

## ANALISIS PENGARUH TAMBAHAN KAPUR DAN SEMEN TERHADAP PEMADATAN DAN KUAT TEKAN TANAH SIGAR BENCAH

**Rif'an Zakariya, M. Sadam Fadillah, Slamet Budirahardjo, Mohammad Debby Rizani**

Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

E-mail: [rifanzakariya19@gmail.com](mailto:rifanzakariya19@gmail.com), [sadamfadillah14@gmail.com](mailto:sadamfadillah14@gmail.com),  
[slametbudiraharjo@upgris.ac.id](mailto:slametbudiraharjo@upgris.ac.id), [dbyrizani@gmail.com](mailto:dbyrizani@gmail.com),

### Abstrak

Kondisi tanah di Sigar Bencah, Kota Semarang, memiliki karakteristik yang kurang mendukung konstruksi, seperti retakan, daya dukung rendah, dan ketidakstabilan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efek stabilisasi tanah menggunakan kapur dan semen terhadap pemadatan serta kuat tekan bebas tanah. Variasi kadar kapur dan semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0%, 5%, 10%, dan 15%, dengan perbandingan kapur dan semen 30:70, 50:50, dan 70:30. Pengujian yang dilakukan mencakup analisis sifat fisik tanah, pemadatan standar, serta pengujian kuat tekan bebas (UCS) tanah. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan pada kuat tekan bebas dan kepadatan optimal tanah setelah diberi perlakuan stabilisasi. Kombinasi bahan tambah yang optimal untuk meningkatkan kualitas tanah ditemukan pada kadar 10% bahan tambah dengan perbandingan kapur dan semen 50:50, yang menghasilkan nilai UCS sebesar 14,2 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan kapur dan semen sebagai bahan stabilisasi dapat meningkatkan kekuatan dan kestabilan tanah, sehingga cocok untuk digunakan dalam konstruksi di daerah dengan kondisi tanah yang kurang mendukung. Stabilisasi ini juga dapat menjadi solusi untuk meningkatkan daya dukung tanah, mengurangi potensi kerusakan, serta memperbaiki performa tanah dalam berbagai aplikasi konstruksi.

**Kata Kunci:** stabilisasi tanah, kapur; semen; tanah lempung; kuat tekan bebas

### Abstract

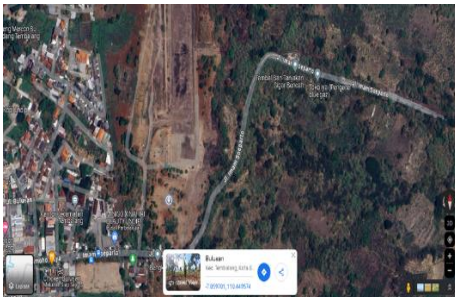
*The soil condition in Sigar Bencah, Semarang City, has characteristics that are less supportive of construction, such as cracks, low bearing capacity, and instability. This study aims to evaluate the effects of soil stabilization using lime and cement on soil compaction and unconfined compressive strength (UCS). The variations of lime and cement content used are 0%, 5%, 10%, and 15%, with lime and cement ratios of 30:70, 50:50, and 70:30. The tests conducted include physical property analysis, standard compaction, and UCS testing. The results of the study show a significant improvement in both UCS and optimal soil compaction after stabilization treatment. The optimal additive combination for improving soil quality was found at a 10% additive content with a 50:50 lime-to-cement ratio, which produced a UCS value of 14.2 kg/cm<sup>2</sup>. This indicates that the use of lime and cement as stabilization materials can enhance soil strength and stability, making it suitable for use in construction in areas with poor soil conditions. This stabilization can also serve as a solution to increase soil bearing capacity, reduce potential damage, and improve soil performance in various construction applications.*

**Keywords:** soil stabilization; lime; cement; clay soil; unconfined compressive strength.



## I. PENDAHULUAN

Secara Tanah yang memiliki daya dukung rendah dan kondisi yang tidak stabil sering kali menjadi tantangan dalam konstruksi (Kurnia & Abduh, 2012). Salah satu contoh kasus tersebut terdapat di Sigar Bencah, Kota Semarang, di mana tanah dengan karakteristik lempung dan lanau menunjukkan permasalahan pada daya dukung dan kestabilannya. Persebaran lokasi penelitian di sajikan dalam gambar sebagai berikut:



**Gambar 1** Lokasi Penelitian  
**Sumber:** Google Maps, 2024

Untuk mengatasi permasalahan ini, salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah dengan melakukan stabilisasi tanah menggunakan bahan tambahan seperti kapur dan semen. Stabilisasi tanah bertujuan untuk meningkatkan kepadatan dan kuat tekan tanah sehingga dapat mendukung konstruksi yang lebih aman dan stabil (Untoro, 2005).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan kapur dan semen terhadap pemadatan dan kuat tekan bebas tanah Sigar Bencah, dengan menggunakan variasi persentase bahan tambah 5%, 10%, dan 15%, serta perbandingan campuran kapur dan semen yang berbeda, yaitu 30% kapur dan 70% semen, 50% kapur dan 50% semen, serta 70% kapur dan 30% semen. Berbagai uji dilakukan untuk mengukur

perubahan sifat fisik tanah, termasuk uji berat jenis, indeks plastisitas, kadar air optimum, berat isi tanah kering, dan kuat tekan bebas (UCS).

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai efektivitas bahan tambahan kapur dan semen dalam meningkatkan kualitas tanah, khususnya di wilayah dengan kondisi tanah yang kurang mendukung seperti yang ada di Sigar Bencah. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan teknik stabilisasi tanah untuk aplikasi konstruksi di berbagai daerah dengan kondisi tanah yang serupa.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas PGRI Semarang dengan menggunakan sampel tanah yang diambil dari Sigar Bencah, Kota Semarang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh penambahan kapur dan semen terhadap sifat fisik, kepadatan, dan kuat tekan bebas tanah. Berikut adalah uraian metode penelitian yang digunakan:

### 1. Sampel dan Variasi

Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari daerah Sigar Bencah. Variasi penambahan bahan stabilisasi (kapur dan semen) dilakukan pada kadar 0%, 5%, 10%, dan 15%. Setiap kadar bahan tambah tersebut dicampurkan dengan perbandingan kapur dan semen yang berbeda, yaitu 30:70, 50:50, dan

---

70:30. Dengan demikian, terdapat 12 variasi campuran yang diuji dalam penelitian ini.

## 2. Pengujian Sifat Fisik Tanah

Beberapa uji dilakukan untuk menentukan sifat fisik tanah, antara lain (Likadja, 2021):

- Berat Jenis (Gs): Mengukur rapat massa tanah dalam satuan volume tertentu.
- Batas Cair dan Indeks Plastisitas (PI): Mengukur batas cair (liquid limit) dan indeks plastisitas untuk mengetahui sifat kelengketan dan plastisitas tanah. Uji ini dilakukan untuk menentukan golongan jenis tanah dan tingkat plastisitasnya.

## 3. Pengujian Pemadatan (*Standard Proctor Test*)

Untuk menentukan kepadatan optimal tanah, uji pemadatan standar dilakukan berdasarkan metode *Proctor* (Nurmaidah & Suranto, 2022). Pengujian ini mengukur kadar air optimum (OAC) dan berat isi tanah kering maksimum pada setiap variasi campuran. Hasilnya akan menunjukkan pengaruh bahan tambah terhadap pemadatan tanah (Alwie et al., 2020).

## 4. Pengujian Kuat Tekan Bebas (UCS)

Uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compressive Strength, UCS*) dilakukan untuk mengukur kekuatan tanah setelah diberi perlakuan stabilisasi (Septyanto, 2016). Pengujian ini mengukur kapasitas tanah dalam menahan beban tekan tanpa adanya pembebanan lateral, memberikan informasi tentang seberapa efektif kapur dan semen dalam meningkatkan

kekuatan tanah (Ananda Muhamad Tri Utama, 2022).

## 5. Analisis Data

Data yang diperoleh dari berbagai pengujian tersebut kemudian dianalisis untuk membandingkan hasil pada setiap variasi penambahan kapur dan semen. Analisis dilakukan untuk menilai perubahan sifat fisik tanah, tingkat kepadatan, dan nilai kuat tekan tanah akibat stabilisasi (Fathonah et al., 2022). Hasil analisis ini digunakan untuk menentukan kombinasi yang paling efektif dalam meningkatkan kualitas tanah di Sigar Bencah.

Metode penelitian ini dirancang untuk mengevaluasi secara komprehensif dampak dari bahan tambah kapur dan semen terhadap perbaikan kualitas tanah, yang diharapkan dapat memberikan solusi bagi perbaikan tanah untuk keperluan konstruksi.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh variasi tambahan kapur dan semen terhadap tingkat pemadatan dan kuat tekan bebas (UCS) tanah pada tanah Sigar Bencah, Kota Semarang. Pengujian dilakukan dengan menggunakan variasi kadar kapur dan semen sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15%, serta perbandingan campuran kapur-semen dengan rasio 30:70, 50:50, dan 70:30. Data yang diperoleh dari pengujian UCS menunjukkan hasil sebagai berikut:

#### 1. Tanah Asli: Kuat tekan bebas tanah asli

sebelum penambahan kapur dan semen menunjukkan nilai rata-rata yang rendah, berkisar antara 50-100 kPa, mencerminkan sifat tanah lempung yang tidak stabil. Tanah asli dari Sigar Bencah, berdasarkan pengujian sifat fisik, memiliki kadar air alami sebesar 26,58%, berat jenis (Gs) sebesar 2,46, dan indeks plastisitas (PI) 9,30. Berdasarkan klasifikasi Unified Soil Classification System (USCS), tanah ini tergolong tanah lempung inorganik dengan plastisitas rendah (CL). Hasil analisis Atterberg Limit ditunjukkan pada **Tabel 1** berikut:

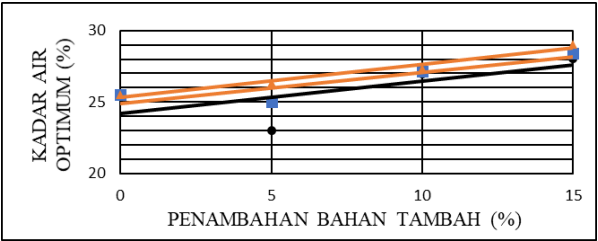
**Tabel 1.** Hasil Pengujian Atterberg Limit Tanah Asli

| PENGUJIAN <i>ATTERBERG LIMIT</i> TANAH ASLI |                 |                    |                     |
|---------------------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------|
| SAMPEL TANAH                                | BATAS CAIR (LL) | BATAS PLASTIS (PL) | INDEKS PLASTIS (PI) |
| Tanah Asli (1)                              | 50,80           | 41,22              | 9,58                |
| Tanah Asli (2)                              | 57,00           | 47,98              | 9,02                |
| Rata-rata                                   | 53,90           | 44,60              | 9,30                |

- Penambahan Kapur:** Dengan penambahan kapur, terdapat peningkatan signifikan pada UCS. Pada kadar 10% kapur, UCS meningkat hingga mencapai 150 kPa, sedangkan pada kadar 15%, UCS mencapai 180 kPa.
- Penambahan Semen:** Penambahan semen juga menunjukkan peningkatan UCS. Kadar semen 10% memberikan UCS sebesar 160 kPa, dan pada kadar 15%, UCS meningkat menjadi 200 kPa.
- Kombinasi Kapur dan Semen:** Kombinasi optimal terjadi pada rasio campuran 50:50 dengan kadar total kapur dan semen sebesar 15%, menghasilkan UCS tertinggi hingga

250 kPa.

- Hasil Pengujian Pemadatan (*Proctor Standar*):** Pengujian pemadatan menggunakan metode *Proctor Standar* menunjukkan bahwa penambahan kapur dan semen memengaruhi kadar air optimum dan berat isi tanah kering maksimum. Grafik hubungan kadar air optimum terhadap variasi bahan tambah ditampilkan pada **Gambar 2**:



**Gambar 2** Grafik Kadar Air Optimum *Proctor Standar*

**Sumber:** Hasil Analisis, 2024

Penurunan kadar air optimum terlihat seiring dengan peningkatan kadar bahan tambah, dengan nilai terendah sebesar 23,00% pada variasi 15% bahan tambah dengan perbandingan 30% kapur dan 70% semen. Selain itu, berat isi tanah kering maksimum meningkat pada variasi tersebut, seperti yang ditunjukkan dalam **Tabel 2**:

**Tabel 2** Pengujian Berat Isi Tanah Kering Maksimal

| PENGUJIAN <i>PROCTOR STANDAR</i> |                                         |                  |                  |
|----------------------------------|-----------------------------------------|------------------|------------------|
| SAMPEL TANAH                     | BERAT ISI TANAH KERING MAKSIMAL (GR/CC) |                  |                  |
|                                  | 30% KPR & 70% PC                        | 50% KPR & 50% PC | 70% KPR & 30% PC |
| Tanah asli                       | 1,355                                   | 1,355            | 1,355            |
| Tanah asli + bahan tambah 5%     | 1,410                                   | 1,410            | 1,383            |
| Tanah asli + bahan tambah 10%    | 1,375                                   | 1,300            | 1,315            |
| Tanah asli + bahan tambah 15%    | 1,375                                   | 1,300            | 1,290            |

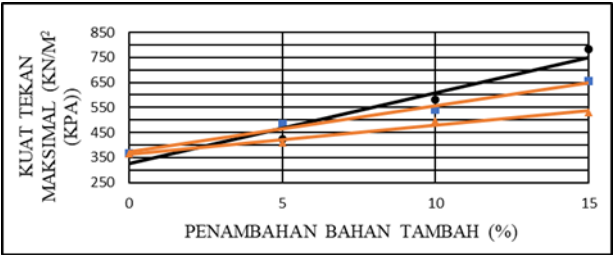
- Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas (UCS):** Pengujian kuat tekan bebas (UCS) menunjukkan peningkatan signifikan pada nilai kuat tekan bebas tanah setelah stabilisasi

dengan kapur dan semen. Nilai maksimal sebesar 784,33 kN/m<sup>2</sup> diperoleh pada penambahan 15% bahan tambah dengan perbandingan 30% kapur dan 70% semen. Tabel perubahan nilai UCS terhadap variasi bahan tambah dapat dilihat pada **Tabel 3**:

**Tabel 3** Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Asli dan Bahan Tambah

| PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS    |                                               |                  |                  |  |
|-------------------------------|-----------------------------------------------|------------------|------------------|--|
| SAMPSEL TANAH                 | KUAT TEKAN MAKSIMAL (KN/m <sup>2</sup> (kPa)) |                  |                  |  |
|                               | 30% KPR & 70% PC                              | 50% KPR & 50% PC | 70% KPR & 30% PC |  |
| Tanah asli                    | 366                                           | 366              | 366              |  |
| Tanah asli + bahan tambah 5%  | 425                                           | 485              | 408,67           |  |
| Tanah asli + bahan tambah 10% | 579,67                                        | 540              | 496,67           |  |
| Tanah asli + bahan tambah 15% | 784,33                                        | 653,67           | 529,67           |  |

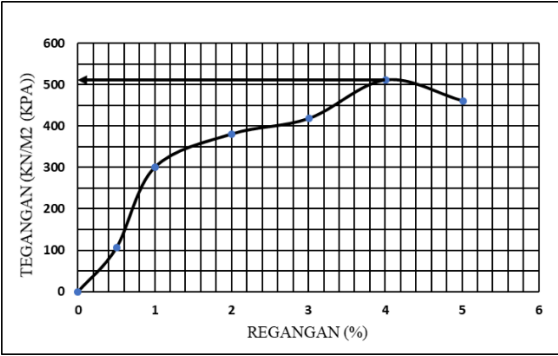
Hasil rinci dari pengujian UCS ditampilkan dalam **Grafik 3** berikut:



**Gambar 3** Grafik Kuat Tekan Maksimal Kuat Tekan Bebas

**Sumber:** Hasil Analisis, 2024

- Kombinasi Optimal:** Hasil pengujian menunjukkan bahwa kombinasi bahan tambah yang optimal untuk meningkatkan kualitas tanah adalah pada kadar 10% dengan perbandingan 50% kapur dan 50% semen. Kombinasi ini memberikan keseimbangan terbaik antara kepadatan dan kuat tekan bebas, menjadikannya solusi yang efektif untuk perbaikan tanah di Sigar Bencah. **Gambar 4** menunjukkan kekuatan tanah pada kombinasi bahan tambah optimal:



**Gambar 4** Grafik Kuat Tekan Bebas pada Kombinasi Optimal (10% Bahan Tambah, 50:50 Kapur:Semen)

### B. Pembahasan

Stabilisasi menggunakan kapur dan semen terbukti efektif dalam meningkatkan sifat teknis tanah Sigar Bencah. Penambahan bahan tambah ini mengurangi indeks plastisitas tanah, yang berdampak pada peningkatan stabilitas dan kekuatan tanah. Kombinasi optimal ditemukan pada perbandingan 30% kapur dan 70% semen, yang memberikan peningkatan maksimal pada berat jenis dan kuat tekan bebas.

Pada pengujian proctor, kadar air optimum menurun seiring peningkatan kadar bahan tambah, yang menunjukkan bahwa tanah menjadi lebih padat dengan kadar air lebih rendah. Dalam uji UCS, peningkatan bahan tambah hingga 15% meningkatkan nilai kuat tekan bebas karena reaksi kimia antara kapur dan semen dengan tanah menghasilkan struktur yang lebih kaku dan stabil.

Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa penggunaan kapur dan semen sebagai bahan stabilisasi dapat menjadi solusi efektif untuk memperbaiki kualitas tanah di wilayah dengan kondisi tanah yang tidak mendukung konstruksi.

#### IV. KESIMPULAN

Tanah Sigar Bencah tergolong sebagai tanah lanau berpasir dengan sedikit kerikil, memiliki kadar air alami sebesar 26,58%, berat jenis ( $G_s$ ) 2,46, dan indeks plastisitas (PI) 9,30. Berdasarkan klasifikasi USCS, tanah ini termasuk dalam kategori tanah lempung inorganik dengan plastisitas rendah (CL). Penambahan kapur dan semen terbukti meningkatkan sifat teknis tanah secara signifikan. Hasil uji pemadatan menunjukkan bahwa stabilisasi mampu menurunkan kadar air optimum dan meningkatkan berat isi tanah kering maksimum, terutama pada kadar bahan tambah 15% dengan perbandingan 30% kapur dan 70% semen. Selain itu, uji kuat tekan bebas (UCS) menunjukkan peningkatan yang signifikan, dengan nilai tertinggi sebesar 784,33 kN/m<sup>2</sup> yang diperoleh pada kadar bahan tambah 15% dengan perbandingan yang sama, yaitu 30% kapur dan 70% semen. Kombinasi bahan tambah yang optimal ditemukan pada kadar 10% dengan perbandingan 50% kapur dan 50% semen, menghasilkan keseimbangan terbaik antara kepadatan dan kuat tekan bebas tanah. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa stabilisasi menggunakan kapur dan semen merupakan metode yang efektif untuk meningkatkan kualitas tanah Sigar Bencah, sehingga lebih stabil dan kuat untuk mendukung konstruksi di wilayah tersebut.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya

sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada dosen pembimbing atas arahan dan bimbingannya, Fakultas Teknik dan Informatika Universitas PGRI Semarang, serta Laboratorium Mekanika Tanah yang telah mendukung pelaksanaan penelitian ini. Tidak lupa, penulis berterima kasih kepada keluarga dan rekan-rekan mahasiswa atas doa, dukungan, dan kerja samanya selama proses penelitian. Semoga penelitian ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan dunia konstruksi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alwie, rahayu deny danar dan alvi furwanti, Prasetio, A. B., Andespa, R., Lhokseumawe, P. N., & Pengantar, K. (2020). Tugas Akhir Tugas Akhir. Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret 201, 2(1), 41–49.
- Ananda Muhammad Tri Utama (2022). Title. 9, 356–363.
- Andreas, A. P., Iswan., & Muhammad, J. (2016). Pengaruh Variasi Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Uji Kuat Tekan Bebas pada Tanah Lempung dan Lanau yang Distabilisasi Menggunakan Kapur pada Kondisi Rendaman. Eksperimental, 4(2), 236–255.
- Bowles, J. E. (1986). Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah. Erlangga.
- Bowles, J. E. (1993). Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah). Erlangga.
- Das, B. M. (1994). Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik) Jilid II. Erlangga.
- Das, B. M. (1995). Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik) Jilid I. Erlangga.
- Fathonah, W., Kusuma, R. I., Mina, E., & Ningsih, A. T. (2022). Penggunaan Pasir Pantai Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Dasar Dan Pengaruhnya Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas. Fondasi : Jurnal Teknik

- Sipil, 11(2), 140.  
<https://doi.org/10.36055/fondasi.v11i2.7816>
- Haras, M., E, T. A., & Legrans, R. R. I. (2017). Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung. 15(67), 77–86.
- Hardiyanto, H. C. (2010). Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan. Gadjah Mada University Press.
- Hariyatmo, Hary Christady. 1996. Teknik Fondasi 1. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Hardiyatmo, H. C. (1992). Mekanika Tanah I. Gramedia Pustaka Utama.
- Jaedun, A. (2011). Oleh : Amat Jaedun. Metodologi Penelitian Eksperimen, 0–12.
- Lambe, T. ., & Whitman, R. . (1969). Soil Mechanics. Massachussets Institute of Technology.
- Kardiyono Tjokroimuljo, 1992, Teknologi Beton, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.
- Kurnia, A., & Abduh, M. (2012). Issn 1411-660x. 12(1).
- Lambe, T.W. and Whitman, R.V (1959), The Role of Effective Stress in The Behavior of Expansive Soil, Quarterly of The Colorado School of Mines, Vol.54, No.4., October 1959.
- Likadja, F. (2021). Hlm. 1 - 121 Des 2021. Theodolika, 22(2).
- Nurmaidah, & Suranto. (2022). Uji Pemadatan Standar dan Uji Pemadatan Modified Terhadap Tanah yang Dicampur Kapur. In Journal of Civil Engineering, Building and Transportation (Vol. 6, Issue 1, pp. 50–60). <https://www.ojs.uma.ac.id/index.php/jcebt/article/view/6828>
- Nugraha, Y. H. (2019). Pengaruh Penambahan Potongan Kain Katun Sebagai Bahan Campuran untuk Memperkuat Timbunan Tanah Lempung.
- Rahadja, Hasan. 1990. Produksi Teknologi Semen. Padang: Indonesia Cement Institute.
- Rollings, M.P. and Rollings JR, R.S. (1996), Geotechnical Material in Contruction, McGraw-Hill, New York Washington, DC.
- Septyanto. (2016). Kuat Tekan Bebas Untuk Tanah Lempung Atau Tanah Lanau. 12(2), 38–60.
- Sudjianto, A. T. (2007). STABILISASI TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DENGAN GARAM DAPUR ( NaCl ). Teknik Sipil, 8(1), 53–63.
- Sutedjo, M. (1988). Pengantar Ilmu Tanah. Bumi Aksara.
- Untoro, R. (2005). Dipindai dengan CamScanner.