

PENGARUH PENAMBAHAN FIBER TERHADAP PARAMETER DAYA DUKUNG TANAH LEMPUNG

I Nyoman Aribudiman^{1*}, Anissa Maria Hidayati^{2*}

^{1*}Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Bali.
e-mail: naribudiman@unud.ac.id

^{2*}Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Bali
e-mail: anissamaria@unud.ac.id

ABSTRAK

Abstrak : Tanah lempung merupakan jenis tanah yang kurang bagus digunakan sebagai elemen pendukung konstruksi. Sehingga perlu dilakukan perbaikan tanah yaitu stabilisasi, dengan menambahkan sejenis bahan fiber yaitu serat polipropilena ke dalam tanah lempung. Penelitian bertujuan untuk mengetahui karakteristik tanah lempung sesudah penambahan fiber . Tanah dicampur fiber dengan variasi 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

1. PENDAHULUAN

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 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

2. MATERI DAN METODE

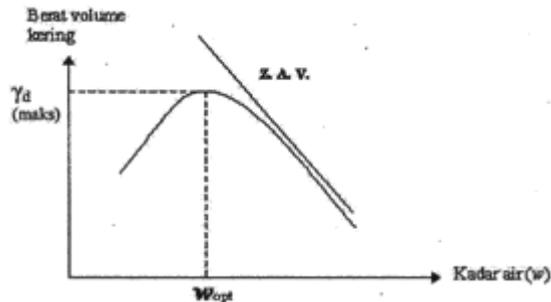
Klasifikasi Tanah

Karakterisasi tanah adalah suatu proses pengumpulan tanah menjadi suatu kelompok atau sub-kelompok dengan kualitas atau perilaku yang sama. (Simanjuntak, 2017). Biasanya kepastian sifat masing-masing orde tanah digunakan untuk mengatasi masalah khusus di lapangan, misalnya penyelesaian struktur yang berhubungan dengan hipotesis kombinasi, menghitung koefisien penetrasi yang terkait dengan peraturan Darcy untuk menentukan debit rembesan

yang melalui struktur tanah dan menilai kekuatan tanah miring. Dengan mempertimbangkan parameter kuat geser tanah, sebagian besar klasifikasi tanah menggunakan indeks jenis uji yang sangat sederhana untuk mendeskripsikan tanah. Karakteristik ini digunakan untuk mendefinisikan kelompok klasifikasi. Sebagai aturan umum, karakterisasi tanah bergantung pada ukuran molekul yang diperoleh dari pemeriksaan pengayakan dan plastisitasnya (Hardiyatmo, 1992). Pada periode ini, ada dua standar klasifikasi yang digunakan dalam perancangan struktural, yaitu Unified Soil Classification System dan AASHTO.

Pengujian Pemadatan Tanah

Pemadatan adalah suatu proses memadatnya partikel tanah sehingga terjadi pengurangan volume udara dan volume air dengan memakai cara mekanis. 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, seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik hubungan antara berat volume kering dengan kadar air

Uji Kuat Tekan Bebas

Uji kuat tekan bebas atau UCT (Unconfined Compression Test) merupakan metode yang dilakukan di laboratorium untuk mengukur kemampuan tanah lempung dalam menahan beban tekanan tanpa adanya batasan tekanan lateral. Uji ini bertujuan untuk memahami sejauh mana tanah lempung dapat menerima beban tekanan sebelum terjadi pemisahan butiran-butirannya, serta untuk memahami regangan yang terjadi pada tanah akibat tekanan tersebut. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai kuat geser dari tanah lempung. Kuat tekan bebas (q_u) adalah nilai maksimum tegangan aksial yang dapat dipertahankan oleh sampel tanah berbentuk silinder sebelum mengalami kegagalan geser. (Prihatiningsih, 1998). Kuat tekan bebas diukur dalam satuan tekanan (kN/m^2) yang diperlukan untuk mendorong suatu silinder tanah hingga pecah atau mengalami perpempadatan tanah sebesar 20%. Benda uji berupa silinder tanah lempung dengan tinggi antara 2 hingga 3 kali diameternya, sesuai standar SNI 3638:2012).

$$\frac{P}{A} \quad (1)$$

dengan σ = Tegangan normal, P = Beban yang bekerja, A = luas tampang

California Bearing Ratio (CBR)

California Bearing Ratio (CBR) adalah perbandingan antara timbunan yang dapat dibawa oleh tanah terhadap beban standar pada tingkat penurunan tanah tertentu dan untuk menentukan strategi pengujian kekuatan keseluruhan tanah dasar, subbase dan base pada aspal interstate. (Boowles, 1998). Tanah yang telah tercampur dengan air secara optimal berfungsi sebagai benda uji. Benda uji kemudian dipukul dengan tiga variasi yaitu (10 x 5) pukulan, (30 x 5) pukulan, dan (65 x 5) pukulan. Uji California Bearing Ratio (CBR) dapat dihitung dengan persamaan 1.1. (SNI 1744:2012).

$$R = \frac{B}{B_i} \times 100 \quad (2)$$

Daya Dukung Tanah

Daya dukung untuk memikul tekanan yang bekerja di atasnya. Daya dukung ultimit (q_f) didefinisikan sebagai tekanan terkecil yang dapat menyebabkan keruntuhan geser pada tanah pendukung tepat di bawah dan di sekeliling pondasi.

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

$$q_f = 0,5 \cdot B \cdot N_\gamma + c \cdot N_c + D \cdot N_q \quad (3)$$

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

Fiber / Serat Polipropilena (Polypropylene)

Polypropylene (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, tahan terhadap suasana basa dan asam, pelarut organik tetapi kurang tahan terhadap pelarut aromatik, alifatik dan yang mengandung klor juga terhadap sinar UV (Ultraviolet), tidak beracun, tidak berwarna, Mudah diproduksi dan merupakan material yang ekonomis. Dalam kegunaannya sebagai bahan campuran untuk bidang konstruksi, polypropylene memiliki kelebihan dalam menahan gaya tarikan untuk beton dan mampu memberikan tambahan kekuatan dalam pekerjaan perkerasan jalan dimana serat fiber digunakan sebagai filler.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi permasalahan dan pemilihan tempat pengambilan sampel. Penelitian selanjutnya dilakukan studi literatur seperti mempelajari teori-teori yang dapat menunjang tentang pengaruh penambahan bahan tambahan terhadap perilaku tanah, teknik analisis data, tata cara pengujian, serta penelitian sejenis yang pernah dilakukan. Pengujian laboratoium diawali dengan persiapan alat dan bahan. Selanjutnya dilakukan penelitian karakteristik tanah yaitu dengan pengujian sifat fisis dan mekanis dari tanah serta pengaruh fiber terhadap nilai nilai CBR dan daya dukung tanah. Setelah mendapatkan hasil penelitian selanjutnya dilakukan analisa terhadap hasil penelitian. Melalui hasil tersebut, keimpulan dapat diambil dari tabel serta grafik yang dibuat berdasarkan hasil penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Sifat-Sifat Fisik (Index Properties)

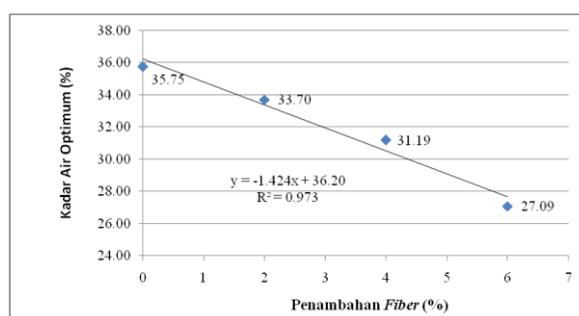
Berdasarkan hasil indek properties, pengujian analisa ukuran butiran dan uji hidrometer, dan Batas-batas Atterberg, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian Index Properties dan Batas-Batas Atterberg Tanah

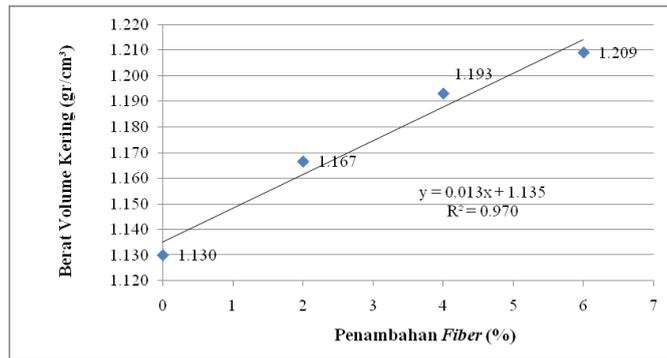
No.	Parameter Tanah	Hasil
1	Berat Jenis (Gs)	2,561
2	Batas Cair (LL)	52,08 %
3	Batas Plastis (PL)	31,79 %
4	Batas Susu (SL)	23,00 %
5	Indek Plastis (IP)	20,29 %
6	Lolos Saringan N0.200	55,267%
7	Klasifikasi Tanah (USCS)	A-6

Hasil Pengujian Pematatan Tanah (*Standard Proctor Test*)

Berdasarkan hasil penelitian kepadatan tanah menunjukkan bahwa kepadatan kering maksimum tanah lempung Padangsambian Kaja setelah dicampur serat polipropelina berada pada rentang 1.130 gr/cm³ sampai 1.209 gr/cm³ dengan kenaikan rata-rata 6.99%. Dan kadar air optimum berada pada rentang 34.78% sampai 36.71% dengan kenaikan rata-rata 24.22%. Grafik hubungan antara nilai kadar air optimum dan berat volume kering maksimum dengan penambahan fiber dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.



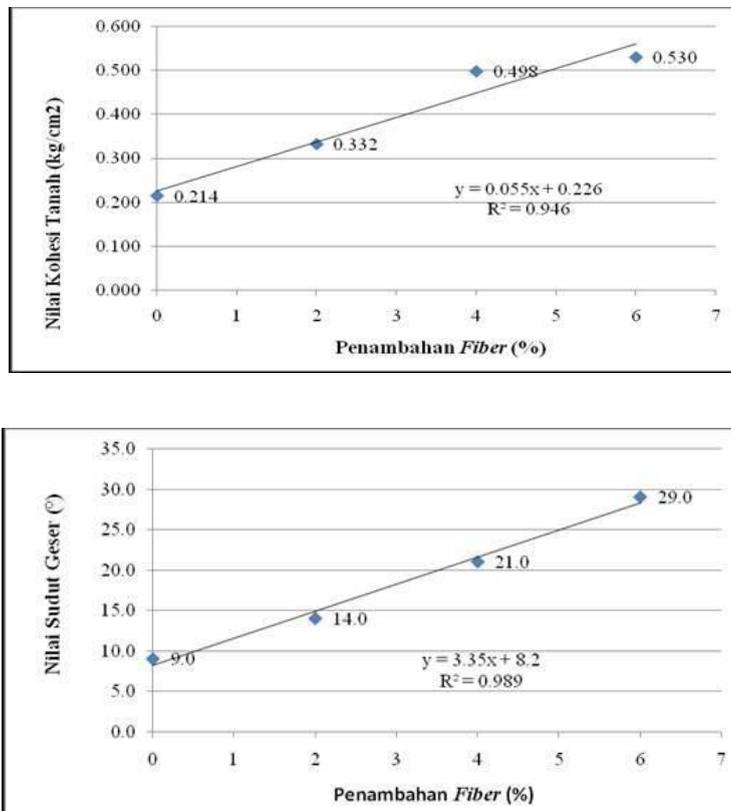
Gambar 2. Grafik Hubungan antara Kadar Air Optimum Rata- Rata dan Persentase Penambahan *Fiber*.



Gambar 3. Grafik Hubungan antara Berat Kering Maksimum Rata-Rata dan Persentase Penambahan *Fiber*.

Hasil Pengujian Tes Kuat Tekan bebas (UCT)

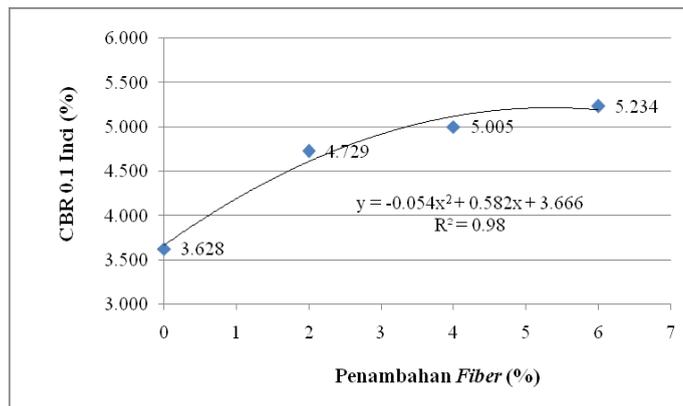
Berdasarkan hasil penelitian Tes Kuat tekan bebas menunjukkan bahwa kuat tekan bebas tanah lempung Padangsambian (undisturbed sample) berada pada rentang 0.777 kg/cm² sampai 1.066 kg/cm² dengan nilai rata – rata 0.922 kg/cm². Nilai Sudut Geser Tanah berkisar antara 4° sampai 6° dengan nilai rata – rata 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 Padangsambian (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. Berdasarkan data di atas, kenaikan nilai sudut geser (ϕ) setelah ditambahkan fiber dikarenakan fiber yang mempunyai karakteristik berbentuk serabut dan licin menyebabkan adanya daya tarik permukaan yang lebih besar antara tanah dengan fiber sehingga mampu menaikkan sudut keruntuhan tanah (α). Grafik hubungan antara nilai kohesi dan sudut geser tanah dengan penambahan fiber dapat dilihat pada Gambar 4.



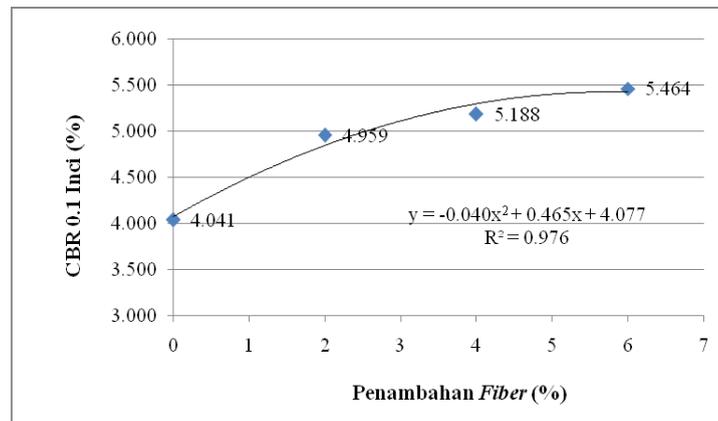
Gambar 4. Grafik Hubungan antara Kuat Tekan Bebas, Sudut Geser Tanah Rata-Rata dengan Persentase Penambahan Fiber.

Hasil Pengujian CBR (*California Baring Ratio*)

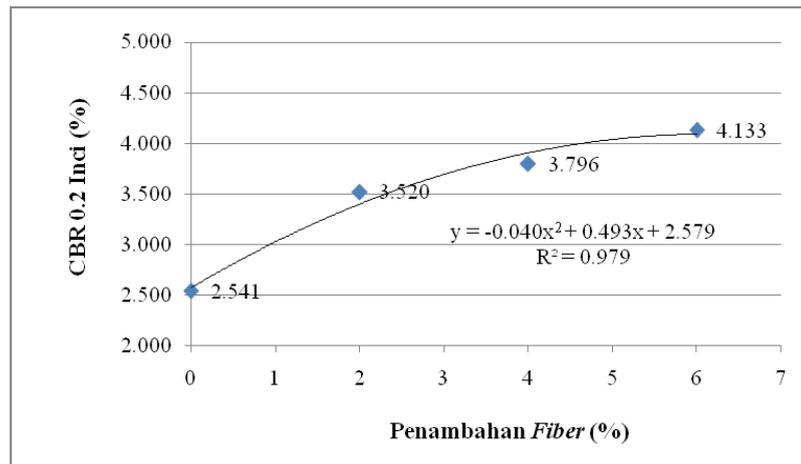
Berdasarkan hasil penelitian CBR menunjukkan bahwa nilai CBR 0,1 inci tanah lempung Padang sambian Kaja (disturbed sampel) berada pada rentang 3.490% sampai 3.765% dengan nilai rata-rata 3.628 % dan nilai CBR 0,2 inci berada pada rentang 2.388% sampai 2.694% dengan nilai rata-rata 2.541%. Berdasarkan 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. Fiber adalah jenis serat yang bisa mengalami perubahan berat volume tanah, sehingga pada campuran akan sedikit mengalami perubahan volume dibandingkan dengan tanah aslinya. 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. Grafik hubungan antara nilai CBR, pemeraman dan perendaman dengan penambahan fiber dapat dilihat pada Gambar 5, 6, 7, dan 8.



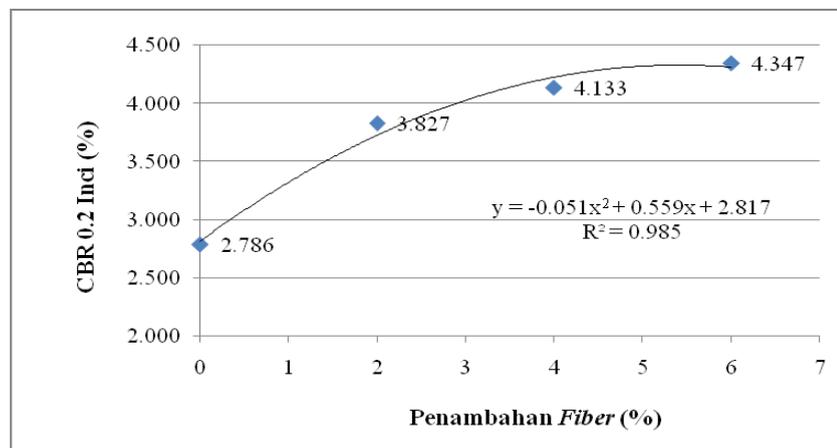
Gambar 5. Grafik Hubungan antara CBR 0,1 Inci Rata-Rata dan Persentase Penambahan Fiber 2 Hari Pemeraman dan 2 Hari Perendaman.



Gambar 6. Grafik Hubungan antara CBR 0,1 Inci Rata-Rata dan Persentase Penambahan Fiber 2 Hari Pemeraman dan 4 Hari Perendaman.



Gambar 7. Grafik Hubungan antara CBR 0,2 Inchi Rata-Rata dan Persentase Penambahan Fiber 2 Hari Pemeraman dan 2 Hari Perendaman.



Gambar 8. Grafik Hubungan antara CBR 0,2 Inchi Rata-Rata dan Persentase Penambahan Fiber 2 Hari Pemeraman dan 4 Hari Perendaman.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang dilakukan terhadap data hasil penelitian laboratorium, maka dapat disimpulkan bahwa dari test fisik dan mekanik yang dilakukan terhadap tanah lempung yang berada di daerah Padangsambian 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.

DAFTAR PUSTAKA DAN PENULISAN PUSTAKA

- Anonimus. 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 Ke empat. 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, 2011)
- 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, 2008)
- Wijantara, I G. F. 2009. *Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Terhadap Karakteristik Tanah Ekspansif*. (Tugas Akhir yang dipublikasikan, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana, 2009)