

# Analisis Konsolidasi Lempung Pulutan Dengan Tambahan Geopolimer (Abu Beton)

Rivaldo A.Tulandi<sup>#1</sup>, Steeva G. Rondonuwu<sup>#2</sup>, Alva N. Sarajar<sup>#3</sup>

<sup>#</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

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

<sup>1</sup>rivaldoagung@yahoo.com; <sup>2</sup>steeva\_rondonuwu@unsrat.ac.id; <sup>3</sup>alva.sarajar@unsrat.ac.id

## Abstrak

Tanah lempung merupakan tipe tanah lunak yang memiliki karakteristik indeks mampat besar, daya dukung rendah, kemampuan mengikat air besar dan mengalami konsolidasi. Konsolidasi ialah peristiwa terjadinya deformasi pada lempung lunak akibat keluarnya air pori dari dalam tanah. Karena kondisi inilah maka lempung dikategorikan sebagai tanah yang tidak stabil untuk pekerjaan teknik sipil, sehingga perlu perbaikan tanah. Perbaikan tanah yang dilakukan pada penelitian ini adalah menambah bahan campuran untuk memperkecil deformasi vertikal akibat konsolidasi. Maka dari itu dilakukan pengujian dengan menambahkan bahan campuran berupa abu beton yang diambil dari sisa bangunan tua. Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari Desa Pulutan Kecamatan Remboken Kabupaten Minahasa. Pada penelitian ini dilakukan pengujian sifat-sifat fisis dari sampel tanah Pulutan, kemudian dilakukan pengujian konsolidasi untuk mendapatkan nilai indeks pemampatan ( $C_c$ ) dan koefisien konsolidasi ( $C_v$ ) pada sampel tanah asli dan sampel tanah yang dicampurkan geopolimer berupa abu beton dengan variasi campuran 2%, 5% dan 10%, dengan tanah asli tanpa campuran sebagai datum. Dari hasil pengujian konsolidasi dengan menggunakan alat Oedometer maka ditemukan bahwa koefisien konsolidasi ( $C_v$ ) untuk tanah asli adalah 0,675 cm/menit untuk tanah dengan variasi campuran 2% adalah 0,519 cm/menit, untuk tanah dengan variasi campuran 5% adalah 0,58 cm/menit, sedangkan untuk variasi campuran 10% adalah 0,0261 cm/menit. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan abu beton maka semakin kecil nilai koefisien konsolidasi  $C_v$  dan semakin kecil deformasi yang terjadi

**Kata kunci** – tanah lempung, konsolidasi, abu beton, Koefisien konsolidasi, indeks pemampatan

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Dalam pembangunan gedung, jembatan dan infrastruktur di bidang Teknik sipil serta pembangunan pemukiman penduduk khususnya yang berada di wilayah Sulawesi Utara. Seiring berjalannya waktu perkembangan lahan di Sulawesi Utara semakin sempit karena pertambahan penduduk yang semakin padat dan kurangnya lahan untuk didirikan sebuah bangunan. Maka dari itu tanah menjadi objek penting yang perlu diperhatikan dalam pekerjaan Teknik sipil, agar tercapai suatu kestabilan tanah sebagai pendukung kekuatan struktur. Tidak semua jenis tanah baik untuk dijadikan dasar tempat berdirinya suatu struktur bangunan, hal itu disebabkan oleh keadaan geografis serta sifat dan karakteristik tanah. Salah satu karakter tanah kohesif yang menonjol yaitu, kemampuan kembang susut yang tinggi yang terjadi akibat perubahan kadar air tanah, untuk itu dilakukan stabilisasi tanah guna untuk memperbaiki beberapa sifat sifat fisis tanah. Tujuan utama stabilisasi tanah yaitu untuk meningkatkan parameter tanah seperti kohesi, sudut geser, dan kepadatan tanah. Salah satu cara agar tanah dapat di stabilisasi adalah dengan menambahkan bahan tambahan pada suatu tanah.

Metode pemberian kekuatan suatu tanah adalah metode yang sementara berkembang pada saat ini. Pentingnya melakukan suatu perbaikan untuk tanah jenis lempung sebelum dilakukan pembangunan struktur di atasnya menjadi ide pada penelitian saat ini, adapun kasus di atas dapat ditelusuri peneliti untuk melakukan penelitian yaitu ‘Analisis Konsolidasi Lempung Pulutan dengan tambahan Geopolimer (abu beton)’, karena dari sebagian pengamatan yang didapat dari sisa-sisa bangunan tua, jika kita dapat telusuri bahwa kekuatan tanah dari lahan bekas bangunan tua tersebut layak untuk dijadikan sebagai penelitian di laboratorium. Untuk dapat mengetahui pengaruh dari suatu tanah terhadap abu beton, maka dari itu akan dicoba cara membuat suatu variasi kadar campuran geopolimer (abu beton) sebesar 2%, 5% dan 10% sehingga dari penelitian tersebut dapat diprediksi akan mendapatkan hasil yang maksimal. Dari berbagai survei penelitian campuran yang sudah dilakukan berbagai mahasiswa untuk pengujian peningkatan kekuatan tanah dengan sifat fisis dan sifat mekanik

tanah, dari sifat fisis itu sendiri antara lain pengujian kadar air, berat jenis, analisa ukuran butiran, dan uji konsistensi tanah, sedangkan sifat mekanik meliputi uji konsolidasi. Dengan adanya latar belakang ini sangat menarik tentunya untuk melakukan suatu penelitian sebagai patokan studi kasus dilapangan yaitu, ‘Analisis Konsolidasi Lempung Pulutan dengan tambahan Geopolimer (abu beton)’.

**B. Perumusan Masalah**

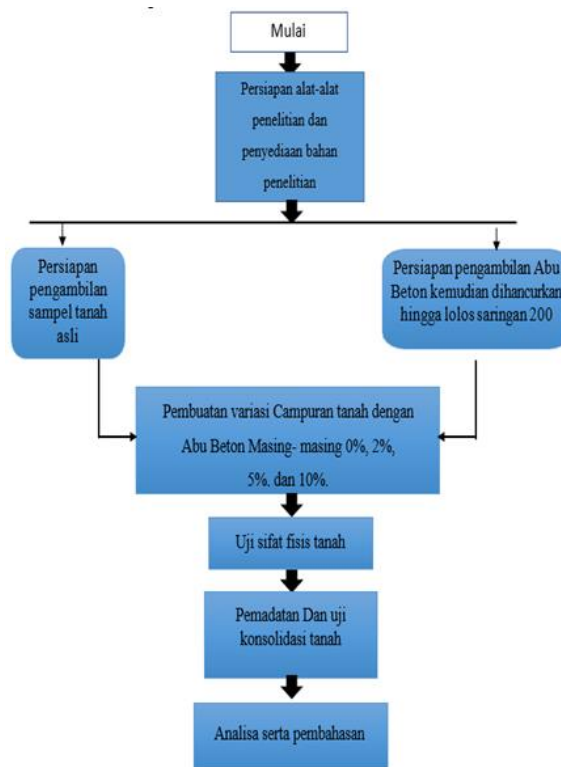
Seiring perkembangan teknologi sampai pada saat ini masyarakat lebih berkembang. Lahan semakin hari semakin sempit adapun lahan yang ideal telah banyak orang di tempatkan, akibatnya banyak orang berpikir untuk tinggal di sebagian lahan yang belum tentu baik tanahnya untuk di tempatkan. Seperti studi kasus yang ditemukan, banyak orang yang masih menempati lahan yang memiliki tanah yang cukup lempung yang belum tentu stabil untuk di dirikan bangunan. Maka dari itu dilakukan penelitian dengan menambahkan bahan seperti abu beton untuk menguji ketahanan dari tanah

tersebut, sehingga akan sangat dibutuhkan penyelidikan untuk metode perbaikan tanah untuk mengatasi kasus tersebut. Salah satu ide yang belum dilakukan yaitu dengan mencampurkan atau menambahkan tanah dengan ‘Analisis Konsolidasi Tanah Lempung Pulutan Dengan Penambahan Geopolimer (abu beton)’. Cara tersebut sengaja dilakukan untuk nanti diketahui dapat diprediksi meningkatkan dan mengetahui seberapa besar kekuatan tanah

**C. Tujuan Penelitian**

Manajemen proyek adalah suatu aktivitas yang Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui sifat fisis tanah
2. Mengetahui nilai indeks pemampatan ( $C_c$ )
3. Mengetahui nilai indeks koefisien konsolidasi ( $c_v$ )
4. Mengetahui total penurunan maksimum akibat konsolidasi



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

**II. METODOLOGI PENELITIAN**

Kegiatan penelitian dilakukan dengan mekanisme penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

**A. Uraian Umum**

Penelitian kali ini yaitu untuk mengetahui pengaruh penambahan Geopolimer (Abu Beton) dan mengetahui berapa besar kekuatan tanah terhadap campuran abu

beton pada tanah lempung. Sehingga penelitian ini menggunakan metode konsolidasi.

Pada pengujian ini, parameter yang didapatkan yaitu data nilai indeks pemampatan ( $C_c$ ) dan nilai koefisien konsolidasi ( $c_v$ ) kemudian dari data tersebut, dianalisis menggunakan formula Grafik dan Tabel untuk mendapatkan nilai ( $C_c$ ) dan ( $c_v$ ) yang dicari.

Pengujian utama dilakukan dengan pengujian Konsolidasi. Pelaksanaan pengujian sampel dilakukan melalui prosedur laboratorium yang sesuai standar ASTM (American Society of Testing Material) dan SNI (Standar Nasional Indonesia). Pengujian dilakukan terhadap tanah asli dan variasi campuran yaitu:

- a) 0% variasi campuran tanah asli
- b) 2% variasi campuran dengan tambahan abu beton
- c) 5% variasi campuran dengan tambahan abu beton
- d) 10% variasi campuran dengan tambahan abu beton

**B. Data-Data Pendukung**

Diperlukan data-data untuk mendukung teori serta analisis yang dilakukan. Untuk data primer berupa data yang diperoleh berdasarkan pengujian di laboratorium.

1. Pengambilan sampel tanah di Desa Pulutan Kec. Remboken Kab. Minahasa, serta pengambilan sample bahan tambahan yang diambil dari bekas bangunan tua berupa Abu Beton yang terdapat di Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi.
2. Pengujian di laboratorium  
Sampel tanah kemudian dibawa ke Laboratorium Geoteknik Fakultas Teknik untuk dilakukan beberapa pengujian. Pengujian yang dilakukan antara lain:
  - a) Pemeriksaan Kadar Air
  - b) Pemeriksaan Berat Jenis
  - c) Analisis Saringan
  - d) Analisa Hidrometer
  - e) Batas Batas Atterberg

**TABEL 1**  
**Uji Karakteristik Tanah**

No.	Karakteristik Tanah	Nilai
1	Kadar Air (w)	43,066
2	Batas cair (LL)	54%
3	Batas Plastis (PL)	37,627
4	Indeks Plastis (PI)	16,38
5	Berat Jenis (Gs)	2,600
6	Lolos Ayakan No.200	52,13%

Sumber: Hasil Penelitian

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Hasil Penelitian**

Pembahasan meliputi hasil pengujian sifat fisik yaitu pengujian kadar air, berat jenis, batas-batas atterberg, analisis saringan, analisis hidrometer dan hasil analisis pengujian mekanik yang berupa pengujian konsolidasi. Pengujian-pengujian tersebut dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Pogram Studi Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi.

**B. Pengujian Sifat Fisik Tanah**

Pengujian sifat fisik tanah yaitu bertujuan untuk mengetahui mulai dari kadar air optimum, berat volume kering maksimum, serta klasifikasi jenis tanah. Pengujian sifat fisik tanah asli meliputi beberapa pengujian yaitu kadar air, berat jenis, batas-natas Atterberg, dan analisis saringan.

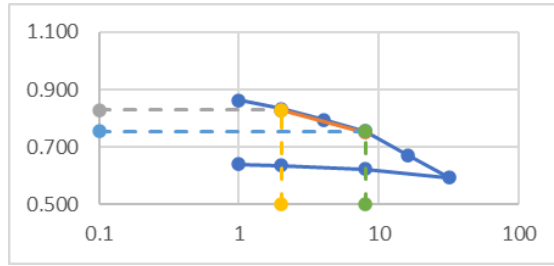
Dari pemeriksaan siat fisis tanah berupa batas-batas atterberg dan analisa saringan dari tabel diatas maka dilakukan klasifikasi tanah sistem AASHTO sebagai berikut : Batas cair (LL) 54%, Batas cair (PL) 37,627%, indeks plastis (PI) 16,38%, persentase lolos ayakan No.200 52,13% . Karena tanah yang lolos

saringan 200 sebanyak 52,13% (Lebih dari 35%) maka tanah ini masuk dalam klasifikasi tanah lempung.

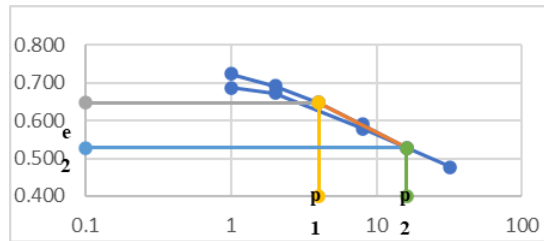
Klasifikasi USCS dalam Hasil dari Indeks plastisitas sebesar 54 % serta lolos saringan 52,13 % maka tanah tersebut dikategorikan sebagai tanah Plastisitas tinggi dengan kebanyakan tanah lempung atau (Sandy Fat Clay).

**C. Pemeriksaan Sifat Mekanis Tanah**

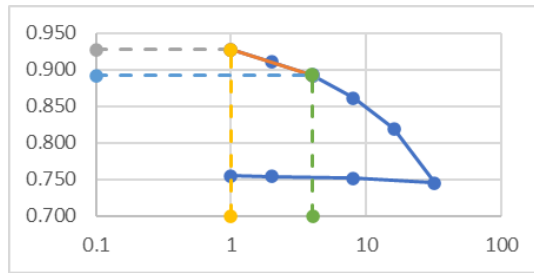
Pengujian konsolidasi ini dilaksanakan di laboratorium geoteknik fakultas teknik Universitas Sam Ratulangi dengan menggunakan alat Oedometer. Pertama dilakukan pengujian sampel tanah asli kemudian dilakukan pengujian dengan bahan tambahan berupa Abu Beton. Pengujian konsolidasi ini gunanya untuk mengetahui besarnya penurunan untuk suatu tanah akibat perilaku konsolidasi apabila mendapat beban. Serta juga mengetahui berapa bandingan nilai dari indeks pemampatan ( $C_c$ ), koefisien konsolidasi ( $c_v$ ), serta mengetahui total penurunan maksimum akibat konsolidasi pada sampel tanah asli dan juga sampel tanah yang sudah Geopolimer berupa Abu Beton dengan variasi campuran 2%, 5% dan 10%.



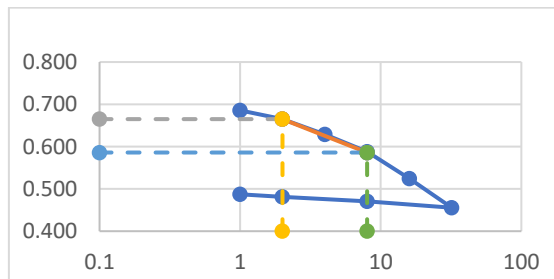
Gambar 2. Grafik Cc dari Sampel Tanah Asli



Gambar 3. Grafik Cc dari Campuran Abu Beton 2%



Gambar 4. Grafik Cc dari Campuran Abu Beton 5%



Gambar 5. Grafik Cc dari Campuran Abu Beton 10%

Berdasarkan grafik pada Gambar 2 diperoleh nilai  $C_c$  untuk sampel tanah asli yakni 0,1236 dengan rumus

$$C_c = \frac{e_1 - e_2}{\text{Log } P_2 - \text{Log } P_1} = \frac{\Delta_e}{\text{Log } \frac{P_2}{P_1}}$$

Berdasarkan grafik pada Gambar 3 diperoleh nilai  $C_c$  untuk sampel campuran abu beton 2% yakni 0,1994 dengan rumus

$$C_c = \frac{e_1 - e_2}{\text{Log } P_2 - \text{Log } P_1} = \frac{\Delta_e}{\text{Log } \frac{P_2}{P_1}}$$

Berdasarkan grafik pada Gambar 4, diperoleh nilai  $C_c$  untuk sampel campuran abu beton 5% yakni 0,0598 dengan rumus

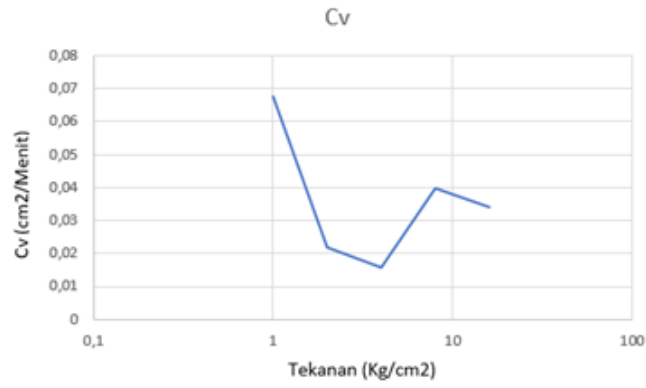
$$C_c = \frac{e_1 - e_2}{\text{Log } P_2 - \text{Log } P_1} = \frac{\Delta_e}{\text{Log } \frac{P_2}{P_1}}$$

Berdasarkan grafik pada Gambar 5 diperoleh nilai  $C_c$  untuk sampel campuran abu beton 10% 0,1313 dengan rumus

$$C_c = \frac{e_1 - e_2}{\text{Log } P_2 - \text{Log } P_1} = \frac{\Delta_e}{\text{Log } \frac{P_2}{P_1}}$$

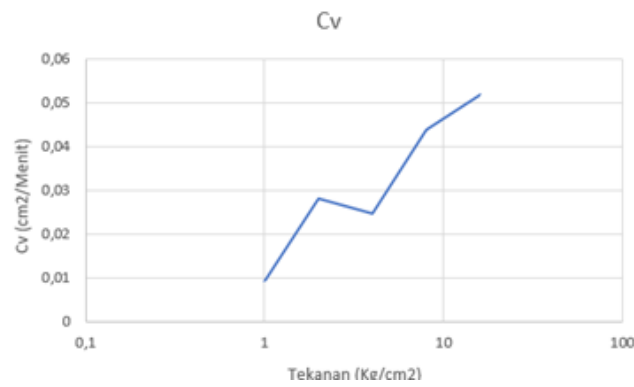
Perhitungan pada angka pori dan tekanan menunjukkan bahwa semakin besar penambahan beban maka semakin kecil pula nilai dari angka pori.

Hasil analisis koefisien konsolidasi ( $c_v$ ) pada tanah asli dan campuran abu beton ditunjukkan pada Gambar 6 sd. Gambar 9.



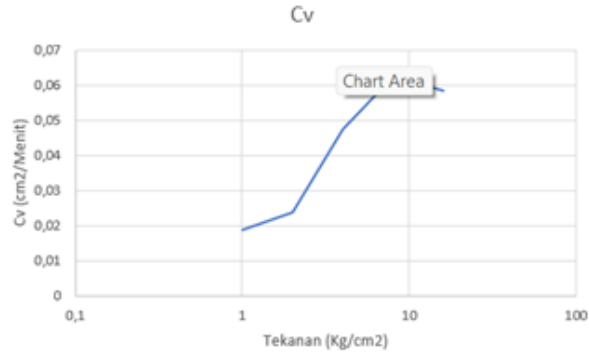
Tekanan P (Kg)	Cv (Cm/Menit)
1	0,25
2	0,067
4	0,021
8	0,015
16	0,0399
32	0,0341

Gambar 6. Grafik  $c_v$  dari Tanah Asli



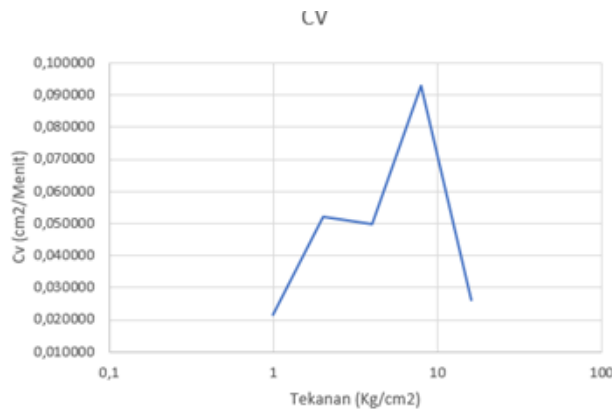
Tekanan P (Kg)	Cv (Cm/Menit)
1	0,0769
2	0,0093
4	0,0283
8	0,0246
16	0,0431
32	0,0510

Gambar 7. Grafik  $c_v$  dari Campuran Abu Beton 2%



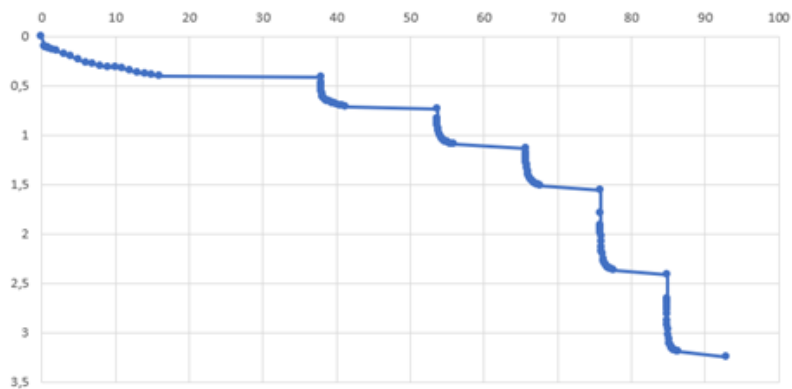
Tekanan P (Kg)	Cv (Cm/Menit)
1	0,0643
2	0,0187
4	0,0237
8	0,0477
16	0,0625
32	0,0586

Gambar 8. Grafik  $c_v$  dari Campuran Abu Beton 5%



Tekanan P (Kg)	Cv (Cm/Menit)
1	0,0195
2	0,0216
4	0,0522
8	0,0498
16	0,0931
32	0,0261

Gambar 9. Grafik  $c_v$  dari Campuran Abu Beton 10%

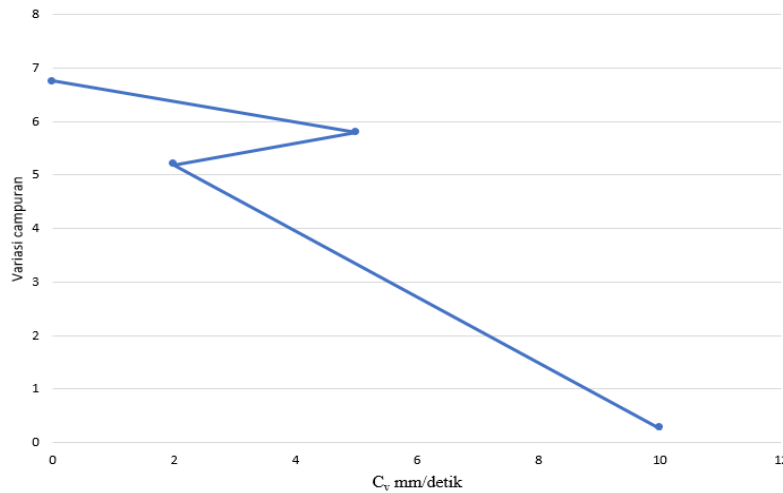


Gambar 10. Grafik Penurunan Tanah Asli Dalam Waktu 1 Minggu

TABEL 2  
Tinggi Benda Uji Pada Akhir Pembebanan

	1kg	2kg	4kg	8kg	16kg	32kg
0%	1,9588	1,9268	1,8864	1,8442	1,7590	1,6760
2%	1,9528	1,9168	1,8672	1,8019	1,7314	1,6738
5%	1,9555	1,9390	1,9203	1,8886	1,8459	1,7708
10%	1,9699	1,9460	1,9036	1,8556	1,7810	1,701

Sumber: Hasil Penelitian



Gambar 11. Grafik Hubungan Koefisien Konsolidasi ( $c_v$ ) Dengan Variasi Pertambahan Abu Beton

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado dengan judul penelitian Analisis Konsolidasi Lempung Pulutan dengan tambahan Geopolimer (Abu Beton) dengan sampel tanah yang diambil di Desa Pulutan Kecamatan Remboken Kabupaten Minahasa Provinsi Sulawesi Utara dan Abu Beton diambil dari bekas bangunan lama gedung Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi dapat disimpulkan bahwa:

- Hasil pengujian setiap sample yang ada menunjukkan bahwa nilai indeks pemampatan tertinggi terjadi pada sampel tanah yang dicampur Abu beton variasi 2% = 0,199. Dan yang paling rendah terdapat pada sample tanah yang dicampur Abu Beton variasi 5% = 0,059;
- Dari penelitian ini didapat untuk indeks pemampatan tanah asli adalah 0,126, untuk variasi bahan campuran Abu Beton 2% adalah 0,199, untuk variasi bahan campuran Abu Beton 5% 0,059, dan untuk variasi bahan campuran Abu Beton 10% adalah 0,131. Disini menunjukkan bahwa terjadi kenaikan nilai dari tanah asli ke variasi 2% setelah itu mengalami penurunan yang cukup signifikan ke 5%, setelah itu terjadi lagi kenaikan di variasi 10%. Sehingga dapat disimpulkan dalam penelitian ini bahan campuran

memiliki sifat kimiawi yang dapat mempengaruhi karakteristik tanah lempung;

- Dari hasil pengujian ini menunjukkan bahwa, semakin tinggi penambahan abu beton maka semakin kecil atau menurunkan nilai  $c_v$ .

##### B. Saran

- Kiranya perlu dilakukan pengujian tambahan dengan lebih banyak sample dan juga ditambah kadar variasi campuran lainnya agar bisa lebih mengetahui sifat dan hubungan dari Abu Beton dan tanah jenis lempung;
- Diperlukan juga jenis pengujian dengan menggunakan bahan campuran lainnya atau juga sampel tanah lempung yang bisa juga di ambil dari tempat lain;
- Harus lebih memperhatikan lagi alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian agar waktu dilakukan pengujian bisa mendapatkan hasil yang lebih baik dan akurat

#### KUTIPAN

##### A. Buku

- [1] Bowles, J. E. 1991, Sifat-sifat Fisis Tanah dan Geoteknis Tanah, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [2] Craig, F.R, 1991, Mekanika Tanah, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [3] Casagrande, A. 1948. Classification and Identification of Soils. Transactions ASCE, Vol. 113. pp. 901

- [4] Das. B. M., 1993. Mekanika tanah jilid II. Terjemahan Noor Endah Mochtar dan Indrasurya B. Mochtar. Erlangga. Jakarta
- [5] Hardiyatmo, H. C, 1992, Mekanika Tanah I, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [6] Hardiyatmo, H. C, 2002, Mekanika Tanah II, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [7] Holtz, R, D, Kovacs, W, D, (1981), An Introduction to Geotechnical Engineering, Prentice Hall Civil Engineering and Engineering Mechanic Series.
- [8] Taylor, D. W., (1948): Fundamental of Soil Mechanics, John Willey and Sons, New York.
- [10] Karaseran, J.A., Sompie, A.B.O. dan Balamba, S. 2015. Pengaruh Bahan Campuran Arang Tempurung Terhadap Konsolidasi Sekunder pada Lempung Ekspansif. Jurnal Sipil Statik, Vol. 3, No. 8.
- [11] Kirihio, P.F.P., Rondonuwu, G.S. dan Sompie O, B, A. 2018. Percepatan Konsolidasi Dengan Menggunakan Horizontal Drain. Jurnal Tekno, Vol. 16, No. 70.
- [12] Sutrianingsih, W.N., Rondonuwu, G.S. dan Sompie, A.B.O. 2018. Uji Konsolidasi Deposit Tanah Lunak dengan Menggunakan Horizontal Drain. Jurnal Sipil Statik, Vol. 6, No. 12.
- B. Jurnal**
- [9] Abdul Jalil, Hajjul Fajrina 2016. Studi Campuran Kapur pada Tanah Lempung Terhadap Permeabilitas dan Kecepatan Konsolidasi (Studi kasis tanah desa Cot Girek Kandang Kecamatan Muara Daya Kabupaten Aceh Utara. Teras Jurnal, Vol.6, No.1, Maret 2016