

Pengaruh Panjang Mini Kolom *T-Shape* Terhadap Beban dan Deformasi Pelat *Fleksiglass* di atas Tanah Lempung Ekspansif

Nakosa Rafa Bimantara¹, Agus Setyo Muntohar², Willis Diana³

¹Mahasiswa (20120110249), ²Dosen Pembimbing I, ³Dosen Pembimbing II

ABSTRAK

Tanah lempung ekspansif adalah tanah yang memiliki sifat kembang susut yang besar dan perilakunya sangat dipengaruhi oleh kadar air. Perubahan pada kadar air yang disebabkan oleh perubahan musim menyebabkan tanah lempung mengalami perubahan pada volume yang memicu kerusakan struktur di atasnya. Jenis struktur yang sering mengalami kerusakan yaitu perkerasan jalan raya dengan tanah dasar berupa tanah ekspansif. Untuk mengatasi hal tersebut, dibutuhkan perkuatan pada tanah lempung ekspansif tersebut, agar tanah menjadi lebih stabil ketika menerima beban di atasnya. Salah satu bentuk perkuatannya yaitu dengan stabilisasi tanah menggunakan teknik kolom SiCC. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh panjang mini-column *T-shape* SiCC terhadap beban dan deformasi pelat *fleksiglass* di atas tanah lempung ekspansif. Terdapat dua tipe panjang kolom *T-Shape*, tipe yang pertama memiliki panjang 70 cm dengan diameter kepala kolom 15,24 cm dan diameter bawah 5,08 cm. Tipe yang kedua memiliki panjang 50 cm dan diameter yang sama dengan tipe pertama. Perkerasan jalan raya dimodelkan dengan menggunakan pelat *fleksiglass*. Kondisi tanah ekspansif dimodelkan dengan menggunakan drum berukuran tinggi 95 cm dan diameter 54 cm. Pada bagian bawah drum diisi pasir jenuh air yang dipadatkan sampai ketebalan 20 cm, kemudian lapisan berikutnya berupa tanah lempung ekspansif yang dipadatkan sampai ketebalan 70 cm. Pengujian dilakukan dengan 3 kondisi, yang pertama pelat *fleksiglass* di atas tanah ekspansif tanpa perkuatan kolom *T-shape*, yang kedua pelat *fleksiglass* dengan perkuatan kolom *T-shape* tipe 1, dan kondisi ke tiga pelat *fleksiglass* dengan perkuatan *T-shape* tipe 2. Hasil dari pengujian tersebut di dapatkan bahwa tanah dengan perkuatan kolom SiCC berbentuk *T-Shape* dengan dimensi panjang 70 cm dan diameter 15,08 cm, memiliki nilai deformasi (pengembangan) yang paling kecil dibandingkan dengan benda uji yang lain, dengan nilai deformasi pengembangan sebesar 43,73 mm atau mengembang 6,25 % dari kondisi awal dan nilai deformasi pembebanan sebesar 7,68 cm dengan beban 140 kg. Hasil menunjukkan bahwa tanah yang diperkuat oleh kolom *T-Shape* L70 mampu mengurangi defleksi yang terjadi pada pelat akibat beban mencapai 2 kali bila dibandingkan dengan tanah yang diperkuat dengan kolom *T-Shape* L50 dan 12 kali bila dibandingkan dengan tanah tanpa kolom.

Kata kunci : Tanah ekspansif, kolom SiCC, deformasi pelat *fleksiglass*

1. PENDAHULUAN

Salah satu penyebab kerusakan pada struktur perkerasan jalan raya adalah karena tanah dasarnya yang berupa tanah lempung ekspansif. Apabila pembangunan konstruksi jalan raya berada di atas tanah lempung ekspansif, maka diperlukan perkuatan pada tanah ekspansif tersebut agar tanah menjadi lebih stabil ketika menerima beban di atasnya.

Salah satu metode perkuatan (stabilisasi) yang dapat digunakan pada tanah lempung ekspansif adalah dengan teknik kolom. Metode ini dilakukan dengan menyempatkan (*injection*) campuran kering kapur ke dalam tanah sehingga terbentuklah kolom-kolom tegak (Rogers & Glendinning, 1987). Kajian tentang penggunaan kolom-kapur atau kolom kapur/semen untuk memperkuat tanah ekspansif telah diteliti oleh Swamy (2002), Tonoz dkk. (2003), Rao dan Thyagaraj (2003), Hewayde dkk (2005) menjelaskan bahwa teknik kolom ini dapat juga dianggap seperti fondasi tiang mini (*mini pile*) yang berfungsi untuk mengendalikannya gaya angkat dan deformasi.

Pemasangan kolom-kolom pada tanah lempung ekspansif ini diharapkan dapat meningkatkan daya dukung tanah yang rendah menjadi lebih kuat dan dapat mengurangi deformasi pada fondasi akibat tekanan dan pengembangan dari tanah ekspansif. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh panjang mini-column *T-shape* SiCC terhadap beban dan deformasi pelat fleksiglass di atas tanah lempung ekspansif yang pengujiannya di laboratorium. Pengamatan model laboratorium meliputi defleksi pelat yang bekerja pada sistem fondasi.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Material yang digunakan

Tanah

Pengujian di lakukan di Laboratorium Geoteknik Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Tanah lempung yang digunakan sebagai bahan dasar dalam pengujian berasal dari Ngawi, Jawa Timur. Sifat-sifat fisika tanah yang digunakan seperti pada Tabel 1. Distribusi ukuran butir tanah disajikan oleh kurva pada Gambar 1.

Tabel 1. Karakteristik Tanah Asli

| Parameter | Nilai |
|---------------------------------|------------------------|
| Berat jenis, | 2,654 |
| Batas-batas Atterberg: | |
| Batas cair, LL | 94,39% |
| Batas plastis, | 34,58% |
| Indek plastisitas, PI | 59,81% |
| Pemadatan Proctor standar: | |
| Berat unit kering maksimum, MDD | 12,2 kN/m ³ |
| Kadar air optimum, OMC | 27 |
| Klasifikasi USCS | CH |

Pasir

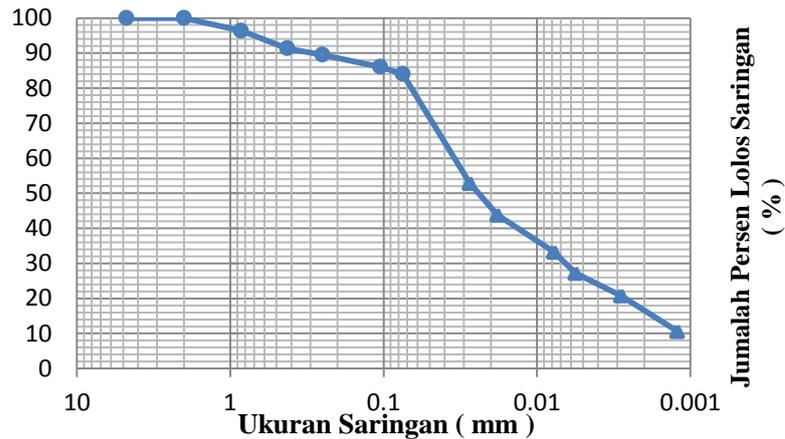
Pasir yang digunakan untuk membuat campuran kolom dalam penelitian ini di ambil dari Laboratorium Keairan dan Lingkungan, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Ukuran pasir yang digunakan adalah pasir lolos saringan No. 10 dan tertahan pada saringan No. 40.

Abu Sekam Padi

Abu sekam padi yang digunakan pada penelitian ini berasal dari daerah Kecamatan Godean, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta dan memiliki ukuran butir 0,075 mm atau lolos saringan No.200. Abu sekam padi yang digunakan mengandung 87,68% silika.

Kapur Karbit

Kapur yang digunakan pada penelitian ini adalah kapur yang berasal dari limbah karbit dan biasanya disebut sebagai kapur karbit. Kapur karbit yang digunakan berasal dari Kecamatan Sedayu, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Ukuran butir kapur karbit yang digunakan kurang dari 0,075 mm atau lolos saringan No.200. Unsur kimia penyusun limbah karbit yang utama adalah CaO sebanyak 60%.



Gambar 1 Kurva distribusi ukuran butir tanah yang digunakan

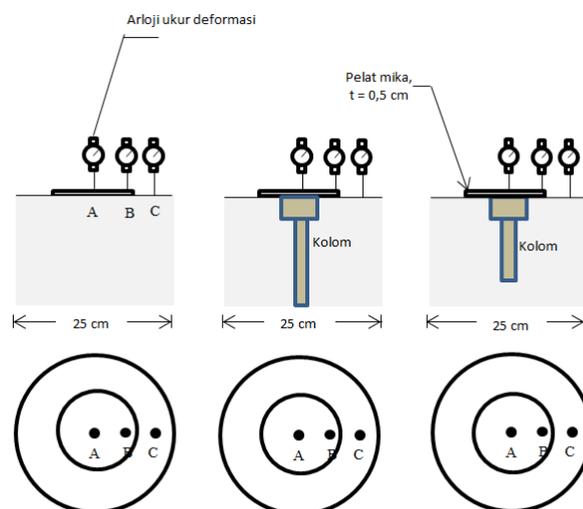
2.2. Pemodelan Laboratorium

Tanah ekspansif yang digunakan dalam penelitian ditempatkan dalam tong dengan diameter 54 cm dan tinggi 95 cm, kemudian tanah dipadatkan setinggi 70 cm pada derajat kepadatan 95% MDD dengan kondisi optimum kering. Sebelum tanah dasar dipadatkan, terlebih dahulu dimasukkan pasir ke dalam drum uji yang kemudian dipadatkan dengan tujuan untuk menyerap air di atasnya. Ketebalan pasir setelah dipadatkan adalah 20 cm.

Benda uji disiapkan dalam tiga kondisi yakni tong berisi tanah sebagai pembanding dan tong berisi tanah yang diperkuat oleh dua variasi kolom *T-Shape* SiCC. Dua variasi kolom *T-Shape* SiCC tersebut, yaitu kolom SiCC dengan panjang 70 cm dan 50 cm dengan diameter kolom 15,24 cm. Kolom SiCC dibuat dari campuran bahan abu sekam padi, limbah karbit, pasir, dan air yang kemudian dimasukkan ke dalam drum uji berisi tanah yang sudah di bor menggunakan bor manual.

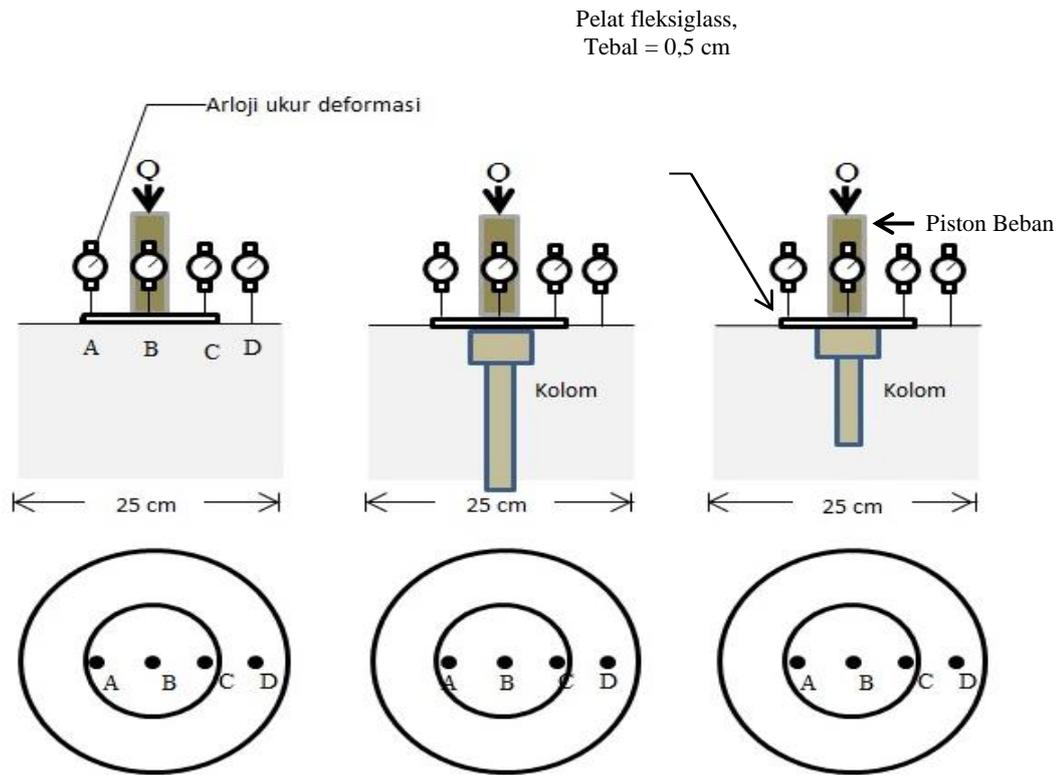
2.3. Pengujian

Pengujian dilakukan dalam 2 tahap, yaitu pengembangan dan pembebanan. Pengujian pada tahap pertama yaitu pengujian pengembangan yang dilakukan setelah kolom SiCC berumur 14 hari. Pengujian dilakukan dengan menyiram tanah dengan air secara terus menerus sampai terendam, penyiraman air ini dilakukan selama 4 hari. Jumlah titik deformasi yang ditinjau dengan arloji ukur (dial gauge) pada pengujian ini ada 3 dial gauge, yaitu pada titik A, titik B, dan titik C. Penempatan dial gauge dalam pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Sketsa model pengujian deformasi pengembangan

Pengujian pada tahap kedua yaitu pengujian pembebanan yang dilakukan di atas pelat *flexiglass* yang berfungsi sebagai pengganti perkerasan jalan dengan diameter 25 cm dan tebal 0,5 cm. Pembebanan dilakukan secara bertahap hingga mencapai keruntuhan. Letak titik beban berada di pusat pelat *flexiglass* (titik B). Pembacaan arloji dial gauge dilakukan setelah jarum pengukur bergerak secara konstan. Letak penempatan dial gauge dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Sketsa model pengujian pembebanan



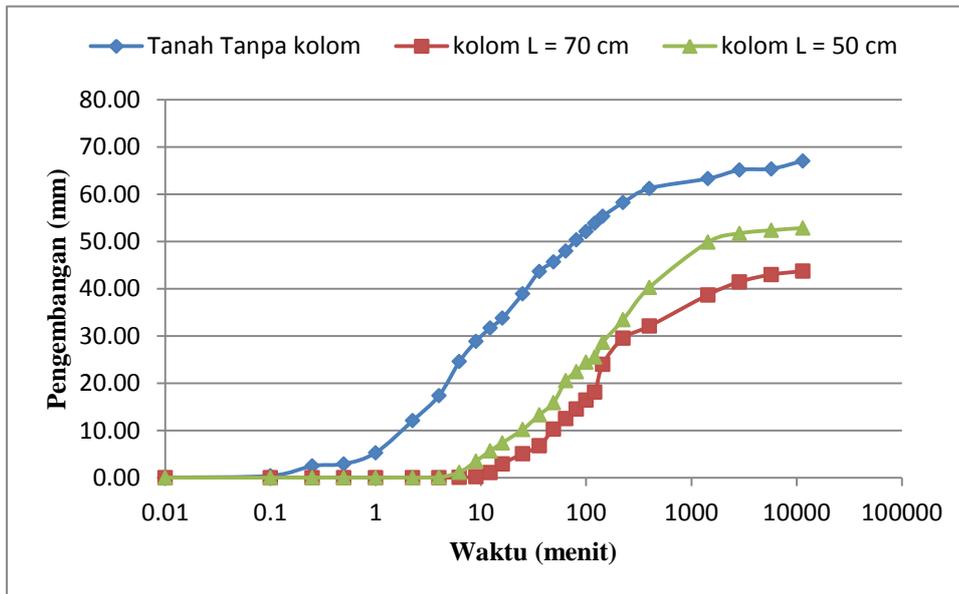
Gambar 3 Pengaturan uji model laboratorium.

3. HASIL dan PEMBAHASAN

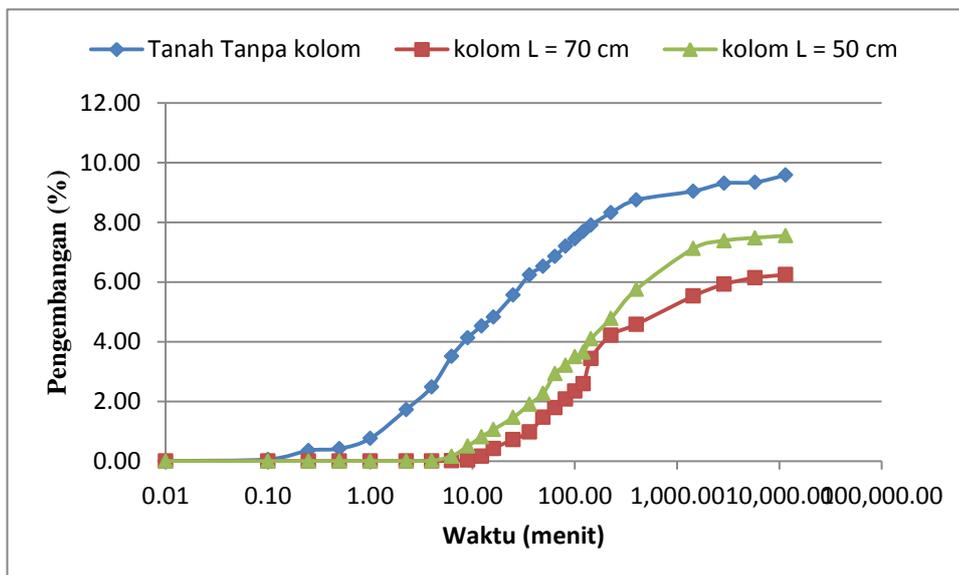
Dari pengujian di dapatkan dua macam data, yaitu data perilaku deformasi akibat pengembangan dan data perilaku deformasi akibat pembebanan.

3.1. Perilaku Deformasi Akibat Pengembangan

Data deformasi akibat pengembangan akan ditampilkan dalam bentuk grafik sebagai berikut :



Gambar 4 Hubungan Pengembangan (mm) dengan Waktu Pada Tengah Pelat *Fleksiglass*

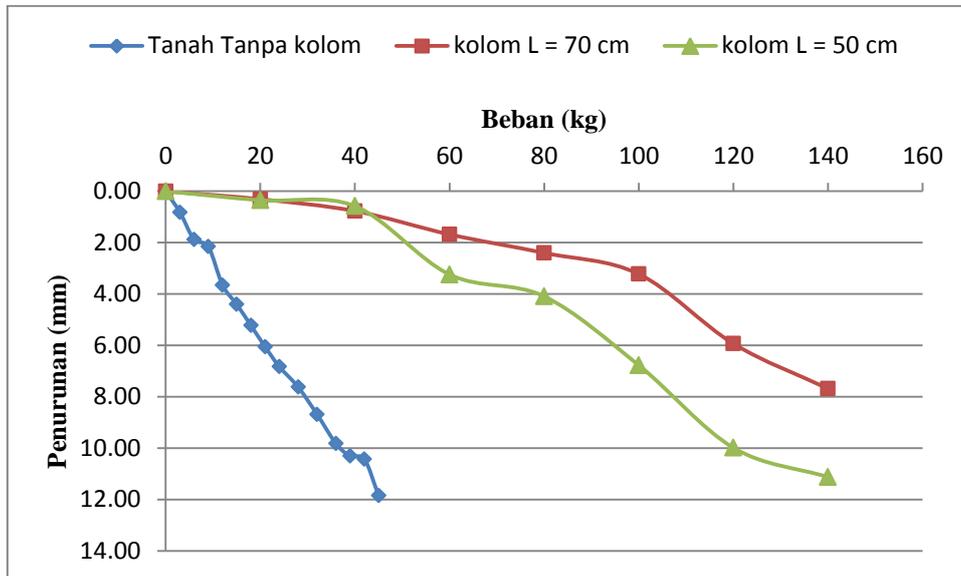


Gambar 5 Hubungan Pengembangan (%) dengan Waktu di Tengah Pelat *Fleksiglass*

Berdasarkan grafik hubungan pengembangan dengan waktu di tengah pelat *fleksiglass*, tanah dengan kekuatan kolom *T-shape* L = 70 cm, mengalami pengembangan yang paling kecil dari ketiga kondisi, dengan nilai pengembangan maksimum sebesar 43,73 mm atau mengembang sebesar 6,25% dari kondisi awal pada waktu 11.520 menit. Sedangkan pengembangan yang paling besar terjadi pada tanah tanpa kekuatan kolom dengan pengembangan maksimum sebesar 67,09 mm atau mengembang sebesar 9,58% pada waktu 11.520 menit.

3.2. Perilaku Deformasi Akibat Pembebanan

Data hasil deformasi akibat pembebanan di tampilkan sebagai berikut :



Gambar 8 Hubungan Penurunan dengan Beban Pada Tengah Pelat *Fleksiglass*

Berdasarkan grafik hubungan penurunan dengan beban di tengah pelat *fleksiglass*, di dapatkan nilai penurunan yang terkecil pada tanah dengan perkuatan kolom *T-shape* $L = 70$ cm dengan nilai sebesar 7,68 cm dengan beban maksimum 140 kg. Sedangkan penurunan terbesar terjadi pada tanah tanpa perkuatan kolom, karena hanya dengan beban 45 kg penurunan telah mencapai 11,84 cm. Apabila pada tanah tanpa perkuatan kolom bebannya dinaikkan sampai batas maksimum sebesar 140 kg, maka nilai penurunannya akan jauh lebih besar.

4. KESIMPULAN dan SARAN

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan data hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan pada pengujian pengembangan dan pembebanan pada pelat *fleksiglass* diatas tanah ekspansif, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Semakin panjang kolom *T-shape* maka daya dukung tanah lempung ekspansif semakin meningkat. Berdasarkan pada hasil pengujian deformasi pengembangan, kolom *T-shape* panjang 70 cm ditengah pelat *fleksiglass* hanya mengalami deformasi pengembangan sebesar 43,73 mm. Sedangkan pada kolom *T-shape* panjang 50 cm, pengembangan ditengah pelat *fleksiglass* mengalami deformasi pengembangan sebesar 52,86 mm. Berdasarkan pada hasil pengujian deformasi pembebanan, dengan diperkuat kolom *T-shape* panjang 70 cm mengalami deformasi penurunan sebesar 7,68 cm dengan beban 140 kg. Sedangkan dengan diperkuat kolom *T-shape* panjang 50 cm mengalami deformasi penurunan sebesar 11,12 cm dengan beban 140 kg.
2. Kolom *T-shape* sangat berpengaruh terhadap deformasi pelat *fleksiglass* diatas tanah ekspansif. Untuk deformasi pengembangan, pelat *fleksiglass* dengan perkuatan kolom *T-shape* mengalami deformasi pengembangan yang lebih kecil daripada deformasi pengembangan tanpa diperkuat oleh kolom *T-shape*. Data hasil pengujian menunjukkan besar deformasi pengembangan dengan perkuatan kolom *T-shape* panjang 70 cm sebesar 43,73 mm.

Sedangkan deformasi pengembangan tanpa perkuatan kolom *T-shape* sebesar 67,09 mm. Untuk deformasi pembebanan pelat *fleksiglass* dengan perkuatan kolom *T-shape* mengalami penurunan yang lebih kecil daripada deformasi pembebanan tanpa diperkuat oleh kolom *T-shape*. Data hasil pengujian menunjukkan besar deformasi pembebanan dengan perkuatan kolom *T-shape* panjang 70 cm sebesar 7,68 cm dengan beban 140 kg. Sedangkan deformasi pembebanan tanpa perkuatan kolom *T-shape* sebesar 11,48 cm dengan beban 45 kg.

4.2. Saran

1. Peneliti selanjutnya dapat menambahkan lebih banyak variasi panjang pada kolom *T-shape*.
2. Peneliti selanjutnya dapat menambahkan beban yang lebih besar dari 140 kg.
3. Media pengujian bisa dilakukan dengan menggunakan tempat yang lebih besar.

5. Daftar Pustaka

- Agrina, Dwi. (2016), *The Behaviour of the Unconfined Compressive Strength of the SiCC Mortar Improved Clays at Optimum-Wet Moisture Content*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Apriono, A. & Sumiyanto. (2010). *Pengaruh Variasi Diameter Kolom Kapur untuk Stabilisasi Lempung Lunak pada Tinjauan Nilai Indeks Pemampatan Tanah (Cc)*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Jendral Soedirman.
- ASTM D1196, *Standard Test Method for Nonrepetitive Static Plate Load Test of Soils and Flexible Pavement Component, for Use in Evaluation and Design of Airport and Highway Pavements*.
- Budi, G. S. (2003), *Penyebaran Kekuatan Dari Kolom Yang Terbuat Dari Limbah Karbit dan Kapur*. Dosen Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Petra.
- Diana, W., Hardiyatmo, H.C., Suhendro, B. (2016), *Pemodelan Kecil dan Analisis Numeris Sistem Pelat Terpaku Pada Tanah Ekspansif*. Jurnal Seminar Nasional Geoteknik 2016 HATTI, pp : 129-136.
- Diana, Willis, 2015, *Experimental Study on Expansive Soil: The Effect of Pile Installation on Slab Heave*, *The 10th International Forum on Strategic Technology*, Universitas Gadjah Mada, Indonesia
- Hardiyati, S. (2003). *Studi Potensi Mengembang dan Kekuatan Tanah Lempung Ekspansif Dengan dan Tanpa Kapur Akibat Siklus Berulang Basah-Kering*. Tesis, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Hardiyatmo, H.C., (2009), *Metode Hitungan Lendutan Pelat dengan Menggunakan Modulus Reaksi Tanah Dasar Ekuivalen untuk Struktur Pelat Fleksibel*, *Dinamika TEKNIK SIPIL*, Vol. 9 (2), 2009, pp. 149-154
- Makarat, N. E. (2010). *Effects of Calcium Carbide Residue–Fly Ash Binder on Mechanical Properties of Concrete*. *Journal of Materials in Civil*.
- Mutohar, (2009), *Mitigasi Likuifaksi Akibat Gempa Bumi Dengan Teknik Kolom Kapur – Abu Sekam Padi Pada Tanah Berpasir*. Proposal Penelitian pp : 11 – 12.

- Muntohar, (2009), *Uji Model Kuat Dukung dan Karakteristik Beban-Penurunan Tanah Lunak Dengan Perkuatan Kolom Kapur di Laboratorium*. Jurnal Dinamika Teknik Sipil Vol. 10 No. 3 pp : 202-207.
- Muntohar, & Nugraha, R. A. (2014), *Pengaruh Pembesaran Kepala Kolom Bentuk T-Shape Pada Sistem Fondasi Jalan Raya Terhadap Deformasi Akibat Pengembangan Tanah Ekspansif*. Prosiding Seminar Nasional TeKnIK Sipil XI – 2015 pp : 749 – 757.
- Muntohar, (2003), *“Lime-column in expansive soil: A study on the compressive strength”*, Proceeding the 1st International Conference on Civil Engineering, 1-3 October 2003, Malang, East Java.
- Nugroho, F.K. (2014), *Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung Dengan Perkuatan Kolom Mortar SiCC*. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- SNI 06-6867-2002, *Spesifikasi Abu Terbang dan Pozolan Lainnya Untuk Digunakan Dengan Kapur*.
- Widhiarto, H., Andriawan, A. H., Matulesy, A. (2015). *Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Dengan Menggunakan Campuran Abu-Sekam dan Kapur*. Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.