

# BAB I

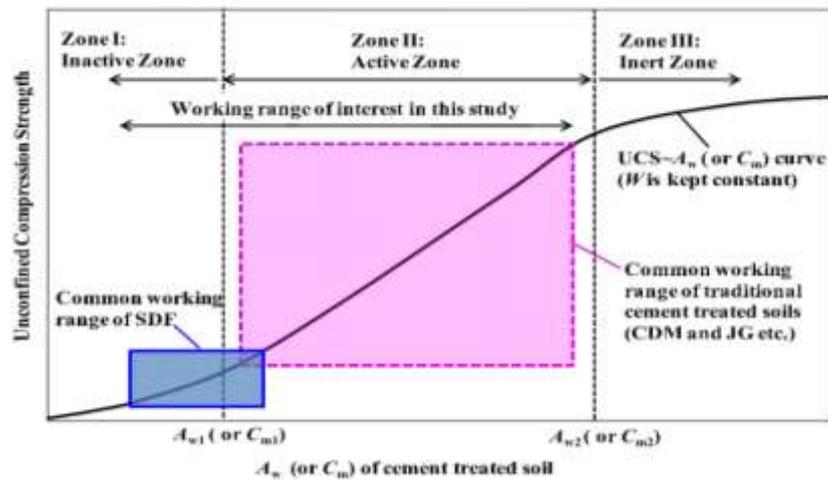
## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanah tidak terpakai seperti tanah sisa pengerukan berupa tanah berbutir halus merupakan permasalahan yang dialami dalam proyek pembangunan karena untuk membuang sisa tanah tidak terpakai membutuhkan lahan baru (Vichan and Rachan, 2013). Tanah berbutir halus yaitu tanah lanau dan lempung merupakan tanah yang menyebabkan berbagai permasalahan untuk keperluan pembangunan karena sifat kembang/susut, daya dukung rendah, dan penurunannya (Sargent, Hughes and Rouainia, 2016). Tanah lempung yang berasal dari lepas pantai juga sulit dimanfaatkan untuk pembangunan di wilayah lepas pantai karena memiliki kadar air tinggi dan gaya geser rendah (Chian *et al.*, 2011).

Indonesia memiliki tanah lempung yang tidak terpakai dalam jumlah besar yaitu Lumpur Sidoarjo (Lusi). Fenomena Lumpur Sidoarjo terjadi akibat semburan panas yang terjadi pertama kali di dekat sumur eksplorasi PT. Lapindo Brantasdi, Porong, Sidoarjo (BPLS, 2009). Volume Lusi yang keluar 100.000 m<sup>3</sup>/hari dan masih keluar hingga sekarang. Permasalahan yang ditimbulkan akibat Lusi adalah permasalahan lingkungan dan masyarakat. Pemerintah berusaha menanggulangi Lusi dengan membangun tanggul, akan tetapi karena volumenya terus bertambah. menyebabkan tanggul tidak mampu lagi menampung sehingga Lusi harus disalurkan ke Sungai Porong. Inovasi terhadap pemanfaatan Lusi diharapkan dapat membantu mengurangi volume Lusi yang mengganggu kegiatan masyarakat.

Perbaikan terhadap tanah lempung dapat menggunakan bahan tambah untuk campuran tanah, yaitu kapur (Tatsuoka, 2010; Liu *et al.*, 2012), semen (Tatsuoka, 2010; Horpibulsk *et al.*, 2011; Tsuchida and Tang, 2015), *biopolymer* (Chang, Im and Cho, 2016), mikroorganismenya (Liang, Ralf and A., 2013), dan berbagai bahan campuran lainnya. Bahan campur yang paling umum digunakan adalah campuran tanah lempung dengan semen. Campuran antara tanah lempung dan semen disebut *cement treated clay* (CTC). CTC memiliki kelebihan yaitu kadar air yang tinggi menjadikan berat tanah kering dalam CTC kecil, sehingga dapat mengurangi tekanan tanah berlebihan yang dapat menyebabkan penurunan pada tanah asli (Seng and Tanaka, 2011). Semen untuk campuran CTC pada umumnya memiliki kadar 25% dari massa tanah kering (Chian *et al.*, 2011), akan tetapi untuk reklamasi kadar semen yang diperlukan tidak lebih dari 10% atau  $70 \text{ kg/m}^3$  (Zhang *et al.*, 2013). Kadar semen dalam CTC dibagi menjadi tiga zona berdasarkan peningkatan kekuatan tanah yang akan dicapai, yaitu zona I dengan kadar semen rendah (berat semen kurang dari  $70 \text{ kg/m}^3$ ) memiliki peningkatan kekuatan tanah yang kecil dan digunakan untuk kebutuhan reklamasi, zona II dengan kadar semen tinggi (berat semen lebih dari  $115 \text{ kg/m}^3$ ) memiliki peningkatan kekuatan tanah yang besar digunakan untuk metode *deep mixing* (DM), dan zona III dengan kadar semen yang tidak efektif lagi untuk meningkatkan kuat tekan tanah karena jumlah semen di dalam CTC terlalu besar (Zhang *et al.*, 2013).



**Gambar 1.1** Klasifikasi Penambahan Jumlah Semen terhadap Peningkatan Kekuatan Tanah (Zhang *et al.*, 2013)

CTC yang digunakan untuk kebutuhan reklamasi dan DM akan mengalami degradasi setelah mengalami kontak langsung dalam waktu lama dengan air laut (Yang *et al.*, 2016). Penelitian yang dilakukan oleh (Hara *et al.*, 2014; Yang *et al.*, 2016) mengenai penurunan kekuatan CTC akibat air laut menunjukkan bahwa dampak air laut terhadap CTC perlu diperhatikan untuk mengetahui tingkat kerusakan yang dialami CTC akibat air laut.

CTC sudah digunakan di beberapa negara, salah satu contohnya adalah penggunaan campuran tanah lempung yang diambil dari pelabuhan Nagoya dengan pasta semen sebagai material pengisi di Bandara Internasional *Central Japan* (Satoh, 2003) dan pulau buatan Kawasaki (Tatsuoka, 2010). Penggunaan CTC juga diaplikasikan untuk mengatasi tanah sisa pengerukan yang tidak dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan reklamasi di Singapura (Zhang *et al.*, 2013). Penggunaan CTC pada beberapa negara menunjukkan bahwa tanah sisa dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan konstruksi dengan bantuan semen sebagai bahan campur sehingga dapat mengurangi jumlah tanah yang tidak terpakai yang

merupakan isu lingkungan di beberapa negara, termasuk Indonesia. Pemanfaatan CTC untuk kebutuhan reklamasi juga memerlukan data mengenai degradasi air laut untuk mengetahui kedalaman kerusakan yang dialami oleh CTC.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Desain untuk perkuatan tanah lepas pantai dan reklamasi menggunakan CTC memerlukan pengetahuan mengenai degradasi akibat kontak langsung yang terjadi dengan air laut. Air laut memiliki kandungan magnesium sulfat yang bersifat merusak CTC. Belum banyak dilakukan penelitian mengenai dampak dari larutan magnesium sulfat terhadap CTC, oleh karena itu diperlukan penelitian untuk mendapatkan data degradasi yang diakibatkan oleh magnesium sulfat.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pola peningkatan kekuatan CTC dan degradasi akibat magnesium sulfat dengan kadar semen rendah (berat semen kurang dari  $70 \text{ kg/m}^3$ ) dan kadar semen tinggi (berat semen lebih dari  $115 \text{ kg/m}^3$ ).

### **1.4 Batasan Masalah**

Penelitian yang dilakukan pada laporan ini memiliki batasan masalah yaitu sebagai berikut.

1. Menggunakan lumpur sidoarjo (Lusi) pada batas cair (LL) yaitu 60% dan dua kali batas cair yaitu 120%.

2. Kadar semen yang digunakan adalah kadar semen rendah/zona I (berat kurang dari  $70 \text{ kg/m}^3$ ) dan kadar semen tinggi/zona II (berat semen lebih dari  $115 \text{ kg/m}^3$ ).
3. Benda uji diletakkan pada ruangan tanpa pengaturan suhu.
4. Pengujian kekuatan tanah ( $q_u$ ) menggunakan metode UCS (*Unconfined Compression Strength*) dan uji penetrasi untuk menguji degradasi yang terjadi akibat sulfat.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah mengetahui peningkatan kekuatan tanah serta pengaruh degradasi akibat penambahan berat semen untuk memperbaiki kekuatan Lusi sehingga hasil penelitian diharapkan dapat menjadi sumber dalam metode perbaikan dan mengetahui kekuatan tanah serta degradasi tanah lempung akibat kandungan magnesium sulfat di dalam air laut.

### **1.6 Keaslian Tugas Akhir**

Penelitian terhadap CTC yang dilakukan sebelumnya menggunakan kadar semen dari 25% hingga 30% dan tidak mengalami kontak terhadap air laut (Chian *et al.*, 2011; Horpibulsuk, Rachan and Suddeepong, 2011). Penggunaan CTC untuk tanah reklamasi pada umumnya memiliki kadar semen antara 10% - 15% (Zhang *et al.*, 2013) dan peningkatan kekuatan berdasarkan penambahan kadar semen yang dibagi menjadi tiga zona, yaitu zona tidak aktif (Zona I), zona aktif (Zona II) dan zona konstan (Zona III). Penelitian mengenai CTC yang mengalami kontak dengan

air laut dilakukan oleh (Hara *et al.*, 2014; Yang *et al.*, 2016) membahas mengenai degradasi yang dialami CTC. Penelitian yang dilakukan oleh (Hekal, 2002) meninjau mengenai dampak dari magnesium sulfat terhadap campuran tanah dengan semen, *silica fume* (SF), slag, dan kalsium karbonat dengan kadar semen 30% dari massa tanah kering.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, belum dilakukan pengujian mengenai degradasi akibat magnesium sulfat pada tanah lempung yang memiliki kadar air tinggi dan dicampur dengan semen sesuai dengan peningkatan kekuatan CTC berdasarkan penambahan semen pada Zona I dan Zona II. Kondisi spesimen yang diletakkan pada suhu yang tidak konstan serta metode penelitian yang dilakukan pada pengujian ini yaitu UCS dan MCPT untuk mendapat data kekuatan tanah dan degradasi tanah juga belum dilakukan pada penelitian sebelumnya. Penulis yakin bahwa penelitian yang dilakukan asli dan bukan tindakan plagiarisme dari penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya.