

Pengaruh Penambahan Semen Tipe I Terhadap Nilai Kuat Geser Tanah (Studi Kasus Jalan Taman Verbena, Kelurahan Sadeng, Kecamatan Gunungpati, Semarang)

Krisna Dwiyana¹, Roma Kusuma², Daniel Hartanto³
email: krisnadwiyana@gmail.com¹, kusuma_roma@yahoo.co.id²

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Soegijapranata
Jl. Pawiyatan Luhur IV/ 1, Bendan Dhuwur, Semarang 50234

Abstract

The type of soil that is quite often found in Semarang City is expansive soil. Expansive soil is some types of clay soil which has high value of shrinkage and plasticity. One of the common problem from this characteristic is found at Jalan Taman Verbena, Kelurahan Sadeng, Kecamatan Gunungpati, Semarang. The problem that usually occur are broken walls and cracks, and also bumpy floors. One of the solution that the writer give to increase the value of expansive soil shear strength is to conduct research on adding cement with different percentage as the additiver. In this research, the writer use type I cement with the percentage of 0%, 5%, 10%, 15%, and 20% from the weight of dry soil. The reasearch that the writer do are mineralogi test, index properties test, atterberg limit test, sieve analysis test, standard proctor test, swelling test and direct shear test. Based on the direct shear test, the best value of cohesion was obtained at 10% of cement adding on the soil sample with 28 days of curing with the value 3,75 kg/cm², while the best value of shear angle was obtained at 20% of cement adding with 28 days of curing with the value 88,00°. The conclusion that the writer can be conclude is cement has good effect in increasing the value of expansive soil shear strength.

Keywords: shear strength, expansive soil, additiver, type I cement, direct shear test

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di Indonesia, khususnya Kota Semarang dengan berbagai jenis dan karakteristik tanah yang ada menjadikan proses pembangunan sebuah konstruksi di dalamnya menjadi semakin bervariasi. Salah satu jenis tanah yang cukup banyak ditemui di Kota Semarang adalah tanah ekspansif. Menurut Sudjianto (2006) dalam (Widiantoro, *et. al.*, 2017), tanah ekspansif merupakan tanah yang mempunyai tingkat kembang susut yang besar. Salah satu ciri dari tanah ini adalah akan terjadi pengembangan dan peningkatan tekanan air pori apabila terjadi perubahan kadar air. Begitu pula sebaliknya apabila terjadi penurunan kadar air maka akan terjadi penyusutan.

Deformasi oleh akibat pengembangan tanah, umumnya menghasilkan permukaan yang tidak beraturan, dan tekanan pengembangan yang dihasilkan dapat mengakibatkan kerusakan serius pada bangunan gedung ringan dan perkerasan jalan yang berada di atasnya. Hal ini disebabkan tanah ekspansif mengandung jenis-jenis mineral tertentu yang mengakibatkan tanah ekspansif mempunyai luas permukaan cukup besar dan sangat mudah untuk menyerap air dalam jumlah besar. Kondisi tanah seperti ciri tersebut diindikasikan terdapat pada suatu perumahan di daerah Gunungpati.

Beberapa usaha telah dilakukan, seperti dengan usaha pemadatan dengan *stamper*, pengaliran drainase

semaksimal mungkin dan usaha dengan diurug tanah dari daerah lain. Untuk mengatasi hal tersebut maka penulis berusaha untuk mencari jalan keluar dengan upaya menaikkan nilai kuat geser tanah tersebut dengan bahan tambah semen tipe I.

1.2. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dibuat, penulis melakukan penelitian dengan tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui karakteristik tanah pada Jalan Taman Verbena.
2. Mengetahui kandungan mineral yang terdapat pada tanah Jalan Taman Verbena.
3. Mengetahui pengaruh semen tipe I terhadap nilai kuat geser pada tanah di Jalan Taman Verbena.
4. Mengetahui nilai *potential swell* tanah pada Jalan Taman Verbena terhadap campuran semen tipe I.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah lempung ekspansif

Tanah lempung ekspansif adalah tanah yang memiliki fluktuasi kembang susut tinggi (Sudjianto, 2006). Tinggi rendahnya fluktuasi tersebut menurut Chen (1975), didasarkan pada nilai indeks plastisitasnya, yaitu diantara 20-55%.

2.2. Semen Portland

Menurut SNI 15-2049-2004 semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambah lain. Semen hidrolis yang mengandung suatu tambahan udara dalam jumlah tertentu yang menyebabkan udara terkandung didalam mortar dengan

batasan yang dispesifikasikan pada saat diukur dengan suatu metode. Menurut ASTM C 150-84 terdapat 5 tipe semen Portland, yaitu :

1. Tipe I
Semen Portland standar yang digunakan untuk semua bangunan beton yang tidak akan mengalami perubahan cuaca yang drastis atau dibangun dalam lingkungan yang sangat korosif. Semen Tipe I ini cocok digunakan untuk bangunan yang berada dilingkungan korosif dan Semen Tipe I ini mudah untuk digunakan serta mudah untuk didapatkan
2. Tipe II
Semen tipe ini digunakan untuk bangunan yang menggunakan pembetonan secara massal seperti dam, yang panas hidrasinya tertahan dalam bangunan untuk jangka waktu lama.
3. Tipe III
Semen Portland tipe III adalah jenis semen yang cepat mengeras, cocok untuk pengecoran beton pada suhu rendah. Butiran semennya digiling lebih halus daripada tipe I untuk mempercepat proses hidrasi, yang diikuti dengan percepatan pengerasan serta percepatan penambahan kekuatan.
4. Tipe IV
Semen Portland tipe ini menimbulkan panas hidrasi rendah yang menghasilkan beton yang melepaskan panas dengan sangat lambat.
5. Tipe V
Semen Portland tipe V bersifat tahan terhadap serangan sulfat serta mengeluarkan panas. Semen ini cocok untuk bangunan beton yang akan ditempatkan dilingkungan dengan konsentrasi sulfat yang tinggi.

2.3. Stabilisasi Tanah

Menurut (Bowles, 1986) tanah yang perlu dilakukan stabilisasi adalah tanah yang bersifat sangat lepas atau sangat mudah tertekan, atau apabila tanah mempunyai indeks konsistensi yang tidak sesuai, permeabilitas yang terlalu tinggi, atau sifat lain yang tidak diinginkan sehingga tidak sesuai untuk suatu proyek pembangunan. Prosedur stabilisasi yang biasa terdapat pada tanah berbutir halus adalah dengan menggali sampai suatu kedalaman tertentu dan mencampur tanah yang digali dengan semen, semen dan abu batubara, gamping, gamping dan abu batubara, dengan ditambahkan air secukupnya.

Menurut (Bowles, 1986) stabilisasi tanah dapat terdiri dari salah satu atau kombinasi dari pekerjaan-pekerjaan berikut :

1. Stabilisasi Mekanis
2. Bahan Pencampur (*addiver*)

Pada penelitian ini usaha peningkatan kuat geser tanah yang digunakan adalah dengan menggunakan bahan pencampur berupa semen. Semen tersebut diharapkan mampu meningkatkan kuat geser tanah di Jalan Taman Verbena, Kelurahan Sadeng, Kecamatan Gunungpati, Semarang.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Pengambilan Sampel Tanah

Sampel tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah yang berasal dari Jalan Taman Verbena, Kelurahan Sadeng, Kecamatan Gunungpati, Semarang. Tanah yang diambil berada pada kedalaman

3.2. Proses Penelitian

Berikut merupakan tahapan penelitian yang dilakukan oleh penulis.

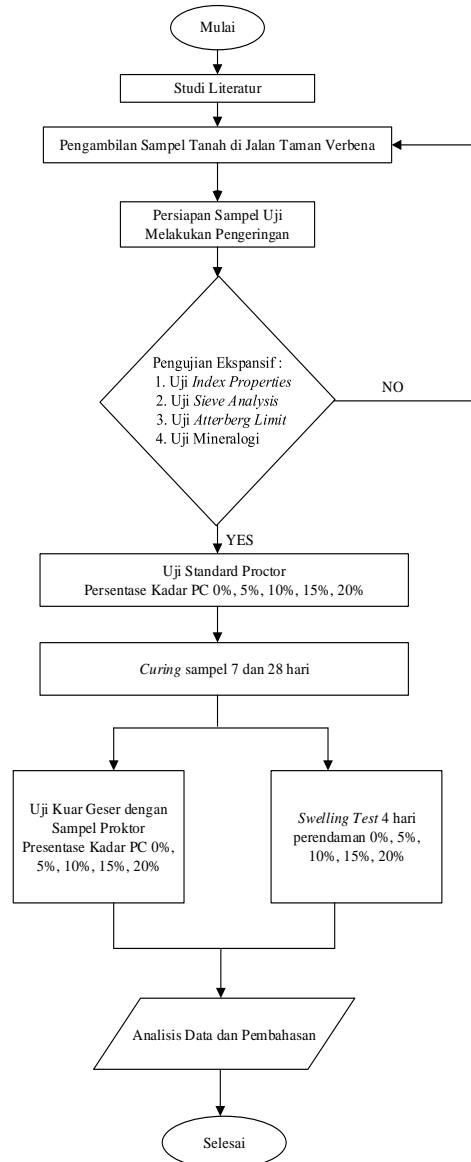
1. Melakukan uji klasifikasi tanah,
 - a. Uji klasifikasi tanah yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Unika Soegijapranata meliputi : *index*

properties, atterberg limit, dan sieve analysis.

- b. Melakukan uji mineral tanah di Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro.
 - c. Melakukan proses analisis pada hasil uji klasifikasi dan uji mineral untuk menentukan tanah ekspansif.
2. Jika terbukti sampel tanah merupakan tanah ekspansif, maka dapat dilanjutkan dengan proses pengayakan untuk persiapan uji *proctor*.
 3. Melakukan pengujian *standard proctor* sesuai dengan SNI 1742-2008,
 - a. Pengujian yang dilakukan pada kadar penambahan 0% guna mendapatkan OMC.
 - b. Percobaan *proctor* menggunakan *mold standard proctor* dengan cara A.
 - c. Melakukan proses analisis γ maks dan OMC.
 2. Selanjutnya setelah mendapatkan OMC dari pengujian *proctor* dengan kadar semen 0% kemudian dilanjutkan dengan pengujian *swelling* dengan menggunakan *mold modified proctor*.
 3. Proses pengujian *swelling* tanpa uji *direct shear*.
 - a. Pengujian dilakukan pada setiap kadar yaitu pada 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% penambahan semen.
 - b. Melakukan proses *curing* selama 7 hari.
 - c. Melakukan proses perendaman di dalam air selama 4 hari.
 - d. Melakukan analisis persentase pengembangan dari sampel yang digunakan.
 4. Proses pengujian *direct shear* tanpa uji *swelling*.
 - a. Melakukan persiapan dengan mencampurkan tanah dan semen

- sesuai kadar yang sudah ditentukan.
- b. Melakukan pencampuran kadar air sesuai kadar air optimum yang sudah didapatkan dari pengujian *standard proctor* dengan kadar 0% semen.
 - a. Melakukan proses pemadatan dengan cara A sesuai SNI 1742-2008, kemudian setelah tanah dalam kondisi padat dan homogen dapat dilakukan proses pencetakan.
 - b. Melakukan pengambilan sampel *direct shear* menggunakan ring sampel yang kemudian dilakukan pencetakan pada bagian atas, tengah, dan bawah sampel tanah.
 - c. Melakukan proses *curing* 7 hari dan 28 hari.
 - d. Melakukan uji *direct shear* untuk masing-masing sampel tanah dengan tegangan normal 5, 10, dan 15 kg/cm².
 - e. Analisis nilai kuat geser dari masing-masing sampel yang digunakan.
5. Melakukan analisis dan pembahasan mengenai seluruh penelitian yang telah dilakukan.
 6. Membuat kesimpulan berdasarkan analisa dari setiap uji yang telah dilakukan.
 7. Membuat saran untuk proses penelitian yang telah dilakukan untuk proses penelitian yang akan datang.
 8. Membersihkan sisa sampel tanah yang telah dilakukan pengujian di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Katolik Soegijapranata..

3.3. Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Uji Klasifikasi Tanah

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan di laboratorium untuk mengetahui sifat fisis tanah dengan melakukan pengujian *index properties*, *Atterberg Limit*, dan *Sieve Analysis*, dengan rekapan hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Rekapan Hasil *Soil Properties*

Berdasarkan hasil sesuai dengan uji klasifikasi diatas menurut USCS dapat

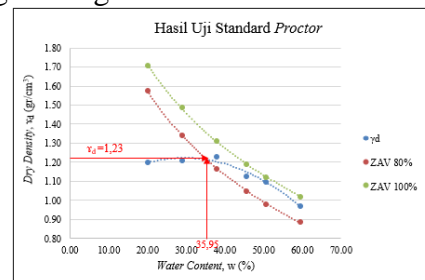
Pengujian	Nilai Pengujian
Kadar Air, w (%)	49,40
γ_b (gr/cm ³)	1,68
γ_d (gr/cm ³)	1,13
Angka Pori (e)	1,30
Porositas (n)	0,57
Derajat Kejuhan (S) (%)	98,40
Kesalahan Relative (%)	2,19
Shrinkage Ratio, SR	1,40
G_s (specific gravity) (dari IP)	2,60
SL (%)	35,34
LL (%)	98,00
PL (%)	44,44
IP (%)	54
C_u	32,67
C_c	1,36
Gravel (%)	0
coarse to medium sand (%)	1
fine sand (%)	1
Silt (%)	87
Clay (%)	11
Aktivitas	4,91

disimpulkan bahwa tanah di Jalan Taman Verbena, Kelurahan Sadeng, Kecamatan Gunungpati, Semarang tergolong ke dalam tanah pada grup MH. Simbol huruf awal M merupakan simbol huruf untuk tanah lanau (*silt*) anorganik, sedangkan huruf kedua yaitu H merupakan tanah dengan *high plasticity* ($LL > 50$). Berdasarkan nilai dari PI dan persentase dari kandungan lempung (*clay*), maka didapatkan nilai aktivitas sampel tanah di Jalan Taman Verbena adalah sebesar 4,91. Berdasarkan hasil $A > 1,25$, maka tanah yang ada di Jalan Taman Verbena digolongkan aktif dan sifatnya ekspansif.

4.2. Hasil Uji Pemadatan (*Standard Proctor*)

Uji pemadatan yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan di laboratorium

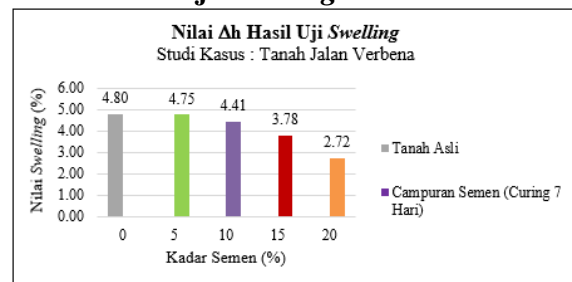
Mekanika Tanah Universitas Katolik Soegijapranata. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan metode *standard proctor* yang kemudian didapatkan hasil kadar air optimum dan berat isi kering tanah uji. Uji pemadatan yang dilakukan hanya dilaksanakan pada tanah asli guna untuk mendapatkan kadar air optimum yang kemudian dari hasil tersebut akan digunakan pada percobaan uji pengembangan.



Gambar 2. Grafik Hasil Uji Standard Proctor.

Berdasarkan hasil percobaan uji pemadatan, didapatkan nilai kadar air optimum (OMC) sebesar 35,95% dan berat isi maksimum (γ_{dry} maks) sebesar 1,23 gr/cm³.

4.3. Hasil Uji Swelling



Gambar 3. Grafik Hasil Uji Swelling.

Berdasarkan percobaan uji *swelling* yang telah dilakukan, didapatkan hasil seperti diatas. Dapat disimpulkan bahwa nilai pengembangan tanah dapat dikurangi dengan dicampurkan semen ke tanah yang akan dilakukan perbaikan. Untuk penambahan sebanyak 5% semen menghasilkan hasil yang tidak begitu berbeda dengan tanah asli dengan selisih 0,05%. Untuk kadar 10% mulai terlihat

ada penurunan dengan selisih 0,39% dari tanah asli. Untuk kadar 15% memiliki selisih 1,02% dari tanah asli dan untuk kadar semen yang terbaik dalam mengurangi tingkat pengembangan tanah terdapat pada penambahan semen sebanyak 20% yaitu sebesar 2.72% dan memiliki selisih 2.08% dengan tanah asli.

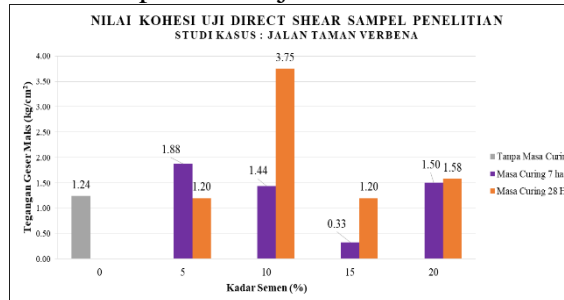
5. Hasil Uji Direct Shear

Berikut merupakan tabel hasil uji *direct shear* pada sampel tanah.

Tabel 2. Rekapitan Hasil Uji Fisis Tanah

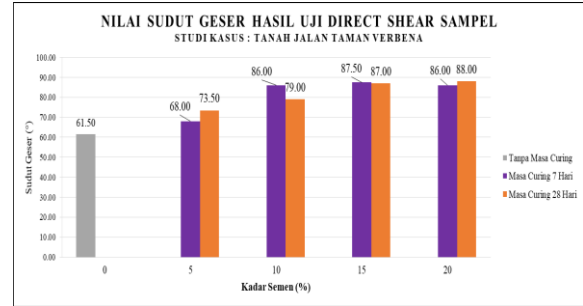
Kadar Semen (%)	Masa Curing (hari)					
	0		7		28	
	c_u (kg/cm ²)	ϕ (°)	c_u (kg/cm ²)	ϕ (°)	c_u (kg/cm ²)	ϕ (°)
0	1.24	61.50	-	-	-	-
5	-	-	1,88	68,00	1,20	73,50
10	-	-	1,44	86,00	3,75	79,00
15	-	-	0,33	87,50	1,20	87,00
20	-	-	1,50	86,00	1,58	88,00

Berdasarkan percobaan *direct shear* yang telah dilakukan, didapatkan hasil seperti pada tabel diatas. Berikut merupakan gambar grafik kohesi dari semua sampel tanah uji.



Gambar 4. Nilai Kohesi Uji Direct Shear Sampel Penelitian, Studi Kasus: Jalan Taman Verbena.

Berdasarkan percobaan *direct shear* yang telah dilakukan, didapatkan hasil seperti diatas. Dapat disimpulkan bahwa nilai kohesi tertinggi terdapat pada sampel 28-10 (sampel tanah dengan masa *curing* 28 hari dengan kadar semen 10%) dengan nilai 3,75 kg/cm². Berikut merupakan gambar grafik sudut geser dari semua sampel tanah.



Gambar 5. Nilai Sudut Geser Uji Direct Shear Sampel Penelitian, Studi Kasus : Jalan Taman Verbena

Berdasarkan percobaan *direct shear* yang telah dilakukan, didapatkan hasil seperti diatas. Dapat disimpulkan bahwa nilai sudut geser tertinggi terdapat pada sampel 28-20 (sampel tanah dengan masa *curing* 28 hari dengan kadar semen 20 %) dengan nilai 88,00°.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan di laboratorium, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil penelitian uji fisis tanah yang dilakukan pada sampel tanah di Jalan Taman Verbena meliputi hasil uji *index properties* berupa nilai kadar air sebesar 49,40%, ρ_b sebesar 1,68 gr/cm³, ρ_d sebesar 1,13 gr/cm³, angka pori (*e*) sebesar 1,30, porositas (*n*) sebesar 0,57, derajat kejenuhan (*S*) sebesar 98,40%, dan nilai G_s sebesar 2,60; untuk hasil uji *Atterberg Limit* berupa nilai *SL* sebesar 35,34%, nilai *LL* sebesar 98,00%, nilai *PL* sebesar 44,44%, dan nilai indeks plastisitas sebesar 54,00%; untuk hasil uji *sieve analysis* didapatkan nilai C_u sebesar 32,67, nilai C_c sebesar 1,36, *persentase gravel* sebesar 0%, *persentase coarse to medium sand* sebesar 1%, *persentase fine sand* sebesar 1%, *persentase silt* sebesar 87%, dan hasil *persentase clay* sebesar 11%.

2. Berdasarkan nilai PI dan *persentase* dari kandungan lempung (*clay*) didapatkan nilai aktivitas sebesar 4,91. Hasil nilai $A > 1,25$, maka tanah yang ada di Jalan Taman Verbena digolongkan aktif dan sifatnya ekspansif. Hasil tersebut juga menyatakan bahwa tanah memiliki jenis mineral montmorillonite
3. Berdasarkan hasil uji mineralogi disimpulkan tanah di Jalan Taman Verbena memiliki kandungan mineral Sillimanite sebanyak 100 %.
4. Berdasarkan hasil uji *direct shear* didapatkan hasil nilai kuat geser tanah dengan campuran semen memiliki nilai yang lebih baik dibandingkan pada kondisi aslinya dengan nilai kohesi (c_u) terbaik pada kadar 10% dengan masa *curing* 28 hari sebesar 3,75 kg/cm² dan nilai sudut geser (ϕ) terbaik pada kadar 20% dengan masa *curing* 28 hari sebesar 88,00°.
5. Berdasarkan uji pengembangan tanah (*swelling test*) didapatkan nilai *potensial* *swell* pada sampel tanah asli sebesar 4,80%. Berdasarkan hasil tersebut maka dapat dikatakan bahwa sampel tanah dari Jalan Taman Verbena merupakan tanah ekspansif dengan *potential swell classification* pada kelas *high*.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan dan penarikan kesimpulan yang sudah disampaikan, maka penulis menyarankan.

1. Perlu dilakukan pengujian kuat geser tanah yang berbeda selain dengan uji *direct shear*.
2. Dapat menggunakan bahan tambah lain yang mudah untuk dijangkau dan lebih ekonomis, sehingga dapat mempermudah pada saat pelaksanaan dilapangan dan dengan pengeluaran yang lebih ekonomis.
3. Melakukan perawatan alat praktikum bagi yang menggunakan alat

praktikum tersebut, sehingga pada saat proses penelitian meminimalisirkan terjadinya kesalahan.

4. Pada waktu pencampuran diproses pemadatan, dapat menggunakan *concrete mixer* dengan kapasitas kecil agar tanah dapat tercampur dengan baik dan lebih homogen.
5. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan penambahan kadar semen dibawah kadar yang telah penulis lakukan, karena sudut geser dalam yang melebihi grafik faktor daya dukung untuk keruntuhan geser setempat menurut Terzaghi.

DAFTAR PUSTAKA

- Altmeyer, W. T. (1955) *Discussion of Engineering Properties of Expansive Clays*. New York: Proc. Amsoc. Civil Eng. 81.
- Anandia R, Arrumaisha, Siti Nur Aini. 2010. *Analisis dan Alternatif Penanganan Kelongsoran Tanah di Perumahan Bukit Manyaran Permai (BMP) Semarang*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.
- ASTM C 150-07 *Standard Specification for Portland Cement*
- ASTM D 4546 – 96 *Standard Test Methods for One-Dimensional Swell or Settlement Potential of Cohesive Soils*
- ASTM 3080 – 98 *Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions*
- Bowles, Joseph E.; Hainim, J. K. (1986) *Sifat-sifat fisis dan geoteknis tanah (mekanika tanah)*. Erlangga. Available at: http://lib.unika.ac.id/index.php?p=show_detail&id=13102&keywords=bowles (Accessed: 6 February 2018).
- Chen, F. H. (1975) *Foundation on Expansive Soil. Development in*

- Geotechnical Engineering* 12. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company.
- Das, B. M. (1995) *Mekanika tanah prinsip-prinsip rekayasa geoteknis Jilid 1*. Edited by N. E. Mochtar, Indrasurya; Mochtar. Jakarta: Erlangga. Available at: http://lib.unika.ac.id/index.php?p=show_detail&id=16010&keywords=braja (Accessed: 3 January 2018).
- Gunarso, A. *et al.*, (2017) 'Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dengan NaOH 7,5%', 6, pp. 238–245.
- Hardiyatmo, H. C. (1992) *Mekanika tanah 1*. Edited by M. P. Widodo. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama. Available at: http://lib.unika.ac.id/index.php?p=show_detail&id=20095&keywords=hary+christady (Accessed: 3 January 2018).
- Holtz, W. G. and Gibbs, H. J. (1956) *Engineering Properties of Expansive Clay Transactions*. ASCE.
- Nakazawa, K. (1983) *Mekanika Tanah & Teknik Pondasi*. II. Edited by I. S. Sosrodarsono. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- O'Neill, M. W. and Poormoayed, N. (1980) *Methodology for Foundations on Expansive Clays*. J. Geotechnical Eng. Divis. Dec. GT12.
- Skempton, A. W. (1953) *The Colloidal "Activity" of Clays*. In : Proceedings of the third international conference on soil mechanics and foundation engineering. Zurich, Switzerland, ICOSOMEF, pp 57-61
- Sudjipto, A. T. (2007) 'Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Dengan Garam Dapur (NaCl)', *Teknik Sipil*, 8(1), pp. 53–63.
- Susilorini, R. and Suwarno, D. (2009) *Buku Ajar Mengenal & Memahami Teknologi Beton*. 2nd edn. Edited by D. Hartanto. Semarang: CV. Surya Perdana Semesta.
- SNI 15-2049-2004 Semen Portland
- SNI 1742:2008 Cara Uji Kepadatan Ringan Untuk Tanah
- SNI 1964 : 2008 Cara Uji Berat Jenis Tanah
- SNI 1966:2008 Cara Uji Penentuan Batas Plastis dan Indeks
- SNI 1967:2008 Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah
- SNI 3423:2008 Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah
- Takaendengan, P. P. *et al.*, (2013) 'Pengaruh Stabilisasi Semen Terhadap Swelling Lempung Ekspansif', *Jurnal Sipil Statik*, 1(6), pp. 382–289.
- Wesley, L. D. (1977) *Mekanika tanah*. VI. BPPU. Available at: http://lib.unika.ac.id/index.php?p=show_detail&id=16068&keywords=wesley (Accessed: 3 January 2018).
- Widiantoro, I. and Ahmad, F. (2017) 'Stabilisasi Tanah Ekspansif dengan Bahan Tambah Gypsum (Studi Kasus di Kawasan Industri Candi Blok K-18, Semarang)', *G - SMART*, 1(1), pp. 23–32. Available at: <http://journal.unika.ac.id/index.php/gsmart/article/view/923> (Accessed: 6 February 2018).