

Peningkatan Kepadatan dan Daya Dukung Tanah dengan Pencampuran Tanah Lempung dan Pasir

Harnedi Maizir*

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru
Email: harnedi@sttp-yds.ac.id

Reni Suryanita

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Email: reni.suryanita@eng.unri.ac.id

Raihan Arditama Harnedi

Program Studi Sistem dan Teknik Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan
Institut Teknologi Bandung, Email: raihanarditama@gmail.com

Abstrak

Kepadatan dan kekakuan tanah merupakan permasalahan yang harus diperhatikan dalam perencanaan struktur bangunan konstruksi. Hal ini disebabkan tanah berperan sebagai media yang menahan beban ataupun aksi dari konstruksi yang akan dibangun di atasnya. Perbaikan tanah dengan mencampurkan dua material merupakan salah satu cara untuk memenuhi kekuatan yang dibutuhkan. Perubahan cuaca dan suhu di lapangan menjadi faktor yang menjadikan tanah tidak stabil. Perbaikan tanah yang dilakukan berasal dari Proyek pekerjaan Tol Pekanbaru – Bangkinang yang berasal dari empat lokasi pengamatan. Penelitian ini dilakukan dengan mencampurkan dua material tanah dengan perbandingan 1:1 dari lokasi yang berbeda. Setelah itu dilakukan pengujian CBR, Berat Jenis, Batas-batas Atterberg dan berat volume untuk setiap benda uji. Hasil penelitian berupa nilai CBR yang menunjukkan bahwa nilai CBR tertinggi berada pada tanah campuran Pasir 2 dengan Tanah 2 dengan nilai CBR 34.34 %. Nilai CBR terendah didapatkan pada campuran Tanah Pasir 1 dengan Tanah 1 dengan nilai CBR 21.5%. Campuran antara Pasir 1 dengan Tanah 2 memiliki nilai CBR 25.3%, sedangkan Pasir 2 dengan Tanah 1 memiliki nilai CBR 24.8% tidak terlalu jauh dengan Pasir 1 dengan Tanah 2. Kepadatan kering maksimum untuk pasir 1 tanah 1 adalah 1.944 gr/cc. Pasir 1 dengan tanah 2 adalah 1.943 gr /cc. pasir 2 dengan tanah 1 adalah 1.996 gr/cc. Sedangkan pasir 2 dengan tanah 2 adalah 1.930 gr /cc. Perbedaan relatif kepadatan kering maksimum dipengaruhi oleh variasi ukuran butiran pada metode kepadatan ringan (standar).

Kata Kunci: Nilai CBR, kekakuan tanah, perbaikan tanah, tanah lempung, pasir

Abstract

Soil density and stiffness are problems that must be considered in the planning of construction building structures. This is because the soil acts as a medium that holds the weight or action of the construction to be built on it. Stability by mixing two materials is one way to meet the required strength. The changes in weather and temperature in the field are factors that make the soil unstable. The samples carried out came from the Pekanbaru - Bangkinang Toll Road Project which came from the four observation locations. This research was conducted by mixing two soil materials with a ratio of 1: 1 from different locations. After that, testing the CBR, Specific Gravity, Atterberg limits, and volume weight

terhadap beban diatas nya. Kerusakan konstruksi akan terjadi jika tanah dengan kandungan mineral tidak dapat mendukung beban diatas nya. Kerusakan-kerusakan pada jalan dan gedung pada suatu bangunan sering disebabkan oleh permasalahan tanah yang ada dibawah struktur suatu bangunan. Tidak semua jenis tanah dapat digunakan secara langsung sebagai material konstruksi. Permasalahan tanah yang sering ditemui perencana dan pelaksana pembangunan tidak hanya pada penurunan tanah saja, masalah lainnya seperti penyusutan tanah dan pengembangan tanah. Salah satu jenis tanah yang perlu diperhatikan adalah tanah lempung.

Pembangunan suatu konstruksi di indonesia umumnya berada di atas tanah lempung. Tanah lempung merupakan tanah berbutir halus yang tersusun dari material-material yang dapat mengembang (Das & Sobhan, 2018). Kekuatan tanah lempung tergantung dari parameter tanahnya. Dengan demikian, sifat fisik dan mekanik yang berkaitan dengan tanah dasar harus diperhatikan agar struktur yang berada di atasnya stabil. Pengembangan tanah lempung terjadi ketika kadar air bertambah dari kadar air optimum nya. Sedangkan penyusutan terjadi ketika kadar air berada dibawah nilai kadar air optimum nya. Biasanya tanah lempung akan mengembang apabila Indeks Plastisitas: IP kurang dari 20 (Afriani & Juansyah, 2016a).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh pencampuran material tanah dengan perbaikan tanah lempung terhadap nilai CBR, nilai kadar air optimum dan perbandingan nilai kepadatan kering maksimumnya.

1.1 Tanah lempung

Tanah lempung merupakan tanah yang mempunyai kuat dukung yang relatif rendah, sifat kembang susut yang besar dan penurunan yang tinggi (Rismantojo & Ismaniar, 2013). Sedangkan menurut Terzaghi (1987), tanah lempung merupakan agregat partikel yang berukuran mikroskopik dan *submikroskopik* yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan dan bersifat plastis dalam dengan kadar air sedang sampai tinggi. Sifat fisik dan mekanik dalam tanah lempung tersebut ditentukan oleh kandungan mineral yang ada pada tanah tersebut. Tanah lempung organik merupakan tanah yang mengandung mineral lempung dan memiliki kadar air yang tinggi, yang menyebabkan kuat geser yang rendah dan mengandung kadar organik. Nilai angka pori lempung organik sebesar 2,5 – 3,2 dengan kadar air 30-120% adalah keadaan jenuh, dan memiliki nilai berat volume kering 6-8 g/cm³ (Das, 2019).

1.2 Kepadatan tanah

Kepadatan tanah merupakan salah satu konstribusi besar dalam hal stabilitas. Oleh karena itu untuk meningkatkan kekakuan tanah harus dilakukannya pemadatan tanah pada tanah yang lepas atau renggang. Tingkat kepadatan tanah dinyatakan dari berat volume kering maksimum dan kadar air maksimum (OMC). Semakin banyak penambahan pasir mampu

meningkatkan kepadatan kering maksimum tanah tanah dan menurunkan kadar air optimum tanah (Sukmadewi et al., 2021). Faktor yang menentukan berat volume kering maksimum adalah air, apabila suatu tanah yang sedang dipadatkan ditambahkan air maka air pada partikel tanah tersebut akan berfungsi sebagai pembasah (pelumas) sehingga akan mudah bergeseran satu sama lain dan menjadi lebih rapat. Menurut Lestari (2022) bertambahnya kadar pasir pada tanah asli akan menyebabkan penurunan kohesi tanah, sementara sudut geser internal mengalami peningkatan. Namun jika proses pemadatan suatu tanah mempunyai kadar air yang berlebihan, air akan menurunkan berat volume kering dari tanah karena air menempati ruang-ruang dalam tanah yang seharusnya ditem

kecepatan 0,05 menit terhadap serpihan makroskopik dan mikroskopik tumbuhan – tumbuhan (Luhur et al., 2016).

Penelitian ini menitikberatkan peninjauan terhadap CBR dengan batas cair adalah bila tanah diaduk dengan air, dan jumlah air lebih banyak dari jumlah tanah. Kadar air pada keadaan ini disebut dengan batas cair (LL) yang diasumsikan sama dengan gaya yang menahan air. Sedangkan batas plastis (PL) didefinisikan sebagai kadar air dalam persentase (%) dimana tanah apabila digulung sampai ketebalan berdiameter 1/8 inch (3mm) telah mengalami retak-retak. Kemudian dilakukan pengukuran kadar air pada sampel tanah tersebut dengan cara sampel gulungan tanah yang mulai retak tersebut di oven pada suhu 110 °C selama 24 jam dan diperiksa kadar airnya. Kemudian sampel ditimbang untuk mengetahui kadar airnya. Penambahan pasir pada stabilisasi tanah dapat meningkatkan berat isi kering tanah, menurunkan kadar air optimum, menurunkan nilai pengembangan (*swell*) dan meningkatkan nilai CBR (Afriani & Juansyah, 2016b; Ilmuddin, 2017).

1.5 Batas – batas *atterberg*

Pengujian batas-batas konsistensi tanah ini bertujuan untuk mengetahui besar nilai batas cair % (LL), batas plastis % (PL), dan PI (Indeks Plastisitas) tanah. Dari hasil pengujian ini dapat digunakan untuk menentukan sifat dan klasifikasi tanah. berat isi kering maksimum (γ_{dry}) akan semakin meningkat dan kadar air optimum (W_{opt}) makin menurun seiring bertambahnya varian campuran pasir (Saleh & Anggraini, 2019).

Perhitungan indeks plastis adalah dengan Batas Plastis dikurangi Batas Cair (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2019) dengan rumus:

$$PI = LL - PL \quad (1)$$

Dimana:

PI = Indeks Plastisitas (%)

LL = Batas Cair (%)

PL = Batas Plastis (%)

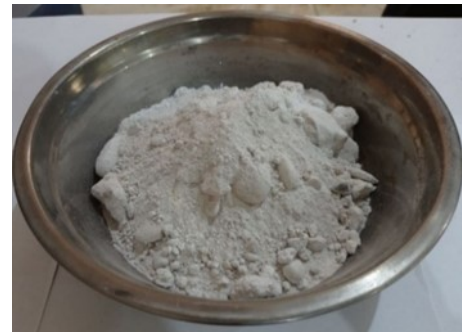
Kriteria batas plastis serta indeks plastisitas tanah berdasarkan harkat *atterberg* dapat dilihat pada **Tabel 1**.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Benda uji

Sampel benda uji yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari sampel pasir dan tanah yang berasal dari. Sampel pasir yang digunakan diambil dari dua lokasi

pengamatan seperti yang terlihat pada **Gambar 1** dan **Gambar 2**.



Gambar 1. Sampel pasir 1



2.2 Metode pencampuran sampel tanah dengan pasir

Penelitian ini dilakukan dengan metode pencampuran sampel Pasir 1, 2 dan Tanah 1,2 dengan komposisi 1:1 dengan komposisi sebagai berikut.

- Komposisi 1 : Pasir 1 dengan Tanah 1
- Komposisi 2 : Pasir 1 dengan Tanah 2
- Komposisi 3 : Pasir 2 dengan Tanah 1
- Komposisi 4 : Pasir 2 dengan Tanah 2

2.3 Pelaksanaan pengujian

Pelaksanaan pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru.

2.3.1 Uji kadar air

Uji kadar air dilakukan untuk mengetahui kadar air pada suatu sampel yaitu dengan perbandingan antara berat air dengan berat tanah kering. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-2216. Peralatan uji kadar air dapat dilihat pada **Gambar 5**. Cara uji batas cair dengan alat *Casagrande* dengan mengambil batas cair pada ketukan ke 25.

Perhitungan:

$$\frac{W_w}{W_s} \times 100 \quad (2)$$

dengan :

W_w = Berat cawan yang digunakan

W_s = Berat benda uji dan cawan



Gambar 5. Peralatan pengujian kadar air

2.3.2 Uji analisa saringan

Analisis saringan merupakan proses menggetarkan atau mengayak sampel tanah melalui satu set ayakan dimana lubang ayakan berurutan semakin kecil. Tujuan dari pengujian ini untuk mengetahui persentase ukuran butir sampel tanah yang dipakai. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-422, AASHTO T88. Peralatan uji analisa saringan dapat dilihat pada **Gambar 6**.

$$P_i = \frac{W_{bi} - W_{ci}}{W_{total}} \times 100 \quad (3)$$



Gambar 6. Uji analisa saringan

2.3.2 Uji berat jenis

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat



Gambar 8. Peralatan pengujian kepadatan tanah

sanggup dipikul oleh tanah terhadap beban standar pada tingkat penurunan tertentu.

CBR *unsoaked* (non rendaman) digunakan untuk mendapatkan nilai CBR yang sesuai dengan tanah dasar saat itu atau tanah asli di lapangan. CBR *soaked* (rendaman) digunakan untuk mendapatkan besarnya nilai CBR asli di lapangan pada keadaan jenuh air. Peralatan uji CBR dapat dilihat pada **Gambar 9**.

CBR dapat dicari dengan rumus:

$$CBR = \frac{\text{Corrected Load}}{\text{Standard Load}} \times 100\% \quad (5)$$

Harga CBR merupakan nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar.



Gambar 9. Peralatan pengujian CBR

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan di laboratorium dapat dilihat nilai CBR, yang mana nilai CBR untuk meningkatkan mutu tanah lokal dengan syarat-syarat spesifikasi teknik atau referensi yang ada.

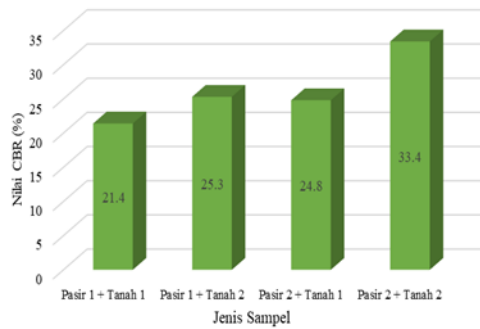
Pengujian batas plastis menggunakan standar SNI-1966-2008 tentang Cara Uji Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah. Nilai Indeks Plastisitas didapatkan setelah diketahui hasil pengujian batas cair dan batas plastis, nilai indeks plastisitas nya dapat dihitung dengan rumus $PI = LL - PL$.

Hasil pengujian sifat fisik tanah didapatkan nilai-nilai seperti pada **Tabel 2**.

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan nilai kadar air berkisar antara 7.2% hingga 18.45%. Nilai

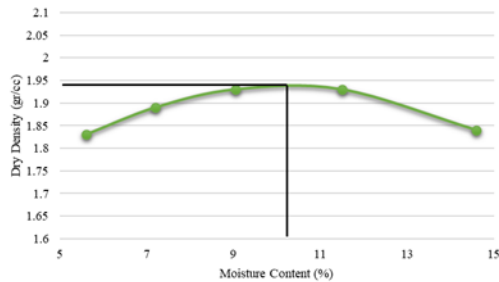
Tabel 2. Sifat fisik tanah

Pengujian	Komposisi			
	1	2	3	4
Specific Gravity	2.671	2.667	2.679	2.673
Klasifikasi Tanah (%)				
Lempung-Lanau	42.6	32.3	39.5	29.2
Pasir	48.2	57.7	4	



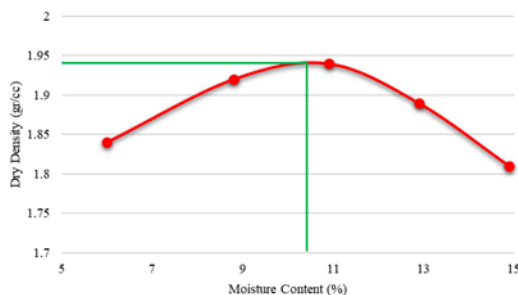
Gambar 11. Grafik nilai CBR dengan jenis sampel yang dicampur

didapatkan tanah campuran Pasir 2 dengan Tanah 2 memiliki nilai CBR terbesar dengan nilai CBR 33.4 %. Nilai CBR terendah didapatkan pada campuran Pasir 1 dengan Tanah 1 dengan 21.4%. Campuran tanah antara Pasir 1 dengan Tanah 2 memiliki nilai CBR 25.3%, sedangkan campuran Pasir 2 dengan Tanah 1 memiliki nilai CBR 24.8% tidak terlalu jauh dengan campuran Pasir 1 dengan Tanah 2



Gambar 12. Grafik nilai proctor pasir 1 dengan tanah 1

Dari **Gambar 12** dapat dilihat bahwa kepadatan kering maksimum pasir 1 dengan tanah 1 adalah 1.944 gr/cc.

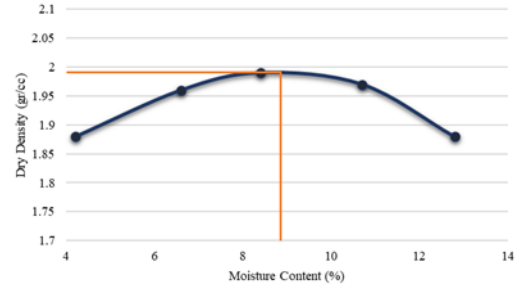


Gambar 13. Grafik nilai proctor pasir 1 dengan tanah 2

Dari **Gambar 13** dapat dilihat bahwa kepadatan kering maksimum pasir 1 dengan tanah 2 adalah 1.943 gr/cc.

Dari **Gambar 14** dapat dilihat bahwa kepadatan kering maksimum pasir 2 dengan tanah 1 adalah 1.996 gr/cc.

Dari **Gambar 15** dapat dilihat bahwa kepadatan kering maksimum pasir 2 dengan tanah 2 adalah 1.930 gr/cc. Berdasarkan gambar di atas menunjukkan bahwa perbedaan relatif kepadatan kering maksimum dipengaruhi oleh variasi ukuran butiran pada metode kepadatan ringan (standard).



Gambar 14. Grafik nilai proctor pasir 2 dengan tanah 1

Tanah 2 memiliki nilai CBR terbesar dengan nilai CBR 34.34 %.

2. Nilai CBR terendah didapatkan pada campuran Tanah Pasir 1 dengan Tanah 1 dengan 21.5%. Campuran tanah antara Pasir 1 dengan Tanah 2 memiliki nilai CBR 25.3%, sedangkan campuran Pasir 2 dengan Tanah 1 memiliki nilai CBR 24.8% tidak terlalu jauh dengan campuran Pasir 1 dengan Tanah 2. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa stabilisasi dengan mencampurkan material tanah dapat meningkatkan nilai CBR.
3. Kepadatan kering maksimum untuk pasir 1 tanah 1 adalah 1.944 gr/cc. Pasir 1 dengan tanah 2 adalah 1.943 gr/cc. pasir 2 dengan tanah 1 adalah 1.996 gr / cc. Sedangkan pasir 2 dengan tanah 2 adalah 1.930 gr/cc. Perbedaan relatif kepadatan kering maksimum dipengaruhi oleh variasi ukuran butiran pada metode kepadatan ringan (standar).

Daftar Pustaka

- Afriani, L., & Juansyah, Y. (2016a). *Pengaruh Fraksi Pasir Dalam Campuran Tanah Lempung Terhadap Nilai CBR dan Indeks Plastisitas Untuk Meningkatkan Daya Dukung Tanah Dasar*. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia, 20(1), 23–32.
- Afriani, L., & Juansyah, Y. (2016b). *Pengaruh Fraksi Pasir Dalam Campuran Tanah Lempung Terhadap Nilai CBR dan Indeks Plastisitas Untuk Meningkatkan Daya Dukung Tanah Dasar*. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia, 20(1), 23–32.
- Afrin, H. (2017). *A Review on Different Types Soil Stabilization Techniques*. International Journal of Transportation Engineering and Technology, 3 (2), 19. <https://doi.org/10.11648/j.ijtet.20170302.12>
- Aslam, Z., & Gofar, N. (2022). *Pengaruh Perbaikan Tanah Fondasi dan Perkuatan terhadap Stabilitas Lereng Timbunan Jalan di Atas Tanah Lunak*. Jurnal Teknik Sipil, 18, 356–367. <https://doi.org/10.28932/jts.v18i2.4613>
- Bharath, A., Manjunatha, M., Ranjitha B., T., Reshma, T. V., & Preethi, S. (2021). *Influence and correlation of maximum dry density on soaked & unsoaked CBR of soil*. Materials Today: Proceedings, 47, 3998–4002. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.04.232>
- Das, B. M. (2019). *Advanced Soil Mechanics (Fifth Edition)*. In CRC Press (Vol. 53, Issue 9).
- Das, B. M., & Sobhan, K. (2018). *Principles of Geotechnical Engineering (Ninth Edition)*. In Cengage Learning (Vol. 9, Issue 9). Cengage Learning.
- Herman, & Fiska. (2020). *Studi Pengaruh Penambahan Tanah Lempung Terhadap Daya Dukung Pasir Pantai*. Rang Teknik Journal, 3(2132), 235–238.
- Ilmuddin. (2017). *Stabilisasi Tanah Lempung dengan Penambahan Pasir Terhadap Tingkat Kepadatan dan Daya Dukung Tanah di Dusun Lanang Desa Lampasio Kec. Lampasio*. Jurnal Sains Dan Teknologi Tadaluko, 1(2715), 3010.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga. (2019). *Kumpulan Korelasi Parameter Geoteknik dan Fondasi*.
- Lestari, N. P., Mulyono, T., Su

Sukmadewi, N. P. A. I., Ramia, I. N., & Setyono, E. Y. (2021). *Pengaruh Penambahan Pasir Terhadap Tingkat Kepadatan Tanah Lempung*. Proceedings of Institution of Civil Engineers: Construction Materials.

Terzaghi, R. B. P. (1987). *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*. Penerbit Erlangga.