

# PERBAIKAN PENGEMBANGAN TANAH MENGGUNAKAN ZAT *ADDITIVE* KAPUR DENGAN PEMODELAN ALAT KONSOLIDASI

Muhammad Jafri <sup>1)</sup>

## Abstract

*There are lot of benefits can be obtained from lime, as mixture or filler, even it can be use as soil stabilization agent that is for clay stability. The experiment's purpose is to know swelling and swelling pressure of clay when the addiction of lime applied. Test conducted in three phases, (1). physical test for clay and soil - lime mixture; (2). compaction test with modified proctor, and (3). swelling and swelling pressure test with load multiple of 17,67 kg. The soil sample is clay brought from Gumbib Village at West Lampung and mixed with lime at 5%, 10%, and 15%. The result test that, the soil sample is classified in soft clay category (AASHTO and Unified). Another result obtained that the usage of lime with certain procentage very effect to swelling and swelling pressure of clay. The addiction of lime applied, the swelling and swelling pressure of clay is decreased. So it can be concluded that lime can be used as clay stabilizer.*

**Keywords :** *soft clay, lime, swelling, swelling pressure*

## Abstrak

Banyak keuntungan yang dihasilkan dari kapur, dapat sebagai bahan pencampur atau bahan pengisi, dan merupakan stabilization agent untuk stabilisasi tanah lempung. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengembangan tanah dan tekanan pengembangan, bila tanah lempung disatblisasi menggunakan kapur. Terdapat tiga tahapan, (1) uji sifat fisik tanah lempung dan campuran tanah lempung dengan kapur, (2) uji kepadatan dengan metode modifikasi, dan (3) uji pengembangan tanah dan tekanan pengembangan dimulai dengan beban 17,67 kg. Sampel tanah lempung yang digunakan berasal dari Desa Gumbib di Kabupaten Lampung Barat, dicampur kapur dengan prosentase 5 %, 10 % dan 15 %. Hasil uji sifat fisik, memperlihatkan bahwasampel tanah termasuk klasifikasi tanah lempung lunak (AASHTO dan Unified). Hasil lain yang didapat adalah bahwa penggunaan kapur memberikan pengaruh terhadap pengembangan tanah dan tekanan pengembangan. Penambahan kapur akan dapat menurunkan nilai pengembangan tanah dan tekanan pengembangan. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa kapur dapat digunakan pada stabilisasi tanah.

## 1. PENDAHULUAN

Dalam perencanaan perkerasan jalan, pekerjaan tanah merupakan kegiatan awal yang harus dikerjakan, karena lapisan tanah mempunyai peranan penting untuk mendukung struktur di atasnya agar tetap stabil dan kokoh. Tanah mempunyai peranan yang sangat penting pada suatu lokasi pekerjaan konstruksi, sehingga sifat-sifat fisik dan mekanik tanah sangat menentukan layak atau tidak tanah tersebut untuk digunakan. Hal ini disebabkan sifat-sifat fisik dan mekanik tanah memiliki kaitan yang sangat erat dengan kekokohan, daya dukung dan plastisitas tanah.

Tanah secara umum didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat dan mineral-mineral padat yang terikat secara kimiawi satu sama lain dari bahan-bahan organik yang telah melapuk disertai dengan zat gas yang cair dan gas yang mengisi ruang kosong

---

<sup>1</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung  
Jl. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung

diantara partikel-partikel padat tersebut. Berdasarkan asalnya, tanah dapat didefinisikan sebagai tanah anorganik dan organik. Tanah anorganik berasal dari pelapukan batuan secara kimia maupun fisis. Tanah organik adalah campuran yang berasal dari pelapukan, sisa tanaman, dan dari kumpulan kerangka dan kulit organisme kecil.

Dalam pekerjaan tanah, daya dukung merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan dalam perencanaan proyek secara keseluruhan. Pada perencanaan perkerasan jalan raya, dukung tanah mempengaruhi ketebalan perkerasan, semakin baik daya dukung tanah dasar ( *subgrade* ) maka ketebalan perkerasan akan makin minimal, sehingga rencana biaya pelaksanaan konstruksi akan semakin hemat.

Untuk tanah jenis lempung lunak akan mempunyai sifat menyusut (*shrinkage*) bila kadar air rendah dan mengembang (*swelling*) bila kadar air tinggi. Pada kondisi tanah seperti ini, hampir tidak mungkin untuk mendukung beban akibat suatu konstruksi. Pada saat kadar air tinggi akan terjadi penurunan konsolidasi (*consolidation settlement*) jika menerima pembebanan. Untuk menanggulangi hal tersebut, perlu diadakan perbaikan tanah lempung tersebut. Salah satu alternatif adalah pencampuran tanah dengan kapur sebagai bahan *additive*.

Jenis tanah di desa Gumbib, yang berada pada ruas jalan negara Liwa - Ranau di Kabupaten Lampung Barat merupakan tanah jenis lempung yang memiliki kadar air tinggi. Hal ini bisa dilihat dari kondisi jalan yang tidak bisa dilalui oleh kendaraan roda empat dan kendaraan berat. Selain itu, jika terjadi hujan, maka kadar air tanah di lokasi tersebut semakin meningkat sehingga tanah mengalami pengembangan, dan biasanya hanya dapat dilalui oleh kendaraan jenis ringan. Dengan kondisi demikian, perlu diketahui sifat pengembangan tanah yang terjadi dan besar tekanan pengembangan akibat dari pergerakan yang terjadi atau beban yang berada pada lokasi tersebut. Pada penelitian ini akan digunakan bahan pencampur kapur sebagai alternatif untuk perbaikan dengan metoda stabilitas tanah. Diharapkan dengan penambahan kapur tersebut akan dapat memperbaiki gradasi dan sifat kimiawi tanah lempung, sehingga tanah menjadi lebih stabil dan dapat mengurangi pengembangan tanah.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini merupakan tanah lempung lunak yang berasal dari Jalan Sekincau, Dusun Fila Tengah, arah Suwoh Desa Gumbib di Kabupaten Lampung Barat mulai dari Sta 4.00 sampai Sta 9.00. Tanah yang diambil merupakan sampel tanah terganggu (*disturbed sample*), pada kedalaman  $\pm 50$  cm dari permukaan tanah. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan cara bongkahan, yaitu sampel tanah diambil dengan cangkul atau sekop, dimasukkan ke dalam karung plastik secukupnya dan ditutup rapat. Semen yang digunakan adalah semen PCC (*Portland Composite Cement*) yang diproduksi oleh PT. Indocement Tunggal Prakarsa Tbk.

Pelaksanaan pengujian sampel tanah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Lampung. Pengujian yang dilaksanakan adalah kadar air (*water content*), analisa saringan (*sieve analysis*), berat jenis (*specific gravity*), batas-batas *attnberg*, pengembangan tanah (*swelling test*), dan tekanan pengembangan tanah (*swelling pressure test*). Sampel tanah diuji pada dua kondisi, yaitu kondisi tanah asli tanpa campuran semen dan kondisi tanah yang merupakan pencampuran antara tanah asli dan semen PCC dengan prosentase penambahan semen adalah 5%, 10% dan 15 % dari berat tanah yang digunakan pada proses pencampuran tersebut. Untuk sampel campuran

tanah dengan semen, maka pengujian dilakukan sesuai dengan hasil uji pemadatan di laboratorium, yaitu pada kondisi kadar air optimum

Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Desa Gumbib di Kabupaten Lampung Barat, merupakan tanah terganggu (*disturb sample*). Sampel tanah diambil dalam bentuk bongkahan, secara manual menggunakan cangkul atau sekop pada kedalaman ± 50 cm dari permukaan tanah, dimasukkan ke dalam karung plastik, ditutup rapat dan diangkut secukupnya sesuai dengan kebutuhan.

Pelaksanaan pengujian di laboratorium dilaksanakan dalam tiga tahapan, yaitu :

1. Uji sifat fisik tanah lempung dan campuran tanah lempung dengan kapur, terdiri dari uji kadar air, berat jenis, batas cair, batas plastis dan analisa saringan
2. Uji pemadatan tanah dengan metode *modified proctor*
3. Uji pengembangan tanah dan tekanan pengembangan terhadap tanah lempung tanpa campuran kapur dan tanah lempung yang telah dicampur dengan kapur pada prosentase : 5 %, 10 % dan 15 % dari berat tanah.

### **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **3.1. Hasil Uji Kimia**

Untuk mengetahui perubahan unsur kimia dan senyawa kimia akibat penambahan kapur, maka dilakukan uji kimia di Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Lampung. Hasil uji diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sifat-Sifat Fisik Tanah Timbunan

| No | Sampel             | pH    | Ca    | Mg    | SO <sub>4</sub> | NO <sub>3</sub> | F      |
|----|--------------------|-------|-------|-------|-----------------|-----------------|--------|
| 1  | Tanah lempung      | 7,95  | 15,45 | 0,306 | 0,21            | 0,135           | 0,0031 |
| 2  | Tanah campur kapur | 12,11 | 29,84 | 0,372 | 0,24            | 0,102           | 0,0012 |

Hasil uji kimia memperlihatkan bahwa unsur kalsium (Ca) merupakan unsur paling dominan dalam tanah lempung, yaitu sebesar 15,45 %. Pada umumnya, tanah lempung mengandung 3,60 % unsur kalsium (Ca) dan 1,93 % unsur magnesium (Mg), (Syafiudin, dalam Anthonius, 2001). Dengan penambahan kapur, maka unsur kalsium pada tanah campuran mengalami peningkatan yang cukup besar. Hal ini berarti bahwa kapur merupakan bahan penstabilan tanah lempung yang cukup baik dan dapat mengikat butiran tanah (Ariyani, 2001)

#### **3.2. Hasil Uji Sifat Fisis dan Mekanis**

Berdasarkan uji sifat fisis dan mekanis terhadap material tanah lempung didapat hasil :

1. Kadar air tanah lempung : 31,22 %
2. Berat jenis : 2,449
3. Prosentase lolos saringan No. 200 : 72,80 %
4. Batas cair : 56,60 %
5. Batas plastis : 30,22 %
6. Indeks plastisitas : 26,38 %
7. Kadar air optimum : 36,50 %
8. Berat isi kering maksimum : 1,29 gram/cm<sup>3</sup>

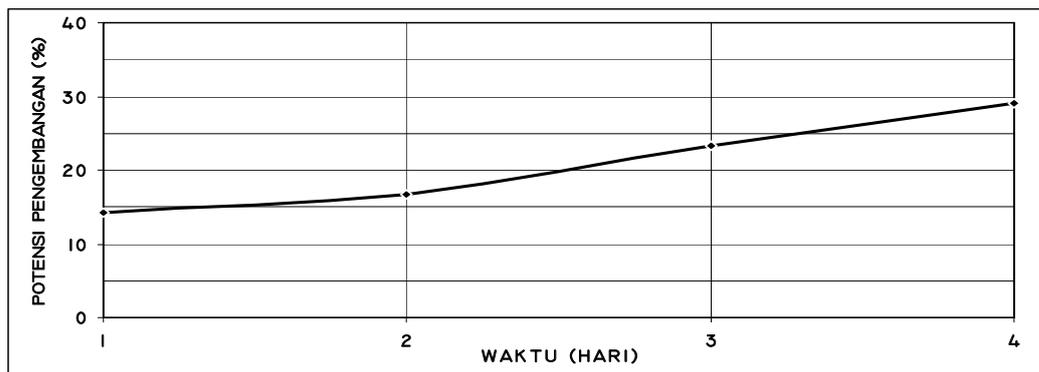
Berdasarkan *Unified Soil Classification System (USCS)*, dengan prosentase lolos saringan No 200 lebih besar dari 50 %, dapat dikatakan material tanah merupakan jenis

tanah berbutir halus. Dengan batas cair lebih besar dari 50 %, maka material tanah merupakan jenis tanah lempung dengan plastisitas tinggi (CH). Hal ini sesuai dengan hasil uji pemadatan tanah di laboratorium, dengan kadar air optimum sebesar 36,50 %, maka jenis tanah lempung ini termasuk kriteria tanah tidak baik sebagai tanah dasar (*subgrade*) pada konstruksi jalan.

Berdasarkan uji sifat fisis terhadap tanah lempung yang telah dicampur dengan kapur sebesar 5 %, 10 % dan 15 %, ternyata bahwa nilai batas cair dan indeks plastisitas mengalami penurunan dan berat jenis tanah mengalami peningkatan. Hal ini memperlihatkan bahwa kapur dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan perilaku dari hasil beberapa penelitian yang dilakukan (Kezdi, 1976). Terhadap uji pemadatan tanah, semakin besar kapur yang ditambahkan, maka kadar air optimum semakin menurun dan berat volume kering semakin meningkat. Dengan pengurangan kadar air, maka tekanan kapiler air dalam tanah menghalangi pergerakan partikel tanah untuk bergerak sehingga partikel tanah menjadi lebih rapat dan padat akibat dari pengaruh usaha pemadatan tersebut

### 3.3. Hasil Uji Pengembangan Tanah

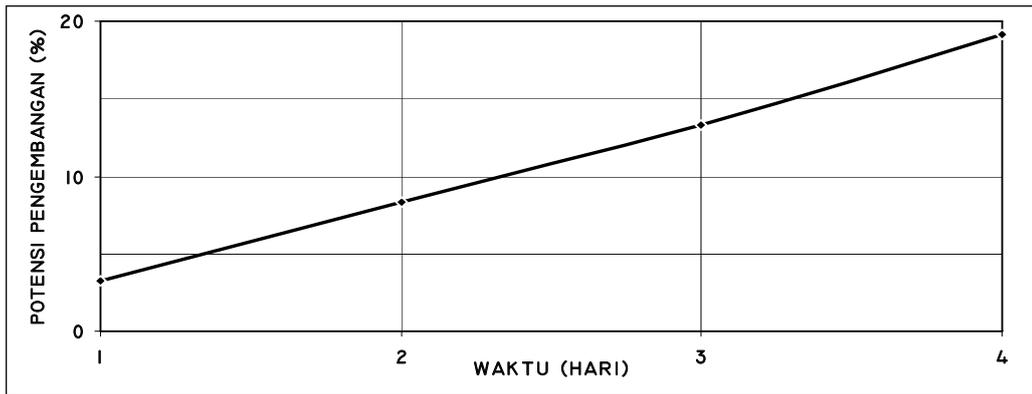
Hasil uji pengembangan tanah tanpa campuran kapur memperlihatkan bahwa potensi pengembangan tanah cenderung akan meningkat bila dilakukan perendaman dan mencapai pengembangan maksimum pada hari keempat. Bentuk grafik potensi pengembangan tanah tanpa campuran kapur, diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Potensi Pengembangan Tanah Tanpa Campuran Kapur

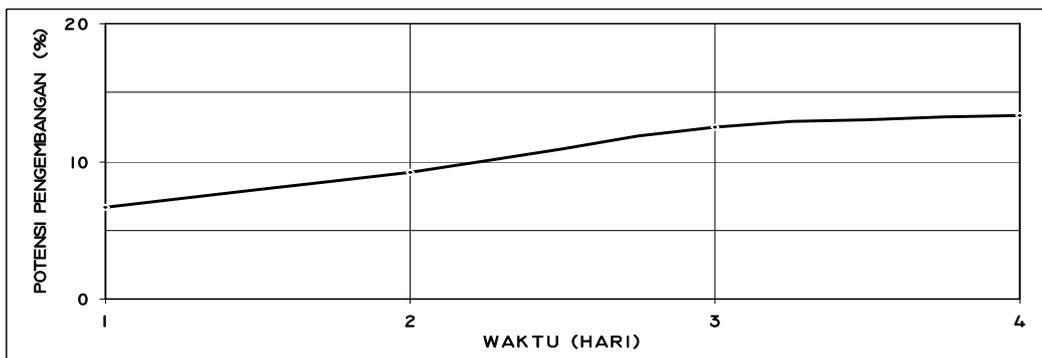
Berdasarkan grafik pada Gambar 1, terlihat bahwa nilai pengembangan tanah akibat tekanan sebesar 6,9 kPa, potensi pengembangan maksimum pada hari keempat adalah sebesar 29.17 %, dilihat dari tinggi awal sampel sampai dengan akhir pengembangan. Hal ini menunjukkan bahwa tanah tersebut memiliki potensi pengembangan yang tinggi dengan potensi pengembangan sebesar 20 % - 30 % (Hardiyatno, 2002).

Sesuai dengan penambahan kapur sebesar 5 %, 10 % dan 15 % dari berat tanah, maka setiap tanah lempung yang telah mengalami penambahan kapur, dilakukan uji pengembangan tanah (*swelling test*) selama 4 (empat) hari. Bentuk grafik potensi pengembangan tanah sesuai dengan penambahan kapur diperlihatkan pada Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4.



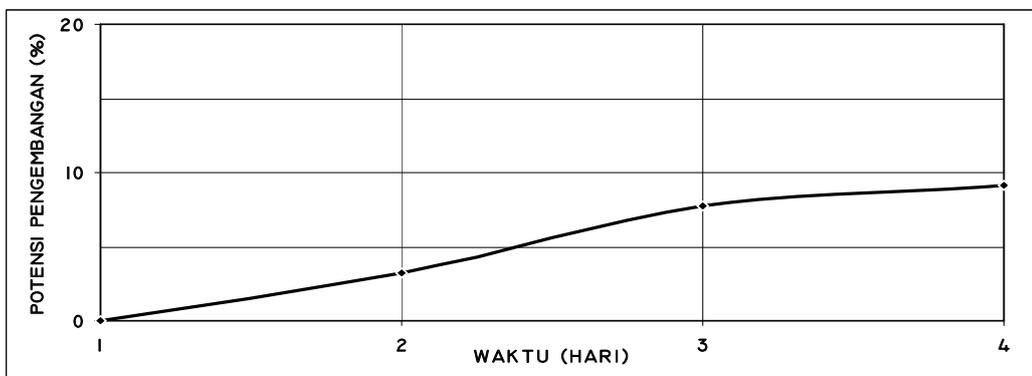
Gambar 2. Grafik Potensi Pengembangan Tanah dengan Penambahan Kapur 5 %

Pada penambahan kapur sebesar 5 % potensi pengembangan tanah berkurang menjadi 19.17 %. Hal ini menunjukkan dengan penambahan tersebut tanah termasuk memiliki potensi pengembangan sedang yang memiliki nilai pengembangan 10 - 20 % (Hardiyatno 2002). Nilai pengembangan ini masih cukup tinggi dikarenakan kadar kapur yang masih sedikit sehingga kemampuan untuk menutupi pori-pori tanah yang terisi air masih kecil.



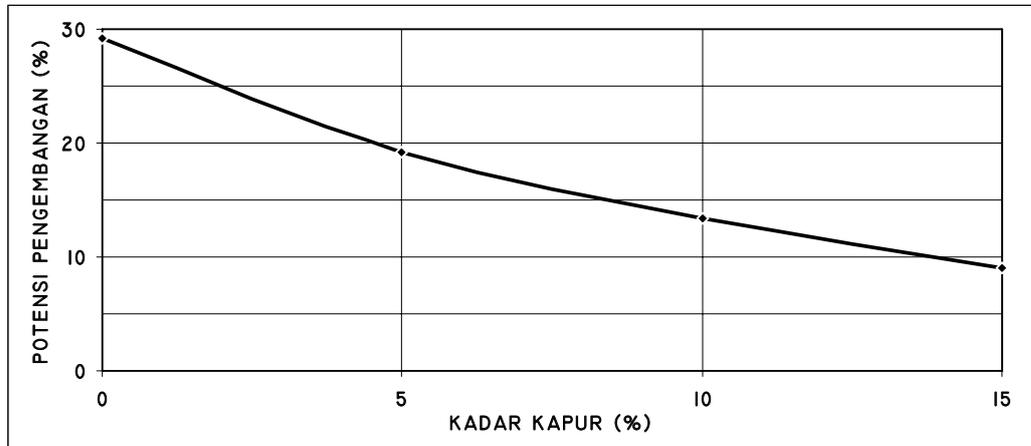
Gambar 3. Grafik Potensi Pengembangan Tanah dengan Penambahan Kapur 10 %

Untuk penambahan kapur sebesar 10 %, terjadi pengurangan potensi pengembangan tanah menjadi 13.33 %, kondisi ini masih menunjukkan bahwa tanah masih memiliki nilai pengembangan yang sedang



Gambar 4. Grafik Potensi Pengembangan Tanah dengan Penambahan Kapur 15 %

Dengan penambahan kapur sebesar 15%, maka tanah telah memperlihatkan potensi pengembangan sebesar 9.09 %. Nilai pengembangan ini menunjukkan bahwa tanah telah termasuk mengalami pengembangan dengan potensi pengembangan rendah, yaitu < 10% (Hardiyanto, 2002).



Gambar 5. Grafik Hubungan Potensi Pengembangan dengan Penambahan Kapur

Dari Gambar 5, bila ditinjau terhadap potensi pengembangan maksimum pada hari keempat, ternyata bahwa semakin besar prosentase kapur yang ditambahkan, maka potensi pengembangan akan semakin kecil. Hal ini disebabkan pori-pori tanah yang terisi oleh kapur semakin banyak sehingga penyerapan terhadap air akan semakin berkurang.

Terhadap nilai potensi pengembangan dan tekanan pengembangan, sampel tanah dengan lempung termasuk tanah yang memiliki pengembangan tinggi. Untuk penambahan kapur sebesar 5 % dan 10 % tingkat pengembangan menjadi sedang. Pada penambahan kapur sebesar 15 %, potensi pengembangan menjadi lebih baik dengan nilai pengembangan rendah. Perubahan potensi pengembangan ini disebabkan karena kadar air yang terdapat pada sampel dengan penambahan kapur lebih banyak semakin rendah dan susunan partikel tanahnya lebih beraturan sehingga kecenderungan untuk mengembang semakin kecil

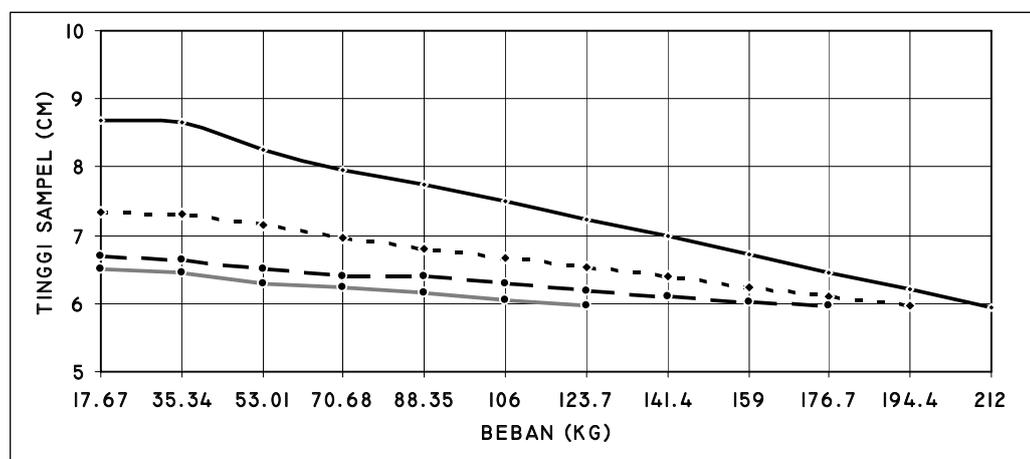
### 3.4. Hasil Uji Tekanan Pengembangan

Berdasarkan uji terhadap tekanan pengembangan ternyata bahwa diperlukan beban sekitar 212,04 kg untuk mengembalikan kondisi tanah sebelum terjadi pengembangan. Hasil uji tekanan pengembangan memperlihatkan bahwa seiring penambahan prosentase kapur, maka beban yang dibutuhkan untuk mengembalikan kondisi tanah semakin berkurang. Untuk penambahan kapur sebesar 5 %, terjadi pengurangan jumlah beban yang diperlukan dari 212,04 kg menjadi 194,37 kg. Untuk penambahan kapur sebesar 10 %, terjadi pengurangan jumlah beban yang diperlukan dari 212,04 kg (0 %), 194,37 kg (10 % kapur) menjadi 176,70 kg untuk mengembalikan kondisi tanah sebelum terjadi pengembangan. Pada penambahan kapur sebesar 15 %, terjadi pengurangan jumlah beban yang diperlukan dari 212,04 kg (0 %), 194,37 kg (5 % kapur), 176,70 kg (10 % kapur), menjadi 123.69 kg. Besar beban yang diperlukan untuk mengembalikan kondisi tanah untuk setiap penambahan kapur, diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Tekanan Pengembangan

| No. | Beban (kg) | Tinggi Sampel (cm)          |      |      |      |
|-----|------------|-----------------------------|------|------|------|
|     |            | Penambahan Prosentase Kapur |      |      |      |
|     |            | 0 %                         | 5 %  | 10 % | 15 % |
| 1   | 17.67      | 8.67                        | 7.33 | 6.70 | 6.50 |
| 2   | 35.34      | 8.65                        | 7.31 | 6.65 | 6.45 |
| 3   | 53.01      | 8.25                        | 7.15 | 6.50 | 6.30 |
| 4   | 70.68      | 7.95                        | 6.95 | 6.40 | 6.25 |
| 5   | 88.35      | 7.75                        | 6.80 | 6.40 | 6.15 |
| 6   | 106.02     | 7.49                        | 6.68 | 6.28 | 6.06 |
| 7   | 123.69     | 7.23                        | 6.54 | 6.19 | 5.97 |
| 8   | 141.36     | 6.98                        | 6.40 | 6.11 |      |
| 9   | 159.03     | 6.72                        | 6.24 | 6.02 |      |
| 10  | 176.70     | 6.46                        | 6.11 | 5.97 |      |
| 11  | 194.37     | 6.21                        | 5.97 |      |      |
| 12  | 212.04     | 5.95                        |      |      |      |

Besar nilai perubahan tinggi pengembangan tanah akan mengalami penurunan apabila dilakukan penambahan kadar campuran kapur dan bertambahnya jumlah beban yang diberikan pada sampel. Ini menunjukkan bahwa dengan penambahan zat *additive* berupa kapur, akan dapat mengurangi pengembangan tanah, serta tekanan akibat penambahan beban dapat mengembalikan tinggi sampel ke titik awal. Bentuk pola pengurangan beban untuk mengembalikan kondisi tanah, diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Hubungan Beban dan Tinggi Sampel Uji

#### 4. SIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1. Simpulan

Hasil uji terhadap penambahan kapur pada tanah lempung, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan uji nilai batas cair, batas plastis dan indeks plastisitas, untuk tanah lempung yang digunakan, termasuk jenis tanah yang memiliki tingkat pengembangan tinggi. Untuk penambahan kapur sebesar 5 % dan 10 %, tanah sudah menjadi lebih stabil dengan tingkat pengembangan sedang. Untuk penambahan kapur sebesar 15 % tanah jauh lebih stabil dengan tingkat pengembangan tanah rendah.

2. Berdasarkan klasifikasi *unified*, tanah lempung ini termasuk jenis tanah berbutir halus dengan plastisitas tinggi dengan klasifikasi CH yang berarti tanah lempung anorganik. Berdasarkan pengklasifikasian tanah menurut AASHTO, tanah tersebut termasuk klasifikasi A-7-5, yaitu merupakan tanah berlempung yang jika digunakan sebagai tanah dasar merupakan tanah bagian sedang sampai tanah buruk
3. Penambahan kapur dapat mengurangi pengembangan tanah yang akan terjadi. Hal ini bisa dilihat dari nilai potensi pengembangan, batas cair, indeks plastis yang semakin menurun dan nilai berat jenis yang semakin meningkat. Namun penambahan kapur belum cukup baik untuk usaha penstabilan tanah menjadi tanah lempung yang baik dan stabil

#### 4.2. Saran

Beberapa saran yang dapat disampaikan antara lain :

1. Perlu pengembangan penelitian dengan melakukan pemeraman terhadap sampel yang akan diuji berdasarkan persyaratan pemeraman untuk stabilisasi tanah
2. Dilakukan penelitian yang sama dengan zat *additive* yang berbeda seperti semen, kapur dan bahan *additive* lainnya, sehingga dapat digunakan sebagai bahan perbandingan agar dapat diketahui campuran yang terbaik pada metode stabilisasi tanah

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anthonius D. 2001. *"Pengaruh Penambahan Pasir dan Semen Pada Tanah Lempung Ditinjau Dari Konsolidasi - Skripsi*. Bandar Lampung: Universitas Lampung
- Ariyani, N. 2001. *"Potensi Abu Sekam Padi dan Kapur sebagai Campuran dalam Usaha Peningkatan Karakteristik Mekanis Tanah Tras dari Dusun Serapan - Tesis*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Bowles. J.E. 1991. *"Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah - Edisi Kedua* Erlangga: Jakarta.
- Craig. R.F. 1991. *"Mekanika Tanah"*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Das. B.M. 1995. *"Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip rekayasa Geoteknis)"* Jilid I. Jakarta: Erlangga.
- Desa, R.W. 2005. *"Pengaruh Penambahan Serbuk Batu Bara Terhadap Nilai Pengembangan Tanah Lunak"* - Skripsi. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Dunn. I.S, dkk. 1002. *"Dasar-Dasar Analisis Geoteknik"*. Semarang: IKIP Semarang.
- Hardiyatmo H.C. 2002 *"Mekanika Tanah I"*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Iswan. 2005. *"Perbandingan Kembang Susut Tanah Gambut Rawaseragi dengan Tanah Lempung Kedung Sari Wates - Rekayasa Jurnal Sipil dan Perencanaan Vol 9*. Bandar Lampung : Universitas Lampung
- Kezdi, A. 1979. *Stabilized Earth Road*. Elsevier Scientific Publishing Company. New York
- Pradoto. S. 1989. *"Perilaku Tanah"* - Diktat. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Shirley. L.H., 2000. *"Perencanaan teknik Jalan raya"*. Penerbit Politeknik Negeri Bandung. Bandung