

## **Atterberg Limit pada Tanah Lempung yang distabilisasi dengan Natrium Karbonat**

Anita Setyowati Srie Gunarti<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Universitas Islam 45 Bekasi  
 Email:anita\_s2ugm@yahoo.com

### ABSTRACT

*Soil properties often have inadequate to sustain a construction or building, such as compressibility, permeability, and plastisitasnya. One method of stabilization of chemical soil stabilization as an effort to increase strength, reduce the reduction, and improving physical and mechanical properties of others.*

*In this study, conducted observations of Clay Soil Plasticity Index values are mixed with Natrium Carbonate (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) with a composition of 1 g of Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> for 1 kg of soil clays and brooded for 24 hours at the Laboratory of Soil Mechanics Unisma Bekasi. Then tested the limits of consistency (Atterberg Limits) to obtain the value of liquid limit and plastic limit so we get the soil plasticity index.*

*The test results concluded that the original soil physical properties soil plasticity index value of 45.07%. Land included in the type CH (Inorganic clay with high plasticity), and within the category of very soft clay and somewhat sensitive. Soil mixed with Natrium Carbonate has a plasticity index value of 27.553%. Land included in the type of inorganic silt or organic clay with moderate to high plasticity. Natrium Carbonate is successful in reducing the plasticity index value of the land, so that the physical properties of soil clays for the better.*

*Keywords: Natrium Carbonate, Soil clays, Chemical Stabilization, Plasticity Index*

### **1. Latar Belakang**

Tanah merupakan salah satu material yang memegang peranan penting dalam konstruksi atau pondasi, sehingga diperlukan tanah dengan sifat-sifat teknis yang memadai. Dalam kenyataannya sering dijumpai sifat tanah yang tidak memadai, misalnya kompresibilitas, permeabilitas, maupun plastisitasnya.

Usaha-usaha untuk memperbaiki sifat fisis dan mekanis tanah lempung telah banyak dilakukan dengan cara seperti: cara fisis, mekanis dan kimiawi. Menurut (Suryolelono, 1999) cara fisis dilakukan dengan mencampur tanah lempung dengan tanah bergradasi atau menambah serat fiber, cara mekanis yaitu memberi perkuatan bahan sintesis yang terbuat dari bahan polimerisasi minyak bumi pada tanah lempung, dan cara kimiawi dengan menambah semen, kapur, abu terbang dan abu sekam padi serta bahan kimia lainnya. Para peneliti terdahulu menyatakan bahwa penambahan bahan kimia tertentu bukan saja dapat mengurangi sifat pengembangan dan sifat plastisitas, tetapi juga dapat meningkatkan kekuatan dan mengurangi besarnya penurunan.

Penggunaan bahan kimia dalam stabilisasi tanah telah digunakan oleh beberapa orang peneliti dengan menggunakan metode dan obyek penelitian yang berbeda, tetapi mempunyai sasaran yang sama yaitu perbaikan sifat teknis dan peningkatan kekuatan tanah.

## 2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk memberikan informasi mengenai perubahan nilai Indeks Plastisitas tanah lempung akibat penambahan Natrium Karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ).
2. Untuk menambah wawasan rekayasa Geoteknik terutama mengenai stabilisasi tanah, dan diharapkan dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu geoteknik pada umumnya.

## 3. Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Material yang digunakan adalah tanah lempung yang berada di lokasi kampus Universitas Islam "45" Bekasi (Unisma).
2. Bahan stabilisasi yang digunakan adalah Natrium Karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ).
3. Kondisi tanah terusik
4. Konsentrasi bahan kimia yang digunakan yaitu 1 gr untuk 1 kg Tanah Lempung
5. Lama pemeraman dibatasi sampai dengan 24 jam (satu hari).
6. Uji Sifat Fisik yaitu Uji batas konsistensi (Atterberg Limits)
7. Semua pengujian menggunakan standar ASTM.

## 4. Rumusan Masalah

Permasalahan yang dirumuskan dalam penelitian ini adalah bagaimana melakukan perbaikan pada sifat fisis tanah lempung dengan bahan kimia sebagai bahan stabilisasi.

## 5. Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori

### A. Tanah Lempung

Lempung adalah tanah yang berukuran kurang dari 0,002 mm dan mempunyai partikel-partikel tertentu yang menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila dicampur dengan air (Grim, 1953 dalam Das, 1993).

Menurut (Chen, 1975 dalam Supriyono, 1997) untuk tanah lempung ekspansif, kandungan mineralnya adalah montmorilonit yang mempunyai luas permukaan yang lebih besar dan sangat mudah menyerap air dalam jumlah banyak, bila dibandingkan dengan mineral lainnya, sehingga tanah mempunyai kepekaan terhadap pengaruh air dan sangat mudah mengembang. Potensi pengembangannya sangat erat hubungannya dengan indeks plastisitasnya, sehingga suatu tanah lempung dapat diklasifikasikan sebagai tanah yang mempunyai potensi mengembang tertentu didasarkan Indeks Plastisitasnya.

### B. Stabilisasi Kimia

Stabilisasi tanah dengan menggunakan bahan kimia adalah untuk merubah interaksi air dengan tanah terhadap reaksi permukaan. Karena itu aktivitas permukaan dari partikel tanah, muatan kutub dan penyerapan serta daerah penyerapan air memegang peranan penting. Sama pentingnya adalah penggabungan luas partikel sehingga dapat merubah menjadi suatu kesatuan untuk mencapai keseimbangan gaya tarik antar butir. (Kedzi, 1979).

Agar terjadi interaksi yang baik antara air dan tanah, perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut:

1. Tanah yang dirawat dengan bahan kimia, mempunyai ikatan yang lebih kuat pada permukaan partikel tanah dari pada akibat pengaruh air, sehingga sensitivitasnya berkurang. Bahan campuran menggantikan molekul-molekul air pada permukaan butiran dan tidak diperbolehkan membentuk ikatan baru sehingga tanah tidak lembab.

2. Tanah yang dirawat dengan ion-ion bermuatan positif non-hydrated, ditarik kepermukaan oleh muatan negatif dan diganti dengan ion-ion lain. Melalui transformasi seperti itu sensitivitas tanah terhadap air akan menurun dan satu ketika akan kering.
3. Tanah yang dirawat dengan molekul besar gabungan ion-ion, makro molekul ini mengikat partikel tanah dengan elektrostatik dan gaya polar, sehingga menghasilkan agregat. Tanah menjadi porous, tetapi tetap impermeable dan struktur menjadi stabil.
4. Interaksi air dan tanah akhirnya dapat diubah dengan memisah ikatan cation ( $Mg, Ca$ ) bervalensi banyak pada permukaan partikel tanah, melalui penambahan bahan kimia tertentu. Dengan demikian adanya air bebas menjadi meningkat dan campuran berbentuk cair.

O'Flaherty (1974) menyatakan bahwa Penambahan Chloride pada tanah dapat mengubah sifat plastisitas. Apabila ditambahkan  $CaCl_2$  akan berlangsung reaksi pertukaran cation yang menyebabkan terjadinya reduksi terhadap Indeks Plastisitas karena cation-cation Calcium mempunyai keistimewaan menyerap permukaan partikel tanah. Hasil penelitian (Lestari, 1991) menunjukkan bahwa hasil yang baik diperoleh pada tanah semen dengan kimia KOH atau  $Na_2CO_3$  pada konsentrasi 1 gmol/l. Hasil penelitian (Ma'mun, 1990) menunjukkan bahwa pengaruh bahan kimia dilihat pada sifat konsolidasi dan membuktikan bahwa deformasi yang terjadi dapat lebih kecil dengan menurunnya nilai indeks pemampatan. Kadar kimia optimum dihasilkan oleh  $CaCl_2$  pada konsentrasi 2 gmol/l.

### C. Identifikasi tanah lempung

Sifat-sifat tanah bergantung pada ukuran butirannya. Besar butiran dijadikan dasar untuk pemberian nama dan klasifikasi tanah. Analisis butiran tanah adalah persentase berat butiran pada satu unit saringan dengan ukuran diameter lubang tertentu. Distribusi ukuran untuk tanah berbutir halus ditentukan dengan sedimentasi atau hidrometer, distribusi ukuran butir tanah digambarkan dalam bentuk kurva semi logaritmik, sedangkan untuk mengidentifikasi susunan mineralogisnya dilakukan difraksi sinar X.

### D. Batas Atterberg

Sifat plastisitas tanah lempung, yaitu kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk pada volume yang konstan tanpa retak-retak atau remuk. Kedudukan fisik tanah berbutir halus pada kadar air tertentu disebut konsistensi. Menurut Atterberg batas-batas konsistensi tanah berbutir halus tersebut adalah batas cair, batas plastis, dan batas susut. Indeks plastisitas adalah selisih batas cair dan batas plastis (interval kadar air pada kondisi tanah masih bersifat plastis), karena itu menunjukkan sifat keplastisan tanah.

### E. Stabilisasi Tanah Lempung

Secara umum, stabilisasi tanah dikelompokkan menjadi tiga bagian yaitu stabilisasi fisis, stabilisasi mekanis dan stabilisasi kimiawi. Stabilisasi fisis yaitu mencampur bahan tanah berkarakteristik jelek dengan tanah berkarakteristik baik (gradasi yang lebih baik). Stabilisasi mekanis adalah usaha meningkatkan kemampuan geser dan kohesi, sedangkan stabilisasi kimiawi mengandalkan bahan stabilisator yang dapat mengurangi sifat-sifat tanah yang kurang menguntungkan dan biasanya disertai dengan pengikatan terhadap butiran. Pada stabilisasi kimiawi, salah satu bahan campuran yang banyak digunakan adalah kapur. Kapur sebagai stabilisator dapat berupa kapur tohor ( $CaO$ ) atau kapur padam ( $Ca(OH)_2$ ), yang merupakan produk pembakaran batu kapur.

Metode pencampuran kapur untuk stabilisasi kimiawi dapat dilakukan dengan salah satu cara sebagai berikut: tanah dicampur dengan kapur di suatu tempat kemudian diangkut ke tempat pekerjaan, kapur dicampur dengan tanah pada lubang galian tanah lalu diangkut ke tempat pekerjaan, atau tanah dihamparkan di tempat pekerjaan, kemudian ditaburi kapur dan dicampur.

Menurut (Bowles,1984), stabilisasi dapat terdiri dari salah satu tindakan berikut :

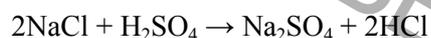
- Meningkatkan kerapatan tanah;
- Menambah material yang tidak aktif, sehingga meningkatkan kohesi atau tahanan gesek yang timbul;
- Menambahkan bahan agar terjadi perubahan-perubahan kimiawi dan atau fisik tanah;
- Menurunkan muka air tanah;
- Mengganti tanah yang buruk.

#### F. Natrium Carbonate (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)

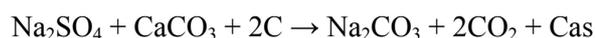
Natrium karbonat (abu soda) - Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> merupakan garam sodium dari asam karbonat. Sodium Karbonat sering digunakan untuk pembuatan kaca, juga digunakan sebagai bahan dasar yang relatif kuat dalam berbagai keperluan. Sebagai contoh, Natrium Karbonat digunakan sebagai pengatur pH basa untuk mempertahankan kondisi yang stabil. Natrium Karbonat adalah aditif umum di kolam kota untuk menetralkan efek asam dari klorin dan meningkatkan pH .

Natrium Karbonat juga digunakan sebagai pengganti Sodium Hidroksida, sebagai stabilizer, sebagai pembersih kerak, sebagai konduktor yang sangat baik dalam proses elektrolisis. Selain itu, tidak seperti ion klorida yang membentuk gas klor, ion karbonat tidak korosif ke anoda. Hal ini juga digunakan sebagai standar utama untuk titrasi asam-basa karena padat dan udara-stabil, sehingga mudah untuk menimbang secara akurat. Natrium karbonat mempunyai sifat larut dalam air, tetapi dapat juga terjadi secara alami di daerah kering, terutama di deposit mineral (*evaporites*) terbentuk ketika danau musiman menguap.

Tahun 1791, kimiawan Perancis Nicolas Leblanc dalam [www.Wikipedia.com](http://www.Wikipedia.com) dipatenkan proses untuk menghasilkan natrium karbonat dari garam, asam sulfat, kapur, dan batubara. Pertama, garam laut (natrium klorida) direbus dalam asam sulfat untuk menghasilkan natrium sulfat dan gas hidrogen klorida, menurut persamaan kimia :



Selanjutnya, natrium sulfat dicampur dengan kapur dihancurkan (kalsium karbonat) dan batu bara, dan campuran dibakar, menghasilkan kalsium sulfida :



Natrium karbonat diekstrak dari abu dengan air, dan kemudian dikumpulkan dengan membiarkan air menguap.

## 5. Metodologi Penelitian

### A. Tempat dan Waktu Penelitian

Pengambil disturbed sample dilaksanakan di sebelah timur Fakultas Teknik UNISMA (Samping Rumah Kaca). Pengujian laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah UNISMA

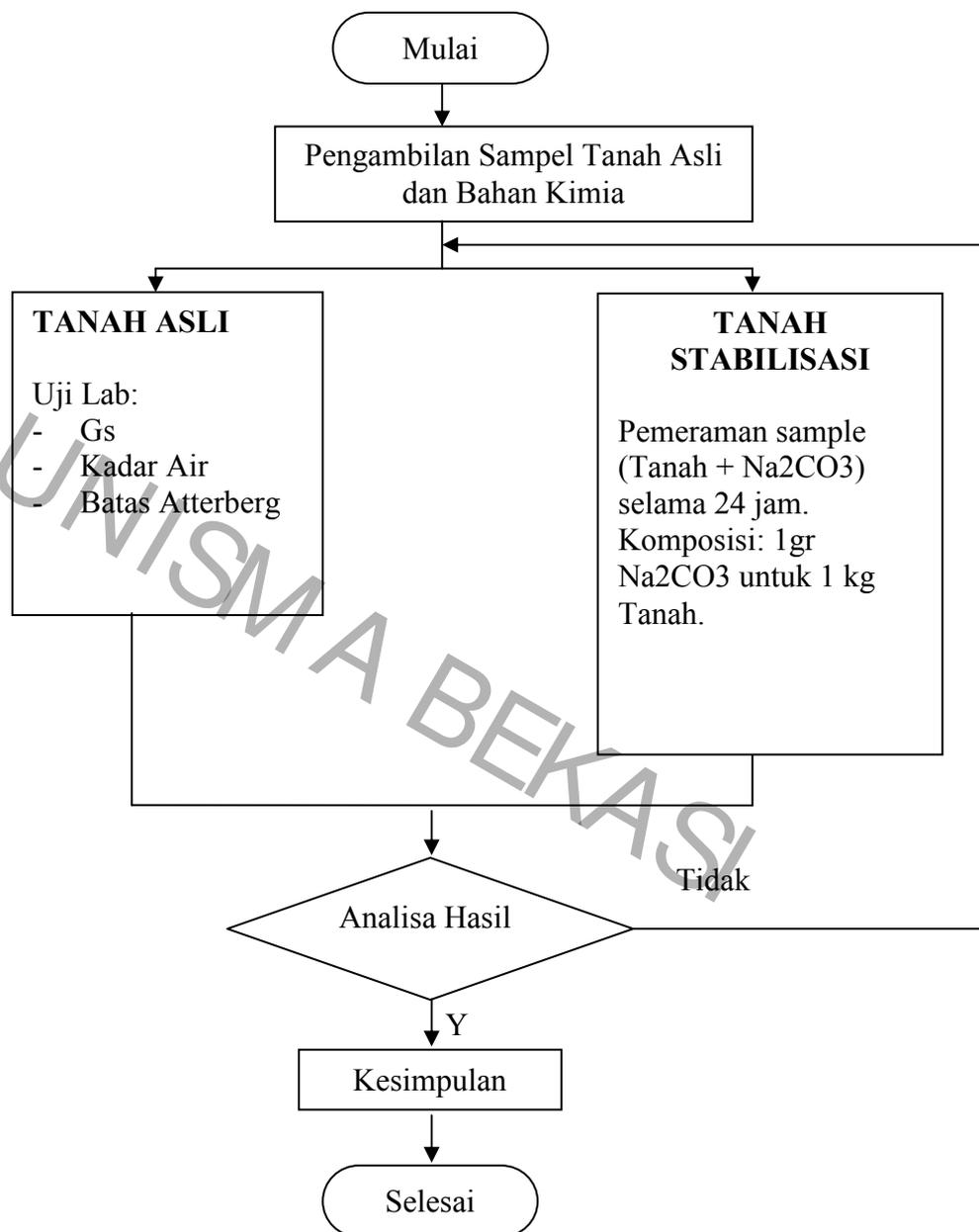
### B. Bahan dan Alat Penelitian

- Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:
  - a. Tanah lempung di lokasi kampus Universitas Islam “45” Bekasi (Unisma)
  - b. Bahan Kimia: Natrium Karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) , Kalium Hidroksida (KOH), Kalsium Klorida (CaCl<sub>2</sub>), *Waterglass* (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>)
  - c. Air yang tersedia di laboratorium
- Peralatan yang digunakan adalah: cawan, timbangan, desikator, oven, saringan, pisau perata, gelas ukur, piknometer, termometer, *groving tool*, spatula, alat pengaduk, gelas silindris, mangkok *Cassagrande*, plat kaca.

### C. Prosedur Penelitian

- Uji kadar air (ASTM D 2216-80).
- Uji *specific gravity* tanah (ASTM D 854-91)
- Uji batas konsistensi (ASTM D4318-84)

Untuk mengetahui secara keseluruhan tahapan pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat pada bagan alir berikut ini :



**Gambar Prosedur Penelitian**

### 7. HASIL DAN ANALISA

Hasil uji sifat fisik yang meliputi uji berat jenis tanah dan uji batas Atterberg terangkum dalam tabel berikut ini:

	Berat Jenis	Batas Cair (%)	Batas Plastis (%)	IP (%)
Tanah asli	2,615	84	38,93	45,07
Tanah+Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	2,685	58,300	30,747	27,553

#### A. Karakteristik Fisik Tanah Asli

Indeks Plastisitas (IP) dapat digunakan sebagai tolok ukur awal dalam mengidentifikasi pengembangan tanah. Chen (1975) dalam Fathani dan Adi (1999) memberikan kriteria apabila  $IP > 35\%$ , maka lempung termasuk kriteria ekspansif, persentase kandungan fraksi lempung (lolos saringan no.200)  $> 95\%$  dan batas cair  $> 60\%$ , maka tanah memiliki derajat pengembangan yang sangat tinggi. Dari hasil uji laboratorium, tanah memiliki IP sebesar 45,07%. Maka tanah bisa disimpulkan memiliki pengembangan yang tinggi.

Berdasarkan klasifikasi yang diberikan Unified, dan hasil uji batas cair diketahui tanah memiliki batas cair sebesar 84% maka tanah termasuk dalam jenis CH (lempung anorganik dengan plastisitas tinggi).

#### B. Karakteristik Fisik Tanah+Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

Hasil uji laboratorium, tanah yang distabilisasi dengan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> memiliki IP sebesar 27,553% dan batas cair yaitu 58,300%. Berdasarkan klasifikasi yang diberikan Unified, maka tanah termasuk dalam jenis MH (Lanau anorganik atau pasir halus diatomae) atau OH (Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi).

### 8. KESIMPULAN

Hasil pengujian dan analisa diperoleh simpulan sebagai berikut:

1. Karakteristik fisik tanah asli menunjukkan nilai IP sebesar 45,07%. Maka tanah dapat disimpulkan memiliki pengembangan yang tinggi, tanah termasuk dalam jenis CH (lempung anorganik dengan plastisitas tinggi).
2. Karakteristik fisik tanah yang distabilisasi dengan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> menunjukkan nilai IP yaitu 27,553%. maka tanah termasuk dalam jenis MH (Lanau tak anorganik atau pasir halus diatomae) atau OH (Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi).
3. Nilai Indeks Plastisitas pada Tanah yang distabilisasi dengan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> menunjukkan perubahan yang cukup signifikan terhadap nilai Indeks Plastisitas Tanah Asli. Kalium hidroksida berhasil menurunkan nilai Indeks Plastisitas tanah, sehingga sifat fisik tanah lempung menjadi lebih baik.

### 9. REKOMENDASI

1. Perlu penelitian lanjutan dengan variasi waktu pemeraman dan kadar bahan kimia.
2. Diharapkan dapat dilakukan uji lainnya seperti uji konsolidasi agar diperoleh nilai konsolidasinya, uji triaxial agar diketahui nilai sudut gesek dalam beserta kohesinya, serta uji permeabilitas untuk mengetahui perilaku hidromekanik tanah, sehingga didapatkan informasi yang cukup untuk pengembangan selanjutnya.
3. Diharapkan dapat dilakukan pengamatan terhadap dampak lingkungan.

### 10. DAFTAR PUSTAKA

\_\_\_\_\_, 1992, *Annual Book of ASTM*, Section 4. 08, Philadelphia, USA.

- \_\_\_\_\_, 1998, *Panduan Praktikum Mekanika Tanah Bagian I & II*, JTS FT UGM, Yogyakarta
- Basudewo, H.H., 1997, *Studi Pengaruh Campuran Limbah Elektroplating dan Fly Ash Terhadap Kuat Tekan Bebas Pada Lempung Bandung*, Tesis Jurusan Teknik Sipil ITB, Bandung.
- Bowles, J.E., 1984, *Physical and Geotechnical Properties of Soil*, Mc Graw-Hill, USA.
- Craigh, R.F., 1987, *Mekanika Tanah*, Edisi 4 Erlangga, Jakarta.
- Damoerin, D., dan Virisdianto, 1999, *Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dan Pasir Dengan Penambahan Semen atau Kapur Untuk Lapisan Badan Jalan*, Prosiding Seminar Nasional Geoteknik, jurusan Teknik Sipil UGM, Yogyakarta
- Das, B.M., 1985, *Principles of Geotechnical Engineering*, PWS Publisher, Boston.
- Fathani, T.F., dan Adi, D.A., 1999, *Perbaikan Sifat Lempung Ekspansif dengan Penambahan Kapur*, Prosiding Seminar Nasional Geoteknik, Jurusan Teknik Sipil UGM, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 1994, *Mekanika Tanah I & Mekanika Tanah II*, PT. Gramedia Pustaka Umum, Jakarta
- Hutasoit, S.S., 1999, *Studi Pengaruh Campuran Limbah Electroplating dan Fly Ash Terhadap Uji Triaksial Pada Lempung Bandung*, Tesis Jurusan Teknik Sipil ITB, Bandung.
- Ingles, O.G dan Metcalf, J.B., 1972, *Soil Stabilization Principles and Practice*, Butterworths Pty. Limited, Melbourne.
- Kezdi, A., 1979, *Stabilized Earth Roads*, Scientific Publishing Company, Amsterdam – London - New York.
- Lashari, 2000, *Pengaruh Campuran Kapur Dan Bubuk Bata Merah Pada Sifat Mekanis Tanah Lempung Grobogan*, Naskah seminar Hasil Penelitian Tesis UGM, Yogyakarta
- Lestari, A, S., 1991, *Stabilisasi Tanah Semen dan Kimia Pada Tanah Lempung Bandung*, Tesis Jurusan Teknik Sipil ITB, Bandung
- Ma'muh, 1990, *Stabilisasi Lempung Bandung Menggunakan Kapur dan Campuran bahan Kimia*, Tesis Jurusan Teknik Sipil ITB, Bandung
- Sujatmaka, N, 1998, *Potensial Penambahan Abu Sekam Padi dan Kapur Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil UGM, Yogyakarta
- Supriyono, 1997, *Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dengan Kapur*, Media Teknik No. 1 tahun XIX Edisi Februari, hal. 55-68, UGM, Yogyakarta
- Suryolelono, K.B., 1999, *Potensi Variasi Campuran Abu sekam Padi dan Kapur untuk Meningkatkan Karakteristik Tanah Lempung*, Forum Teknik Sipil No. VIII/1, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Wikipedia, 27 Oktober 2010 ([http://ms.wikipedia.org/wiki/Sodium\\_Carbonate](http://ms.wikipedia.org/wiki/Sodium_Carbonate))