

PENGARUH KEPADATAN DAN CUACA TERHADAP KEMAMPUAN KEDAP AIR CAMPURAN NANOMATERIAL DENGAN TANAH EKSPANSIF

Go Arnold Alexander Gunawan¹, Patrick Janitra Soetjianto², Gogot Setyo Budi³

ABSTRAK : Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kepadatan dan cuaca terhadap kemampuan kedap air tanah ekspansif yang dicampur dengan nanomaterial. Tanah ekspansif diambil dari Surabaya Barat. Nanomaterial Terrasil dan Zycobond merupakan bahan campuran yang memberi sifat kedap air pada tanah. Sampel dibentuk dengan menggunakan tabung besi berisikan tanah yang tercampur nanomaterial Terrasil dan Zycobond. Sampel kemudian dipadatkan dengan energy yang bervariasi dengan yaitu 15, 20 dan 25 tumbukan per-lapis dengan menggunakan *hammer standard proctor*. Sampel yang sudah dipadatkan dibiarkan terkena cuaca luar selama 7 hari. Sampel yang terpapar, kemudian diuji untuk menentukan koefisien *permeability* dan *free swell*-nya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin padat sampel semakin kecil koefisien permeabilitasnya. Selain itu, semakin padat sampel menunjukkan ketahanan cuaca yang lebih baik. Hasil juga menunjukkan bahwa sampel campuran nanomaterial masih mengalami *swelling*.

KATA KUNCI: tanah ekspansif, nanomaterial, kedap air, kepadatan

1. PENDAHULUAN

Tanah ekspansif merupakan tanah yang dapat mengembang saat terkena air dan menyusut saat keadaan kering. Lapisan tanah yang terpengaruh oleh perubahan kadar air akibat perubahan musim dinamakan *active zone*. Lapisan pada area *active zone* tersebut tentunya tidak menguntungkan apabila digunakan sebagai lapisan pendukung untuk bangunan. Tanah ekspansif juga ditemukan di Surabaya-Indonesia, khususnya di Surabaya barat. Berdasarkan investigasi tanah di Surabaya yang dilaporkan oleh Testana Engineering, kedalaman dari *active zone* mencapai 5 meter (Testana Engineering, 2015).

Tanah ekspansif merupakan tanah yang berpotensi mengalami perubahan volume, oleh karena itu banyak penelitian telah dilakukan dengan tujuan menstabilkan tanah menggunakan beberapa modifikasi karakteristik tanah, dengan menambahkan bahan campuran seperti kapur (Kusuma, 1998), gypsum (Yuwono, 2004), semen (Portland Cement Association, 1963), abu sekam padi & kapur (Budi et al., 2002), *fly ash* (Cristanto & Setiawan, 2002), asam fosfat (Handaya & Santoso, 2002), dll. Stabilisasi tanah ekspansif pada prinsipnya merubah sifat tanah menjadi stabil (tidak ekspansif), namun stabilisasi tanah yang sedang berkembang akhir-akhir ini adalah menambahkan bahan campuran nanomaterial untuk membuat lapisan tanah kedap air sehingga tidak terjadinya perubahan volume baik menyusut maupun mengembang. Dalam penelitian ini akan dianalisa efektifitas dari bahan campuran nanomaterial untuk membuat suatu lapisan tanah menjadi kedap air, hal ini dimaksudkan untuk meminimalisir proses infiltrasi air kedalam lapisan tanah ekspansif sehingga proses kembang susut tanah tidak dapat terjadi.

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra Surabaya, arnoldalexandergunawan@gmail.com.

² Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra Surabaya, patrick.janitra.s@gmail.com.

³ Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra Surabaya, gogot@petra.ac.id.

2.

2. LANDASAN TEORI

Tanah Ekspansif merupakan suatu tanah yang dapat mengalami perubahan volume diakibatkan oleh adanya perubahan kadar air dalam tanah. Perubahan volume ini disebabkan oleh mineral lempung yang mampu menyerap air. Menurut Brown dan Lemon (2016) kemampuan mineral-mineral tersebut dalam menyerap air disebabkan oleh jumlah *exchangeable cation* yang tinggi. Jumlah *exchangeable cation* sendiri adalah jumlah ion positif yang dapat digantikan oleh ion positif lainnya seperti air atau garam. Ketika mineral tersebut menyerap air maka volume tanah akan meningkat. Sebaliknya, kurangnya air pada tanah ekspansif akan menyebabkan penurunan volume.

Menurut Chen (1975), stabilisasi tanah dapat memperbaiki kekuatan tanah ekspansif yang dapat merusak bangunan. Stabilisasi tanah umumnya dapat dilakukan dengan beberapa cara. Cara pertama adalah *removal and replacement*. Metode ini dilakukan dengan cara membuang sebagian atau seluruh tanah ekspansif dengan tanah non ekspansif. Cara kedua adalah menambah kepadatan tanah (*compaction*). Cara yang ketiga adalah dengan cara mekanis dan kimiawi. Stabilisasi kimiawi dilakukan dengan menambahkan bahan kimia tertentu yang dapat mengikat mineral menjadi padat sehingga mengurangi sifat kembang susut tanah ekspansif.

Penelitian ini menggunakan nanomaterial yang hanya perlu jumlah sedikit yang dicampurkan dengan tanah permukaan agar tanah bersifat kedap air sehingga tidak mudah menyerap air. Menurut Arora dan Jain, nanomaterial yang digunakan pada penelitian ini adalah Terrasil dan Zycobond. Terrasil merupakan nanomaterial berbasis Organo-silane yang dapat bereaksi dengan mineral tanah yang menyerap air dan menjadikannya ikatan alkyl soloxane penahan air di tanah tersebut. Zycobond merupakan campuran acrylic polymer yang dapat memberikan ketahanan erosi dan debu ke tanah. Campuran ini juga membantu meningkatkan kualitas tanah dan mempercepat pengeringan tanah.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dimulai dengan melakukan pengambilan tanah dilakukan di daerah citraland Surabaya barat sebanyak 6 karung dan 4 tabung. Setelah pengambilan tanah asli dilakukan tes untuk mengetahui karakteristik tanah asli. Setelah itu tanah asli dicampur dengan nanomaterial Terrasil sebanyak 1 kg/m^3 , nanomaterial Zycobond sebanyak $0,6 \text{ kg/m}^3$, dan semen sebanyak 3%. Sampel yang sudah dicampur Terrasil hingga OMC dan dikeringkan dengan cara diangin-angin kemudian dicampur dengan Zycobond dan semen. Sampel kemudian dipersiapkan dengan tabung besi berdiameter $\pm 10 \text{ cm}$ dengan tumbukan yang bervariasi yaitu 15, 20 dan 25 tumbukan per-lapis dan dilapisi dengan campuran 1 Terrasil : 1 Zycobond : 200 air sebanyak 3 liter/m^2 untuk tes ketahanan cuaca. Setelah sampel selesai tes ketahanan terhadap cuaca kemudian sampel akan dites *permeability* dan *free swell*. Tes *permeability* dilakukan dengan memberi air pada selang setinggi $\pm 2 \text{ m}$. Tes *free swell* dilakukan dengan perendaman sampel selama 7 hari.

4. HASIL ANALISA

4.1. Karakteristik Tanah Asli

Tabel 1 menunjukkan karakteristik tanah asli Citraland yang berada di Surabaya barat yang memiliki indeks plastisitas serta liquid limit yang tinggi yaitu 63,5% serta 97,4%. *Shrinkage limit* sebesar 9,5% dan *free swell* sebesar 30,25% pada tanah asli.

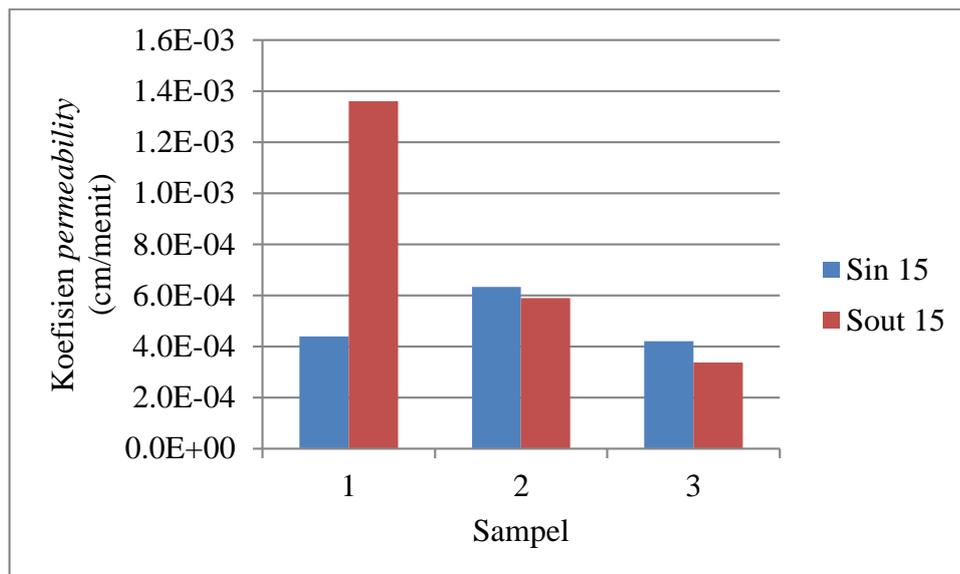
2.

Tabel 1 Karakteristik Tanah Asli

Water Content (%)	50,3
Plastic Limit (%)	33,9
Liquid Limit (%)	97,4
Plastisity Indeks (%)	63,5
Shrinkage Limit (%)	9,5
Free Swell (%)	30,25
GS	2,63
OMC (%)	26
MDD (gr/cm ³)	1,62

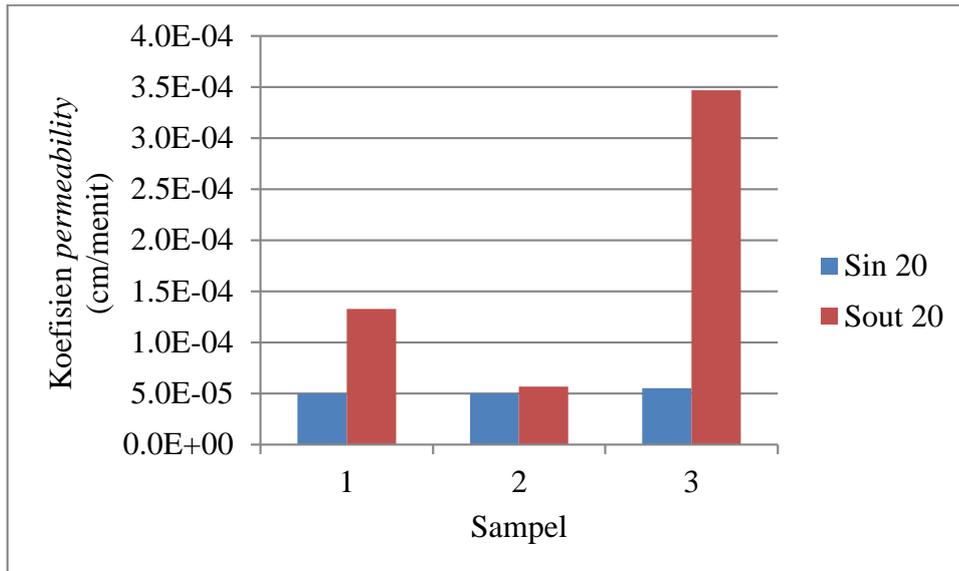
4.2. Hasil Tes *Permeability*

Gambar 1, **Gambar 2** dan **Gambar 3** menunjukkan nilai koefisien *permeability* pada sampel yang berada diluar dan didalam ruangan dengan tumbukan yang sama memiliki nilai koefisien *permeability* yang berbeda. Perbedaan nilai koefisien *permeability* tidak signifikan bila dibandingkan dengan perbedaan yang terjadi akibat kepadatan. **Gambar 4** menunjukkan perbedaan koefisien *permeability* yang dibandingkan dengan kepadatan (jumlah tumbukan per-lapis). **Tabel 2** menunjukkan bahwa nilai koefisien *permeability* sampel lebih kecil bila dibandingkan dengan tanah asli (Aribudiman et al., 2014). **Gambar 5** menunjukkan hubungan dari koefisien *permeability* dengan jumlah tumbukan per-lapis pada sampel.

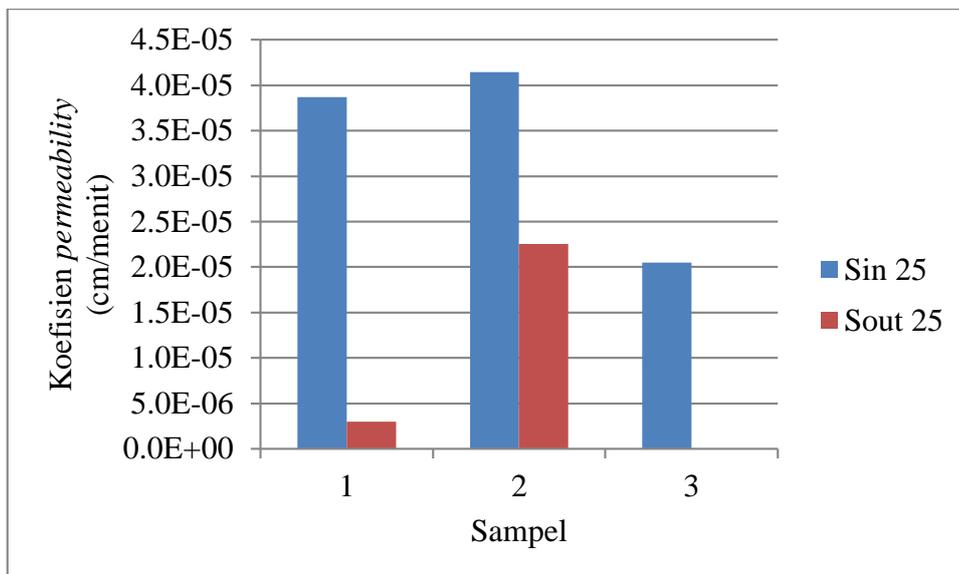


Gambar 1 Grafik Perbandingan Koefisien *Permeability* terhadap Lokasi yang Berbeda dengan 15 Tumbukan Per-Lapis

2.

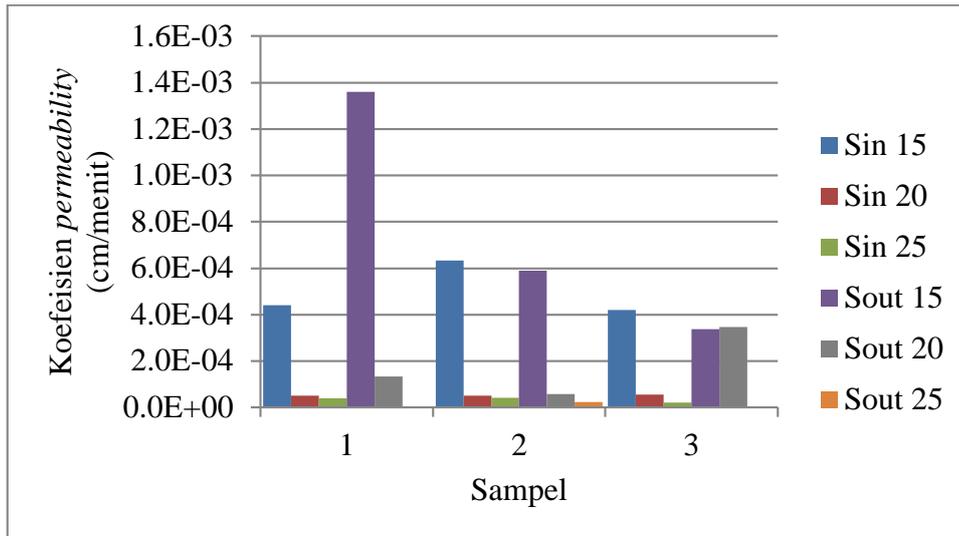


Gambar 2 Grafik Perbandingan Koefisien *Permeability* terhadap Lokasi yang Berbeda dengan 20 Tumbukan Per-Lapis



Gambar 3 Grafik Perbandingan Koefisien *Permeability* terhadap Lokasi yang Berbeda dengan 25 Tumbukan Per-Lapis

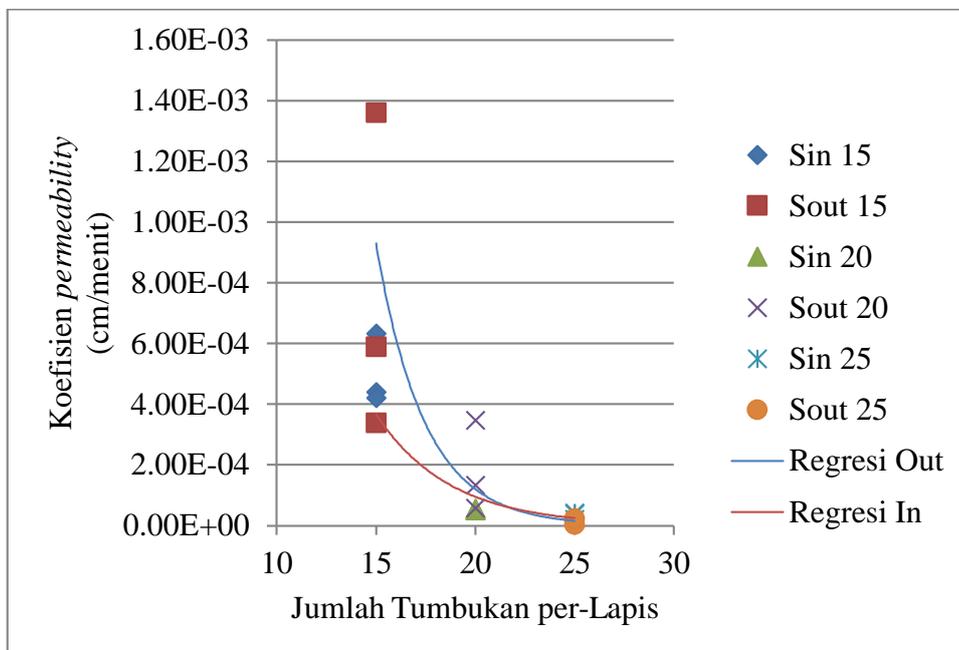
2.



Gambar 4 Grafik Perbandingan Koefisien *Permeability* terhadap Kepadatan

Tabel 2 Nilai Koefisien *Permeability*

No	Jenis Tanah	Koefisien <i>Permeability</i> (cm/menit)	Keterangan
1	Tanah Asli	6.66×10^{-3}	Referensi: Aribudiman et al., (2014)
2	S _{in} 15	4.98×10^{-4}	Sampel dengan 15 tumbukan di ruangan
3	S _{out} 15	7.63×10^{-4}	Sampel dengan 15 tumbukan diluar ruangan
4	S _{in} 20	5.19×10^{-5}	Sampel dengan 20 tumbukan di ruangan
5	S _{out} 20	1.79×10^{-4}	Sampel dengan 20 tumbukan diluar ruangan
6	S _{in} 25	3.36×10^{-5}	Sampel dengan 25 tumbukan di ruangan
7	S _{out} 25	1.28×10^{-5}	Sampel dengan 25 tumbukan diluar ruangan



Gambar 5 Grafik Regresi dari Koefisien *Permeability*

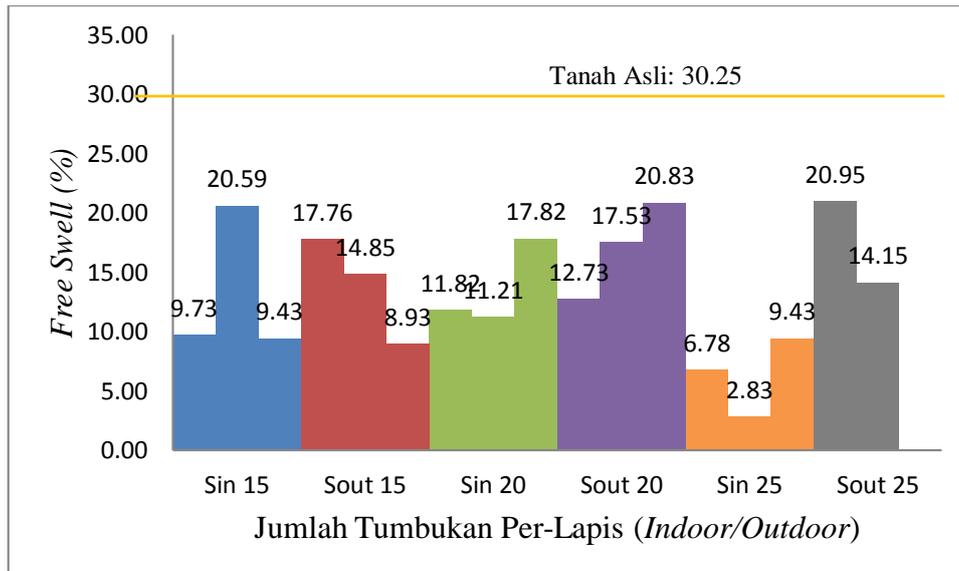
Nilai koefisien *permeability* pada sampel dengan kepadatan 15 tumbukan memiliki perbedaan yang signifikan bila dibandingkan dengan kepadatan 20 dan 25 tumbukan. Kepadatan sangat mempengaruhi

2.

kekedapan air, sedangkan cuaca tidak mempengaruhi kekedapan air secara signifikan. Nilai koefisien *permeability* tanah campuran nanomaterial lebih kecil dibandingkan dengan tanah asli (Aribudiman et al; 2014).

4.3. Hasil Tes *Free Swell*

Swell pada penelitian ini hanya dilihat dari perubahan tinggi pada sampel. **Gambar 6** menunjukkan nilai *swell* dari sampel yang diuji. Sampel masih mengalami *swell* walaupun sudah dicampur dengan nanomaterial, rata-rata *swell* pada sampel dengan nanomaterial menurun bila dibandingkan dengan tanah asli sebelum dicampur dengan nanomaterial yaitu sebesar 30.25%.



Gambar 6 Grafik Nilai *Swell* Sampel

5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Besar koefisien *permeability* dipengaruhi oleh kepadatan pada sampel, semakin padat semakin kecil nilai koefisien *permeability*-nya. Nilai koefisien *permeability* sampel yang dipadatkan dengan 15 tumbukan memiliki nilai rata-rata 4.98×10^{-4} cm/menit pada ruangan dan 7.63×10^{-4} cm/menit pada sample yang dipaparkan terhadap cuaca. Nilai koefisien *permeability* sample yang dipadatkan dengan 20 tumbukan memiliki nilai rata-rata 5.19×10^{-5} cm/menit pada ruangan dan 1.79×10^{-4} cm/menit pada sample yang dipaparkan terhadap cuaca. Nilai koefisien *permeability* sample yang dipadatkan dengan 25 tumbukan memiliki nilai rata-rata 3.36×10^{-5} cm/menit pada ruangan sedangkan 1.28×10^{-5} cm/menit pada sample yang dipaparkan terhadap cuaca.
2. Pada kepadatan yang sama, tidak terlihat adanya perubahan yang signifikan antara koefisien *permeability* sampel yang dipaparkan terhadap cuaca dan sampel didalam ruangan.
3. Sampel tanah yang dipaparkan terhadap cuaca dan sampel didalam ruangan masih terjadi penyusutan.
4. Hasil pengamatan *swell* pada sampel setelah pengujian *free swell* menunjukkan bahwa *swelling* masih terjadi pada semua sample. Nilai *swelling* pada tanah campuran nanomaterial bervariasi antara 2.83% sampai 20.95%, relatif lebih kecil dibandingkan *swelling* tanah asli yaitu sebesar 30,25%.

6. DAFTAR REFERENSI

- Aribudiman.N., et. al.. (2014). Karakteristik Tanah Lempung Ekspansif yang Ditambahkan Semen dan Abu Sekam Padi sebagai Subgrade Jalan. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*. Vol.18, No.2.
- Arora, K., & Jain, P.K. (2016). *Studies on Use of Nano-Materials and Cement for Improvement of Soil in Rural Roads*. *Academy of Scientific and Innovative Research*. New Delhi.
- Brown, K. & Lemont, J.. (2017). *Cations and Cation Exchange Capacity*. <<http://www.soilquality.org.au/factsheets/cation-exchange-capacity>> (Agustus 23,2017) .
- Budi, G.S., et. al. (2002). Pengaruh Pencampuran Abu Sekam Padi dan Kapur untuk Stabilisasi Tanah Ekspansif. *Dimensi Teknik Sipil*.Vol.4, pp. 94-99.
- Chen, F. H. (1975). *Foundations on Expansive Soils* (Vol. 12). Madison, Milwaukee.
- Cristanto, A., & Setiawan, E. (2004). Pengaruh Fly Ash terhadap Sifat Pengembangan Tanah Ekspansif. (TA No. 1155.S). Tugas Akhir S1, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Handaya, R., & Santoso, H. (2002). Stabilisasi Tanah Ekspansif dengan Menggunakan Bahan Kimia Asam Fosfat. (TA No. 1202/SIP/2002). Tugas Akhir S1, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Kusuma. (1998). *Pengaruh Pencampuran Tanah Ekspansif Dalam Kondisi Batas Cair dengan Kapur terhadap Sifat Kembang Susut Tanah* (No. 820 S). Tugas Akhir S1, Petra Christian University, Surabaya.
- Portland Cement Association. (1963). *Soil-Cement Inspector's Manual*. Portland Cement.
- Testana Engineering. (2015). *Soil Investigation Report*
- Yuwono. (2004). *Stabilisasi Tanah Ekspansif Menggunakan Gypsum* (TA No. 12111361/SIP/2004). Tugas Akhir S1, Petra Christian University, Surabaya.