daerah Wiyung Surabaya agar nilai kuat tekan

bebas tanah ekspansif mencapai tingkat konsistensi lempung Sangat Kaku.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat pada Penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dengan mengetahui nilai Indeks Plastisitas (IP) dapat menentukan klasifikasi tingkat pengembangan dan menurunkan nilai pengembangan tanah lempung di daerah Wiyung, Surabaya.
2. Dengan mengetahui nilai kuat tekan bebas (q_u) dapat menentukan hubungan umum antara konsistensi tanah dengan kekuatan tanah lempung pada Test Unconfined Compression dan meningkatkan nilai q_u tanah lempung di daerah Wiyung, Surabaya mencapai tingkat konsistensi lempung Sangat Kaku.

E. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah penelitian adalah sebagai berikut :

1. Sampel tanah penelitian ini diambil pada area proyek pembangunan Ruko dan Apartemen Puncak Central Business Distrik, Kecamatan Wiyung, Surabaya
2. Kapur Gamping yang digunakan dari daerah Jaddih Bangkalan Madura.
3. Perbandingan tanah lempung dan kapur gamping 0%, 3%, 6%, 9%, dan 12% dari berat tanah.
4. Nilai Y_d max dan W_c opt diperoleh dari Standart Proctor Test sebagai kondisi awal kepadatan pada pengujian Kuat Tekan Bebas.

KAJIAN PUSTAKA

A. Tanah

Pengertian tanah secara umum adalah sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang – ruang kosong di antara partikel – partikel padat tersebut.

Tanah lempung sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopis dan submikroskopis yang berbentuk lempengan-lempengan pipih dan merupakan partikel-partikel dari mika, mineral-mineral lempung (*clay minerals*) dan mineral-mineral yang sangat halus lain (Braja M Das, 1998).

B. Tanah Lempung Ekspansif

Tanah ekspansif adalah jenis tanah yang mudah mengalami perubahan volume akibat adanya

perubahan kadar air dalam pori-pori tanah. Kadar air dalam pori tanah meningkat maka volume tanah akan mengembang sedangkan bila kadar air tanah berkurang maka tanah akan menyusut (Machsus dkk, 2007 dalam Sagita, 2015).

C. Stabilisasi Tanah

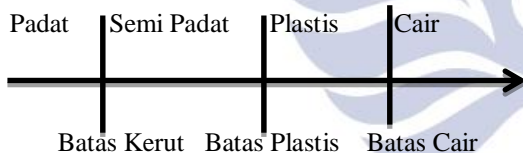
Stabilisasi tanah adalah usaha untuk meningkatkan stabilitas dan kapasitas daya dukung tanah. Apabila tanah yang terdapat di lapangan bersifat sangat lepas atau sangat mudah tertekan, atau apabila mempunyai indeks konsistensi yang tidak sesuai, permeabilitas yang terlalu tinggi, atau sifat lain yang tidak diinginkan sehingga tidak sesuai untuk suatu proyek pembangunan, maka tanah tersebut harus distabilisasikan. (Bowles, 1984 dalam Sagita, 2015).

D. Kapur Gamping Madura

Kapur adalah kalsium oksida (CaO) yang dibuat dari batuan karbonat yang dipanaskan pada suhu sangat tinggi. Kapur tersebut umumnya berasal dari batu kapur (*limestone*) atau *dolomite* (Hary Christady, 2010 : 84).

E. Konsistensi Tanah

Berdasarkan jumlah kadar airnya maka tanah dapat dipisahkan menjadi 4 fase dasar yaitu padat, semi padat, plastis, dan cair. Pembatas dari keempat fase tersebut yaitu batas cair, batas plastis, dan batas susut seperti yang tergambar pada Gambar 2.1. di bawah ini. (Braja M Das, 1998:43).



Gambar 1. Batas-batas attenberg

1. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Prosentase kadar air dibutuhkan untuk menutup celah sepanjang 12,7 mm pada dasar cawan, sesudah 25 kali pukulan didefinisikan sebagai batas cair tanah tersebut (Braja M Das, 1998:43).

2. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Yang dimaksud dengan batas plastis adalah kadar air minimum dimana suatu tanah masih dalam keadaan plastis atau kadar air dimana tanah berubah dari keadaan plastis menjadi keadaan semi padat (Machfud Ridwan, 2003).

Indeks plastisitas merupakan perbedaan antara batas cair (LL) dan batas plastis (PL), atau :

$$IP = LL - PL$$

Dimana : IP = Indeks Plastisitas

LL = *Liquid Limit*

PL = *Plastic Limit*

Hubungan antara indeks plastisitas, *liquid limit* dan tingkat pengembangan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Hubungan Indeks Plastisitas dengan Tingkat Pengembangan

IP (%)	LL (%)	Tingkat Pengembangan
>55	>60	Sangat tinggi
25-55	40-60	Tinggi
15-25	30-40	Sedang
<15	<30	Rendah

Sumber : Carter and Bentley, 1991 dalam "Swelling Soil Ditinjau dari Aspek Mikroskopis" oleh Dr. Ir. Herman Wahyudi Dosen FTSP-ITS)

Tanah ekspansif sendiri memiliki tingkat pengembangan yang tinggi dan sangat tinggi.

F. Test Pemadatan Standar (*Standard Proctor Test*)

Untuk menentukan hubungan kadar air dan berat volume, dan untuk mengevaluasi tanah agar memenuhi syarat kepadatan, maka pada umumnya dilakukan uji pemadatan. *Proctor (1933)*. dalam Braja M Das, (1998), telah mengamati bahwa ada hubungan yang pasti antar kadar air dan berat volume kering yang padat.

G. *Unconfined Compression Test*

Uji tekan bebas merupakan uji kekuatan pada tanah dalam kondisi bebas. Kuat tekan bebas (*qu*) adalah nilai beban aksial persatuan luas pada saat diuji mengalami keruntuhan atau ketika regangan mencapai kurang lebih 15%. Percobaan *unconfined* terutama dilakukan pada tanah lempung (*clay*) atau lanau (*silt*). Bila tanah lempung memiliki derajat kejenuhan maksimum atau 100%, maka kekuatan gesernya dapat ditentukan secara langsung dari nilai kuat tekan bebas (*unconfined*).

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode pengujian (eksperimen) di laboratorium Mekanika Tanah Universitas Negeri Surabaya. dengan serangkaian benda uji yaitu : tanah lempung yang didapat dari area proyek pembangunan Ruko dan Apartemen Puncak CBD Wiyung, Surabaya dan Batu Gamping Madura.

B. Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas : penambahan Kapur Gamping Madura sebanyak 0%, 3%, 6%, 9%, 12% dari berat tanah kering dan dalam keadaan kepadatan maksimum.
2. Variabel Terikat adalah *specific gravity*, indeks plastisitas, dan harga kuat tekan bebas *qu*.
3. Variabel Kontrol : tanah lempung ekspansif Proyek CBD, Kapur Gamping dari daerah Jaddih, Bangkalan, Madura dan kepadatan serta kadar air

benda uji adalah kepadatan maksimal dari *Standart Proctor Test*.

C. Tempat, Waktu, dan Sampel Penelitian

1. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.
2. Waktu penelitian ini berlangsung mulai dari bulan Semester gasal 2016-2017.
3. Sampel tanah diambil di Proyek Pembangunan Ruko dan Apartemen Puncak CBD Surabaya Pada Kedalaman 1,5 m di bawah permukaan tanah. Kapur gamping madura diambil dari daerah Jaddih, Bangkalan, Madura. Sampel benda uji yang digunakan adalah campuran antara tanah lempung ekspansif dengan prosentase penambahan kapurgamping Madura terhadap tanah ekspansif sebesar 0%, 3%, 6%, 9%, 12%.

D. Instrumen Data

Dalam metode penelitian eksperimen ini penulis melakukan penelitian secara langsung pada sampel, berupa :

- 1.) Test fisik tanah:
 - a) Atterberg, yang berupa : batas cair dan batas untuk mendapatkan data indeks plastisitas.
 - b) Test specific gravity untuk mendapatkan data berat jenis tanah.
- 2.) Test kepadatan tanah dengan menggunakan *proctor test* untuk mendapatkan data kadar air optimum dan kepadatan optimum.
- 3.) Test kuat tekan bebas (*unconfined*) untuk mendapatkan data nilai kuat tekan bebas pada tanah.

E. Teknik Pengumpulan Data

Untuk dapat menghasilkan data, penulis menggunakan beberapa metode pengumpulan data yaitu melalui uji laboratorium :

1. Tes Specific gravity untuk memperoleh nilai berat jenis tanah (Gs).
2. Test Atterberg LL (*liquid limits*) untuk batas cair dan PL (*plastic limits*) untuk batas plastis, untuk mendapatkan Nilai IP (*Indek Plasticity*)
3. Test *Standart Proctor* untuk mendapatkan kepadatan campuran pada masing-masing benda uji yaitu untuk mencari γ_d Maks dan $W_{c opt}$.
4. Test Kuat tekan bebas (*unconfined*) untuk mendapatkan nilai kuat tekan bebas (qu).

F. Langkah-langkah Penelitian

1. Memulai penelitian dengan menyiapkan lempung dan kapur
2. Membuat campuran benda uji Tanah lempung ekspansif (100%) dengan penambahan kapur gamping madura (0%, 3%, 6%, 9%, 12%)
3. Melakukan Test Atterberg untuk mendapatkan IP pada masing-masing benda uji yaitu Tanah Lempung Ekspansif dengan penambahan Kapur

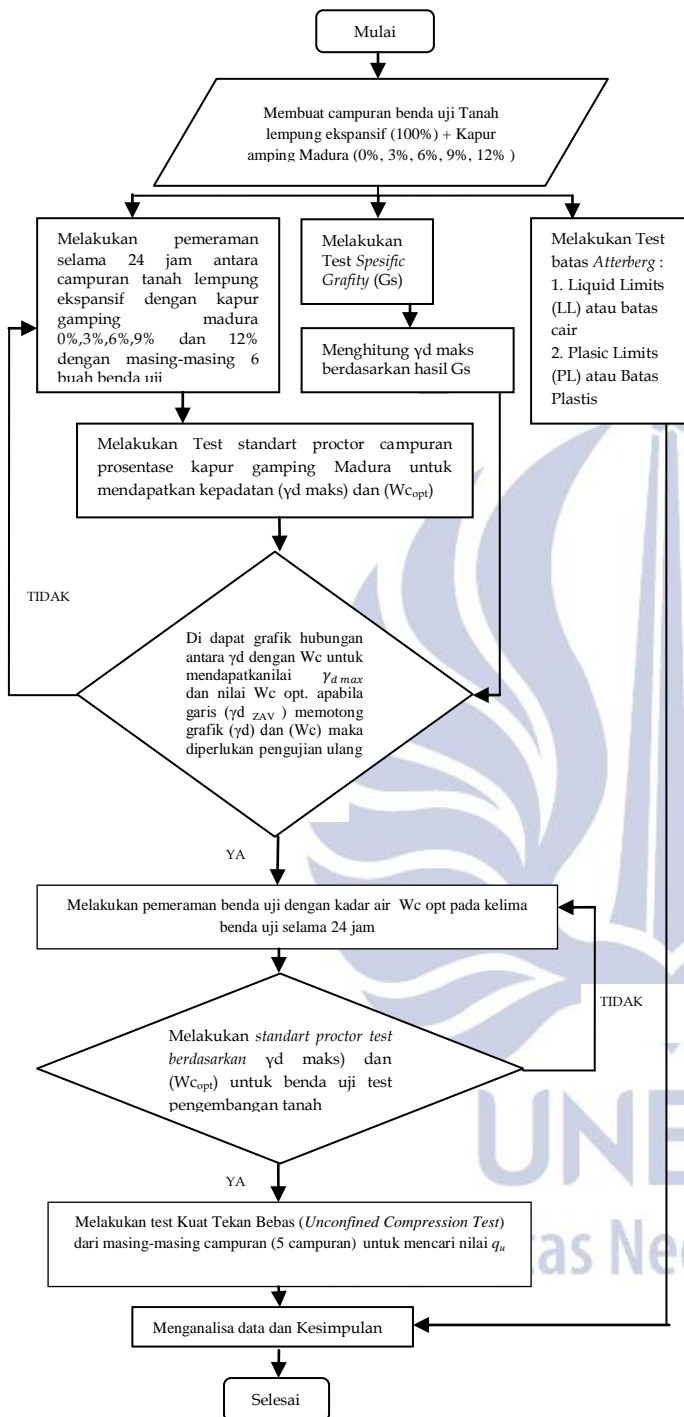
Gamping Madura sebesar 0 %, 3%, 6%, 9%, dan 12%.

4. Melakukan Uji Gs untuk Tanah Lempung Ekspansif dengan penambahan Kapur Gamping Madura sebesar 0 %, 3%, 6%, 9%, dan 12%.
5. Melakukan pemeraman selama 24 jam antara campuran tanah lempung ekspansif dengan kapur gamping madura 0%, 3%, 6%, 9% dan 12% dengan masing-masing 6 buah benda uji
6. Melakukan Test Pemadatan (*Standart Proctor*) campuran prosentase kapur gamping Madura (0%, 3%, 6%, 9% dan 12%) untuk mendapatkan kepadatan (γ_d maks) dan ($W_{c opt}$). Apabila grafik $\gamma_{d zv}$ tidak menyinggung grafik γ_d , maka dapat dilanjutkan ke langkah selanjutnya. Jika bersinggungan atau bahkan memotong, maka harus kembali ke langkah nomor 5.
7. Nilai berat volume kering (γ_d) dan nilai kadar air (W_c) yang sudah didapatkan dari Test Standart Proctor, serta nilai berat volume kering tanpa udara ($\gamma_{d ZAV}$) yang didapat dari uji berat jenis tanah atau Specific Gravity (Gs) kemudian diplotkan pada grafik hubungan antara nilai berat volume kering (γ_d) dengan kadar air (W_c) untuk mendapatkan nilai ($\gamma_{d max}$) dan nilai ($W_c opt$) yang digunakan sebagai kondisi awal pembuatan benda uji berikutnya. Apabila garis ($\gamma_{d ZAV}$) memotong grafik (γ_d) dan (W_c) maka diperlukan pengujian ulang sesuai dengan langkah ke-5 dan langkah ke-6. Apabila grafik dan garis tersebut tidak memotong maka dapat melanjutkan penelitian pada langkah berikutnya.
8. Melakukan pemeraman selama 24 jam dari campuran tanah lempung ekspansif dengan Kapur Gamping Madura 0%, 3%, 6%, 9% dan 12% dengan kadar air ($W_c Opt$) dari hasil *standart proctor test*.
9. Membuat benda uji dari masing-masing campuran dengan kepadatan maksimum yang sama dari hasil *standard proctor*. Jika γ_d dan w_c sudah sesuai maka dapat dilanjutkan pada uji selanjutnya. Jika tidak maka kembali ke langkah nomor 8.
10. Melakukan tes pengujian kuat tekan bebas pada masing-masing benda uji yang telah dibuat untuk mencari nilai qu.
11. Menganalisa data dan menampilkannya dalam bentuk tabel dan grafik lalu disimpulkan dalam sebuah paragraf.

G. Teknik Analisis Data

Dari hasil laboratorium diolah menggunakan *software Microsoft Excel* dan di analisis secara kualitatif yang dituangkan dalam bentuk tabel dan grafik kemudian di simpulkan secara kuantitatif menggunakan *software Microsoft Word*.

H. Diagram Alir



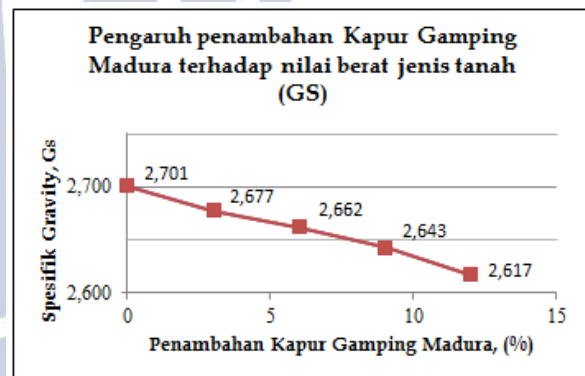
ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Penambahan Kapur Gamping Madura pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Berat Jenis Tanah (Gs)

Dapat dilihat pada Gambar dan Grafik dibawah ini diperoleh nilai Gs sebesar 2,701 gr/cm³-2,617 gr/cm³. Hal ini disebabkan semakin banyak penambahan kapur gamping Madura pada tanah lempung, maka nilai Gs akan semakin turun.

Tabel 2 Pengaruh Penambahan Kapur Gamping Terhadap Nilai Gs

Penambahan Kapur Gamping Madura %	Nilai berat jenis tanah gr/cm ³	Prosentase penurunan %
0	2.701	0
3	2.677	0.875
6	2.662	1.427
9	2.643	2.136
12	2.617	3.094



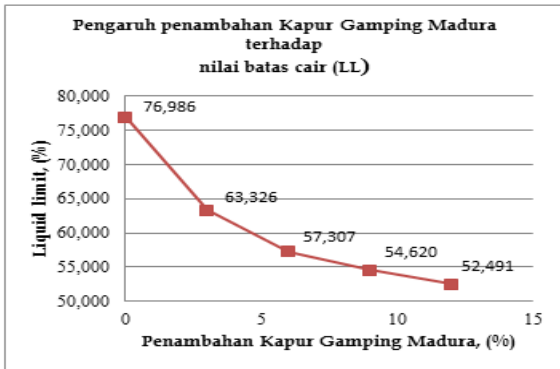
Gambar 2 Grafik Pengaruh Penambahan Kapur Gamping Terhadap Nilai Gs

B. Pengaruh Penambahan Kapur Gamping Madura pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Liquid Limit (LL)

Dapat dilihat pada Gambar dan Grafik dibawah ini diperoleh nilai LL sebesar 76,99%-52,49%. Hal ini disebabkan semakin banyak penambahan kapur gamping Madura pada tanah lempung, maka nilai LL akan semakin turun.

Tabel 3 Pengaruh Variasi Penambahan Kapur Gamping Terhadap Nilai (LL)

Penambahan Kapur Gamping Madura (%)	Nilai batas cair (LL) (%)	Prosentase penurunan (%)
0	76.986	0.00
3	63.326	17.74
6	57.307	25.56
9	54.620	29.05
12	52.491	31.82



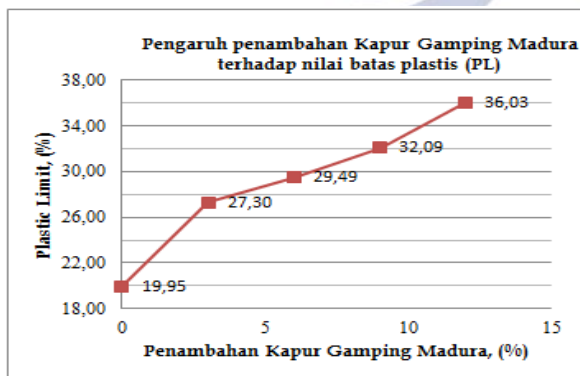
Gambar 3 Grafik Pengaruh Penambahan Kapur Gamping terhadap Nilai LL

C. Pengaruh Penambahan Kapur Gamping Madura pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Plastis Limit (PL)

Dapat dilihat pada Gambar dan Grafik dibawah ini diperoleh nilai PL sebesar 19,95%-36,03%. Hal ini disebabkan semakin banyak penambahan kapur gamping Madura pada tanah lempung, maka nilai LL akan semakin naik.

Tabel 4 Pengaruh Variasi Penambahan Kapur Gamping Terhadap Nilai PL

Penambahan Kapur Gamping Madura (%)	Nilai batas plastis (PL) (%)	Prosentase kenaikan (%)
0	19.95	0
3	27.30	36.83
6	29.49	47.85
9	32.09	60.87
12	36.03	80.63



Gambar 4 Grafik Pengaruh Variasi Penambahan Kapur Gamping Terhadap Nilai PL

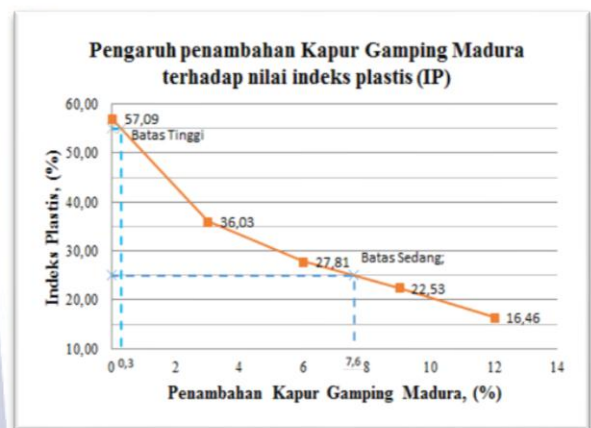
D. Pengaruh Penambahan Kapur Gamping Madura pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Indeks Plastis (IP)

Dapat Dilihat Gambar dan Grafik dibawah ini diperoleh nilai IP sebesar 57,09%-16,46%. Hal ini disebabkan semakin banyak penambahan kapur

gamping Madura pada tanah lempung, maka nilai IP akan semakin turun.

Tabel 5 Pengaruh Penambahan Kapur Gamping Terhadap Nilai (IP)

Penambahan Kapur Gamping Madura (%)	Nilai indeks plastis (IP) (%)	Prosentase penurunan (%)	Klasifikasi tanah ekspansif
0	57.09	0	Sangat Tinggi
3	36.03	36.88	Tinggi
6	27.81	51.28	Tinggi
9	22.53	60.54	Sedang
12	16.46	71.17	Sedang



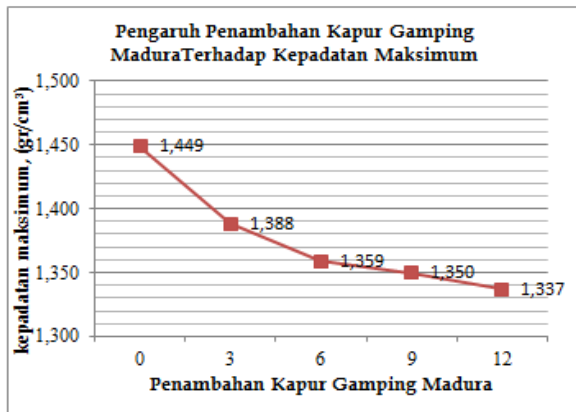
Gambar 5 Grafik Pengaruh Penambahan Kapur Gamping Terhadap Nilai IP

E. Pengaruh Penambahan Kapur Gamping Madura pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Kepadatan Maksimum (γ_{dmax})

Dapat Dilihat Gambar dan Grafik dibawah ini diperoleh nilai γ_{dmax} sebesar 1,449gr/cm³-1,337gr/cm³. Hal ini disebabkan semakin banyak penambahan kapur gamping Madura pada tanah lempung, maka nilai γ_{dmax} akan semakin turun.

Tabel 6 Pengaruh Penambahan Kapur Gamping Madura Terhadap Nilai γ_{dmax}

Penambahan Kapur Gamping Madura (%)	Kepadatan maksimum (gr/cm ³)	Prosentase penurunan (%)
0	1.449	0
3	1.388	4.210
6	1.359	6.299
9	1.350	6.961
12	1.337	7.924



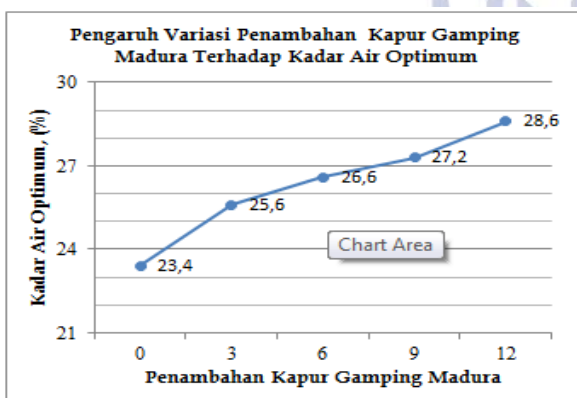
Gambar 6 Grafik Pengaruh Penambahan Kapur Gamping Terhadap nilai γ_{dmax}

F. Pengaruh Penambahan Kapur Gamping Madura pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Kadar Air Optimum ($W_{c, opt}$)

Dapat dilihat pada Gambar dan Grafik dibawah ini diperoleh nilai $W_{c, opt}$ sebesar 23,4%-28,6%. Hal ini disebabkan semakin banyak penambahan kapur gamping Madura pada tanah lempung, maka nilai $W_{c, opt}$ akan semakin naik.

Tabel 7 Pengaruh Penambahan Kapur Gamping Terhadap Nilai $W_{c, opt}$

Penambahan Kapur Gamping Madura (%)	Kadar air optimum (%)	Prosentase Kenaikan (%)
0	23,4	0
3	25,6	9,402
6	26,6	13,308
9	27,2	15,564
12	28,6	20,711



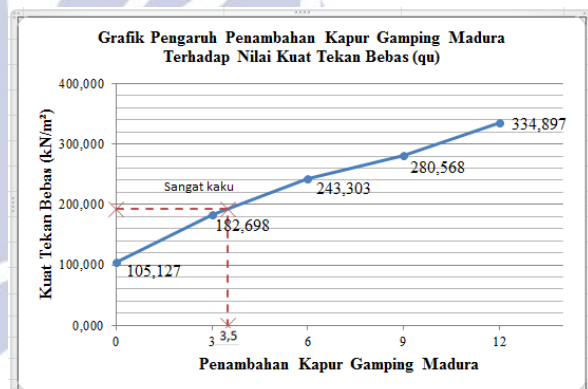
Gambar 7 Grafik Pengaruh Penambahan Kapur Gamping Terhadap Nilai $W_{c, opt}$

G. Pengaruh Penambahan Kapur Gamping Madura pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u)

Dapat dilihat pada Gambar 8 dan Grafik 8 dibawah ini diperoleh nilai kuat tekan bebas tanah dengan penambahan 0% Kapur Gamping Madura adalah sebesar 105,13 kN/m².

Tabel 8 Pengaruh Penambahan Kapur Gamping Madura Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas

Penambahan Kapur Gamping Madura (%)	Nilai Kuat Tekan Bebas (kN/m ²)	Prosentase Kenaikan (%)	Klasifikasi Kekuatan Tanah Lempung (kg/cm ²)
0	105,127	0,000	Kaku
3	182,698	73,787	Kaku
6	243,303	131,437	Sangat Kaku
9	280,568	166,884	Sangat Kaku
12	334,897	218,563	Sangat Kaku



Gambar 8 Grafik Pengaruh Penambahan Kapur Gamping Madura Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas

Dari hasil pengujian kuat tekan pada grafik 8 dan tabel 8 diatas untuk tanah lempung asli tanpa Penambahan Kapur gamping Madura 0% didapat dari nilai (q_u) 105,127 kN/m². Tanah yang telah dicampur dengan kapur gamping madura 3% nilai (q_u) hasil uji kuat tekannya naik dibandingkan dengan tanah asli yaitu sebesar 182,698 kN/m² dengan prosentase kenaikan sebesar 73,787%. Untuk klasifikasi kekuatan tanah lempung dari campuran 0 % dan 3 % keduanya tergolong klasifikasi tanah yang sama yaitu tanah lempung kaku.

Kadar Kapur gamping Madura 6% didapat nilai (q_u) 243,303 kN/m² dengan prosentase kenaikan sebesar 131,437%. Kadar Kapur gamping Masura 9% didapat nilai (q_u) 280,568 kN/m² dengan prosentase

kenaikan sebesar 166,884%. Kadar Kapur gamping 12% didapat nilai (qu) 334,897 kN/m² dengan prosentase kenaikan sebesar 218,563%. Untuk Klasifikasi kekuatan tanah lempung dari ketiga campuran 6%, 9%, dan 12% meningkat menjadi klasifikasi tanah lempung sangat kaku.

Dengan demikian dengan penambahan Kapur gamping Madura Pada tanah lempung ekspansif di daerah Wiyung, Surabaya dapat dan efektif menaikkan (qu) kuat tekan bebas dari tanah lempung tersebut.

SIMPULAN

Dengan penambahan Kapur Gamping Madura terhadap Tanah Lempung Ekspansif di Daerah Wiyung Surabaya diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai Indek Plastisitas (IP) menurun seiring penambahan prosentase Kapur Gamping Madura pada tanah ekspansif. Nilai IP untuk tanah ekspansif dengan penambahan Kapur Gamping Madura sebesar 0%, 3%, 6%, 9% dan 12% masing-masing sebesar 57,09%, 36,03%, 27,81%, 22,53%, 16,46%. Dengan hasil tersebut Indek Plastisitas dapat diturunkan dari kategori sangat tinggi menjadi sedang. Untuk mengurangi nilai IP pada tanah plastisitas sangat tinggi menjadi turun ke tinggi dapat di tambahkan campuran kapur gamping madura 0,3% dan untuk turun ke plastisitas sedang dapat ditambahkan campuran kapur gamping madura 7,6%.
2. Nilai Kuat Tekan Bebas (qu) pada tanah lempung ekspansif setelah penambahan Kapur Gamping Madura cenderung naik atau meningkat. Untuk prosentase penambahan Kapur Gamping Madura pada tanah ekspansif sebesar 0%, 3%, 6%, 9% dan 12%, nilai kuat tekan bebas adalah masing-masing sebesar 105,127 kN/m², 182,698 kN/m², 243,303 kN/m², 280,568 kN/m², 334,897 kN/m². Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah lempung ekspansif di daerah Wiyung Surabaya termasuk kedalam kategori kekuatan tanah kaku. Namun dengan penambahan 6% sampai dengan 12% Kapur Gamping Madura pada tanah, dapat merubah nilai kuat tekan bebas pada tanah di daerah wiyung surabaya yang awal nilai kuat tekan bebas tergolong kekuatan kaku menjadi naik ke sangat kaku. Dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk meningkatkan nilai kuat tekan bebas pada tanah di daerah wiyung surabaya yang awal nilai kuat tekan bebas tergolong kekuatan kaku menjadi naik ke sangat kaku dapat

di tambahkan campuran kapur gamping madura sebesar 3,5%.

DAFTAR PUSTAKA

- Andajani, Nur. Dkk. 1994. *Panduan Praktikum Laboratorium Mekanika Tanah II*. Surabaya : UNESA University Press
- Das, M. Braja. 1998. *Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis*. Jakarta : Universitas Airlangga
- Ridwan, Machfud & Andajani, Nur 2003. *Materi Kuliah Mekanika Tanah I*. Surabaya : UNESA University Press
- Sari, Sagita. 2016. *Analisa Penambahan Serbuk Batu Gamping Gresik Terhadap Nilai Daya Dukung Pondasi Dangkal Pada Tanah Lempung Ekspansif*. Skripsi Tidak Dipublikasikan
- BSN. 1989. *SNI 03-1743-1989 : Metode Pengujian Kepadatan Untuk Tanah*. Jakarta : BSN.