

Analisis Stabilitas Tanah Menggunakan Abu Ampas Tebu dan Bio-Enzim

Dian Rahmadhani¹, Hendri Nofrianto¹, Meli Muchlian^{1*}, Novy Haryati¹ dan Angelalia Roza¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang

*E-mail: melimuchlian@itp.ac.id

Received: 12 December 2024

Accepted: 05 January 2025

Published : 31 January 2025

Abstrak

Tanah merupakan salah satu material alam yang penting dalam dunia konstruksi. Tanah yang baik adalah tanah yang dapat menahan beban di atasnya tanpa menyebabkan penurunan tanah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis stabilitas tanah berdasarkan nilai daya dukung tanah dengan pencampuran abu ampas tebu dan molase. Metode penelitian ini bersifat eksperimental di laboratorium dan mengacu pada standar pengujian mekanika tanah yang berfokus pada nilai CBR (California Bearing Ratio). Variasi campuran molase yang digunakan adalah 5%, 10%, dan 15% serta abu ampas tebu sebesar 6%, 12%, dan 18%. Sampel tanah berasal dari daerah Lubuk Minturun dan Bukit Gado-gado Kota Padang. Hasil penelitian menyatakan bahwa nilai CBR sampel tanah Lubuk Minturun dan Bukit Gado-Gado mengalami kenaikan menjadi 10,68% dan 9,34% dengan variasi campuran 5% molase + 6% abu ampas tebu dari sebelumnya nilai CBR tanah asli sebesar 9,69% dan 8,87%. Berdasarkan SNI 1744, kisaran nilai CBR 7-20 dikategorikan sebagai tanah yang mempunyai nilai daya dukung tanah sedang.

Kata Kunci: molase, abu ampas tebu, CBR, daya dukung tanah

Abstract

Soil is one of the important natural materials in the construction world. The good soil it be can withstand the load on it without causing subsidence. This study aims to analyze soil stability based on the soil-bearing capacity value by mixing bagasse ash and molasses. This research method is experimental in the laboratory and refers to the soil mechanics testing standards that focus on the CBR (California Bearing Ratio) value. Molasses mixture variations used were 5%, 10%, and 15% and bagasse ash were 6%, 12%, and 18%. Samples of soil came from the Lubuk Minturun and Bukit Gado-gado areas of Padang City. Results of the study stated that the CBR value of the Lubuk Minturun and Bukit Gado-Gado soil samples increased to 10.68% and 9.34% with a mixture variation of 5% molasses + 6% bagasse ash from the previous original soil CBR value of 9.69% and 8.87%. Based on SNI 1744, the CBR value range 7-20 is categorized as soil having a moderate soil-bearing capacity value.

Keywords: Molasses, bagasse ash, CBR, soil-bearing capacity

To cite this article:

Dian Rahmadhani, Hendri Nofrianto, Meli Muchlian, Novy Haryati dan Angelalia Roza (2025). Analisis Stabilitas Tanah Menggunakan Abu Ampas Tebu dan Bio-Enzim. *Jurnal of Infrastructural in Civil Engineering*, Vol. (06), No. 01, pp: 86-93.

PENDAHULUAN

Lempung merupakan tanah yang terbentuk dari proses pelapukan kimiawi. Dalam keadaan kering tanah lempung sangat keras. Tanah lempung yang memiliki kadar air sedang akan bersifat plastis. Tanah lempung yang memiliki kadar air lebih tinggi, maka tanah lempung akan bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak [1]. Hardiyatmo [2] menjelaskan bahwa terdapat beberapa sifat tanah lempung seperti memiliki ukuran butir halus yaitu kurang dari 0,002 mm, nilai permeabilitas rendah, kenaikan air kapiler tinggi, sangat kohesif, memiliki kadar kembang susut tinggi dan proses konsolidasi lambat. Sebagian besar tanah lempung memiliki daya dukung yang rendah, hal ini berkaitan dengan nilai kuat geser yang sangat rendah dan nilai *California Bearing Ratio* (CBR) yang tergolong jelek yaitu <6%. Nilai CBR tersebut kurang dari yang disyaratkan oleh Speksifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 (Revisi 2) yaitu $\geq 6\%$ [3], [4].

CBR adalah perbandingan antara beban yang dibutuhkan untuk penetrasi. Jika nilai CBR suatu tanah bernilai semakin tinggi, mengindikasikan bahwa kondisi tanah dasar semakin baik. Jika suatu tanah asli memiliki daya dukung (kepadatan kering, CBR) yang rendah, maka konstruksi yang berada di atas tanah tersebut akan mudah mengalami kerusakan. Nilai CBR dapat ditingkatkan dengan metode pemadatan, yang mana dalam pelaksanaannya berdasarkan nilai kadar air optimum (optimum moisture content) dan berat isi kering maksimum (maximum dry density). Pada Tabel 1 dijabarkan klasifikasi nilai CBR [5].

Tabel 1. Klasifikasi nilai CBR

CBR (%)	Keterangan
0 - 3	Sangat buruk
3 - 7	Buruk
7 - 20	Sedang
20 - 50	Baik
>50	Sangat Baik

Stabilisasi tanah bertujuan untuk memperbaiki atau meningkatkan sifat fisik dan mekanik tanah ekspansif (lempung). Proses stabilisasi tanah bisa menggunakan metode fisika, biologi, kimia atau kombinasi di mana bertujuan untuk memperbaiki sifat tertentu pada tanah agar sesuai dengan syarat yang telah ditetapkan [6]. Stabilisasi tanah secara mekanis dapat

dilakukan dengan mengatur gradasi butiran tanah dan kemudian dilakukan proses pemadatan. Stabilisasi tanah dengan menggunakan bahan aditif dilakukan dengan menambahkan bahan aditif pada tanah dan kemudian dilakukan proses pemadatan [7].

Penambahan bio-enzim dan abu ampas tebu adalah salah satu metoda yang dapat digunakan untuk meningkatkan stabilitas tanah. Abu ampas tebu merupakan salah satu limbah dari pabrik gula yang termasuk melimpah jumlahnya di Indonesia. Abu ampas tebu bersifat pozzolan dengan senyawa kimia yang dinamakan silika (SiO_2) [8]. Sedangkan bio-enzim merupakan enzim yang bersumber dari makhluk hidup, seperti hewan, tumbuhan, dan mikroorganisme. Salah satu bio-enzim yang dapat digunakan untuk penstabil tanah ialah molase. Molase memiliki kandungan gula seperti sukrosa 35%, glukosa 7%, fruktosa 9%, karbohidrat lain 4% [9]. Abu ampas tebu dan molase dapat dijadikan sebagai bahan penambah untuk meningkatkan daya dukung tanah. Nilai CBR tanah meningkat setelah diberikan penambahan abu ampas tebu dan molase pada tanah lempung [10], [11], [12].

Jenis tanah memiliki dampak besar pada pekerjaan konstruksi. Hal ini disebabkan karena sifat-sifat tanah di suatu daerah belum tentu sama dengan sifat-sifat tanah di daerah lain. Sebagian besar wilayah Indonesia, terutama kota Padang, merupakan wilayah dengan tanah lunak [7]. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis stabilitas tanah berdasarkan nilai daya dukung tanah dengan penambahan abu ampas tebu dan molase. Sampel tanah diambil dari daerah Minturun dan Bukit Gado-gado di kota Padang.

METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian kuantitatif berupa eksperimen di laboratorium. Sampel tanah yang digunakan pada penelitian diambil pada dua lokasi, yaitu di daerah Lubuk Minturun dan Bukit Gado-Gado, kota Padang, Sumatera Barat. Proses pengambilan tanah dilakukan dengan dua cara, yaitu metode tanah terganggu dan tanah tidak terganggu. Uji laboratorium yang dilakukan pada tanah sampel adalah nilai kadar air [13], berat jenis [14], distribusi ukuran butir [15], batas plastis [16], batas susut [17], batas cair [18], pemadatan [19] dan CBR [20].

Ampas tebu diperoleh dari pabrik gula di daerah Puncak Lawang, Agam, Sumatera Barat. Abu ampas tebu diperoleh dari pembakaran pada suhu 700°C . Kadar abu ampas tebu yang digunakan dalam penelitian ini adalah 6%, 12% dan 18%. Enzim molase diperoleh dari fermentasi tetes tebu. Pada penelitian ini, variasi molase yang digunakan sebesar 5%, 10%,

dan 15%. Adapun parameter yang ditinjau terhadap variasi tersebut adalah nilai berat Volume kering max (γ_d), kadar air optimum dan tekanan pengembangan (CBR).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji fisis sampel tanah Lubuk Minturun dan Bukit Gado-gado dipaparkan pada Tabel 2. Analisis saringan tanah menunjukkan bahwa lebih dari 59,8% tanah lolos saringan No. 200 dan sehingga tanah tersebut dapat dikelompokkan sebagai tanah berbutir halus. Nilai batas cair (LL) sebesar 64,93% > 50 menunjukkan bahwa tanah tersebut tergolong lempung yang sangat plastis. Dilihat dari nilai indeks plastisitas (PI) sebesar 25,98% dan berdasarkan kurva plastisitas sampel tanah tergolong MH, berarti tanah tersebut termasuk jenis lanau atau lempung anorganik dengan plastisitas tinggi (USCS).

Untuk sampel tanah Bukit Gado-Gado, tanah yang lolos saringan nomor 200 adalah 60,40% > 50% sehingga tanah tersebut tergolong dalam kategori tanah berbutir halus. Batas cair (LL) adalah 48,44% < 50% berarti tanah tersebut tergolong lempung dengan plastisitas sedang. Berdasarkan indeks plastisitas (PI) sebesar 11,02% dan kurva plastisitas masuk dalam OL. Ini berarti tanah tersebut merupakan lanau organik atau lempung berlanau dengan plastisitas rendah (USCS).

Tabel 2. Hasil Pengujian Sifat Fisis Tanah Asli

No	Jenis Penelitian	Hasil	
		Lubuk Minturun	Bukit Gado-Gado
1	Berat Jenis (Specific Gravity, Gs)	2,70	2,59
2	Batas Cair (Liquid Limit, LL)	64,93	48,44
3	Batas Plastis (Plastic Limit, PL)	38,94	37,43
4	Batas Susut (Shrinkage Limit, SL)	16,20	48,52
5	<i>Plasticity Indeks</i> (PI)	25,98	11,02
6	Uji Analisa Saringan dan Hydrometer		
	- lolos saringan no.200	59,80	60,40
	- Tertahan saringan no.200	0,03	0,81
	- D10	0,012	0,011
	- D30	0,029	0,031
	- D60	0,175	0,11
	- Cc	0,40	0,79
	- Cu	14,58	10,00
	- Gradasi	buruk	buruk
7	Jenis Tanah	Lempung anorganik	Lempung organik
8	Klasifikasi Tanah (USCS)	MH	OL

Sifat mekanik campuran tanah asli, abu ampas tebu dan bioenzim dari sampel tanah Lubuk Minturun dan Bukit Gado-gado dipaparkan pada Tabel 3 dan Tabel 4. Berdasarkan Tabel 3 dan 4, nilai berat volume kering campuran tanah asli + 5% molase + 6% abu ampas tebu mengalami peningkatan dibandingkan dengan berat volume kering tanah asli. Namun untuk komposisi campuran tanah asli + 10% molase + 12% abu ampas tebu dan tanah asli + 15% molase + 18% abu ampas tebu nilai berat volume kering yang dihasilkan cenderung turun dibandingkan nilai berat volume kering campuran persentase tanah asli + 5% molase + 6% abu ampas tebu.

Di sisi lain kadar air optimum campuran persentase tanah asli + 5% molase + 6% abu ampas tebu mengalami penurunan dibandingkan kadar air optimum tanah aslinya. Hal ini karena selama pemadatan, abu ampas tebu mengisi celah pori dengan molase yang berfungsi sebagai pengikat antara abu dan tanah, sehingga air keluar melalui rongga tanah. Dalam kondisi ini, gradasi tanah membaik. Pori-pori tanah yang mengecil menunjukkan kepadatan tanah meningkat dan kadar air menurun. Pada komposisi campuran tanah asli + 10% molase + 12% abu ampas tebu dan tanah asli + 15% molase + 18% abu ampas tebu berikutnya menghasilkan persentase kadar air optimum yang kembali meningkat. Hal ini terjadi karena rongga-rongga yang sebelumnya terisi partikel-partikel halus digantikan oleh air, sehingga rongga-rongga tersebut terbuka dan mengembang. Kondisi ini menghasilkan nilai kepadatan tanah menjadi turun atau dapat dikatakan penambahan abu ampas tebu dan molase dapat memperburuk gradasi tanah.

Tabel 3. Hasil pengujian sifat mekanis variasi campuran tanah, abu ampas tebu, dan bio-enzim sampel tanah Lubuk Minturun

No	Sifat Mekanis Tanah	tanah asli	t.asli + 5% molase + 6% abu	t.asli + 10% molase + 12% abu	t.asli + 15% molase + 18% abu
1	Berat volume kering max (γ_d)	1,19	1,25	1,18	1,13
2	Kadar air optimum	31,62	28,80	29,29	29,79
3	Tekanan pengembangan (CBR)	9,69	10,68	6,21	5,89

Tabel 4. Hasil pengujian sifat mekanis variasi campuran tanah, abu ampas tebu, dan bio-enzim sampel tanah Bukit Gado-gado

No	Sifat Mekanis Tanah	tanah asli	t.asli + 5% molase + 6% abu	t.asli + 10% molase + 12% abu	t.asli + 15% molase + 18% abu
1	Berat volume kering max (γ_d)	1,34	1,41	1,35	1,33
2	Kadar air optimum	36,50	33,32	33,75	34,25
3	Tekanan pengembangan (CBR)	8,87	9,34	8,69	8,21

Tabel 3 dan Tabel 4 adalah data tekanan pengembangan (CBR) pada komposisi tanah asli + 10% molase + 12% ampas tebu dan tanah asli + 15% molase + 18% ampas tebu. Tabel tersebut memaparkan bahwa terbentuk tren penurunan terhadap nilai CBR. Hal ini terjadi karena abu ampas tebu dan molase tidak tercampur dengan baik pada tanah. Tanah sampel yang tergolong sebagai tanah berbutir halus akan mempersulit abu ampas tebu dan molase untuk mengisi lebih banyak rongga pada tanah. Nilai CBR tertinggi diperoleh pada campuran tanah asli + 5% molase + 6% ampas tebu dan nilai terendah diperoleh pada campuran tanah asli + 15% molase + 18% ampas tebu. Bila dibandingkan dengan nilai CBR standar acuan SNI 1744: 2012, nilai yang diperoleh tidak sesuai dengan standar. Dan jika nilai daya dukung dilihat dari nilai CBR, maka nilai daya dukung tersebut tergolong dalam nilai daya dukung sedang.

SIMPULAN

Hasil pengujian pemeriksaan CBR pada kedua sampel tanah daerah Lubuk Minturun dan Bukit Gado-gado nilai tertinggi berada pada campuran 1 yaitu tanah asli + 5% molase + 6% abu ampas tebu yaitu sebesar 10,68% pada daerah Lubuk Minturun dan 9,34% pada daerah Bukit Gado-Gado. Variasi ini menghasilkan nilai CBR yang mengalami peningkatan dibandingkan nilai CBR pada tanah asli. Dapat dikatakan bahwa tanah asli distabilisasi menggunakan campuran 5% molase + 6% abu ampas tebu. Berdasarkan SNI 1744 nilai CBR tanah hasil penelitian dikategorikan baik karena berada pada rentang 7-20. Berdasarkan data CBR hasil penelitian daya dukung tanah pada kedua lokasi masuk ke dalam kategori nilai daya dukung tanah yang sedang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. M. Das, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid II*. Jakarta: Erlangga, 1993.
- [2] H. C. Hardiyatmo, *Mekanika Tanah I*, 7 ed. UGM PRESS, 2019. Diakses: 6 Agustus 2022. [Daring]. Tersedia pada: <https://ugmpress.ugm.ac.id/id/product/teknik-sipil/mekanika-tanah-i-edisi-ke-tujuh>
- [3] Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum, “Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 2.” 2018.
- [4] F. Ferdian, “Pengaruh Penambahan Pasir Terhadap Tingkat Kepadatan dan Daya Dukung Tanah Lempung Organik,” Skripsi, UNIVERSITAS LAMPUNG, Lampung, 2015. doi: 10/10.%20PERSEMBAHAN.pdf.
- [5] J. E. Bowles, *Physical and Geotechnical Properties of Soils*. McGraw-Hill, 1984.
- [6] A. Reno, F. Sarie, dan S. Gandi, “Pengaruh Penambahan Pasir Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Daya Dukung dan Kuat Tekan Bebas,” *JT*, vol. 4, no. 1, hlm. 63–72, Okt 2020, doi: 10.52868/jt.v4i1.2649.
- [7] A. Andriani, R. Yuliet, dan F. L. Fernandez, “Pengaruh Penggunaan Semen Sebagai Bahan Stabilisasi Pada Tanah Lempung Daerah Lambung Bukit terhadap Nilai CBR Tanah,” *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, vol. 8, no. 1, 2012, doi: 10.25077/jrs.8.1.29-44.2012.
- [8] M. Syarkawi, “Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Bahan Substitusi Filler Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton,” *Majalah Ilmiah Al-Jibra*, vol. 12, no. 39, 2011.
- [9] K. Kusmiati, S. R. Tamat, S. Nuswantara, dan N. Isnaini, “Produksi dan Penetapan Kadar B-glukan dari Tiga Galur *Saccharomyces cerevisiae* dalam Media Mengandung Molase,” *JURNAL ILMU KEFARMASIAN INDONESIA*, vol. 5, no. 1, Art. no. 1, 2007.
- [10] S. Ahmad, T. Peng, H. Ayaz, dan Y. Wu, “Improving Geotechnical Properties of Expansive Subgrade Using Sugar Cane Molasses and Cement,” *Applied Sciences*, vol. 14, no. 20, Art. no. 20, Jan 2024, doi: 10.3390/app14209489.
- [11] P. Moyo, J. N. Thuo, dan W. Samuel, “Suitability of Bagasse Ash and Molasses for Stabilization of Expansive Black Cotton Clay Soils for Subgrade Construction in Low-Volume Rural Roads,” *IJETT*, vol. 72, no. 4, hlm. 152–163, Apr 2024, doi: 10.14445/22315381/IJETT-V72I4P116.

- [12] Y. Pesparini, “Stabilisasi Tanah Lempung dengan Menggunakan Abu Ampas Tebu,” s1, UAJY, 2003. Diakses: 19 Desember 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://e-journal.uajy.ac.id/9877/>
- [13] SNI 1965:2008, “Cara uji penentuan kadar air untuk tanah dan batuan di laboratorium.” Badan Standardisasi Nasional, 2008.
- [14] SNI 1964-2008, “Uji Berat Jenis Tanah.” Badan Standarisasi Nasional, 2008.
- [15] SNI 3423 : 2008, “Cara uji analisis ukuran butir tanah.” Badan Standarisasi Nasional, 2008.
- [16] SNI 1966:2008, “Cara uji penentuan batas plastis dan indeks plastisitas tanah.” Badan Standarisasi Nasional, 2008.
- [17] SNI 3422:2008, “Cara uji penentuan batas susut tanah.” Badan Standarisasi Nasional, 2008.
- [18] SNI 1967:2008, “Cara uji penentuan batas cair tanah.” Badan Standardisasi Nasional, 2008.
- [19] SNI 1743:2008, “Cara uji kepadatan berat untuk tanah.” Badan Standardisasi Nasional, 2008.
- [20] SNI 1744:2012, “Metode uji CBR laboratorium.” Badan Standardisasi Nasional, 2012.