

PENGARUH PENAMBAHAN SEMEN DAN ABU SEKAM PADI TERHADAP KUAT GESER TANAH LEMPUNG

Andi Kartika

Agnes T. Mandagi, Lanny D. K. Manaroinsong

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: andikartika842@gmail.com

ABSTRAK

Tanah merupakan satu bagian yang tidak dapat dipisahkan dalam perencanaan bangunan teknik sipil. Dari setiap jenisnya tanah memiliki spesifikasi yang berbeda, sehingga memerlukan penanganan yang berbeda baik secara mekanis dan kimia. Seringkali tanah belum bisa langsung digunakan. Masalah tersebut biasanya terdapat pada tanah lempung yang umumnya memiliki kuat geser yang rendah. Oleh karena itu, diperlukan stabilisasi untuk memperbaiki sifat –sifat tanah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan semen, dan abu sekam padi terhadap kuat geser tanah lempung dengan perbandingan variasi 1 (1:3:4), variasi 2 (1:4:3), variasi 3 (1:5:2), variasi 4 (1:6:1).

Hasil dari penelitian pemadatan terjadi peningkatan pada variasi 4 dengan berat isi kering sebesar 1.378 gr/cm^3 . Nilai maksimum tegangan geser dan sudut geser dalam pada variasi 1 dengan nilai τ sebesar 15.996 t/m^2 dan sudut geser dalam ϕ sebesar 39° . Nilai kohesi tanah mencapai maksimum pada variasi 4 sebesar 2.2153 t/m^2 . Semakin tinggi kadar air optimum maka nilai kohesi semakin besar juga sedangkan nilai sudut geser dalam dan tegangan geser semakin kecil dengan demikian terjadi peningkatan kuat geser dari kondisi tanah asli.

Kata Kunci : *Stabilisasi Tanah, Semen, Abu Sekam Padi, kuat geser tanah*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dari setiap jenisnya tanah memiliki spesifikasi yang berbeda, sehingga memerlukan penanganan yang berbeda baik secara mekanis dan kimia. Sekarang sebagian besar lokasi bangunan di daerah perkotaan telah digunakan sehingga tempat-tempat seperti bekas penimbunan sampah, rawa-rawa, bukit dan areal yang kurang baik lainnya menjadi alternatif lokasi konstruksi untuk dapat digunakan sebagai lahan konstruksi, maka tanah sebagai penyangga bangunan perlu distabilisasi.

Penggunaan bahan stabilisasi yang murah harganya akan membuat stabilitasi itu lebih ekonomis di Indonesia. Abu sekam padi merupakan suatu material yang merupakan limbah dari hasil pengolahan padi menjadi beras pada pabrik penggilingan padi, yang tidak digunakan untuk proses lanjutan, sehingga abu sekam padi tersebut merupakan limbah, abu sekam padi merupakan salah satu alternative bahan additive yang dapat digunakan sebagai material lapis pondasi pada sebuah struktur. Penelitian ini memanfaatkan limbah untuk dijadikan bahan bangunan dalam usaha mengurangi pencemaran lingkungan dan memberi nilai

tambah merupakan langkah positif sehingga ancaman polusi lingkungan yang cukup membahayakan dapat tertanggulangi, Pertimbangan inilah yang mendorong keinginan penulis untuk menggunakan semen dan abu sekam padi sebagai salah satu bahan campuran dalam stabilitas sehingga limbah yang membahayakan dapat menjadi material yang menguntungkan.

Rumusan Masalah

Tidak semua tanah layak untuk digunakan sebagai dasar konstruksi. Tanah lempung adalah salah satu sifat dan kondisi tanah yang tidak mendukung untuk dijadikan dasar dari suatu pekerjaan konstruksi. Maka dibutuhkan metode perbaikan tanah untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh penambahan semen dan abu sekam padi pada tanah lempung yang akan distabilisasi dengan cara menggambarkan hubungan variasi
 - a. kadar air optimum dan berat isi kering
 - b. kohesi tanah dan tegangan geser
 - c. sudut geser dalam dan kuat geser

- Menentukan variasi campuran terbaik berdasarkan hasil penilaian parameter tanah pada point 1.

Batasan Masalah

- Material tanah yang digunakan adalah tanah lempung yang di ambil dari Desa Sawangan, Kabupaten Minahasa.
- Semen yang digunakan semen Portland merek Tonasa jenis PCC
- Abu sekam padi yang digunakan di ambil dari penggilingan padi yang berada di Bolaang Mongondow.
- Sifat-sifat kimia dari lempung (mineral lempung) dan abu sekam padi tidak diperiksa
- Pemeriksaan kuat geser tanah dengan cara Triaksial uji *Unconsolidated Undrained Test (UU Test)*.

Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini akan diketahui seberapa besar perubahan kuat geser tanah lempung setelah distabilisasi dengan semen dan abu sekam padi.

LANDASAN TEORI

Tanah

Tanah umumnya disebut sebagai :

- Kerikil (*gravel*), yang berukuran lebih besar 2 mm.
- Pasir (*sand*), yang berukuran antara 0.06 mm sampai 2 mm.
- Lanau (*silt*), yang berukuran dari 0.002 sampai 0.06 mm.
- Lempung (*clay*), yang berukuran kurang dari 0.002 mm (2 *mikron*). Namun demikian di beberapa kasus, partikel antara 0.002 mm sampai 0.005 mm juga masih di golongan sebagai patikel lempung (lihat astm D-653).

Salah satu indikator untuk meramalkan potensi pengembangan tanah adalah Indeks Plastisitas (PI). Tanah dapat dibedakan menjadi beberapa jenis berdasarkan sifat plastisitasnya yang dapat dilihat pada tabel 1.

Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah suatu metode yang digunakan untuk meningkatkan kemampuan daya dukung suatu lapisan tanah dengan cara memberikan perlakuan (*treatment*) khusus terhadap lapisan tanah tersebut.

Tabel 1. Nilai Indeks Plastisitas

| PI | Sifat | Macam Tanah | Kohesif |
|--------|--------------------|------------------|------------------|
| 0 | Nonplastis | Pasir | Nonkohesif |
| <7 | Plastisitas Rendah | Lanau | Kohesif sebagian |
| 7 – 17 | Plastisitas Sedang | Lempung Berlanau | Kohesif |
| >17 | Plastisitas Tinggi | Lempung | Kohesif |

Sumber: Hardiyatmo, 2002

Tujuan dari stabilisasi tanah yaitu:

- Untuk memperbaiki (meningkatkan) daya dukung tanah.
- Untuk memperbaiki (memperkecil) penurunan lapisan tanah.
- Untuk memperbaiki (menurunkan) permeabilitas dan swelling potensial tanah.
- Untuk menjaga (mempertahankan) potensi tanah yang ada (*existing strength*).

Stabilisasi tanah bertujuan untuk memperbaiki sifat mekanik dari tanah seperti meningkatkan kuat geser tanah, mengurangi deformasi, memberikan volume yang stabil yaitu dengan mengontrol batas susut dan batas memuai dari tanah, mengurangi permeabilitas tanah, serta meningkatkan ketahanan dari tanah yaitu menghalangi untuk terjadi degradasi pada agregat tanah. (Gunawan, dkk., 2018)

Semen

Semen portland ialah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan kliner yang bahan utamanya terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan. (Lumikis, dkk.,2013)

Stabilisasi dengan semen akan membentuk skeleton-skeleton dalam massa tanah yang memberikan dampak positif pada peningkatan daya dukung dan memperkecil penurunan lapisan tanah. Akan tetapi, kandungan semen yang terlalu tinggi juga tidak akan berdampak baik karena berpengaruh terhadap kekakuan campuran.

Abu Sekam Padi

Sekam padi adalah kulit yang membungkus butiran beras, dimana kulit padi akan terpisah dan menjadi limbah atau buangan. Jika sekam padi di bakar akan menghasilkan abu sekam padi. Abu sekam padi tersebut merupakan limbah yang tidak

mengalami pengolahan kembali. Sebagai material limbah pengolahan pabrik penggilingan padi, abu sekam padi merupakan salah satu alternative bahan additive yang dapat digunakan sebagai material lapis pondasi atau lapis pondasi bawah pada struktur perkerasan jalan raya.

Pemadatan

Pemadatan adalah suatu proses dimana udara pada pori-pori tanah dikeluarkan dengan salah satu cara mekanis. Tujuan pemadatan antara lain:

1. Mempertinggi kuat geser tanah.
2. Mengurangi sifat mudah mampat (kompresibilitas)
3. Mengurangi permeabilitas.
4. Mengurangi perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air, dan lainnya.

Dalam setiap pekerjaan pemadatan yang dikerjakan, dihitung:

1. Kadar air tanah
2. Berat isi basah
3. Berat volume kering tanah
4. Berat jenuh tanah sama dengan 100%

Pengujian Kuat Geser Tanah dengan Triaksial Test

Kuat geser tanah ialah kemampuan tanah melawan tegangan geser yang terjadi pada saat terbebani. Keruntuhan geser (*shear failure*) tanah terjadi bukan disebabkan karena hancurnya butir-butir tanah tersebut tetapi karena adanya gerak relative antara butir-butir tanah tersebut. Pada peristiwa kelongsoran suatu lereng berarti telah terjadi pergeseran dalam butir-butir tanah tersebut. (Rompas, 2018)

1. Pada tanah berbutir halus (*kohesif*) misalnya lempung kekuatan geser yang dimiliki tanah disebabkan karena adanya kohesi atau lekatan antara butir-butir tanah (*c soil*).
2. Pada tanah berbutir kasar (*non kohesif*), kekuatan geser disebabkan karena adanya gesekan antara butir-butir tanah sehingga sering disebut sudut geser dalam (ϕ).
3. Pada tanah yang merupakan campuran antara tanah halus dan tanah kasar (*c dan ϕ soil*). Kekuatan geser disebabkan karena adanya lekatan (karena kohesi) dan gesekan antara butir-butir tanah (karena ϕ).

Teori Mohr-Coulomb

Mohr (1980) mengatakan sebuah teori

tentang keruntuhan pada material yang menyatakan bahwa keruntuhan terjadi pada suatu material akibat kombinasi kritis antara tegangan normal dan geser, dan bukan hanya akibat tegangan normal maksimum atau tegangan geser maksimum saja. Jadi, hubungan antara tegangan normal dan geser pada sebuah bidang keruntuhan dapat dinyatakan dalam bentuk berikut.

$$\tau_f = f(\sigma)$$

dengan;

τ = tegangan geser (kN/m²)

σ = tegangan normal (kN/m²)

Terzaghi (1925) mengubah persamaan Coulomb dalam bentuk efektif karena tanah sangat dipengaruhi oleh tekanan air pori.

$$\tau = c' + (\sigma - \mu) \tan \phi'$$

dengan :

τ = tegangan geser (kN/m²)

σ' = tegangan normal efektif (kN/m²)

c' = kohesi tanah efektif (kN/m²)

ϕ' = sudut gesek dalam tanah efektif (derajat)

Pengujian Triaksial

Uji Triaksial (*Triaxial Test*) diketahui sebagai uji yang paling terandalkan dalam memperoleh parameter geser dan data tegangan-regangan tanah. Cara pengujian ini membolehkan pemberian tegangan-tegangan vertikal dan horizontal secara serentak terhadap contoh tanah. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian triaksial *unconsolidated undrained*. Pengujian ini dapat dilakukan dengan cepat dan waktu yang digunakan sangat singkat dibandingkan dengan pengujian triaksial *consolidated undrained* dan pengujian triaksial *consolidated drained*. (Polii dkk, 2018)

Ada 3 jenis uji triaksial berdasarkan pembebanan dan kondisi pengaliran:

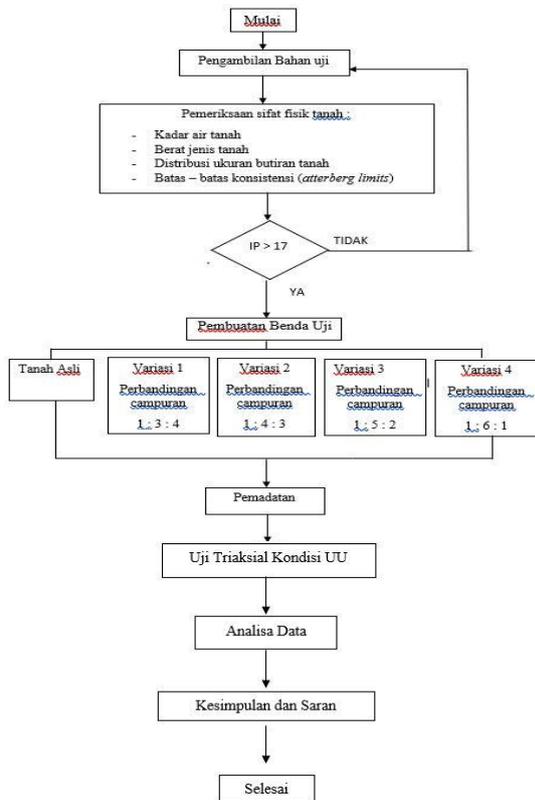
1. *Unconsolidated Undrained Test (UU Test)*
2. *Consolidated Undrained Test (CU Test)*
3. *Consolidated Drained Test (CD Test)*

METODOLOGI PENELITIAN

Umum

Penelitian ini terdiri dari dua tahap yaitu penelitian eksperimental dan analisis hasil penelitian (table dan grafik). Sebelum dilaksanakan pengujian utama, dilakukan pengujian penunjang untuk mengetahui

karakteristik dari tanah. Pelaksanaan pengujian sampel dilakukan melalui prosedur-prosedur laboratorium yang sesuai standar ASTM (*American Society Of Testing Material*) dan SNI (Standar Nasional Indonesia). Pengujian utama dilakukan dengan pengujian Pemadatan dan Triaksial.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik pada tabel 1 maka dapat disimpulkan beberapa hal, yaitu:

Tabel 2. Pengujian Karakteristik

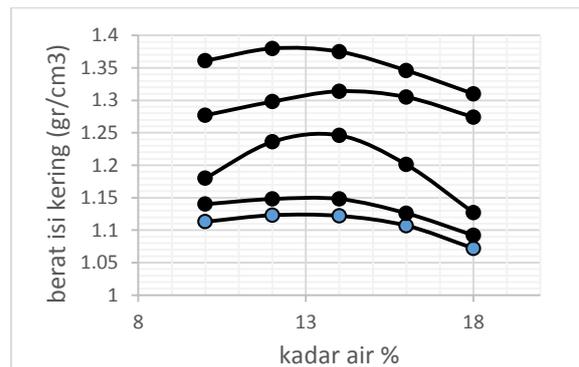
| NO | Karakteristik | Nilai |
|----|--|--------|
| 1 | Kadar Air | 12.585 |
| 2 | Berat Jenis | 2.5128 |
| 3 | Lolos Saringan no. 20 | 50.02 |
| 4 | Batas Cair (Liquit Limit, LL) | 52.00 |
| 5 | Batas Plastis (Plastic limit, PL) | 20.88 |
| 6 | Indeks Plastisitas (Plasticity indeks, PI) | 31.12 |

Berdasarkan nilai presentase lolos saringan no.200 tanah lempung, didapat hasil $\geq 50\%$ lolos, maka berdasarkan tabel klasifikasi USCS tanah ini secara umum dikategorikan kedalam golongan tanah berbutir halus.

Tabel sistem klasifikasi USCS untuk data batas cair dan indeks plastisitas di plot pada diagram plastis sehingga di dapat identifikasi tanah yang lebih spesifik. Ta

Tabel 3. Hasil Pengujian Pemadatan

| Variasi Campuran (Nomor Sampling) | Berat Isi Kering Maksimum (g/cm^3) | Kadar Air Optimum (%) |
|-----------------------------------|---|-----------------------|
| 1 Tanah Asli Kering Udara | 1.126 | 23.2 |
| 2 Variasi 1 | 1.15 | 20.5 |
| 3 Variasi 2 | 1.247 | 22.4 |
| 4 Variasi 3 | 1.314 | 25.4 |
| 5 Variasi 4 | 1.378 | 24.5 |



Gambar 2. Hubungan Kadar Air dan Berat Isi Kering

Pencampuran semen dan abu sekam padi dapat meningkatkan kepadatan tanah yang distabilisasi. Nilai kepadatan tertinggi dihasilkan pada variasi 4 yaitu $\gamma_d \text{ maks} = 1.378 \text{ gr/cm}^3$ dengan kadar air optimum sebesar $W_{opt} = 24.5\%$.

Tabel 4. Hasil Pengujian Triaksial Kondisi UU

| Variasi Campuran (Nomor Sampling) | Kohesi (t/m^2) | Sudut Geser Dalam ($^\circ$) |
|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Tanah Asli | 1.201 | 10 |
| Variasi 1 | 1.1211 | 39 |
| Variasi 2 | 1.5100 | 34 |
| Variasi 3 | 2.1673 | 29 |
| Variasi 4 | 2.2153 | 24 |

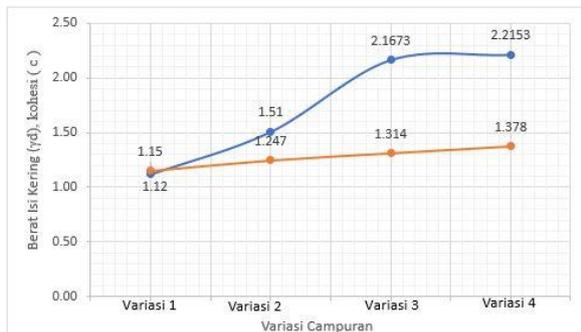
Tabel 5. Hasil Perhitungan Tegangan Geser

| Variasi Campuran (Nomor Samling) | Kohesi (t/m^2) | Sudut Geser Dalam | Tegangan Geser |
|----------------------------------|--------------------|-------------------|----------------|
| Tanah Asli | 1.201 | 10 | 3.782 |
| variasi 1 | 1.12 | 39 | 15.996 |
| variasi 2 | 1.51 | 34 | 14.163 |
| variasi 3 | 2.1673 | 29 | 12.118 |
| variasi 4 | 2.2153 | 24 | 9.787 |

Campuran terbaik pada variasi 1 dengan Sudut geser dalam (ϕ) sebesar 39° dan tegangan geser sebesar $15.996 t/m^3$



Gambar 6. Hubungan Kohesi dengan Tegangan Geser



Gambar 3. Hubungan Berat Isi Kering dengan Variasi campuran



Gambar 7. Hubungan Sudut Geser Dalam dengan Kadar Air Optimum

Variasi campuran terbaik untuk nilai berat isi kering (γ_d) dan Kohesi (c) yaitu variasi 4 dengan nilai γ_d sebesar 1.378 dan nilai kohesi (c) sebesar $2.2153 t/m^2$.



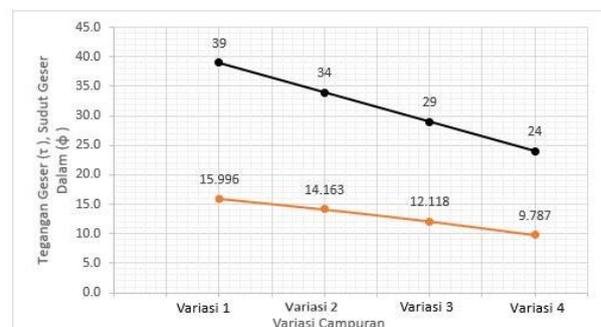
Gambar 4. Hubungan Kohesi dengan Kadar Air Optimum



Gambar 8. Hubungan Kadar Air Optimum dengan Tegangan Geser



Gambar 5. Hubungan Kadar Air Optimum dengan Berat Isi Kering



Gambar 9. Hubungan Tegangan Geser dengan Variasi Campuran

PENUTUP

Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh di laboratorium, hasil dari stabilisasi tanah dengan penambahan campuran semen dan abu sekam padi pada tanah lempung:
 - a. Semakin besar nilai berat isi kering maksimum maka semakin besar pula kadar air optimum. Nilai berat isi kering maksimum terbesar pada variasi 4 dengan kadar air optimum terbesar berada pada variasi 3.
 - b. Semakin besar nilai kohesi maka semakin kecil nilai tegangan geser pada variasi 4 merupakan nilai kohesi (c) dan tegangan geser (τ) yang terbesar
 - c. Semakin besar nilai sudut geser dalam maka semakin besar pula tegangan geser. Nilai sudut geser (ϕ) terbesar variasi 1 dan nilai terbesar tegangan geser
2. Variasi campuran terbaik berdasarkan hasil parameter tanah yang dihasilkan dalam pengujian.
 - a. Variasi campuran yang memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan kepadatan kering tanah (γ_d) adalah variasi 4 dengan perbandingan campuran 1 : 6 : 1 yaitu

1.378 g/cm³ dan variasi campuran yang memberikan hasil terbaik kadar air optimum (Wopt) yang paling besar pada variasi 3 campuran 1 : 5 : 2 yaitu 25,4%.

- b. Variasi campuran yang memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan kohesi tanah (c) adalah variasi 4 campuran 1 : 6 : 1 dengan kenaikan sebesar 2.2153 t/m².
- c. Variasi campuran yang memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan nilai sudut geser dalam (ϕ) adalah variasi 1 campuran 1 : 3 : 4 dengan sudut geser dalam sebesar 39° dengan tegangan geser (τ) sebesar 15.996

Saran

1. Perlu diadakan pengujian dengan bahan campuran kombinasi yang lain. Misalnya dengan bahan-bahan seperti pasir, abu rotan, abu batu bara atau zat kimia penstabil lain. Selain itu, dengan campuran jenis tanah yang berbeda.
2. Perlu diadakan pengujian dengan jumlah sampel dan kadar perbandingan variasi campuran yang lebih banyak sehingga didapatkan besarnya kadar variasi sampel yang maksimal pada tegangan geser.

DAFTAR PUSTAKA

- Gunawan, W. N., S. Monintja, S. Balamba, A. N. Sarajar., 2018. *Analisis Stabilitas Tanah Rawa Terhadap Embekmen Jalan Tol Manado-Bitung Dengan Menggunakan Semen Yang Dipadukan Dengan Abu Terbang (Fly As)*, Jurnal Teknik sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Hardiyatmo, H. C., 2002. *Mekanika Tanah I*, Gadjahmada University Press, Yogyakarta.
- Lumikis, B. K., 2013. *Korelasi Antara Tegangan Geser Dan Nilai CBR Pada Tanah Lempung Ekspansif Dengan Bahan Campuran Semen*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado
- Poli, N. S., O. B. A. Sompie., Manaroinson, L. D. K., 2018. *Pengaruh Penambahan Abu Batu Bara Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung*. Jurnal Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi. Manado
- Rompas, C. T., 2018. *Pengaruh Pencampuran Belerang terhadap Kuat Geser Tanah*. Jurnal Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado