

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi dan Sample Penelitian

Metodologi penelitian tugas akhir ini bersifat eksperimen (*research*) yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Pendidikan Indonesia dengan cara memperbaiki sampel tanah yang diambil dari lapangan dengan menggunakan bahan aditif berupa *silica fume*. Lokasi yang akan dijadikan penelitian adalah daerah PT. Sekisui Plastics Indonesia, Jl. Science Timur 2 Blok B1-F, Kawasan Industri Jababeka Tahap V, Cikarang, Bekasi

Penelitian dimulai dengan mengambil sampel tanah dilapangan secara *disturbed* lalu dibawa ke laboratorium untuk diuji, kandungan mineral tanah diuji untuk mengetahui kadar mineral penyebab tanah ekspansif seperti mineral montmorillonite dan diuji pula sifat fisiknya, kemudian dilakukan *treatment* terhadap tanah menggunakan bahan aditif berupa *silica fume*, *mix design* dilakukan dengan berbagai persentase bahan untuk mencari persentase perbaikan yang dinilai mengalami peningkatan kualitas paling baik.

Sampel penelitian ialah benda uji yang berukuran tinggi 3” (76mm) dan diameter 3/2” (38mm) dengan kedua permukaan diratakan untuk uji Triaxial UU, serta 0,78” (20mm) untuk uji *California Bearing Ratio* (CBR), terdiri dari benda uji tanah ekspansif normal dan Benda uji dengan penggunaan *silica fume*. Pengujian dilakukan dengan variasi sebagai berikut

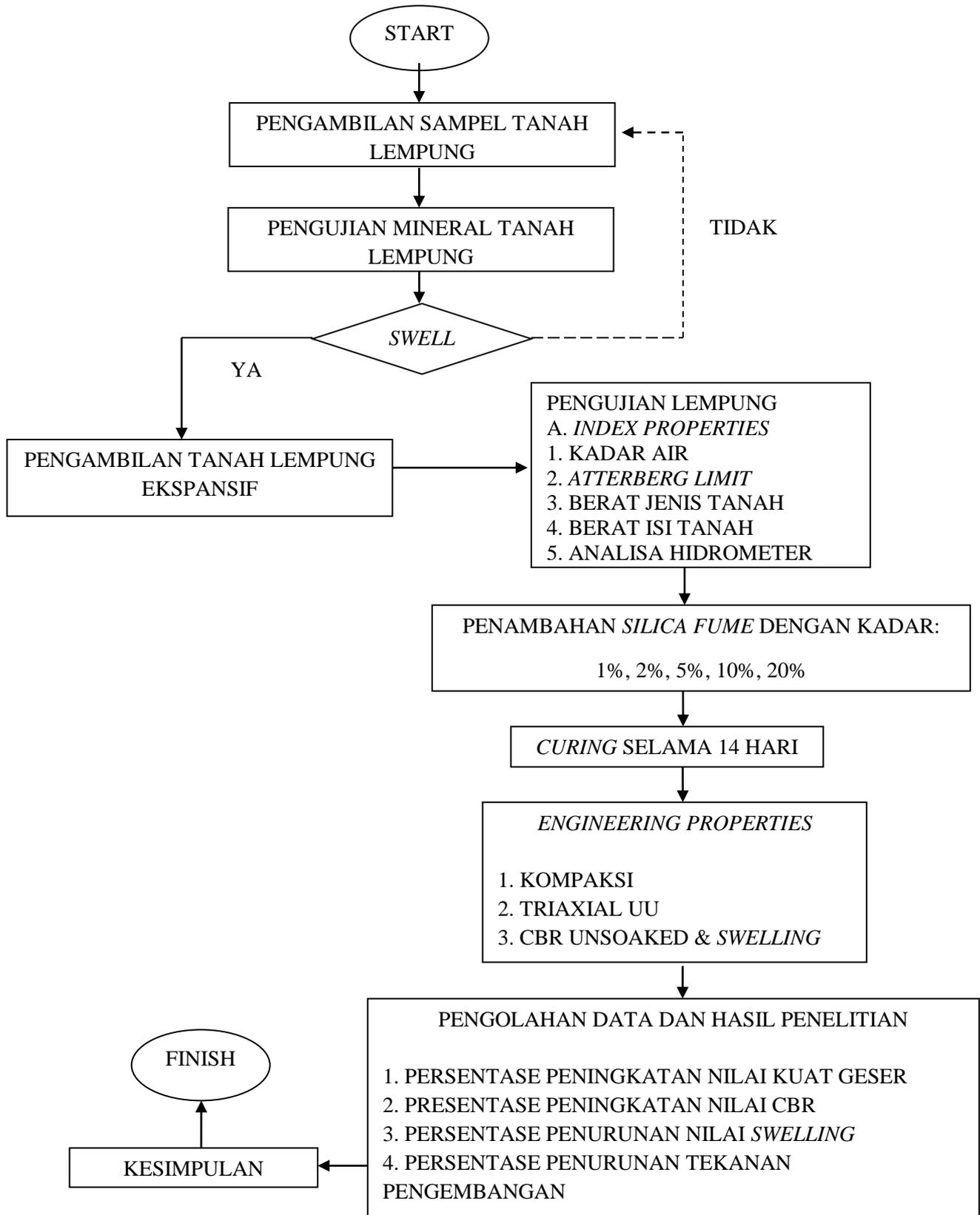
1. Tanah lempung ekspansif tanpa penambahan bahan
2. Tanah lempung ekspansif + *silica fume*
  - *Silica fume* 1%
  - *Silica fume* 2%
  - *Silica fume* 5%
  - *Silica fume* 10%
  - *Silica fume* 20%

### 3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam percobaan ini adalah metode eksperimen. Eksperimen yang dilakukan adalah dengan menambahkan *silica fume* pada tanah lempung ekspansif. Kemudian akan membandingkan aspek kuat geser tanah dan tingkat *swelling*, antara tanah lempung ekspansif tanpa tambahan bahan yang bertindak sebagai kelompok kontrol dengan tanah lempung ekspansif dengan *silica fume* sebagai kelompok eksperimen.

Dari hasil pengamatan dan perencanaan campuran tersebut diatas, diharapkan dapat diketahui pengaruh penambahan pasir *silica fume* terhadap tanah lempung ekspansif.

### 3.3 Alur Kerja Penelitian Laboratorium



Gambar 3.1. Skema alur penelitian laboratorium

### 3.4 Uraian Langkah-Langkah Penelitian

Pada lokasi penelitian yaitu di PT. Sekisui Plastics Indonesia, Jl. Science Timur 2 Blok B1-F, Kawasan Industri Jababeka Tahap V, Cikarang, Bekasi akan dibangun kompleks perumahan baru. Pada daerah Cikarang-Bekasi memiliki banyak perumahan tetapi kurang diminati masyarakat karena banyak dijumpai keretakan pada dinding bangunan, penurunan bangunan yang disebabkan oleh *settlement* tanah sehingga mengakibatkan rendahnya nilai jual perumahan tersebut.



Gambar 3.2. Rusaknya bangunan

*(Sumber: Dokumentasi penulis, Perumahan Taman Persada Bekasi, Jalan Raya Cibarusah, Bekasi 17520, Jawa Barat, 14-April-2014)*

Setelah mendapatkan informasi dari berbagai sumber misalnya peta persebaran tanah ekspansif (*Pedoman Konstruksi Bangunan, Penanganan tanah ekspansif untuk konstruksi jalan, Pd T-10-2005-B, Departemen Pekerjaan Umum*) dan juga menurut informasi warga sekitar yang tinggal di perumahan tersebut, kemungkinan tanah pada wilayah tersebut memiliki jenis lempung ekspansif yang tidak baik bagi kondisi perumahan tersebut, ketika hujan turun tanah di lingkungan tersebut menjadi sangat lembek.

Gissa Ari Pratama, 2015

**PENGARUH PENAMBAHAN SILICA FUME PADA NILAI KUAT GESER DAN SWELLING TANAH LEMPUNG EKSPANSIF “DI LOKASI PROYEK JABABEKA CIKARANG”**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu



Gambar 3.3. Tanah pada saat hujan

(Sumber: Dokumentasi penulis, Perumahan Taman Persada Bekasi, Jalan Raya Cibarusah, Bekasi 17520, Jawa Barat, 14-April-2014)

Untuk mengidentifikasi jenis tanah di lingkungan tersebut apakah benar tanah ekspansif maka akan dilakukan pengujian awal berupa pengujian kandungan mineral di Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara (Tekmira) Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Jl. Jend. Sudirman No. 623 dan pengujian indeks plastisitas untuk mengetahui potensi *swelling*, dikatakan berpotensi *swelling* tinggi menurut Chen, 1988 (Tabel 2.3) adalah dengan nilai *Plasticity Index* (IP) 20-55 %, menurut After Raman, 1967 (Tabel 2.5) adalah dengan nilai *Plasticity Index* (IP) 23-32 %, sehingga diambil kesimpulan tanah berpotensi mengembang (*swelling*) tinggi atau tanah lempung ekspansif memiliki nilai *Plasticity Index* (IP) diatas 20 %.

Pengambilan sampel tanah awal di daerah PT. Sekisui Plastics Indonesia, Jl. Science Timur 2 Blok B1-F, Kawasan Industri Jababeka Tahap V, Cikarang, Bekasi dilakukan dengan cara menggali terlebih dahulu sedalam  $\pm 50$ cm dimaksudkan tanah residual tidak terambil pada sampel *undisturb* maupun *disturb*.

### 3.4.1 Pengambilan Tanah Asli (*Undisturb*)

Sampel tanah asli (*Undisturb*) diambil untuk digunakan dalam pengujian awal berupa pengecekan kandungan mineral tanah lempung. Dalam pengambilan sampel tanah asli tidak boleh mengalami perubahan sifat mekanis dari tanah tersebut, pengambilan sampel tanah dilakukan pada kedalaman -0,5 meter dari muka tanah asli. Agar tanah tersebut tidak mengalami perubahan sifat mekanisnya, pengambilan sampel tanah menggunakan tabung berbentuk silinder dengan diameter tertentu, setelah tabung diangkat harus ditutup rapat dengan plastic agar tidak mengurangi kadar airnya akibat penguapan, dasar pengambilan sampel menggunakan bor tangan (*Hand Auger Boring*) adalah ASTM D1452-09.

### 3.4.2 Pengambilan Tanah (*Disturbed*)

Pada sampel tanah *disturbed* tidak perlu ada upaya melindungi sifat asli dari tanah tersebut, untuk menyimpan dan membawa tanah dari lokasi penelitian ke laboratorium dapat menggunakan kantong plastik besar (*trashbag*), karung beras, atau tempat lainnya yang memungkinkan.

### 3.4.3 Pengujian Mineral

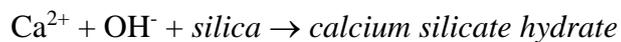
Untuk memastikan jenis tanah di lokasi penelitian termasuk tanah lempung ekspansif dilakukan pengujian kandungan mineral, pada tanah lempung ekspansif kandungan mineral *montmorinollite* berpengaruh terhadap keaktifan tanah seperti pada (Tabel 2.2) yang menyebabkan fenomena *swelling*.

### 3.4.4 Pemilihan Material Aditif

Bahan tambahan yang dipakai adalah *silica fume*, karena bahan ini merupakan *pozzolan* yang mengandung silikon seperti pada (Gambar 2.9.) dengan kandungan silikon 85-97% dibandingkan *Portland Cement* 21%, *Fly Ash* 35-52%, yang diharapkan dapat meningkatkan kuat geser tanah dan menurunkan *swelling* tanah lempung ekspansif lebih baik dibanding material *Portland Cement* dan *Fly Ash*.

*A major mineral is missing in many soils and most soil tests do not even monitor its presence is silicon, this mineral can increase stress resistance, boost photosynthesis and chlorophyll content, improve drought resistance, soil fertility and prevent lodging.* (nutria-tech.com.au, 2010). Dampak lingkungan akibat penggunaan material silika mempunyai efek positif dikutip dari nutria-tech.com.au seperti meningkatkan kuat tekan, meningkatkan proses fotosintesis bagi tanaman, mengurangi potensi kekeringan pada tanah, meningkatkan kesuburan tanah.

Bahan *silica* bereaksi dengan *calcium hydroxide* dan *calcium silicate gels* ( $\text{CaSiO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) yang ada pada tanah. Reaksi kimia *silica fume* dengan tanah lempung:



*Silica Fume* yang dipakai merk Sika Fume oleh PT. Sika Indonesia dengan kandungan kimia seperti pada (Tabel 3.1)

Tabel 3.1. Sika Fume Product Data Sheet

| Chemical                                   | Percentage              |
|--|-------------------------|
| $\text{SiO}_2$                             | >85%                    |
| C (Free)                                   | <4%                     |
| S  | <1%                     |
| $\text{Fe}_2\text{O}_3$                    | <2.5%                   |
| $\text{Al}_2\text{O}_3$                    | <1%                     |
| CaO  | <1%                     |
| $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ | <3%                     |
| Cl   | <0.2%                   |
| L.O.I.                                     | <6%                     |
| Moisture                                   | <3%                     |
| Specific Surface                           | ~ 20 m <sup>2</sup> /gr |
| Size                                       | ~ 0.15 micron           |

(Sumber: Product Data Sheet Edition 2012-05-1 SikaFume®)

### 3.4.5 Proses Pengujian

Pengujian dilakukan dengan cara mencampurkan (adukan) tanah lempung ekspansif dengan bahan tambahan berjenis *pozzolan* yaitu *silica fume* dengan perbandingan sebesar 0%, 1%, 2%, 5%, 10%, 20%, secara *trial* sehingga persentase masih dapat berubah, pengambilan persentase tersebut dimaksudkan untuk mengetahui persentase terbaik dari campuran tanah dengan *silica fume* 1%, 2%, 5%, 10%, 20%, terhadap peningkatan nilai kuat geser dan penurunan *swelling*.

Perbandingan persentase penambahan *silica fume* sebesar 5%, 10%, 20%, berdasarkan penelitian terdahulu (*Effect of Silica Fume Addition on the Behavior of Silty-Clayey Soils*, Dr. Adel A. Al-Azzawi, Khalida A. Daud, Muhammed A. Abdul Sattar, *Journal of Engineering and Development*, Vol. 16, No. 1, March 2012 ISSN 1813-7822, Baghdad, Iraq) menunjukkan bahwa kadar *silica fume* 5%, 10%, 15%, dapat mengurangi *swelling* sebesar 18%, 48%, 87%.

Sebelum dilakukan pengujian tanah yang sudah dicampur dengan *silica fume* dilakukan proses *curing* (pemeraman) selama 14 hari. Berdasarkan penelitian (*Pengaruh pemeraman terhadap nilai CBR tanah mengembang yang distabilisasi dengan fly ash*, Surta Ria N. Panjaitan, Institut Teknologi Medan) dari hasil penelitian yang dilakukan bahwa tanah mengembang yang distabilisasi dengan *fly ash* dapat menurunkan plastis indeks, potensi pengembangan dan menaikkan nilai CBR yang cukup signifikan pada penambahan *fly ash* 15% dengan waktu pemeraman antara 4 sampai dengan 7 hari.

Pada penelitian (*Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Dengan Fly Ash Terhadap Nilai Daya Dukung CBR*, Tri Sulistyowati, Universitas Mataram) hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase yang paling efektif untuk stabilisasi adalah *fly ash* dengan kadar 15% dan masa peram selama 7 – 14 hari.

Pada penelitian (*Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Kuat Geser Tanah Ekspansif Daerah Cikarang, Jawa Barat yang Distabilisasi dengan Semen, Pasir, dan Kapur*, Ishlah Habibi, Universitas Indonesia) hasil penelitian

menunjukkan jenis tanah pada daerah tersebut berjenis tanah lempung anorganik dengan plastisitas tinggi (CH), percobaan *unconfined* baik campuran pasir dan semen maupun pasir dan kapur setelah pemeraman menunjukkan kenaikan  $q_u$ , semakin lama waktu pemeraman semakin besar nilai kenaikan  $q_u$  nya yang ditandai dengan masa pemeraman 14 hari adalah yang terbaik.

### 3.4.6 Pengujian dan Hasil Akhir

Penelitian yang akan dilakukan yaitu ingin mengetahui seberapa besar persentase peningkatan kuat geser dari uji Triaxial UU, dan penurunan *swelling* dari uji CBR, yang hasilnya dalam bentuk grafik antara kadar *silica fume* (%) dengan kuat geser tanah ( $\text{kg/cm}^2$ ) untuk uji Triaxial UU, grafik antara kadar *silica fume* (%) dengan *swelling percentage* (%) untuk uji CBR.

## 3.5 Pengujian Laboratorium

### 3.5.1 Uji Berat Isi dan Kadar Air Tanah

Percobaan ini dilakukan untuk mengukur berat isi dengan menggunakan uji ring gamma dan kadar air alami tanah. Besaran-besaran lain yang dapat diturunkan adalah angka pori ( $e$ ), porositas ( $n$ ), dan derajat kejenuhan ( $S_r$ ). Besaran yang diperoleh dapat digunakan untuk korelasi empiris dengan sifat-sifat teknis tanah.

### 3.5.2 Uji Berat Jenis Tanah

Percobaan ini mencakup penentuan berat jenis (*specific gravity*) tanah dengan menggunakan botol Erlenmeyer. Tanah yang diuji harus lolos saringan No. 4. Bila nilai berat jenis dan uji ini hendak digunakan dalam perhitungan untuk uji hydrometer, maka tanah harus lolos saringan # 200 (diameter = 0.074 mm). Berat jenis tanah digunakan pada hubungan fungsional antara fase udara, air, dan butiran dalam tanah dan oleh karenanya diperlukan untuk perhitungan-perhitungan parameter indeks tanah (*index properties*).

### 3.5.3 Uji Batas Batas Atterberg

Percobaan ini mencakup penentuan batas-batas Atterberg yang meliputi Batas Susut, Batas Plastis, dan Batas Cair.

Maksud dari Uji Batas - Batas Atterberg adalah untuk menentukan angka-angka konsistensi Atterberg, yaitu :

- Batas Susut/ Shrinkage Limit ( $w_s$ )
- Batas Plastis/ Plastic Limit ( $w_p$ )
- Batas Cair/ Liquid Limit ( $w_L$ )

### 3.5.4 Uji Hidrometer

Metode ini mencakup penentuan dari distribusi ukuran butir tanah yang lolos saringan No. 200, Analisis hidrometer adalah metode untuk menghitung distribusi ukuran butir tanah berdasarkan sedimentasi tanah dalam air, kadang disebut juga uji sedimentasi. Analisis hidrometer ini bertujuan untuk mengetahui pembagian ukuran butir tanah yang berbutir halus. Manfaat hasil uji ini adalah untuk perbandingan dengan sifat tanah yang ditentukan dari uji batas-batas Atterberg dan untuk menentukan aktivitas tanah.

### 3.5.5 Uji Kompaksi

Tujuan uji kompaksi adalah untuk mendapatkan kadar air optimum dan berat isi kering maksimum pada suatu proses pemadatan. Kepadatan tanah biasanya dinilai dengan menentukan berat isi keringnya ( $\gamma_{dry}$ ).

Kadar air optimum ditentukan dengan melakukan percobaan pemadatan di laboratorium. Hasil percobaan ini dipakai untuk menentukan syarat-syarat yang harus dipenuhi pada waktu pemadatan di lapangan. Pada percobaan di laboratorium, kadar air optimum ditentukan dari grafik hubungan antara berat isi kering dengan kadar air.

Tanah sebagai material bangunan pada konstruksi-konstruksi tanggul, bendungan tanah, dasar jalan, harus dipadatkan untuk memperbaiki sifat-sifat dari tanah yang dapat memberi akibat buruk pada konstruksi.

Perubahan-perubahan yang terjadi bila tanah dipadatkan adalah :

1. Volume udara dalam pori-pori tanah berkurang sehingga tanah menjadi lebih padat.
2. Kekuatan geser dan daya dukung tanah meningkat.
3. Kompresibilitas tanah berkurang.
4. Permeabilitas tanah berkurang.
5. Lebih tahan terhadap erosi.

### **3.5.6 Uji Triaxial UU**

Maksud uji triaxial UU adalah untuk mengetahui kekuatan geser tanah; yaitu  $c$  (kohesi) dan  $\phi$  (sudut geser dalam), dalam tegangan total ataupun efektif yang mendekati keadaan aslinya di lapangan.

Tujuannya adalah untuk digunakan dalam analisis kestabilan jangka pendek (short term stability analysis)

### **3.5.7 Uji California Bearing Ratio (CBR)**

Percobaan ini mencakup pengukuran nilai CBR di laboratorium untuk tanah yang dipadatkan berdasarkan uji kompaksi.

Tujuan Percobaan ini adalah untuk menilai kekuatan tanah dasar yang dikompaksi di laboratorium yang akan digunakan dalam perencanaan tebal perkerasan.

### **3.5.8 Kesimpulan Penelitian**

Setelah dilakukan percobaan mengenai penambahan *silica fume* pada tanah lempung ekspansif diharapkan dapat diketahui peningkatan nilai kuat geser serta pengembangan tanah dan dibandingkan dengan tanah lempung ekspansif yang tidak menggunakan *silica fume*.