

PENGARUH PENAMBAHAN *FIBER* TERHADAP PARAMETER DAYA DUKUNG TANAH LEMPUNG

I Bagus Gede Baskara¹, I Nyoman Aribudiman², A.A.Ketut Ngurah Tjerita²

¹Alumni Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar

E-mail: iponk_666@yahoo.com

Abstrak: Tanah lempung merupakan jenis tanah yang kurang bagus digunakan sebagai elemen pendukung konstruksi. Sehingga perlu dilakukan perbaikan tanah, salah satunya adalah dengan cara stabilisasi, yaitu dengan menambahkan aditif. Stabilisasi tanah lempung yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan menambahkan sejenis bahan *fiber* yaitu serat polipropilena ke dalam tanah lempung. Penelitian bertujuan untuk mengetahui karakteristik tanah lempung sesudah penambahan *fiber* terhadap nilai daya dukung tanah.

Sampel uji terdiri atas tanah asli dan tanah bercampur *fiber*. Tanah asli berupa lempung, sedangkan tanah campuran berisi *fiber* menggunakan variasi penambahan 0%, 2%, 4%, dan 6%. Pengujian yang dilakukan adalah analisis saringan, kadar air, berat jenis, batas-batas Atterberg, pemadatan tanah, kuat tekan bebas, dan CBR.

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai daya dukung tanah dengan penambahan *fiber* mengalami perubahan peningkatan daya dukung tanah. Perubahan daya dukung tanah terjadi pada penambahan 6% *fiber*. Nilai CBR 0,1 inci yang diperam selama 2 hari dan yang direndam selama 2 hari mengalami kenaikan pada penambahan 6% *fiber*, yaitu dari 3,628% (0% *fiber*) menjadi 5,234% (naik sebesar 44,267%) dan nilai CBR 0,2 inci yang diperam selama 2 hari dan yang direndam selama 2 hari mengalami kenaikan pada penambahan 6% *fiber*, yaitu dari 2,541% (0% *fiber*) menjadi 4,133% (naik sebesar 62,652%). Sedangkan nilai CBR 0,1 inci yang diperam selama 2 hari dan yang direndam selama 4 hari mengalami kenaikan pada penambahan 6% *fiber*, yaitu dari 4,041% (0% *fiber*) menjadi 5,464% (naik sebesar 35,214%) dan nilai CBR 0,2 inci yang diperam selama 2 hari dan yang direndam selama 4 hari mengalami kenaikan pada penambahan 6% *fiber*, yaitu dari 2,786% (0% *fiber*) menjadi 4,347% (naik sebesar 56,030%). Pada penelitian ini terlihat bahwa penambahan *fiber* pada tanah lempung mengakibatkan nilai CBR meningkat, tetapi jika semakin banyak prosentase *fiber* yang ditambahkan kemungkinan nilai CBR akan mengalami penurunan. Pemeraman dan perendaman yang dilakukan pada penelitian CBR juga meningkatkan nilai CBR, karena pada saat pemeraman dan perendaman, air yang terkandung dalam tanah mengalir lebih merata sehingga tanah menjadi lebih padat.

Kata kunci: *fiber*, daya dukung tanah, tanah lempung

THE IMPACT OF FIBER ADDITION TO THE PARAMETER OF CARRYING CAPACITY OF CLAY

Abstract: Clay is a type of soil which is deficient to be used as the supporting element of construction. Therefore, it is necessary to improve the soil by of stabilization using additive. Clay stabilization conducted in this research is by adding a type of fiber material namely polypropylene fiber into the clay. The research aims to seek the characteristic of clay after fiber addition to the carrying capacity value of soil. Test samples contained of pure soil and mixed soil with fiber. Pure soil contained of clay, meanwhile mixed soil contained fiber using additional variation of 0%, 2%, 4%, and 6%. The test being conducted was filter analysis, water content, specific gravity, Atterberg limitations, soil compaction, free press power, and CBR. This research concludes that carrying capacity value of soil with fiber addition experienced the increasing of soil carrying capacity. The altering of soil carrying capacity occurred in addition of 6% fiber. CBR value of 0,1 inch which was ripened for 2 days and soaked for 2 days increased at the addition of 6% fiber. It was from 3,628% (0% fiber) to 5,234% (increase of 44,267%) and CBR value of 0,2 inch which was ripened for 2 days and soaked for 2 days increased at the addition of 6% fiber which was from 2,541% (0% fiber) to 4,133% (increase of 62,652%). Meanwhile CBR value of 0,1 inch which was ripened for 2 days and soaked for 4 days increased at the addition of 6% fiber. It was from 4,041% (0% fiber) to 5,464% (increase of 35,214%) and CBR value of 0,2 inch which was ripened for 2 days and soaked for 4 days increased at the addition of 6% fiber which was from 2,786% (0% fiber) to 4,347% (increase of 56,030%). It can be seen that the addition of fiber on clay resulted in the increasing of CBR value. However the addition of the fiber percentage could decrease the CBR value. The ripening and soaking conducted in CBR research also enhance CBR value, since the water contained within the soil flows more equally during the ripening and soaking. Therefore the soil becomes denser.

Keywords: *fiber*, carrying capacity of soil, clay

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dalam dunia teknik sipil tanah merupakan suatu bagian yang tidak dapat dipisahkan dalam perencanaan bangunan – bangunan teknik sipil. Dengan karakteristiknya, tanah lempung merupakan jenis tanah yang kurang bagus bila digunakan sebagai elemen pendukung konstruksi.

Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk menahan tekanan atau beban bangunan pada tanah dengan aman tanpa menimbulkan keruntuhan geser dan penurunan berlebihan. Kapasitas nilai daya dukung dari tanah didasarkan pada karakteristik tanah dasar dan dipertimbangkan terhadap kriteria penurunan dan stabilitas yang diisyaratkan, termasuk faktor aman terhadap keruntuhan.

Sebagai suatu bahan konstruksi, tanah adalah bahan yang tidak dapat menahan tarik, dan juga diperhitungkan tidak dapat menahan desak. Semua bahan yang bekerja pada tanah diimbangi oleh daya dukung tanah. Masalah stabilitas pada tanah meliputi antara lain kemampuan tanah memikul beban pondasi, tekanan tanah pasif dan aktif, dan stabilitas lereng. Stabilisasi tanah lempung yang akan dilakukan berikut ini dengan menambahkan sejenis bahan *fiber* ke dalam tanah lempung. *Fiber* yang berupa serat dan sifatnya yang sedikit menyerap air akan memudahkan dalam mengalirkan air.

Hipotesa awal dari penelitian penambahan *fiber* yaitu, agar kadar air dan *fiber* yang ada pada campuran lebih merata. *Fiber* akan menurunkan kadar air pada batas cair, meningkatkan berat volume kering tanah dan menurunkan kadar air optimum, dan meningkatkan kepadatan yang mengakibatkan tingginya daya dukung tanah. Secara lebih rinci peningkatan konsentrasi bahan *fiber* akan diikuti peningkatan CBR. Sedangkan proses pemeraman dan perendaman akan mempengaruhi kadar air yang terkandung dalam tanah dan berpengaruh pada karakteristik tanah.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang harus diteliti adalah Bagaimanakah karakteristik tanah lempung sebelum ditambahkan *fiber*, Bagaimanakah

karakteristik tanah lempung sesudah ditambahkan *fiber* dengan prosentase 2%, 4%, dan 6%, Bagaimanakah karakteristik tanah lempung jika dilakukan test CBR dengan perendaman selama 2 dan 4 hari.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang dimaksud adalah Untuk mengetahui karakteristik tanah lempung sebelum ditambahkan *fiber*, Untuk mengetahui karakteristik tanah lempung sesudah ditambahkan *fiber* dengan prosentase 2%, 4%, dan 6%, Untuk mengetahui karakteristik tanah lempung jika dilakukan test CBR dengan perendaman selama 2 dan 4 hari.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Tanah

Dalam pengertian teknik secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang partikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1995).

Sistem Klasifikasi Tanah

Sistem Klasifikasi Tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan sub kelompok-sub kelompok berdasarkan pemakaiannya. Terdapat dua sistem klasifikasi yang sering digunakan, yaitu sistem AASHTO (*American Association of Highway and Transportation Official*) dan sistem *Unified*.

Tanah Lempung

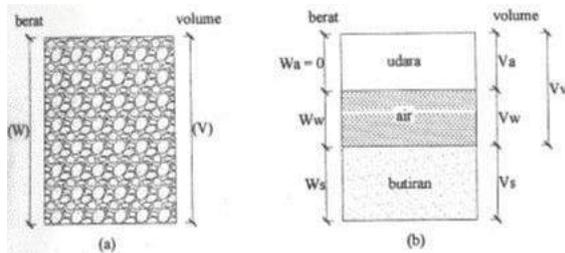
Berdasarkan Das (1995), lempung (*clay*) sebagian besar terdiri atas partikel mikroskopis dan submikroskopis yang berbentuk lempengan-lempengan pipih dan merupakan partikel-partikel dari mika, mineral-mineral lempung (*clay minerals*), dan mineral-mineral yang sangat halus lainnya. Lempung didefinisikan sebagai golongan partikel yang berukuran kurang dari 0,002 mm (2 mikron).

Ukuran Butiran

Ukuran butiran tanah tergantung pada diameter partikel tanah yang membentuk massa tanah tersebut. Ada dua cara yang umum digunakan untuk mendapatkan distribusi ukuran-ukuran partikel tanah, yaitu: analisis ayakan dan analisis hidrometer (Das, 1995).

Hubungan Antar-fasa

Tanah merupakan komposisi dari dua atau tiga fase yang berbeda. Tanah yang jenuh sebagian mempunyai tiga fase yaitu partikel padat, udara pori, dan air pori.



Gambar 1. (a) Elemen tanah dalam keadaan asli; (b) Tiga fase elemen tanah (Das,1995)

Berat Jenis Tanah (*Specific of Gravity*)

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \frac{W_s}{V_s \cdot \gamma_w} \quad (1)$$

dengan:

- G_s = Berat jenis tanah (*specific gravity*)
- W_s = Berat volume butiran (gram)
- s = Berat volume butiran (gr/cm³)
- w = Berat volume air (gr/cm³)
- W_s = Volume butiran (cm³)

Kadar Air

Kadar air merupakan perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah tersebut yang dinyatakan dalam persen. Kadar air dihitung sebagai berikut:

$$w = \frac{W_w}{W_s} \cdot 100\% \quad (2)$$

dengan:

- W = Kadar air (%)
- W_w = Berat air (gram)
- W_s = Berat tanah kering (gram)

Berat Volume (*Unit-Weight*)

Berat satuan/ berat volume (γ) didefinisikan sebagai perbandingan antara berat tanah dengan volume massa tanah.

Berat volume tanah basah/ *wet density* (γ_b)

$$\gamma_b = \frac{W}{V} \quad (3)$$

Berat volume tanah kering/ *dry density* (γ_d)

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + w} \quad (4)$$

Berat volume tanah jenuh air (γ_{sat})

$$\gamma_{sat} = \frac{W_w + W_s}{V} \quad (5)$$

Berat volume tanah terendam air (γ')

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w \quad (6)$$

Keterangan:

- w = Kadar air (%)
- W_w = Berat air (gram)
- W_s = Berat tanah kering (gram)
- V = Volume massa tanah (cm³)
- b = Berat volume basah (gr/cm³)
- d = Berat volume kering (gr/cm³)
- sat = Berat volume butiran (gr/cm³)
- w = Berat volume air (gr/cm³)
- ' = Berat volume apung (gr/cm³)

Batas-Batas Konsistensi

Batas-batas ini dikenal juga sebagai batas-batas Atterberg (*Atterberg Limits*):

Batas Cair (*Liquid limit*)

Pendekatan yang digunakan untuk menentukan batas cair, dapat menggunakan data jumlah pukulan dan kadar air yang dihitung dengan persamaan:

$$LL = w_c - \left[\frac{N}{25} \right]^{0.121} \quad (7)$$

dengan:

- LL = Batas cair (%)
- W_c = Kadar air pada saat menutup (%)
- N = Jumlah pukulan pada kadar air

Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis (PL) adalah kadar air minimum saat tanah masih dalam keadaan plastis. Penentuan batas plastis ini dilakukan dengan percobaan menggiling butir tanah menjadi bulat pipih dengan diameter 3 mm dan mulai mengalami retak-retak.

Indek plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks plastisitas (IP) suatu tanah adalah bilangan dalam persen yang merupakan selisih

antara batas cair dengan batas plastis suatu tanah (Das, 1995). Pendekatan untuk menentukan indeks plastisitas suatu tanah adalah:

$$IP = LL - PL \quad (8)$$

dengan:

- IP = Indeks plastisitas (%)
- LL = Batas cair (%)
- PL = Batas plastis (%)

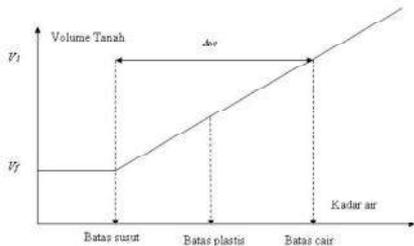
Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Batas susut (SL) adalah kadar air maksimum dengan pengurangan kadar air selanjutnya tidak menyebabkan berkurangnya volume tanah. Perhitungan batas susut ini dapat digunakan rumus:

$$SL = w - \frac{V_1 - V_2}{W} \quad (9)$$

dengan:

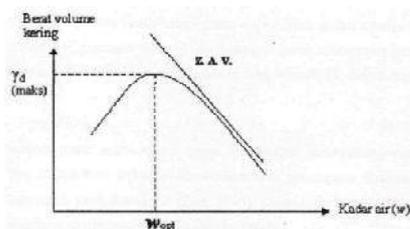
- SL = Batas susut (%)
- W = Berat tanah kering (gram)
- w = Kadar air tanah basah (%)
- V₁ = Volume tanah basah (cm³)
- V₂ = Volume tanah kering (cm³)



Gambar 2. Definisi batas susut
Sumber: Das, 1998

Pengujian Pemadatan Tanah (*Compaction of Soil*)

Tujuan pemadatan tanah adalah memadatkan tanah pada kadar air optimum dan memperbaiki karakteristik mekanisme tanah. Dengan dilakukannya pengujian pemadatan tanah ini, maka akan terdapat hubungan antara kadar air dengan berat volume.



Gambar 3. Grafik hubungan antara berat volume kering dengan kadar air

Penentuan Kadar Air Optimum

Untuk mengetahui kadar air yang optimum pada tanah, maka dilakukan pengujian pemadatan, pengujian tersebut dilakukan dengan pemadatan sampel tanah basah dalam suatu cetakan dengan jumlah lapisan tertentu. Setiap lapisan dipadatkan dengan 25 kali tumbukan atau sampai 30 kali tumbukan yang ditentukan dengan penumbuk dengan massa dan tinggi jatuh tertentu.

adalah perbandingan berat tanah basah dalam cetakan dengan volume cetakan, kadar air diperoleh dari tanah yang dipadatkan. Kadar air yang memberikan berat unit kering yang maksimal disebut kadar air optimum.

Pengujian Kuat Tekan Bebas (UCT)

Pengujian ini merupakan bentuk khusus dari uji *Unconsolidated Undrained Test* yang umum dilakukan terhadap sampel tanah lempung. Dari hasil tes ini akan dibuatkan tabel kuat tekan bebas dengan beberapa perhitungan sebagai berikut:

Regangan dari setiap pembebanan dihitung dengan rumus:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (10)$$

dengan:

- ΔL = Pemendekan/ pengurangan tinggi benda uji (cm)
- L₀ = Tinggi benda uji mula-mula (cm)
- e = Regangan aksial (%)

Luas rata-rata penampang benda uji dengan koreksi akibat pemendekan:

$$A' = \frac{A_0}{1 - \varepsilon} \quad (11)$$

dengan:

- A' = Luas rata-rata penampang benda uji (cm²)
- A₀ = Luas penampang benda uji mula-mula (cm²)
- e = Regangan aksial (%)

Tekanan aksial yang bekerja pada benda uji pada setiap pembebanan:

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (12)$$

dengan:

- σ = Tegangan normal (kg/cm²)
- A = Luas penampang (cm²)
- P = Gaya beban yang bekerja dihitung dari

pembacaan arloji ukur cincin beban dikalikan dengan faktor kalibrasi alat (kg)

Nilai sudut geser dalam diperoleh dari perhitungan: a

$$\phi = (-45^\circ) \times 2 \quad (13)$$

dengan:

ϕ = Sudut gesek dalam ($^\circ$)
= Sudut retak ($^\circ$)

Besarnya nilai kohesi diperoleh dari perhitungan:

$$c = \frac{q_u}{2} \quad (14)$$

dengan:

C = Kohesi tanah (kg/cm²)
 q_u = Kekuatan tekan (kg/cm²)
= Sudut retak ($^\circ$)

CBR (*California Bearing Ratio*)

CBR adalah perbandingan antara beban yang diperlukan untuk menekan lapisan tanah (material uji), dengan beban yang diperlukan untuk menekan material standar, dengan kecepatan penekanan dan kedalaman tertentu. Hubungan antara waktu dan pengembangan (perbandingan penambahan tinggi terhadap tinggi awal) digambarkan, dengan beberapa perhitungan sebagai berikut:

- Harga CBR 0,1 inci
$$CBR = \frac{P1}{3000} \times 100\%$$
- Harga CBR 0,2 inci
$$CBR = \frac{P2}{4500} \times 100\%$$

Daya Dukung Tanah

Menurut Terzaghi, daya dukung ultimit pada pondasi jalur dangkal dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$q_f = 0,5 \gamma \cdot B \cdot N_\gamma + c \cdot N_c + \gamma \cdot D \cdot N_q$$

dengan nilai N_γ , N_c , N_q adalah faktor – faktor daya dukung yang tergantung pada nilai ϕ .

Fiber/Serat Polipropilena

Polipropilena adalah makromolekul *thermoplastic* (dapat dilelehkan) rantai jenuh (tidak memiliki ikatan rangkap) yang terdiri dari propilena sebagai gugus yang berulang dengan rumus kimia $(C_3H_6)_n$. Serat *polypropylene* mempunyai berat jenis berkisar antara 0.910-0.928 dan dapat meleleh pada suhu 165-170°C. *Sifat-sifat* dari *polypropylene* yaitu:

- Bersifat ringan dan memiliki densitas yang rendah
- Tahan terhadap tekanan tinggi.
- Tahan terhadap suhu tinggi karena titik lelehnya sekitar 165-170°C.
- Memiliki sifat dielektrik yang baik.

METODE PENELITIAN

Pemilihan Lokasi

Pada penelitian ini pengambilan sampel tanah diambil di jalan Kebo Iwa Utara di daerah Padang Sambian Kaja. Tanah diambil dalam kondisi *undisturbed sample* (tanah yang tidak terganggu) dan *disturbed sample* (tanah yang terganggu).

Metode Pengambilan Sampel

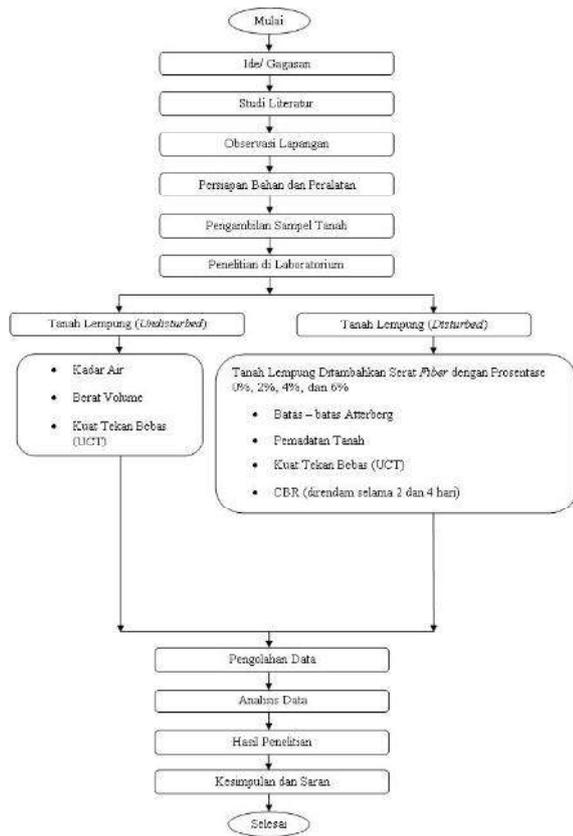
Sampel tanah yang diambil meliputi tanah terganggu (*disturbed*) dan tanah tidak terganggu (*undisturbed*).

Metode Penelitian di Laboratorium

Percobaan dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Udayana.

Kerangka Analisis

Untuk memberikan arahan dan struktur kerja yang jelas dan sistematis, maka dibuat sebuah struktur penelitian. Diagram alir dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kerangka Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Umum

Dalam penelitian ini sudah digunakan sampel tanah yang diambil dari Desa Padangsambian Kaja, Kecamatan Denpasar Barat, Kota Denpasar. Hasil penelitian akan memperlihatkan pengaruh penambahan *fiber* yang ditambah proses pemeraman terhadap tanah lempung yang terdapat di daerah tersebut. Data dari hasil penelitian akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Udayana.

Kadar Air (w)

Tabel 1. Nilai Kadar Air Tanah Asli (w)

Sampel	Nilai Kadar Air Rata-rata Tanah asli (%)
Padangsambian I	42,02%
Padangsambian II	49,39%

Jadi, kadar air tanah lempung Padang sambian Kaja berada pada rentang 42,02% sampai 49,39% dengan kadar air rata-rata 45,70%.

Berat Volume Tanah Basah (b)

Berat volume basah (b) tanah lempung Padangsambian Kaja pada kedalaman 1 meter berada pada rentang 1,548 gr/cm³ sampai 1,697 gr/cm³, dengan berat volume basah rata-rata 1,623 gr/cm³.

Tabel 2. Nilai Berat Volume Tanah Basah (b)

Sampel	Nilai Berat Volume Basah (Kg/cm ³)
Padangsambian I	1,697
Padangsambian II	1,548

Berat Jenis/Specific of Gravity (Gs)

Didapat bahwa nilai berat jenis rata-rata tanah lempung Padangsambian Kaja pada kedalaman 1 meter berkisar antara 2,532 sampai 2,589, dengan berat jenis rata-rata sebesar 2,561.

Tabel 3. Nilai berat jenis (Gs)

Sampel	Nilai Berat Jenis Pada Persentase Penambahan <i>Fiber</i>			
	0%	2%	4%	6%
I	2,532	2,480	2,349	2,297
II	2,589	2,523	2,418	2,311
Jumlah	5,121	5,003	4,767	4,608
Rata-rata	2,561	2,502	2,384	2,304

Batas-Batas Atterberg

Batas Cair/Liquid Limit (LL)

Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai batas cair tanah lempung Padangsambian Kaja pada kedalaman 1 meter berada pada rentang 47,994% sampai 56,175% dan nilai rata-rata batas cair adalah 52,085%. Batas cair tanah lempung termasuk dalam kategori *high liquid limit* (50%–70%).

Tabel 4. Nilai Batas Cair/Liquid Limit (LL)

Sampel	Nilai Batas CairPersentase Penambahan <i>Fiber</i>			
	0%	2%	4%	6%
I	56,175	51,977	46,188	42,513
II	47,994	48,253	46,564	37,574
Jumlah	104,169	100,230	92,752	80,087
Rata-rata	52,085	50,115	46,376	40,044

Batas Plastis/Plastic Limit (PL)

Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai batas plastis tanah lempung Padangsambian Kaja pada kedalaman 1 meter berada pada rentang 26,601%

sampai 36,987% dengan nilai rata-rata 31,794%. Nilai kadar air tanah pada masing-masing titik berada di antara batas plastis dan batas cair ($PL < w < LL$), maka tanah tersebut dapat dikatakan sebagai tanah plastis.

Tabel 5. Nilai Batas Plastis/*Plastic Limit* (PL)

Sampel	Nilai Batas Plastis Pada Persentase Penambahan <i>Fiber</i>			
	0%	2%	4%	6%
I	36,987	35,918	34,630	33,886
II	26,601	23,169	22,077	20,344
Jumlah	63,588	59,087	56,707	54,230
Rata-rata	31,794	29,544	28,354	27,115

Indeks Plastisitas/*Plasticity Index* (IP)

Tabel 6. Nilai Indeks Plastisitas/*Plasticity Index* (IP)

Sampel	Nilai IP Pada Persentase Penambahan <i>Fiber</i>			
	0%	2%	4%	6%
I	19,188	16,059	11,558	8,627
II	21,393	25,084	24,487	17,230
Jumlah	40,581	41,143	36,045	25,857
Rata-rata	20,291	20,572	18,023	12,929

Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai indeks plastisitas tanah lempung Padangsambian Kaja pada kedalaman 1 meter berada pada rentang 19,188% sampai 21,393% dengan nilai rata-rata 20,291%, maka tanah lempung Padangsambian Kaja termasuk *high plasticity* atau tanah lempung dengan plastisitas tinggi ($IP > 17$).

Batas Susut/*Shrinkage Limit* (SL)

Tabel 7 menunjukkan bahwa nilai batas susut tanah lempung Padangsambian Kaja pada kedalaman 1 meter berada pada rentang 22,460% sampai 23,540% dengan nilai rata-rata 23,000%.

Tabel 7. Nilai Batas Susut/*Shrinkage Limit* (SL)

Sampel	Nilai Batas Susut Pada Persentase Penambahan <i>Fiber</i>			
	0%	2%	4%	6%
I	23,540	23,370	22,160	21,610
II	22,460	21,850	21,230	20,950
Jumlah	46,000	45,220	43,390	42,560
Rata-rata	23,000	22,610	21,695	21,280

Pemadatan Standar

Tabel 8. Nilai Berat Volume Kering Maksimum (d_{max})

Sampel	Berat Volume Kering (gr/cm^3)			
	Persentase Penambahan <i>Fiber</i> (%)			
	0%	2%	4%	6%
1	1.124	1.152	1.166	1.186
2	1.136	1.181	1.220	1.232
Jumlah	2.260	2.333	2.386	2.418
Rata-rata	1.130	1.167	1.193	1.209

Tabel 9. Kadar Air Optimum (W_{opt})

Sampel	Kadar Air Optimum (%)			
	Persentase Penambahan <i>Fiber</i> (%)			
	0%	2%	4%	6%
1	36.71	34.59	31.74	27.72
2	34.78	32.81	30.04	26.47
Jumlah	71.49	67.4	62.38	54.17
Rata-rata	35.75	33.70	31.19	27.09

Tabel di atas menunjukkan bahwa kepadatan kering maksimum tanah lempung Padangsambian Kaja pada kedalaman 1 meter berada pada rentang 1,124 gr/cm^3 sampai 1,136 gr/cm^3 dengan nilai rata-rata 1,130 gr/cm^3 . Kadar air optimum tanah Padangsambian Kaja berada pada rentang 34,78% sampai 36,71% dengan nilai rata-rata 35,75%.

Kuat Tekanan Bebas (UCT)

Tabel 10. Hasil Penelitian UCT Tanah Asli (*Undisturbed*)

Sampel	Kuat Tekan Bebas Tanah Asli (qu) (Kg/cm2)	Sudut Geser Tanah (φ) (°)	Kohesi Tanah (c) (kg/cm2)
Padangsambian Kaja Titik I	0.777	4°	0.389
Padangsambian Kaja Titik II	1.066	6°	0.533

Tabel 11. Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung (qu)

Sampel	Kuat Tekan Bebas (Kg/cm2)			
	Persentase Penambahan <i>Fiber</i> (%)			
	0%	2%	4%	6%
1	0.373	0.570	0.874	0.932
2	0.481	0.758	1.117	1.188
Jumlah	0.854	1.328	1.991	2.120
Rata - rata	0.427	0.664	0.996	1.060

Tabel 12. Rekapitan Data Sudut Geser Tanah (φ)

Sampel	Nilai Sudut Geser (φ) (°)			
	Persentase Penambahan <i>Fiber</i> (%)			
	0%	2%	4%	6%
1	8.0	12.0	18.0	26.0
2	10.0	16.0	24.0	32.0
Jumlah	18.0	28.0	42.0	58.0
Rata - rata	9.0	14.0	21.0	29.0

Tabel 13. Rekap Data Kohesi Tanah (c)

Sampel	Nilai Kohesi Tanah (c) (Kg/cm ²)			
	Persentase Penambahan <i>Fiber</i> (%)			
	0%	2%	4%	6%
1	0.187	0.285	0.437	0.466
2	0.241	0.379	0.559	0.594
Jumlah	0.428	0.664	0.996	1.060
Rata - rata	0.214	0.332	0.498	0.530

Tabel 10 sampai Tabel 13 menunjukkan bahwa kuat tekan bebas tanah lempung Padangsembian (*undisturbed sample*) berada pada rentan 0,777 kg/cm² sampai 1,066 kg/cm² dengan nilai rata-rata 0,922 kg/cm². Nilai Sudut Geser Tanah berkisar antara 4° sampai 6° dengan nilai rata-rata 5°, dan nilai kohesi tanah berada pada rentang 0,389 kg/cm² sampai 0,533 kg/cm² dengan rata-rata 0,461 kg/cm². Sedangkan untuk tanah lempung Padangsembian (*disturbed sample*) yang dipadatkan memiliki nilai kuat tekan bebas pada rentang 0,373 kg/cm² sampai 0,481 kg/cm² dengan rata-rata 0,427 kg/cm². Nilai sudut geser tanah 8° sampai 10,0° dengan rata-rata 9° dan kohesi tanah berada pada rentang 0,187 kg/cm² sampai 0,241 kg/cm² dengan rata-rata 0,214 kg/cm².

Penelitian CBR (*California Bearing Ratio*)

Tabel 14. Nilai CBR 0,1 inci

Sampel	Waktu Pemeraman dan Perendaman	Nilai CBR 0,1 Inchi (%)			
		Persentase Penambahan <i>Fiber</i> (%)			
		0%	2%	4%	6%
1	2 Hari Pemeraman dan 2 Hari Perendaman	3.490	4.683	4.959	5.142
2		3.765	4.775	5.051	5.326
	Jumlah	7.255	9.458	10.010	10.468
	Rata - rata	3.628	4.729	5.005	5.234
1	2 Hari Pemeraman dan 4 Hari Perendaman	3.949	4.867	5.142	5.418
2		4.132	5.051	5.234	5.510
	Jumlah	8.081	9.918	10.376	10.928
	Rata - rata	4.041	4.959	5.188	5.464

Tabel 15. Nilai CBR 0,2 inci

Sampel	Waktu Pemeraman dan Perendaman	Nilai CBR 0,2 Inchi (%)			
		Persentase Penambahan <i>Fiber</i> (%)			
		0%	2%	4%	6%
1	2 Hari Pemeraman dan 2 Hari Perendaman	2.388	3.367	3.734	4.041
2		2.694	3.673	3.857	4.224
	Jumlah	3.082	7.040	7.391	8.263
	Rata - rata	2.541	3.520	3.796	4.133
1	2 Hari Pemeraman dan 4 Hari Perendaman	2.755	3.796	4.102	4.295
2		2.816	3.857	4.163	4.408
	Jumlah	3.371	7.653	8.263	8.693
	Rata - rata	2.786	3.827	4.133	4.347

Tabel 14 dan Tabel 15 menunjukkan bahwa nilai CBR 0,1 inci tanah lempung Padangsembian Kaja (*disturbed sampel*) berada pada rentang 3,490% sampai 3,765% dengan nilai rata-rata 3,628 % dan nilai CBR 0,2 inci berada pada rentang 2,388% sampai 2,694% dengan nilai rata-rata 2,541%. Berdasarkan data di atas, terlihat bahwa penambahan *fiber* pada tanah lempung mengakibatkan nilai CBR meningkat, tetapi jika semakin banyak persentase *fiber* yang ditambahkan kemungkinan nilai CBR akan mengalami penurunan.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang dilakukan terhadap data hasil penelitian laboratorium, maka dapat disimpulkan: dari test fisik dan mekanik yang dilakukan terhadap tanah lempung yang berada di daerah Padangsembian Kaja menunjukkan bahwa *fiber* menyebabkan karakteristik tanah menjadi meningkat, peningkatan tersebut terjadi pada penambahan 6% *fiber*. Ditinjau dari nilai CBR, yaitu nilai CBR 0,1 inci yang diperam selama 2 hari dan yang direndam selama 2 hari mengalami kenaikan pada penambahan 6% *fiber*, yaitu dari 3,628% (0% *fiber*) menjadi 5,234% (naik sebesar 44,267%) dan nilai CBR 0,2 inci yang diperam selama 2 hari dan yang direndam selama 2 hari mengalami kenaikan pada penambahan 6% *fiber*, yaitu dari 2,541% (0% *fiber*) menjadi 4,133% (naik sebesar 62,652%), Sedangkan nilai CBR 0,1 inci yang diperam selama 2 hari dan yang direndam selama 4 hari mengalami kenaikan pada penambahan 6% *fiber*, yaitu dari 4,041% (0% *fiber*) menjadi 5,464% (naik sebesar 35,214%) dan nilai CBR 0,2 inci yang diperam selama 2 hari dan yang direndam selama 4 hari mengalami kenaikan pada penambahan 6% *fiber*, yaitu dari 2,786% (0% *fiber*) menjadi 4,347% (naik sebesar 56,030%). Dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan *fiber* maka nilai CBR akan semakin meningkat, tetapi jika semakin banyak prosentase *fiber* yang ditambahkan kemungkinan nilai CBR akan mengalami penurunan.

Saran

Diperlukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh penambahan *fiber* dengan variasi waktu pemeraman yang berbeda, dengan menambahkan prosentase *fiber* yang lebih banyak, dan pengaruh penambahan *fiber* terhadap nilai pendukung lain seperti tes konsolidasi sehingga hasil penelitian dapat diaplikasikan lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2008. *Polipropilena* <http://id.wikipedia.org/wiki/Polipropilena>
- Bowles, J.E. 1993. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Edisi Kedua. Erlangga. Jakarta
- Craig, R.F. 1994. *Mekanika Tanah*. Edisi Keempat. Erlangga. Jakarta
- Das, B.M., Endah, Noor., dan Mochtar, I. B. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jilid 1 dan 2. Erlangga. Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C. 1995. *dalam* Taufik Usman. 2008. *Pengaruh Stabilisasi Tanah Berbutir Halus Yang Distabilisasi Menggunakan Abu Merapi Pada Batas Konsistensi dan CBR Rendaman* (Tugas Akhir yang dipublikasikan, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, 2008).
- Putra, I.K.E. 2011. *Pengaruh Penambahan Fiber (Serat Polypropylene) Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung*. (Tugas Akhir yang dipublikasikan, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana).
- Soedarmo, G.D. dan Purnomo, S.J.E. 1997. *Mekanika Tanah 1*. Kanisius Yogyakarta
- Trisnayani, N. 2008. *Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi dan Kapur Terhadap Kembang Susut Tanah Ekspansif*. (Tugas Akhir yang dipublikasikan, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana).
- Wijantara, I.G.F. 2009. *Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Terhadap Karakteristik Tanah Ekspansif*. (Tugas Akhir yang dipublikasikan, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana).