

PENGARUH ABU SABUT KELAPA TERHADAP KOEFISIEN KONSOLIDASI TANAH LEMPUNG

Arifin B. *

Abstract

The objective of the research was to explain the influence of the addition the Coconut Husk Ash(ASK) to the coefficient compressi of the clay soils (Cc). The Coconut Husk Ash which used are passed pan # 200, and the clay soils has Plasticity Index more than 15. The experiment subjected to the Liquid Limit (LL) of the clay to get the value of Cc, The Proportion of sample are 1%, 2%, 3%, 4% and 6% weigt of ASK to the dried weight of clay soils, each proportion are additioned portland cement 3% as comparion to the originanl proportion. The results show that the addition of (ASK 6% + PC3%) could reduce the Cc from 0,495 to 0,470% or decrease as 5,23% and at Ask 6% value of the Cc decrease 3,12 %. from 0,495 to 0,480.

Key word: Coconut Husk Ash, Plasticity Index, Consolidation

Abstrak

Penelitian ini bertujuan memeriksa pengaruh penambahan abu sabut kulit kelapa terhadap perubahan nilai koefisien konsolidasi (Cc) tanah lempung. Abu sabut kulit kelapa (ASK) yang digunakan lolos saringan No.200, tanah lempung yang diuji memiliki plastisitas lebih besar dari 15. Sifat yang diperiksa adalah: perubahan Batas Cair (LL) untuk mendapatkan hubungannya dengan perubahan nilai Cc. Proporsi rancangan campuran adalah 1%, 2%, 3%, 4%, dan 6% berat abu sabut kelapa terhadap berat kering tanah lempung, kemudian disimulasikan dengan pengujian lain dimana setiap proporsi tersebut ditambahkan campuran semen portland sebesar 3%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran abu sabut kelapa dan semen portland (ASK 6% + PC 3%) dapat menurunkan nilai Cc sebesar 5,23% dari kondisi asli yaitu 0,495 menjadi 0,470, serta untuk Abu sabut kelapa sendiri mampu menurunkan nilai Cc tanah asli sebesar 3,12% yaitu dari 0,495 menjadi 0,480.

Kata kunci: Abu sabut kelapa, Indeks plastisitas, Konsolidasi

1. Pendahuluan

Penelitian ini didasari bahwa abu sabut kelapa mengandung zat *pozzolan* suatu zat yang sama dikandung oleh semen portland, abu terbang dari hasil pembakaran batu bara, juga abu sekam padi yang pada kadar dan perlakuan tertentu memberikan reaksi terhadap perubahan sifat mekanis tanah lempung sebagaimana telah didapatkan pada penelitian-penelitian sebelumnya yang relevan.

Dalam penelitian ini yang diperiksa adalah perubahan indeks

pemampatan (Cc) tanah lempung sebelum dan setelah dicampur dengan abu sabut kelapa pada proporsi campuran tertentu, indeks pemampatan (Cc) ditentukan dari hubungan antara perubahan angka pori (e) tanah lempung terhadap perubahan tegangan ($\log p$) berupa gradient kemiringan garis singgung kurva $e - \log p$, yang didapatkan pada pengujian konsolidasi

2. Tinjauan Pustaka

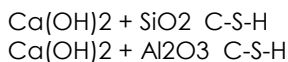
Untuk mendukung penelitian ini telah dilakukan kajian pustaka pada

* Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu

beberapa penelitian sebelumnya yang relevan dan mendasari kerangka umum dalam melakukan penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut:

(Muntohar, A.S, 2000), Telah melaporkan hasil penelitiannya tentang penambahan abu sekam padi (*Rice Husk Ash*) pada stabilisasi tanah lempung yang dicampur dengan kapur yang mampu mempengaruhi dan merubah sifat-sifat mekanis tanah lempung pada kadar dan proporsi campuran tertentu.

Berdasarkan konsep yang digunakan, kandungan abu sekam padi bereaksi jika dicampur terlebih dahulu dengan kapur sebelum dicampur dengan tanah lempung, reaksi dapat berupa:



dimana hasilnya adalah senyawa C-S-H merupakan senyawa berbentuk gel yang tersementasi dan mampu mengikat partikel-partikel lempung dan merupakan suatu senyawa yang tidak larut dalam air.

Sutresna I, M, (2001),. Dari hasil pengamatan dan penelitian yang dilakukan dalam Kajian Laboratorium Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Semen Dan Abu Ampas Tebu Untuk Tanah Dasar Pada Lapisan Perkerasan Lentur diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Penambahan kadar abu ampas tebu sebesar 1 %, 2 %, 3 %, 4 % dan 6 % pada campuran tanah lunak dengan PC tipe I sebesar 3 % dapat menurunkan indeks plastisitas campuran tanah tersebut dari 57,29 % pada campuran tanah dengan PC tipe I 3% menjadi 32,03 % pada campuran tanah dengan PC tipe I 3% ditambah abu ampas tebu dengan kadar 6 %. Selain itu penambahan abu ampas tebu dapat menaikkan batas plastis tanah diikuti dengan penurunan batas cairnya. Perbaikan ini juga terjadi pada nilai swelling, dan faktor yang

berperan terhadap penurunan nilai swelling selain kadar abu ampas tebu dan PC tipe I juga namanya pemeraman. Dari segi nilai aktivitas tanah juga mengalami penurunan hal ini berkait erat dengan nilai swelling sebelumnya.

- Penambahan 3% PC tipe I dan kadar abu ampas tebu 2 % dan 3 % terhadap berat kering tanah lunak, cenderung menaikkan kepadatan kering maksimum dan menurunkan kadar air dalam proses pemadatan, sehingga didapat keadaan paling optimum sebagai dasar perbaikan tanah lunak pada kadar abu ampas tebu sebesar 3%.
- Nilai CBR pada kondisi campuran PC tipe I 3% dan abu ampas tebu 3% untuk masa pemeraman 4 hari, 2 hari dan 0 hari masing-masing bernilai 14,78%, 11,33% dan 7,83% lebih tinggi dibandingkan dengan nilai CBR tanah asli sebesar 1%. Penambahan abu ampas tebu sebesar 3% merupakan penambahan optimum terhadap campuran tanah lunak dan PC tipe I sebesar 3% yang memberikan peningkatan nilai CBR yang maksimum, dan jika penambahan lebih atau kurang dari 3% abu ampas tebu menunjukkan nilai yang berkurang atau menurun.

Cocka, Erdal (2002), Melakukan pengujian yaitu pengaruh penambahan Abu terbang batu bara terhadap besarnya pengembangan tanah lempung expansif, dengan menggunakan dua sumber Abu Terbang (Fly Ash) yang berbeda.

Berdasarkan konsep, Abu Terbang (Fly Ash) karakteristiknya tergantung pada sumber batu baranya, yang umumnya terdiri dari silicate, aluminate dan oksida tembaga yang menyatu membentuk cristal. Cristal ini potensial untuk mengikat multivalent cation (Ca^{+2} , Al^{+3} , dll), dalam kondisi terionisasi akan terjadi flokulasi dan dispersi partikel dengan pertukaran ion. Ketika dicampur dengan tanah, abu terbang akan membentuk ikatan

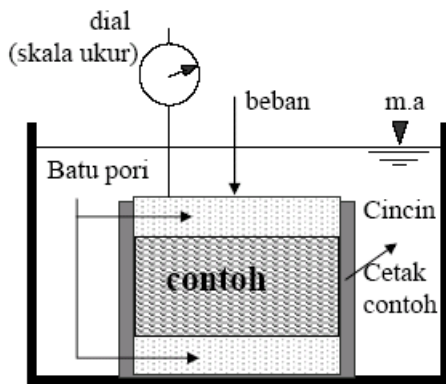
sementasi dengan adanya pengaruh pozzolan dan pengikatan sendiri yang mempengaruhi kadar air dan kepadatan tanah.

2.1. Konsolidasi 1-dimensi

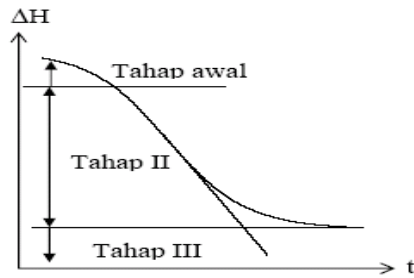
Dalam teori konsolidasi 1-dimensi Terzaghi digunakan asumsi berikut:

- 1) Tanah selalu dalam kondisi jenuh ($S = 100\%$)
- 2) Butir tanah dan air incompressible (tak termampatkan)
- 3) Hukum darcy berlaku
- 4) Konsolidasi merupakan konsolidasi 1-dimensi dimana tidak terjadi pengaliran arah lateral.
- 5) Kofisien permabilitas, k konstan
- 6) Temperatur konstan sehingga viskositas air dianggap tetap

Uji konsolidasi 1-D (oleh Terzaghi) menggunakan konsolidometer (oedometer). Diameter contoh 2,5 inci dan tebal 1 inci. Beban "p" diberikan bertahap dari 0,25; 0,5; 1; 2; 4; 8; 2; 0,5; dan 0 kg/cm². Masing-2 beban dipasang 24 jam dan penurunan diamati pada menit-2 tertentu (mis. 1; 4; 9; 16; 25; dst).



Gambar 1. Skema Pengujian Konsolidasi



Gambar 2. Hubungan Penurunan-waktu selama proses konsolidasi

Bentuk umum penggambaran hubungan deformasi-waktu contoh tanah akibat penambahan beban dapat dibagi atas tiga bentuk utama yaitu:

- **Tahap I** : Pemampatan awal, akibat pembebanan awal .
- **Tahap II** : Konsolidasi primer (periode Δu lambat laun ditransfer ke $\Delta \sigma'$) akibat keluarnya air dari pori-2.
- **Tahap III** : Konsolidasi sekunder (setelah $\Delta u = 0$), akibat penyesuaian plastis butiran tanah.

2.2 Hubungan Angka pori – Tegangan

Dari hasil pengujian deformasi-waktu pada berbagai pembebanan, lebih jauh dapat dipelajari hubungan angka pori-tegangan untuk itu dapat dilakukan langkah-langkah berikut:

- 1). Hitung itinggi contoh tanah, H

$$H_s = \frac{w_s}{A.G_s.\gamma_w} \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

- W_s = berat kering tanah
- A = luas penampang contoh tanah
- γ_w = berat volume air

- 2). Hitung Tinggi pori contoh, H_v

$$H_v = H - H_s \dots\dots\dots (2)$$

Dimana H = tinggi contoh

- 3). Hitung angka pori awal contoh, e_o

$$e_o = \frac{V_v}{V_s} = \frac{H_v}{H_s} = \frac{V}{V_s} - 1 \dots\dots (3)$$

- 4). Untuk pertambahan beban pertama, P_1 yang menyebabkan deformasi ΔH_1 , hitung perubahan angka pori Δe_1 sebagai:

$$\Delta e_1 = \frac{\Delta H_1}{H_s} \dots\dots\dots (4)$$

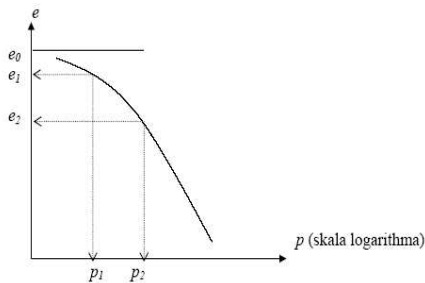
- 5). Hitung angka pori berikutnya sebagai e_1 , setelah konsolidasi yang disebabkan oleh pertambahan beban, P_1

$$e_1 = e_0 - \Delta e_1 \dots\dots\dots (5)$$

- 6). Untuk beban berikutnya, P_2 ($p_1 + \Delta p_1$) yang menyebabkan ΔH_2 , angka pori e_2 pada akhir konsolidasi dapat dihitung sebagai:

$$e_2 = e_1 - \frac{\Delta H_2}{H_s} \dots\dots\dots (6)$$

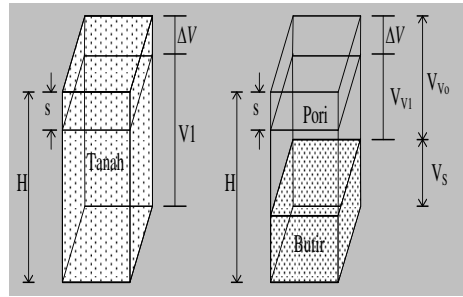
- 7). Dari langkah 1-6 gambarkan hasilnya dalam garfik hubungan Angka pori, e terhadap beban, P dalam skala log.



Gambar 3. Tipikal hubungan e terhadap $\log p$

2.3. Penurunan Konsolidasi Primer

Untuk menentukan besarnya penurunan konsolidasi primer yang terjadi pada lapisan lempung setebal H akibat pertambahan beban ΔP , dapat diuraikan dengan memperhatikan gambar berikut:



Gambar 4. Penurunan yang diakibatkan oleh konsolidasi 1-Dimensi

$$\Delta V = V_0 - V_1 \dots\dots\dots (7)$$

$$= HA - (H-s)A = SA \dots\dots\dots (8)$$

dimana V_0 dan V_1 masing-masing adalah Volume awal dan volume akhir, dengan demikian total perubahan volume adalah:

$$\Delta V = SA = V_{v0} - V_{v1} = \Delta V_v \dots\dots\dots (9)$$

dimana V_{v0} dan V_{v1} masing-masing adalah Volume pori awal dan volume pori akhir, dari definis angka pori:

$$\Delta V_v = \Delta e \cdot V_s$$

dimana Δe adalah perubahan angka pori, dan dari:

$$V_s = \frac{V_0}{1 + e_0} = \frac{A \cdot H}{1 + e_0} \dots\dots\dots (10)$$

dimana e_0 = angka pori awal pada saat volume V_0 , selanjutnya kita mendapatkan:

$$\Delta V = S \cdot A = \Delta e \cdot V_s = \frac{A \cdot H}{1 + e_0} \cdot \Delta e \dots\dots\dots (11)$$

atau

$$S = H \cdot \frac{\Delta e}{1 + e_0} \dots\dots\dots (12)$$

untuk konsolidasi normal dari garfik $e - \log p$ dapat dikembangkan hubungan:

$$\Delta e = C_c [\log (p_0 + \Delta p) - \log p_0]$$

dimana C_c = gradien kemiringan $e - \log p$ merupakan indeks pemampatan;

sehingga dengan memasukkan dalam persamaan sebelumnya akan di[peroleh hubungan:

$$S = \frac{Cc.H}{1 + e_o} \cdot \log\left(\frac{p_o + \Delta p}{p_o}\right) \dots\dots (13)$$

untuk tanah yang berlapis, penurunan dihitung untuk tiap lapisan sehingga penurunan total merupakan penjumlahan dari penurunan masing-masing lapisan.

$$S = \sum \frac{Cc.H_i}{1 + e_o} \cdot \log\left(\frac{P_{o(i)} + \Delta p}{p_o}\right) \dots (14)$$

dimana; H_i = tebal lapisan ke-i
 $p_{o(i)}$ = tekanan efektif overburden rata-rata pada lapisan ke-i
 $\Delta p_{(i)}$ = pertambahan tekanan pada lapisan ke-i

untuk tanah konsolidasi berlebih dengan $p_o + \Delta p \leq p_c$, yang terjadi adalah pengembangan sehingga digunakan indeks pengembangan C_s maka penurunannya adalah:

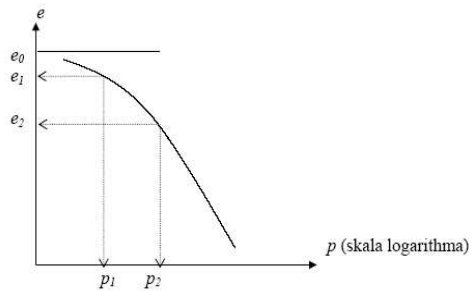
$$S = \frac{C_s.H}{1 + e_o} \cdot \log\left(\frac{p_o + \Delta p}{p_o}\right) \dots\dots\dots (15)$$

jika $p_o + \Delta p > p_c$

$$S = \frac{C_s.H}{1 + e_o} \cdot \log\left(\frac{p_c}{p_o}\right) + \frac{Cc.H}{1 + e_o} \cdot \log\left(\frac{p_o + \Delta p}{p_c}\right) \dots\dots(16)$$

2.4 Indeks Pemampatan

Indeks pemampatan (C_c) dari tanah yang terkonsolidasi besarnya ditentukan dari grafik hubungan $e - \log p$ yang menyatakan antara perubahan angka pori terhadap perubahan tegangan. C_c merupakan gradient kemiringan garis singgung singgung kurva $e - \log p$.



Gambar 5. Tipikal hubungan $e - \log p$

Meskipun C_c dapat ditentukan langsung dari grafik hubungan $e - \log p$, C_c juga dapat ditentukan menggunakan beberapa hubungan empiris, seperti yang disarankan oleh Skempton, 1944 untuk tanah lempung tidak terganggu:

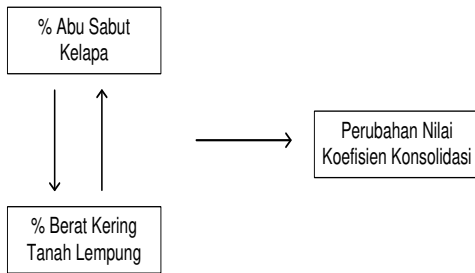
$$C_c = 0.009 (LL - 10) \dots\dots\dots (17)$$

dimana LL = batas cair

3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan adalah pengujian dan pengamatan dilaboratorium yang menggunakan sejumlah benda uji. Benda uji tersebut merupakan hasil pencampuran antara abu sabut kelapa dan tanah lempung dalam hal ini abu sabut kelapa sebagai bahan tambahan.

Pencampuran material dibuat dalam perbandingan prosentase berat abu sabut kelapa terhadap berat kering tanah lempung dengan rancangan Proporsi rancangan campuran adalah 1%, 2%, 3%, 4%, dan 6% berat abu sabut kelapa terhadap berat kering tanah lempung, kemudian disimulasikan dengan pengujian lain dimana setiap proporsi tersebut ditambahkan campuran semen portland sebesar 3%.. Besarnya proporsi campuran tersebut dan nilai koefisien konsolidasi merupakan variabel yang diuji dalam penelitian ini.



Gambar 6. Skema pegujian variabel

Hasil pemeriksaan Berat Jenis disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Berat Jenis.

Material	Berat jenis
Tanah lempung	2,52
Abu sabut kelapa	1,23
Semen	3,15

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah

Pemeriksaan ini meliputi berat jenis dan batas-batas Atterberg. Adapun hasil karakteristik tanah di laboratorium, diperoleh data-data sebagai berikut :

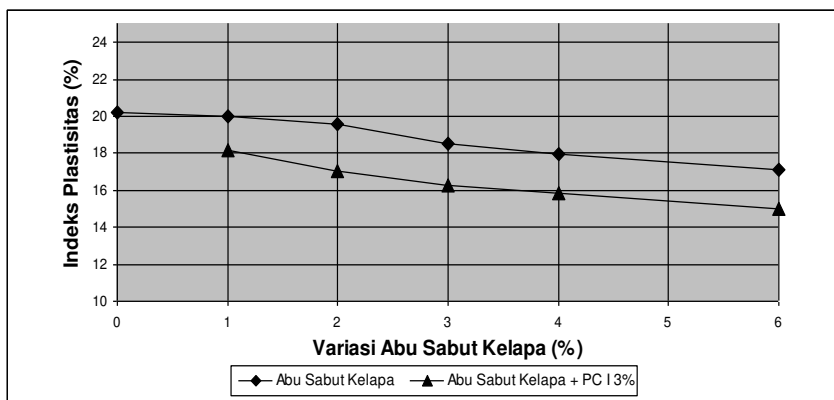
a. Pengujian Berat Jenis

b. Pengujian Batas batas Atterberg

Tanah lunak yang digunakan dalam penelitian ini memiliki batas cair (LL) sebesar 65,06 % dan batas plastis (PL) sebesar 44,81 %. Dari keadaan tersebut dapat diketahui besarnya nilai (PI) 20,24% lebih besar daripada 11 % maka tanah tersebut akan dikelompokkan dalam klasifikasi USCS sebagai tanah lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, dengan batas cair lebih dari 50 (LL>50).

Tabel 2. Hasil pengujian batas-batas Atterberg

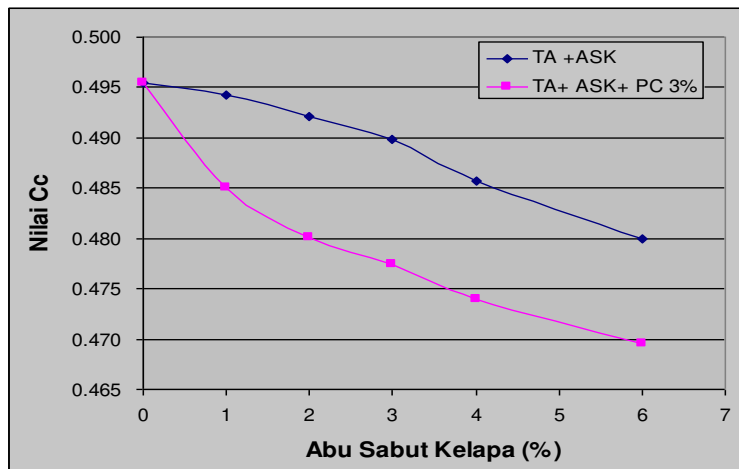
Campuran	LL (%)	PL (%)	PI (%)
Tanah Asli (TA)	65,05	44,81	20,24
TA + Abu Sabut Kelapa (ASK) 1 %	64,91	44,91	20
TA + ASK 2 %	64,78	45,19	19,59
TA + ASK 3 %	64,03	45,53	18,50
TA + ASK 4 %	63,96	45,97	17,99
TA + ASK 6 %	63,33	46,23	17,08
TA + PCI 3 % + ASK 1 %	63,90	45,70	18,20
TA + PCI 3 % + ASK 2 %	63,34	46,27	17,07
TA + PCI 3 % + ASK 3 %	63,04	46,79	16,25
TA + PCI 3 % + ASK 4 %	62,86		



Gambar 7. Grafik hubungan antara variasi Abu Sabut Kelapa, Abu Sabut Kelapa dan PC Tipe I 3% dengan Indeks Plastisitas.

Tabel 3. Hasil pengujian batas-batas Atterberg

Campuran	LL (%)	Cc
Tanah Asli (TA)	65,05	0.495
TA + Abu Sabut Kelapa (ASK) 1 %	64,91	0.494
TA + ASK 2 %	64,78	0.493
TA + ASK 3 %	64,03	0.486
TA + ASK 4 %	63,96	0.486
TA + ASK 6 %	63,33	0.480
TA + PCI 3 % + ASK 1 %	63,90	0.485
TA + PCI 3 % + ASK 2 %	63,34	0.480
TA + PCI 3 % + ASK 3 %	63,04	0.477
TA + PCI 3 % + ASK 4 %	62,86	0.476
TA + PCI 3 % + ASK 6 %	62,17	0.470



Gambar 8. Grafik hubungan antara variasi Abu Sabut Kelapa, Abu Sabut Kelapa dan PC Tipe I 3% terhadap Nilai Cc.

c. Pengujian Nilai Cc

Berdasarkan tabel 3, Pada penambahan 6% Abu sabut kelapa mampu menurunkan nilai cc dari 0,495 menjadi 0,486 atau turun sebesar 3,12%, sementara untuk penambahan Abu sabut kelapa dan PCI 3% mampu menurunkan nilai Cc dari 0,495 menjadi 0,470 atau turun sebesar 5,23%.

5. Kesimpulan

Dari pengujian yang dilakukan di laboratorium, contoh tanah dapat disimpulkan sebagai berikut :

1) Tanah asli memiliki batas cair (LL) sebesar 65,05%, batas plastis (PL)

sebesar 44,81%, dan indeks plastisitas (PI) sebesar 20,24% sehingga tanah tersebut dapat diklasifikasikan berdasarkan sistem klasifikasi USCS sebagai tanah berlempung anorganik (CH) dengan plastisitas tinggi. Pengujian Atterberg ini pula menunjukkan terjadi penurunan nilai indeks plastisitas dari kondisi tanah asli sebesar 20,24% menjadi 17,08% untuk penambahan abu sabut kelapa 6% (variasi maksimum) serta 15,02% untuk penambahan abu sabut kelapa 6% dan PC Tipe I 3% (variasi maksimum).

2) Terjadi penurunan nilai kofisien konsolidasi sebesar 3,12% pada

penambahan abu sabut kelapa 6%, serta 5,23% pada penambahan abu sabut kelapa 6% dan PC Tipe-I 3%.

6. Daftar Pustaka

- Budi, Setyo. Gogot, 2002, " Pengaruh Pencampuran Abu Sekam Padi dan Kapur untuk Stabilisasi tanah Ekspansif", Jurnal Dimensi Teknik Sipil, Vol.4. No.2.
- Das, Braja, M, 1998, *Principles of Geotechnical Engineering*, fourth edition, PWS Publishing, United States Of America.
- Muntohar, A.S 2000, "Influence of Rice Husk Ash and lime on Engineering Properties of a clay Subgrade", Electronic Journal of Geotechnical Engineering, (<http://www.eige.com/2000/Ppr0019>).
- Cocka, Erdal 2002, " Effect of Fly Ash on Swelling Pressure Of Expansive Soil", Electronic Journal of Geotechnical Engineering,