

Analisis Perbaikan Tanah Lunak Dengan *Fly Ash* Dan Sodium Silikat

Hiskia Misael^{#1}, Fabian J. Manoppo^{#2}, Steeva G. Rondonuwu^{#3}

[#]Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

Jl. Kampus UNSRAT Kelurahan Bahu, Manado, Indonesia, 95115

¹hiskiam31@gmail.com; ²fabian_jm@unsrat.ac.id; ³steeva_rondonuwu@yahoo.com

Abstrak

Tanah lunak merupakan tanah kohesif yang terdiri dari tanah yang sebagian besar terdiri dari butiran yang sangat kecil seperti lempung dan lanau, mempunyai sifat gaya geser rendah, kemampuan tinggi, koefisien permeabilitas rendah dan mempunyai daya dukung rendah. Terdapat tiga metode yang dapat dilakukan untuk perbaikan (stabilisasi) tanah, pada penelitian ini digunakan metode kimia yaitu dengan cara penambahan limbah batubara (*fly ash*) sebesar 10% dan 20% serta penambahan 2% Natrium Silikat (Na_2SiO_3). Dalam penelitian ini dilakukan pengujian sifat fisis pada tanah asli di laboratorium untuk mengetahui karakteristik tanah dan pengujian mekanis berupa pemadatan (*compaction*) serta pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) dengan menggunakan bahan stabilisasi. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai daya dukung tanah dasar. Hasil pengujian menunjukkan karakteristik tanah masuk dalam kategori simbol CH yaitu lempung tak organik dengan plastisitas tinggi yang mengindikasikan tanah merupakan tanah lunak. Pada pengujian pemadatan variasi *fly ash* tanpa sodium silikat dengan kadar 10% dari berat tanah, kadar air optimum (OMC) dari 30% turun menjadi 29,5%, setelah penambahan kadar *fly ash* menjadi 20%, OMC menjadi 28,5%. Pada variasi *fly ash* dengan sodium silikat dengan kadar *fly ash* 10%, OMC turun menjadi 28,2%, setelah ditambahkan dengan kadar sebesar 20%, nilai-nya menjadi 28%. Pengujian CBR tanah uji tanpa sodium silikat pada kadar *fly ash* sebesar 10% nilai-nya meningkat menjadi sebesar 4,63% dari 3,86% dan ketika ditambahkan kadar-nya menjadi 20%, nilai CBR juga meningkat menjadi 5,79%. Pada pengujian menggunakan sodium silikat dengan kadar *fly ash* 10% nilainya berada di angka 5,14% dan ketika ditambahkan kadar-nya menjadi 20%, nilai CBR kembali meningkat menjadi 6,04%. Hal ini menunjukkan penambahan *fly ash* dan sodium silikat berpengaruh terhadap nilai kadar air optimum, berat isi kering dan CBR dari tanah.

Kata kunci – tanah lunak, perbaikan tanah, *fly ash*, sodium silikat, CBR, pemadatan tanah, kadar air optimum

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanah merupakan suatu bahan yang terdiri dari air, udara dan kumpulan butiran padat. Suatu konstruksi baik bangunan maupun jalan dibangun diatas tanah, untuk itu sifat-sifat tanah yang kurang baik akan menimbulkan masalah saat melaksanakan suatu konstruksi contohnya seperti pada tanah lunak.

Tanah lunak merupakan tanah kohesif yang terdiri dari tanah yang sebagian besar terdiri dari butiran yang sangat kecil seperti lempung dan lanau. Lapisan tanah lunak mempunyai sifat gaya geser yang rendah, kemampuan yang tinggi, koefisien permeabilitas yang rendah, dan mempunyai daya dukung yang rendah.

Stabilisasi diperlukan untuk meningkatkan sifat-sifat dari suatu tanah agar memenuhi syarat teknis dalam suatu konstruksi. Terdapat tiga metode yang dapat dilakukan untuk stabilisasi tanah, di penelitian ini digunakan metode kimia yaitu dengan cara penambahan limbah batubara (*fly ash*) dan Natrium Silikat (Na_2SiO_3).

Pada tugas akhir ini akan dilakukan penelitian pemadatan dan CBR (*California Bearing Ratio*) menggunakan tanah asli yang diberikan variasi *fly ash* sebesar 10%, 20% dan silika sebesar 2% dari berat tanah campuran untuk mengetahui seberapa besar pengaruh bahan campuran tersebut terhadap kekuatan tanah.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sifat-sifat fisis tanah asli
2. Bagaimana besar nilai kadar air dan kepadatan optimum tanah campuran *fly ash*
3. Bagaimana perubahan nilai CBR tanah lunak setelah distabilisasi dengan *fly ash* dan variasi silika

C. Batasan Penelitian

Adapun batasan masalah pada penelitian sebagai berikut:

1. Material tanah yang akan digunakan adalah tanah lunak (lempung) yang diambil dari area jalan Tondano - Kakas, Kabupaten Minahasa

2. Maerial tanah yang digunakan dalam keadaan kering (sudah dijemur)
3. *Fly ash* yang digunakan adalah kelas F diambil dari PLTU Amurang
4. Silika yang digunakan adalah *Natrium Silikat (Sodium Silikat)* berbentuk liquid yang diperoleh dari Makassar
5. Membandingkan pengaruh bahan campuran *fly ash* dan *natrium silikat* terhadap nilai CBR
6. Percobaan CBR yang digunakan adalah CBR laboratorium tanpa rendam

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang akan dicapai yaitu:

1. Mengetahui sifat-sifat fisis tanah asli
2. Mengetahui besar nilai kadar air dan kepadatan optimum tanah campuran *fly ash*
3. Mengetahui perubahan nilai CBR tanah lunak setelah distabilisasi dengan *fly ash* dan silika

E. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yaitu:

1. Memberikan referensi kepada mahasiswa yang lain jika mengambil topik pembahasan yang sama.
2. Dapat mengetahui seberapa besar kekuatan tanah campuran yang distabilisasi dengan variasi kadar silika.
3. Memperoleh pengetahuan mengenai pengaruh yang ditimbulkan melalui penambahan *fly ash* dan variasi silika terhadap tanah lunak.
4. Diharapkan dapat menjadi acuan dalam perancangan stabilisasi tanah

II. METODOLOGI PENELITIAN

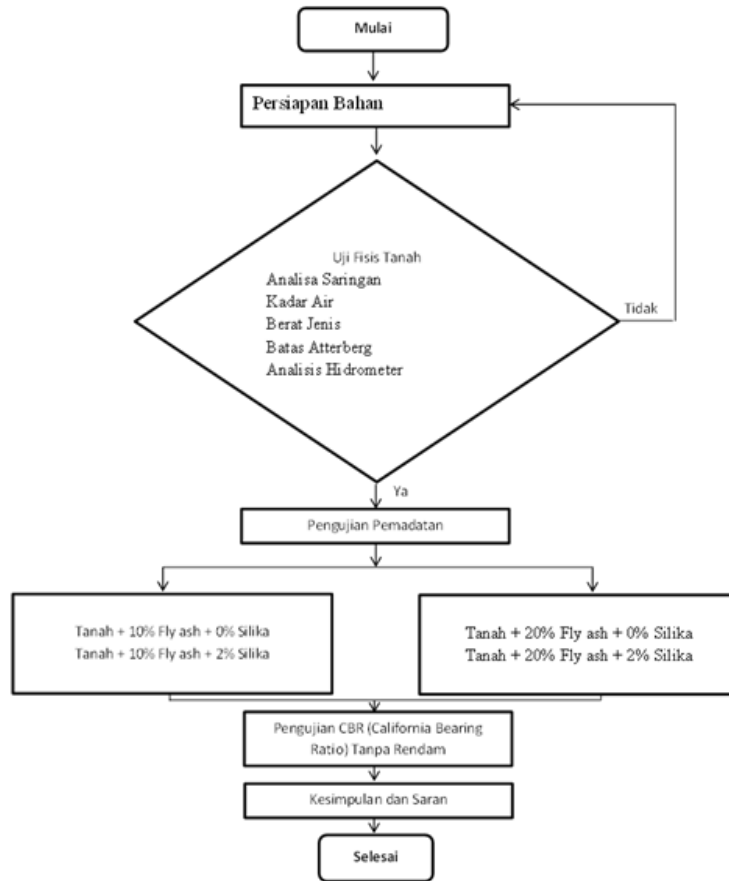
Penelitian dalam tugas akhir ini dilakukan dengan tujuan mengetahui nilai daya dukung berupa nilai CBR tanah asli setelah penambahan bahan stabilisasi yaitu *fly ash* dan *sodium silikat*. Dalam menentukan sifat fisis tanah dilakukan pengujian analisa saringan, analisa hydrometer, berat jenis dan batas atterberg. Klasifikasi tanah yang akan digunakan berdasar pada USCS (*Unified Soil Classification System*). Pelaksanaan pengujian sampel CBR (*California Bearing Ratio*) dilakukan melalui prosedur-prosedur laboratorium yang sesuai menurut standar ASTM (*American Society of Testing Material*) dan SNI (*Standar Nasional Indonesia*). Pengujian ini dilakukan dengan variasi campuran sebagai berikut :

- a) 100% tanah asli
- b) 10% *fly ash*
- c) 10% *fly ash* dan 2% *sodium silikat*
- d) 20% *fly ash*
- e) 20% *fly ash* dan 2% *sodium silikat*

Pada pengujian ini, parameter yang didapatkan yaitu data nilai kadar air optimum (OMC) kemudian dari nilai tersebut akan dianalisis menggunakan formula grafik dan tabel untuk dilakukan pengujian CBR yaitu nilai daya dukung tanah berupa nilai penetrasi pada kedalaman dan kecepatan 0,1” dan 0,2”’. Lokasi penelitian ini berupa lokasi lokasi pengambilan sampel tanah yang selanjutnya akan melalui pengujian di laboratorium. Adapun lokasi tersebut berada di area jalan Tondano - Kakas, Kabupaten Minahasa.



Gambar 1. Lokasi Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Sifat Fisis Tanah

Hasil yang didapatkan dari pengujian sifat fisis tanah di Laboratorium Mekanika Tanah Faklutas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado ditampilkan pada Tabel 1.

B. Hasil Pengujian Pematatan

Pengujian pematatan dilakukan di laboratorium dan sampel tanah yang digunakan dalam keadaan yang terjaga kadar airnya, pada persentase 24,8% dengan toleransi perbedaan $\pm 0,4\%$. Pada pengujian ini, untuk mendapatkan kadar air optimum (OMC) dan berat volume kering maksimum (MDD) sampel tanah asli

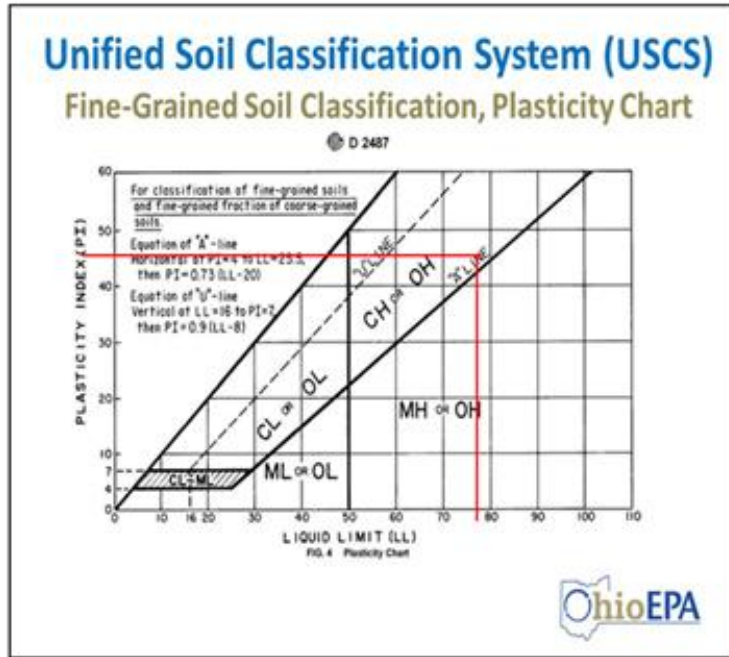
maupun variasi campuran dibuat 5 sampel dengan kadar air yang berbeda pada tiap variasi uji.

Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan pada tanah asli dan variasi fly ash 10% mengalami penurunan kadar air optimum dari 30% menjadi 29,5% dengan berat isi kering yang mengalami kenaikan di angka 1,16 dan setelah penambahan sodium silikat sebesar 2% dari berat tanah, kadar air menjadi semakin turun di angka 28,2% dengan berat isi kering yang ikut menurun di angka 1,14. Pada variasi fly ash 20% juga didapati penurunan kadar air optimum menjadi 28,5% dengan berat isi kering yang mengalami kenaikan menjadi sebesar 1,2 dan setelah ditambahkan sodium silikat sebesar 2%, didapatkan penurunan kadar air optimum menjadi 28% dengan berat isi kering maksimum yang menurun di angka 1,18

TABEL 1
Data Pengujian Sifat Fisis Tanah

No	Pengujian	Hasil
1	Kadar Air Tanah Asli	24.9 %
2	Analisa Saringan (Lolos #200)	51.1 %
3	Berat Jenis	2.7
4	Batas Cair	77.0 %
5	Batas Plastis	31.9 %
6	Indeks Plastisitas	45.1 %

Sumber: Hasil Analisis

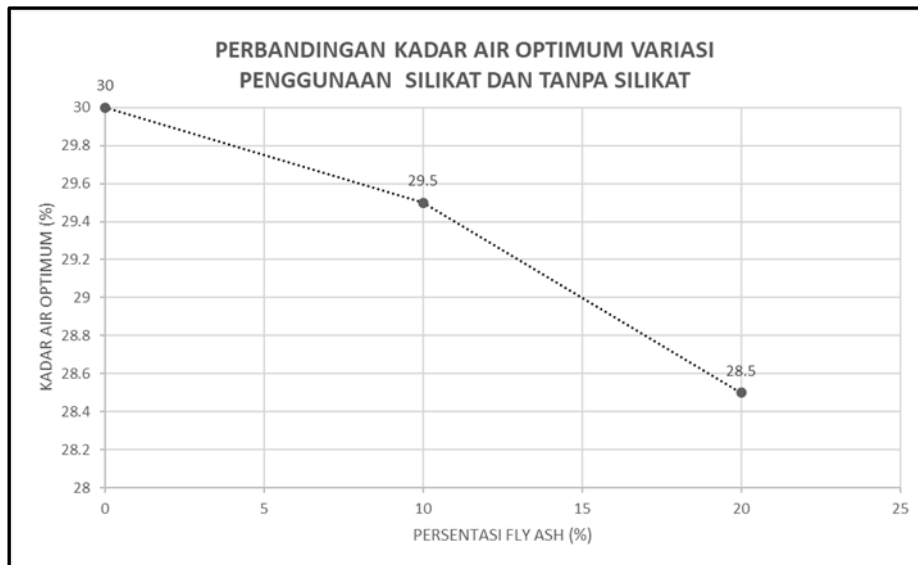


Gambar 3. Hasil Klasifikasi USCS

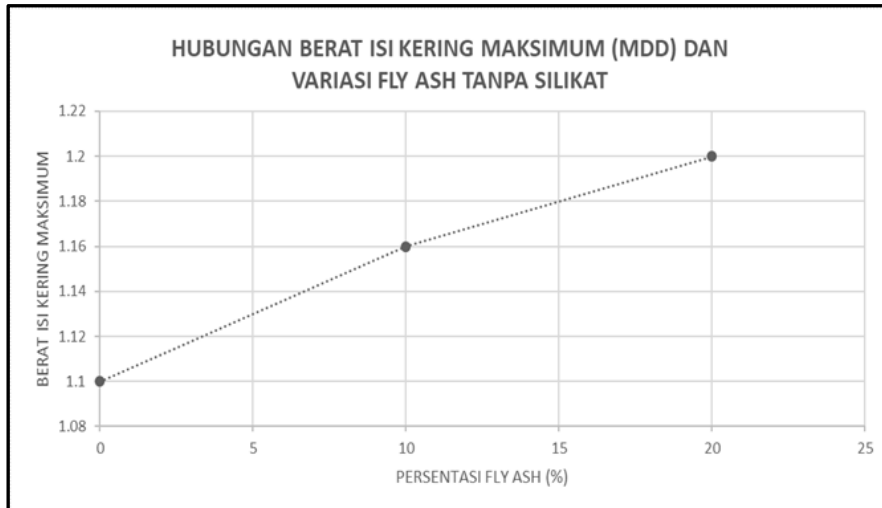
TABEL 2
 Data Pengujian Pemadatan Tanah

Sampel	Berat Volume Kering	Kadar Air Optimum
Tanah Asli	1.1	30
FA 10%	1.16	29.5
FA 20%	1.2	28.5
FA 10% + S 2%	1.14	28.2
FA 20% + S 2%	1.18	28

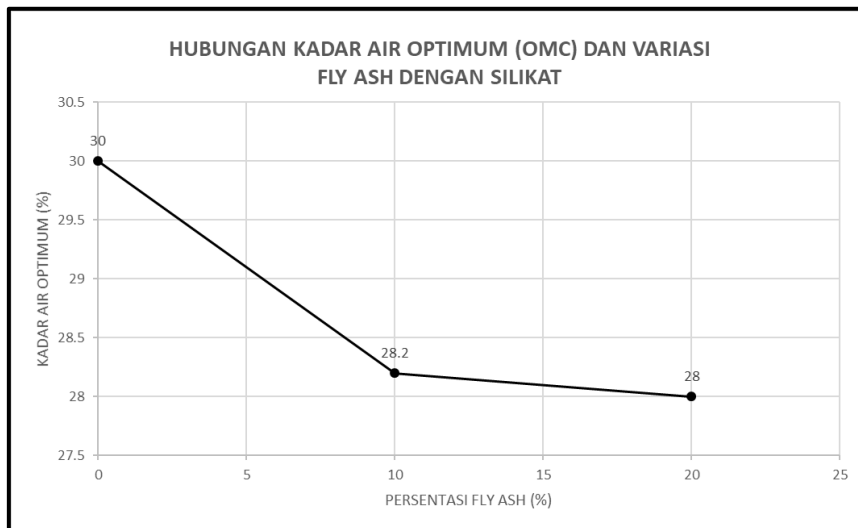
Sumber: Hasil Analisis



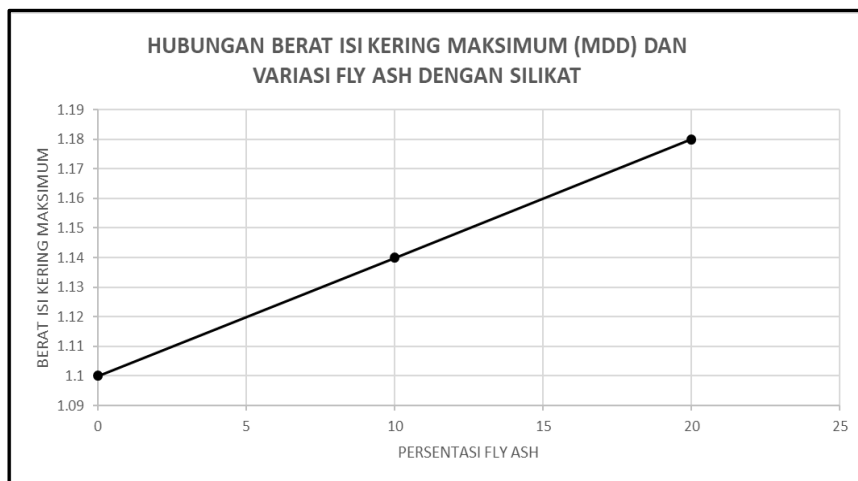
Gambar 4. Hasil Kadar Air Optimum Variasi Fly Ash Tanpa Silikat



Gambar 5. Hasil Berat Isi Kering Maksimum Variasi Fly Ash Tanpa Silikat



Gambar 6. Hasil Kadar Air Optimum Variasi Fly Ash Dengan Silikat



Gambar 7. Hasil Berat Isi Kering Maksimum Variasi Dengan Silikat

C. Hasil Pengujian CBR (California Bearing Ratio)

Pada pengujian CBR, nilai kadar air yang digunakan adalah kadar air optimum (OMC) pada tiap variasi. Kondisi tanah yang digunakan pada pengujian ini setelah pengujian kadar air, masih mendapatkan nilai di sekitar angka 24,8%, sehingga untuk penambahan kadar air agar mendapatkan nilai optimumnya ditambahkan perhitungan persentase penambahan air agar sampel uji mencapai nilai optimumnya. Penumbukan setiap benda uji dilakukan sebanyak 56x pada setiap lapisan agar mendapatkan nilai kepadatan maksimum.

Berdasarkan hasil pengujian CBR pada tiap sampel, nilai dari CBR ketika tanah asli di campurkan dengan fly ash sebesar 10% menunjukkan kenaikan sebesar 0,77% yaitu menjadi 4,63% dan ketika ditambahkan sodium silikat, nilai CBR naik tidak terlalu signifikan yaitu di angka 0,26% dengan nilai 4,89%. Hasil uji sampel dengan variasi fly ash 20% juga menunjukkan kenaikan nilai CBR menjadi 5,79% atau naik 1,93% dan ketika ditambahkan sodium silikat nilainya naik 0,26% di angka 6,04%.

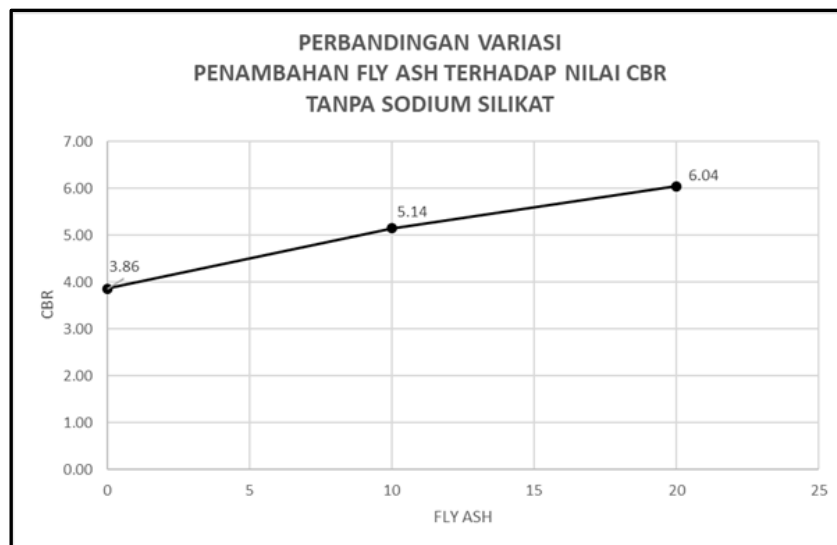
TABEL 3
Data Komposisi Campuran CBR

SG sodium silikat :	1.41					
Komposisi CBR						
Variasi	Fly ash	Silikat	Tanah gr	Air ml	Fly Ash gr	Silikat ml
1	0%	0%	5000	205.0	0	0
2	10%	0%	5000	185.0	500	0
3	20%	0%	5000	144.9	1000	0
4	10%	2%	5000	132.9	500	70.9
5	20%	2%	5000	124.9	1000	70.9

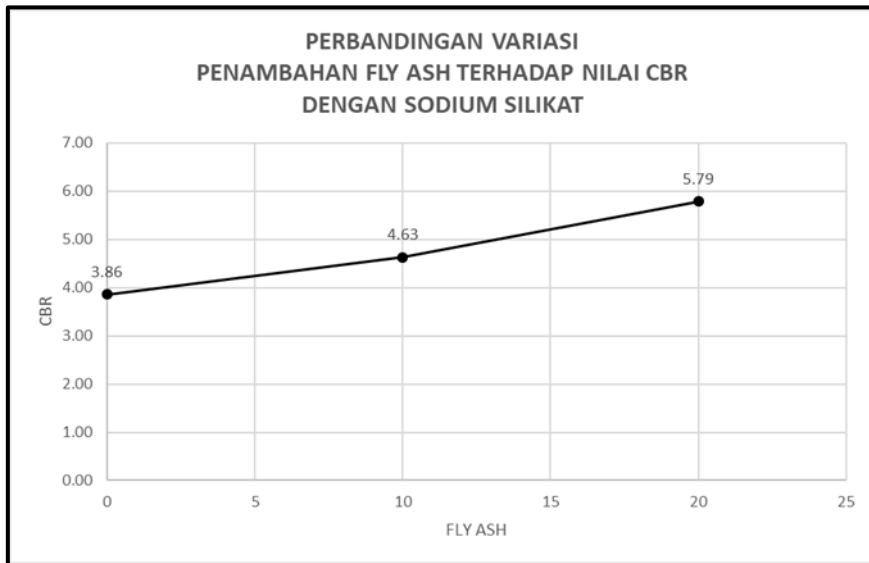
TABEL 4
Data Hasil CBR

Sampel	Berat Volume Kering	Kadar Air Optimum
Tanah Asli	1.1	30
FA 10%	1.16	29.5
FA 20%	1.2	28.5
FA 10% + S 2%	1.14	28.2
FA 20% +S 2%	1.18	28

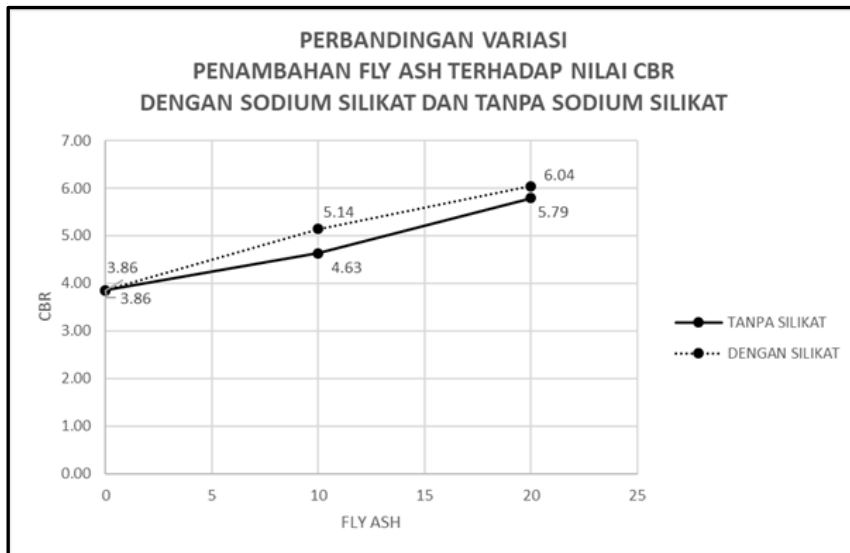
Sumber: Hasil Analisis



Gambar 8. Hasil Pengujian CBR Variasi Tanpa Sodium Silikat



Gambar 9. Hasil Pengujian CBR Dengan Sodium Silikat



Gambar 10. Hasil Pengujian CBR Dengan dan Tanpa Silikat

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian perbandingan nilai CBR terhadap campuran variasi *fly ash* dan *sodium silikat* yang telah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. Maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan pemeriksaan klasifikasi USCS dengan syarat pada ASTM D-2847 tanah yang diuji memenuhi kriteria sebagai CH (tanah lempung tak organik dengan plastisitas tinggi) dan dapat dikategorikan sebagai tanah lunak dengan daya dukung rendah.

2. Hasil pengujian pemadatan menunjukkan nilai kadar air optimum (OMC) dari tanah asli sebesar 30% menjadi 29,5% ketika ditambahkan *fly ash* 10% dan menjadi 28,2% ketika ditambahkan *sodium silikat* sebesar 2%. Pada hasil uji penambahan *fly ash* 20% kadar air optimum dari sampel juga mengalami penurunan di angka 28,5% dan menjadi 28% ketika ditambahkan *sodium silikat* sebesar 2%. Sementara itu nilai berat isi kering tanah maksimum (MDD) tanah asli menunjukkan angka 1,1 lalu menjadi 1,16 ketika ditambahkan *fly ash* 10% dan menjadi 1,14 ketika ditambahkan *sodium silikat* sebesar 2%. Pengujian di variasi 20% *fly ash* menunjukkan MDD menjadi diangka 1,2 dan setelah ditambahkan *sodium silikat*

sebesar 2% nilainya menjadi 1,18. Dapat disimpulkan penambahan *fly ash* dan *sodium silikat* akan menurunkan kadar air optimum sedangkan penambahan *fly ash* menambah berat isi kering tetapi *sodium silikat* membuat berat isi kering dari sampel mengalami penurunan.

- Hasil dari pengujian CBR tanah asli tanpa campuran menunjukkan nilai sebesar 3,86% dan menjadi 4,63% ketika ditambahkan 10% *fly ash* lalu meningkat di nilai 4,89% ketika ditambahkan *sodium silikat* sebesar 2%. Pada penambahan *fly ash* sebesar 20% nilai cbr menjadi sebesar 5,79% dan menjadi sebesar 6,04% ketika ditambahkan *sodium silikat* sebesar 2%. Hal ini menunjukkan nilai CBR akan meningkat cukup signifikan ketika ditambahkan *fly ash* baik 10% dan 20%, namun penambahan *sodium silikat* tidak terlalu signifikan ketika ditambahkan sebesar 2%.

B. Saran

- Perlu diadakan penelitian lanjutan untuk penambahan presentase sodium silikat
- Perlu diadakan penelitian lanjutan untuk pengujian CBR pada kondisi terendam (soaked)
- Pada saat melakukan pengujian penelitian, tanah yang sudah dijemur SSD (Saturated Surface Dry) perlu dijaga kadar airnya
- Pada saat pemadatan (compaction) dapat diperhatikan jumlah pukulan dan penumbuk dipastikan jatuh bebas

KUTIPAN

- Braja M Das, Noor Endah Mochtar, B. Mochtar (1995), *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)* Jilid 1, Penerbit Erlangga
- Hary Christady Hardiyatmo (2002), *Mekanika Tanah I*, Penerbit Gadjah Mada University Press
- Rivaldo A. Tulandi (2022), *Analisis Konsolidasi Lempung Pulutan Dengan Tambahan Geopolimer (Abu Beton)*, Jurnal Tekno, Volume 20, No. 81, 2022
- Rama Indera Kusuma, Enden Mina, Achmad Fauzi Irahma (2013), *Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Fly Ash Terhadap Nilai CBR*, Jurnal Fondasi, Volume 2, No.2, 2013.
- Rama Indera Kusuma, Enden Mina, Ismaul Ikhsan (2016), *Tinjauan Sifat Fisis Dan Mekanis Tanah*, Jurnal Fondasi, Volume 5, No.2, 2016
- Eman Jesicha Gratia (2017), *Korelasi Antara Tegangan Geser Dan Nilai Cbr Pada Tanah Lempung Dengan Bahan Campuran Semen*, Jurnal Sipil Statik, Volume 5, No.5, 2017
- Gunawan Wiliam Nico (2018), *Analisis Stabilitas Tanah Rawa Terhadap Embankment Jalan Tol Manado Bitung Dengan Menggunakan Semen Yang Dipadukan Dengan Abu Terbang (Fly Ash)*, Jurnal Sipil Statik, Volume 6, No.3, 2018
- Lope Brandon Winslow (2019), *Pengaruh Penambahan Serbuk Arang Kayu Dan Serat Karung Plastik Terhadap Nilai CBR Laboratorium Tanpa Rendam*, Jurnal Sipil Statik, Volume 7, No.11, 2019
- Huri Andreas Dharmawan., RW Prabandiani Kristian Yulianto Sri., Hardiyati Siti (2013), *Stabilisasi Tanah Dengan Fly Ash Dan Semen Untuk Badan Jalan PLTU Asam-Asam*, Jurnal Teknik Sipil Universitas Diponegoro, 2013
- Ekaputri Januarti Jaya., Triwulan (2013), *Sodium sebagai Aktivator Fly Ash, Trass dan Lumpur Sidoarjo dalam Beton Geopolimer*, Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil, Volume 20, No.1, 2013
- Alwi., Mutalib Abdul (2011), *Pengujian Menurut SNI Mengetahui Sifat Fisis dan Sifat Mekanis Tanah Studi Kasus Gunung Selatan Kota Tarakan*, Skripsi Teknik Sipil Universitas Borneo Tarakan, Kalimantan Utara
- Panguriseng Darwis (2017), *Dasar-Dasar Teknik Perbaikan Tanah*, Penerbit Pustaka AQ
- J.E Bowles (1997), *Foundation Analysis and Design*, Edisi ke-5, International Edition 1997
- ASTM C618-19, *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*, ASTM International
- ASTM D1883-07, *Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils*, ASTM International
- ASTM D2487-17, *Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)*, ASTM International
- SNI 03-1744-1989, *Metode Pengujian CBR Laboratorium*, Pusjatan Balitbang PU