



Peningkatan Daya Dukung Tanah Lunak dengan Menggunakan Tanah Campuran *Well Graded*

Muhammad Irvan¹, Panusunan Nainggolan^{2*}, Januarto³, Yumasnur⁴

^{1,2,3,4} Teknik Sipil, Universitas Batam, Batam, Indonesia

Korespondensi penulis : panusunan@univbatam.ac.id

ARTICLE INFO

Genesis Artikel:

Diterima, 7 Agustus 2021

Direvisi, 13 Agustus 2021

Disetujui, 19 Agustus 2021

Keywords :

Soft clay soil, well graded soil, laboratory CBR, free compression test (UCT)

Kata kunci:

Tanah lempung lunak, tanah well graded, CBR laboratorium, uji tekan bebas (UCT)

ABSTRACT

Soft clay is often a problem in the implementation of highway construction because clay has great development potential and low carrying capacity. This research was conducted by stabilizing soft clay soil with a mixture of well graded soil. Soft clay samples were taken from Punggur and well graded soils were taken from Kampung Tua Belian. The study used a mixture of 20%, 30%, 40%, and 50% well graded soil stabilization materials and an immersion period of 4 days. This research covers the physical and mechanical properties of clay in terms of optimum moisture content, laboratory CBR, and free compression test (UCT). The data obtained from research activities were analyzed descriptively in the form of tables and graphs of relationships. The results showed that the soft clay from Punggur had a specific gravity of 2,497 with the addition of well graded soil composition up to 50%, the liquid limit decreased to 67.75%, the plastic limit decreased to 37.69%, and the plasticity index decreased to 30.07%. The addition of well graded soil composition up to 50% changed the Unified system, the soil type changed from the OH group to SC-SM, while according to the AASHTO system, the soil type did not change. The value of laboratory CBR and free compression test (UCT) increased along with the increase in the composition of the well graded soil.

ABSTRAK

Lempung lunak sering menjadi masalah dalam pembangunan jalan, dikarenakan memiliki daya dukung yang rendah. Penelitian dengan stabilisasi tanah dengan perbandingan campuran *well graded* 20%, 30%, 40%, dan 50% dengan perendaman 4 hari yang meliputi sifat fisik dan mekanik tanah lempung ditinjau dari kadar air optimum, CBR laboratorium, dan uji tekan bebas. Data yang diperoleh dari analisis secara deskriptif dituangkan dalam bentuk tabel dan grafik. Sampel tanah lempung lunak diambil dari Punggur, sample *well graded* diambil dari Kampung Tua Belian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah lempung lunak dari Punggur memiliki berat jenis 2,497 dengan penambahan komposisi *well graded* hingga 50% mengalami penurunan batas cair sampai 67,75%, batas plastis turun sampai 37,69%, dan indeks plastisitas turun sampai 30,07%. Penambahan komposisi *well graded* 50%, mengubah sistem *Unified* jenis tanah dari kelompok OH menjadi SC-SM, sedangkan menurut sistem AASHTO jenis tanah tidak mengalami perubahan. Nilai CBR laboratorium dan uji tekan bebas mengalami peningkatan seiring ditambahkan komposisi *well graded*.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2021 by Author. Published by Universitas Batam.



PENDAHULUAN

Kondisi tanah di Indonesia sangat bervariasi ditinjau dari segi kemampuan daya dukungnya. Permasalahan yang sering terjadi pada proyek pembangunan konstruksi baik jalan maupun bangunan adalah terjadinya penurunan tanah, sehingga terjadi kerusakan pada bangunan konstruksi. Terjadinya penurunan tanah tersebut disebabkan daya dukung tanah yang tidak memadai dan kadar air tanah yang berlebih. Dalam pelaksanaan pembangunan konstruksi sering ditemui tanah dasar (*subgrade*) yang memiliki daya dukung yang kurang memadai dalam menahan berat beban yang akan diterima. Terlebih lagi pada tanah lempung lunak yang memiliki nilai daya dukung yang sangat rendah, dimana daya dukung yang rendah dapat menyebabkan kerugian, mulai kerugian dari segi biaya konstruksi yang sudah mahal, hingga terancamnya keselamatan konstruksi, yaitu struktur yang dibuat tidak mampu berdiri secara stabil dan dapat mengakibatkan kerusakan. Dalam menanggulangi permasalahan

tersebut, maka diperlukan pekerjaan perbaikan tanah. Untuk itu kami tertarik meneliti tanah lempung lunak yang memiliki daya dukung yang sangat rendah untuk di stabilisasi dengan tanah *well graded*, sehingga dapat meningkatkan nilai daya dukung tanah lempung lunak dan dapat digunakan sebagai material timbunan pada konstruksi jalan maupun konstruksi bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji material tanah lempung lunak dengan teknologi stabilisasi untuk material tanah timbunan, dengan target khusus bagaimana memberi solusi agar tanah lempung lunak dapat dimanfaatkan. Untuk itu hasil penelitian ini dapat menjadi solusi pemecahan masalah tersebut. Hasil penelitian ini nantinya dapat diperuntukkan untuk mengetahui karakteristik dasar material tanah lempung lunak yang nantinya menjadi data dan informasi bagi pengembangan tanah lempung lunak tersebut, memberikan informasi tentang pengaruh peningkatan kekuatan tanah lempung lunak yang distabilisasi dengan tanah *well graded*, sekaligus sebagai rujukan/referensi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Berdasarkan penelitian sebelumnya (Waristi, 2009). Melakukan penelitian tentang cara meningkatkan nilai CBR (daya dukung tanah) dan memperkecil swelling tanah *sub grade* dengan metode stabilisasi tanah dan kapur. Peneliti menggunakan metode pengujian laboratorium dengan mencampurkan bahan uji berupa tanah dan kapur dengan persentase kapur 5%, 8%, 10%, dan 12%.

Berdasarkan hasil pengujian CBR untuk stabilisasi tanah lempung yang paling baik yaitu dengan penambahan kapur 10%. Anita Widiyanti (2009), juga melakukan penelitian tentang peningkatan nilai CBR laboratorium tanah dengan campuran kapur, abu sekam padi dan serat karung plastik. Penelitian ini mengkaji besarnya nilai *California Bearing Ratio* laboratorium rendaman (*soaked design CBR*) terhadap tanah yang distabilisasi serat-serat plastik. Campuran bahan kapur 12%, kadar abu sekam padi 1 : 2 terhadap kadar kapur optimum, dan kadar serat karung plastik sebesar 0,1%, 0,2%, 0,4%, 0,8%, dan 1,2 % dari berat kering total campuran pada kepadatan maksimum dan kadar air optimum. Hasil dari penelitian ini kapur-abu sekam padi mampu meningkatkan nilai CBR rendaman hingga 8,67% dari nilai CBR tanah asli dan kenaikan CBR rendaman paling besar terjadi pada variasi kadar serat sebesar 0,2% dari berat total campuran. Nursamiah (2016), melakukan penelitian tentang pengaruh tanah lunak yang distabilisasi dengan semen Masterflow 810 terhadap daya dukung tanah. Pada pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) laboratorium, Nilai CBR laboratorium pada tanah lunak sangat kecil yaitu sebesar 1,07 %, dan setelah dilakukan stabilisasi dengan semen masterflow 810, diperoleh persentase campuran bahan stabilisasi yang mengalami peningkatan yaitu pada komposisi campuran 20% semen Masterflow 810 diperoleh hasilnya sebesar 56,67% dengan peningkatan nilai CBR laboratorium terhadap nilai CBR tanah lunak yaitu sebesar 98,12%.

METODE PENELITIAN

1. Studi Literatur

Sebelum persiapan penelitian dimulai dilakukan mengumpulkan informasi dan data-data yang berhubungan dengan tema yang dibahas sebagai tinjauan pustaka, baik dari buku, jurnal dan beberapa hasil penelitian yang telah lalu yang bersangkutan dengan judul yang di ambil.

2. Pengambilan Sample

Pekerjaan persiapan diawali dengan pengambilan sampel atau bahan-bahan yang akan dibutuhkan untuk penelitian di laboratorium. Sehingga pelaksanaan di laboratorium dapat berjalan dengan baik.

Tanah yang digunakan pada penelitian ini merupakan tanah lempung lunak yang dikomposisi dengan tanah *well graded* sebesar 20%, 30%, 40%, dan 50%, daerah yang di perkirakan terdapat tanah lempung lunak yaitu di daerah Punggur, Kota Batam. Dan daerah yang di perkirakan terdapat tanah *well graded* yaitu di daerah Kampung Belian, Kota Batam.

3. Pengujian Sifat Fisis Tanah

Pengujian sifat fisis (*Index Properties*) tanah. Adapun pengujian ini terdiri dari :

1. Pengujian Kadar Air (*Water Content*)
2. Pengujian Berat Jenis Tanah
3. Pengujian *Atterberg Limits*
4. Analisa Saringan

4. Pengujian Sifat Mekanis Tanah

Pada pengujian ini akan dilakukan percobaan dengan menggunakan tanah lempung lunak yang dicampur dengan tanah *well graded*. Adapun pengujian sifat mekanis tanah yang di lakukan adalah :

1. Pemasatan (*Compaction*)
2. CBR Laboratorium
3. Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compressive Test*)

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian Karakteristik Tanah

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, mengenai karakteristik tanah lempung lunak dan *well graded* yang diambil tercantum sebagai berikut:

Tabel 1. Karakteristik Tanah Lempung Lunak

No.	Pemeriksaan	Nilai
1.	Kadar air tanah asli (wN)	57.36%
2.	Berat jenis tanah (Gs)	2.497 g/cm ³
3.	Batas cair (WL)	74.58%
4.	Batas plastis (WP)	38.54%
5.	Indeks plastisitas (IP)	36.04%
6.	Kandungan pasir	1.00%
7.	Kandungan lanau	54.10%
8.	Kandungan lempung	44.90%
9.	Fraksi < 0,002 mm	71.60%
10.	Kerapatan kering optimum (γ_d maks)	1.463 g/cm ³
11.	Kadar air optimum (W opt)	22.90%

Tabel 2. Karakteristik Tanah Well Graded

No.	Pemeriksaan	Nilai
1.	Kadar air tanah asli (wN)	20.71%
2.	Berat jenis tanah (Gs)	2.849 g/cm ³
3.	Batas cair (WL)	60.89%
4.	Batas plastis (WP)	36.85%
5.	Indeks plastisitas (IP)	24.04%
6.	Kandungan pasir	23.50%
7.	Kandungan lanau	20.00%
8.	Kandungan lempung	17.80%
9.	Fraksi < 0,002 mm	31.68%
10.	Kerapatan kering optimum (γ_d maks)	1.716 g/cm ³
11.	Kadar air optimum (W opt)	20.50%

2. Hasil Pengujian Sifat Fisik dan Teknis Tanah

a. Berat Jenis

Pengujian berat jenis dilakukan untuk tanah lempung lunak yang dicampur dengan tanah *well graded* 20%, 30%, 40% dan 50% dari berat kering tanah. Hasil pemeriksaan dirangkum dalam tabel 3 berikut:

Tabel 3. Berat Jenis Campuran Tanah Lempung Lunak dan Well Graded

Komposisi Tanah Well Graded	Berat Jenis (g/cm ³)
20 %	2.567
30 %	2.603
40 %	2.638
50 %	2.673

b. Batas-batas konsistensi (*Atterberg*)

Pengujian batas-batas konsistensi dilakukan untuk tanah lempung lunak yang dicampur dengan tanah *well graded* 20%, 30%, 40% dan 50% dari berat kering tanah. Pengujian meliputi, batas cair, dan batas plastisitas untuk mencari indeks plastisitas. Hasil pemeriksaan dapat pada tabel 4 berikut:

Tabel 4. Atterberg Campuran Tanah Lempung Lunak dan Well Graded

Komposisi Tanah Well Graded	Batas Cair (%)	Batas Plastis (%)	Indeks Plastisitas (%)
20 %	71.84	38.22	33.62
30 %	70.46	38.03	32.43
40 %	69.11	37.86	31.25
50 %	67.75	37.69	30.06

c. Analisa Gradasi Butir

Pengujian analisis gradasi butir dilakukan untuk tanah lempung lunak yang dicampur dengan tanah well graded 20%, 30%, 40% dan 50% dari berat kering tanah meliputi analisa mekanika dengan menggunakan saringan. Persentase kandungan pasir, lanau dan lempung pada masing-masing campuran dapat dilihat dalam tabel 5 berikut:

Tabel 5. Analisis Gradasi Butir Campuran Tanah Lempung Lunak dan Well Graded

Komposisi Tanah Well Graded	Kerikil (%)	Pasir (%)	Lanau (%)	Lempung (%)
20 %	7.70	12.90	44.20	35.20
30 %	11.60	18.80	47.10	22.50
40 %	15.50	24.80	41.30	18.50
50 %	19.30	30.70	32.00	18.00

3. Hasil Pengujian *Modified Proctor*

Untuk penelitian, dipakai "*Modified Proctor*" untuk menentukan kadar air optimum yang akan digunakan sebagai dasar rancangan untuk pembuatan sampel CBR campuran. Hasil pemadatan dapat disajikan dalam tabel 6 berikut:

Tabel 6. Hasil Uji *Modified Proctor*

Percobaan	Komposisi Tanah Well Graded	Komposisi Tanah Lempung	Kadar Air Optimum (%)	Berat Kering Maksimum g/cm ³
1.	0 %	100 %	22.90	1.463
2.	20 %	80 %	22.40	1.525
3.	30 %	70 %	22.20	1.555
4.	40 %	60 %	21.90	1.587
5.	50 %	50 %	21.70	1.610
6.	100 %	0 %	20.50	1.716

4. Hasil Pengujian CBR Laboratorium

Pada pengujian CBR ini, dilakukan dengan rendaman selama 4 hari. Hasil dari pengujian CBR disajikan pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian CBR Laboratorium

Percobaan	Komposisi Tanah Well Graded	Komposisi Tanah Lempung	Nilai CBR dengan Rendaman (%)	95 % <i>yd Max Modified Proctor</i> g/cm ³
1.	0 %	100 %	1.87	1.390
2.	20 %	80 %	3.70	1.449
3.	30 %	70 %	4.80	1.477
4.	40 %	60 %	6.10	1.508
5.	50 %	50 %	7.70	1.530
6.	100%	0%	18.80	1.630

5. Hasil Pengujian Tekan Bebas (UCT)

Ada pengujian uji tekan bebas ini didapatkan hasil dari pengujian pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengujian Tekan Bebas

Percobaan	Campuran Tanah Well Graded	Komposisi Tanah Lempung	Nilai Tegangan Maksimu m (qu) kg/cm ²	95 % yd Max Modified Proctor g/cm ³
1.	0 %	100 %	4.00	1.390
2.	20 %	80 %	5.10	1.449
3.	30 %	70 %	6.10	1.477
4.	40 %	60 %	7.20	1.508
5.	50 %	50 %	8.60	1.530
6.	100%	0%	19.70	1.630

6. Hasil Pengujian Tekan Bebas (UCT)

Pada pengujian sifat fisik tanah, ada hal yang perlu disimak, bahwa variasi campuran tanah yang diberikan hanya sebagai pembuktian dan sebagai pembandingan sehingga tanah tersebut layak untuk diteliti sesuai prosedur penelitian ini (lihat sistematika penelitian). Beberapa hal yang bisa dirangkum dari pengujian ini berdasarkan Tabel 1 sampai Tabel 5 adalah sebagai berikut:

- a. Tanah lempung lunak setelah dicampur dengan variasi tanah *well graded* dari 20% sampai 50% mengalami penurunan kadar air yang cukup besar, yang semula $w_N = 57.36\%$ dengan penambahan tanah *well graded* 50% diperoleh $IP = 39.04\%$.
- b. Pada pengujian distribusi ukuran butiran, sampel tanah lunak dari Punggur mempunyai prosentase lempung lebih banyak yaitu sebesar 44.90%. Sampel tanah *well gradel* dari Kampung Tua Belian mempunyai prosentase krikil lebih banyak yaitu sebesar 38.70%.

7. Pembahasan Pengujian Pemadatan (*Modified Proctor Test*)

Pada Tabel 6 terlihat bahwa akibat pencampuran variasi tanah *well graded* akan menurunkan kadar air optimum dan menambah berat volume keringnya. Berkurangnya kadar tanah *well graded* semakin berkurang pula harga/nilai kadar air optimumnya.

8. Pembahasan Pengujian CBR Laboratorium

Dari tabel 7, tampak bahwa dengan CBR rendaman, kekuatan tanah hasil stabilisasi secara berangsur-angsur mengalami peningkatan. Pada variasi tanah *well graded* 40%, kekuatan CBR dengan rendaman mencapai 6,10%. Sedangkan akibat perendaman tersebut tanah lempung lunak Punggur mengalami Pengembangan yang cukup besar yaitu 17,73%, sedangkan pada tanah yang sudah distabilisasi dengan 40% tanah *well graded* pengembangannya hanya mencapai 3,02% dari semula. Untuk tanah *well graded* sendiri memiliki nilai CBR yang cukup besar yaitu 18.80%.

9. Pembahasan Pengujian Tekan Bebas

Pada tabel 4.8 dapat dilihat bahwa sejalan dengan penambahan prosentase variasi tanah *well graded*, tegangan maksimum (qu) mengalami kenaikan, yang semula 4,0 kg/cm², maka dengan variasi tanah *well graded* 40% nilainya mejadi 7,20 kg/cm², begitu juga dengan variasi yang lainnya. Ini menunjukkan bahwa peran tanah *well graded* mempunyai pengaruh yang cukup besar untuk memperoleh daya dukung yang lebih besar, ini dapat dilihat dengan nilai tegangan maksimum (qu) yang mengalami peningkatan.

Dari penelitian yang dilakukan terutama pada pengujian CBR yang berkaitan dengan perencanaan perkerasan lentur, maka tanah lempung Punggur dapat distabilisasikan dengan campuran tanah *well graded*, dengan catatan bahwa kadar air optimum harus dipertahankan atau tidak lebih dari yang telah diuji yaitu sebesar 21.90% berdasarkan uji pemadatan (*Proctor Test*).

KESIMPULAN

Sesuai hasil analisa data pada bab sebelumnya, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Penelitian ini cukup memakan waktu yang cukup lama, karena sampel tanah lunak harus dikeringkan terlebih dahulu yang memakan waktu hingga 4 hari. Selanjutnya sampel tanah harus diperiksa kadar air, berat jenis, batas-batas *atterberg*, dan analisa saringannya. Setelah semua memenuhi syarat, sampel tanah lempung dicampur dengan komposisi tanah *well graded* 20%, 30%, 40%, dan 50%. Setelah dicampur tahap selanjutnya adalah pengetesan pemadatan, CBR laboratorium dengan rendaman selama 4 hari, dan uji tekan bebas (UCT).
 2. Dari hasil pengujian karakteristik fisik dan teknis tanah lempung, hasil pengujian berat jenis sampel tanah termasuk tipe tanah lempung organik, Indeks Plastisitas tinggi 36,04%, pada klasifikasi AASHTO, sampel tanah tersebut masuk dalam jenis A-7-5, kadar air optimum tanah sebesar 22,90% dan berat isi kering maksimum sebesar 1,463 kg/cm³, CBR laboratorium sebesar 1,9%, UCT sebesar 4,0 kg/cm², termasuk tanah yang tidak baik sebagai *subgrade*.
 3. Untuk hasil pengujian karakteristik fisik dan teknis tanah *well graded*, hasil pengujian berat jenis sampel tanah termasuk tipe tanah bergradasi baik. Kadar air optimum tanah sebesar 20,50% dan berat isi kering maksimum sebesar 1,716 kg/cm³, CBR laboratorium sebesar 18,8%, UCT sebesar 19,7 kg/cm², termasuk tanah yang baik sebagai *subgrade*.
 4. Kendala-kendala yang dihadapi dalam proses penelitian ini ketika proses pengambilan sample tanah lempung, karena sample yang diambil ternyata masih kurang sehingga harus mengambilnya dan mengeringkan kembali yang memakan waktu hingga 4 hari untuk tanah tersebut benar-benar kering.
 5. Penambahan tanah *well graded* pada tanah lempung merubah kuat daya dukung tanah, hal ini dapat dilihat dari hasil pengujian CBR dan UCT.
 - a. Dari hasil pengujian CBR perendaman 4 hari, nilai CBR akan terus meningkat seiring dengan penambahan tanah *well graded* pada tanah lempung. Peningkatan pada campuran tanah *well graded* 20% = 3.7%, 30% = 4.8%, 40% = 6.1%, 50% = 7.7%.
 - b. Dari pengujian kuat tekan bebas (UCT) yang dilakukan, nilai q_u terus meningkat seiring dengan bertambahnya komposisi tanah *well graded* pada tanah lempung. Peningkatan pada campuran tanah *well graded* 20% = 5.1 kg/cm², 30% = 6.1 kg/cm², 40% = 7.2 kg/cm², 50% = 8.6 kg/cm².
- Beberapa saran diantaranya :
1. Untuk mengantisipasi kebutuhan lapangan dan kemudahan bagi para praktisi teknik diharapkan adanya penelitian lebih lanjut untuk jenis tanah berbeda dari daerah yang lain.
 2. Mengingat keterbatasan biaya dan kemampuan peneliti, maka penelitian ini hanya menggunakan standar ASTM. Perlu adanya penelitian menggunakan standar yang berbeda untuk dijadikan referensi.
 3. Perlu menguji dua atau lebih jenis sampel tanah yang berbeda agar sebagai pembanding.

REFERENSI

- Hardiyatmo, Hary Christady. 1992. Mekanika Tanah 1. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2002. Mekanika Tanah 2. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Bowles, Joseph E. 1991. Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika tanah), Erlangga, Jakarta.
- BSN. 2008. Cara Uji Kepadatan Ringan untuk Tanah (SNI 1742:2008). Jakarta.
- Bowles, E.J. 1989. Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah. Erlangga. Jakarta.
- Das, B.M. 1995. Mekanika Tanah I. Erlangga. Jakarta.
- Canonica, Lucio. 1991. Memahami Mekanika Tanah. Angkasa. Bandung
- Craig, R.F. 1991. Mekanika Tanah, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Wesley, L. D., 1977, Mekanika Tanah, Badan Penerbit Percetakan Umum, Jakarta.
- ASTM. 1989. Annual Book of Standard: Soil and Rock; Building Stones; Peats. Vol 4.08.
- Bina Marga. Manual Pemeriksaan Bahan Jalan. Jakarta.