

Studi Stabilisasi Tanah dengan *Styrofoam* dan Semen sebagai Material *Subgrade*

Study of Soil Stabilization with Styrofoam and Cement as Subgrade Material

Rizky Hadijah Fahmi^{1,*}, Nursamiah², Rafli Risqi Rauf Putra³, Indah Jesika Rittho⁴, Idar Gembira Deden Yahya⁵

^{1,2,3,4,5} Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Indonesia

Abstrak

Tanah merupakan salah satu elemen penting dalam konstruksi, terutama pada pembangunan infrastruktur jalan. Namun, tanah sering kali memiliki daya dukung yang rendah sehingga tidak mampu menahan beban lalu lintas. Penelitian ini bertujuan untuk meninjau pengaruh penambahan semen dan styrofoam sebagai material stabilisasi pada tanah longsor. Metode penelitian dilakukan melalui beberapa tahap pengujian laboratorium, antara lain uji sifat fisik tanah dan uji CBR. Hasil menunjukkan bahwa kombinasi semen 10% dan styrofoam 0,5% memberikan hasil terbaik dengan nilai CBR meningkat signifikan dibandingkan tanah asli. Kombinasi ini dinilai efektif untuk meningkatkan stabilitas tanah dan dapat diterapkan pada konstruksi jalan di daerah rawan longsor.

Kata Kunci

Stabilisasi,
Styrofoam,
Semen,
Subgrade

PENDAHULUAN

Tanah merupakan salah satu komponen penting dalam konstruksi, terutama pada pembangunan infrastruktur jalan. Namun, tidak semua jenis tanah memiliki daya dukung yang memadai untuk menopang beban lalu lintas. Kondisi tanah dengan daya dukung rendah dapat menyebabkan penurunan permukaan dan kerusakan pada lapisan perkerasan jalan. Oleh karena itu, diperlukan suatu upaya perbaikan sifat tanah yang dikenal dengan metode stabilisasi tanah. Menurut Bowles (1984) (1), stabilisasi tanah merupakan proses pencampuran tanah dengan bahan tambahan tertentu atau perlakuan mekanis untuk memperbaiki sifat fisik dan mekanik tanah agar sesuai untuk konstruksi.

Salah satu bahan yang umum digunakan dalam stabilisasi adalah semen. Berdasarkan SNI (2), semen Portland merupakan bahan hidrolis yang dapat mengikat partikel tanah menjadi lebih padat dan kompak melalui reaksi kimia dengan air. Menurut Gogot Setyo Budi et al. (2019) (3), penambahan semen pada tanah berlempung dapat meningkatkan nilai CBR secara signifikan, di mana pada campuran 10% semen diperoleh peningkatan nilai CBR hingga 77% dibandingkan dengan tanah asli. Hal ini disebabkan oleh sifat adhesif dan kohesif semen yang mampu memperkuat ikatan antarpartikel tanah.

Selain semen, bahan ringan seperti styrofoam juga mulai digunakan sebagai bahan tambahan dalam stabilisasi tanah. Styrofoam atau Expanded Polystyrene (EPS) merupakan material berbasis polimer yang ringan, tahan air, serta memiliki sifat isolatif terhadap panas (Dharma Giri et al., 2008) (4). Menurut penelitian Indriani et al. (2024) (5), penambahan styrofoam dan

*Koresponden : Rizky Hadijah Fahmi



rizkyhadijahfahmi@gmail.com

semen mampu meningkatkan nilai kepadatan dan daya dukung tanah lempung secara signifikan, terutama pada kondisi optimum campuran styrofoam 0,45% dan semen 10%. Sementara itu, penelitian Yuli Andriana T. et al. (2023) (6) juga membuktikan bahwa kombinasi styrofoam dengan bahan lain seperti abu sekam padi dapat meningkatkan nilai CBR pada tanah berlempung hingga lebih dari 50%.

Beberapa penelitian lain juga menunjukkan efektivitas stabilisasi tanah menggunakan variasi bahan. Daga Arditya Lekhsmana et al. (2020) (7) menggunakan kombinasi semen dan aspal emulsi untuk memperbaiki tanah lempung ekspansif, menghasilkan peningkatan CBR hingga 56,9%. Yusuf et al. (2012) (8) meneliti stabilisasi sedimen Sungai Jeneberang menggunakan semen dan memperoleh peningkatan kuat tekan bebas secara linear terhadap penambahan semen. Selain itu, Nursamiah et al. (2020) (9) menemukan bahwa tanah galian Waduk Nipa-Nipa yang distabilisasi semen Portland 20% mengalami peningkatan nilai CBR hingga 74,9%.

Di sisi lain, revisi Manual Desain Perkerasan Jalan (2017) (10) juga merekomendasikan penggunaan stabilisasi semen pada lapisan tanah dasar berbutir halus (A4–A6) untuk mencegah terjadinya “pumping” dan meningkatkan daya dukung subgrade. Berdasarkan hal tersebut, kombinasi antara semen dan styrofoam dianggap sebagai solusi inovatif untuk memperbaiki karakteristik tanah yang memiliki daya dukung rendah, terutama pada tanah longsoran. Dengan menggabungkan semen sebagai bahan pengikat dan styrofoam sebagai bahan ringan, diharapkan dapat meningkatkan nilai CBR serta menurunkan berat volume tanah, sehingga cocok digunakan sebagai material subgrade pada konstruksi jalan di daerah rawan longsor seperti di Bangkai–Perbatasan Enrekang–Tana Toraja.

Styrofoam (Expanded Polystyrene/EPS) dipilih sebagai bahan stabilisasi karena memiliki berat jenis yang sangat ringan, bersifat tahan air, dan tidak mudah terdegradasi oleh lingkungan. Sifat tersebut menjadikan styrofoam berpotensi mengurangi berat volume tanah sekaligus meningkatkan daya dukung tanah, khususnya pada kondisi jenuh air. Beberapa penelitian sebelumnya (Dharma Giri et al., 2008; Indriani et al., 2024; Yuli Andriana et al., 2023) menunjukkan bahwa penggunaan styrofoam sebagai bahan campuran tanah mampu meningkatkan nilai CBR dan kinerja subgrade. Oleh karena itu, styrofoam dipilih sebagai bahan tambahan inovatif dalam stabilisasi tanah longsoran pada penelitian ini.

Penelitian ini difokuskan pada penggunaan kombinasi semen dan styrofoam dengan tujuan memperoleh efek sinergis antara semen sebagai bahan pengikat dan styrofoam sebagai bahan ringan. Styrofoam secara material tidak memiliki sifat pengikat antarpartikel tanah, sehingga apabila digunakan tanpa bahan pengikat berpotensi menghasilkan nilai daya dukung yang rendah. Oleh karena itu, penelitian ini tidak melakukan stabilisasi tanah hanya dengan styrofoam, melainkan mengombinasikannya dengan semen untuk memastikan terbentuknya ikatan yang kuat antarpartikel tanah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui pengujian di Laboratorium Mekanika Tanah Politeknik Negeri Ujung Pandang. Tahapan penelitian meliputi pengambilan sampel tanah, pengujian sifat fisik dan mekanik tanah, serta uji CBR. Sampel tanah dicampur dengan semen 10% dan variasi styrofoam 0,5%, 1%, dan 1,5%. Pengujian dilakukan untuk menentukan pengaruh variasi campuran terhadap nilai CBR tanah. Nilai optimum ditentukan berdasarkan peningkatan CBR dan stabilitas campuran.

Pemilihan variasi styrofoam sebesar 0,5%, 1%, dan 1,5% didasarkan pada hasil studi literatur yang menyatakan bahwa penggunaan styrofoam dalam persentase kecil sudah memberikan pengaruh signifikan terhadap sifat mekanik tanah. Penambahan styrofoam dalam jumlah

berlebih berpotensi menurunkan kekuatan tanah akibat berkurangnya ikatan antarpartikel tanah. Sementara itu, pemilihan semen sebesar 10% mengacu pada penelitian sebelumnya (Gogot Setyo Budi et al., 2019; Indriani et al., 2024) yang menunjukkan bahwa kadar semen 10% merupakan kadar optimum dalam meningkatkan nilai CBR tanah lempung tanpa menyebabkan sifat getas yang berlebihan. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan kadar semen tetap 10% dengan variasi styrofoam untuk mendapatkan kombinasi optimum. Dan juga Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanah terganggu (Disturbed Sample/DS). Sampel diambil dari lokasi penelitian kemudian dikeringkan, dihaluskan, dan diayak sebelum dilakukan pengujian sifat fisik dan mekanik di laboratorium. Penggunaan sampel DS dianggap sesuai karena penelitian ini berfokus pada karakteristik umum tanah serta pengaruh bahan stabilisasi terhadap nilai CBR, bukan pada struktur asli tanah di lapangan.

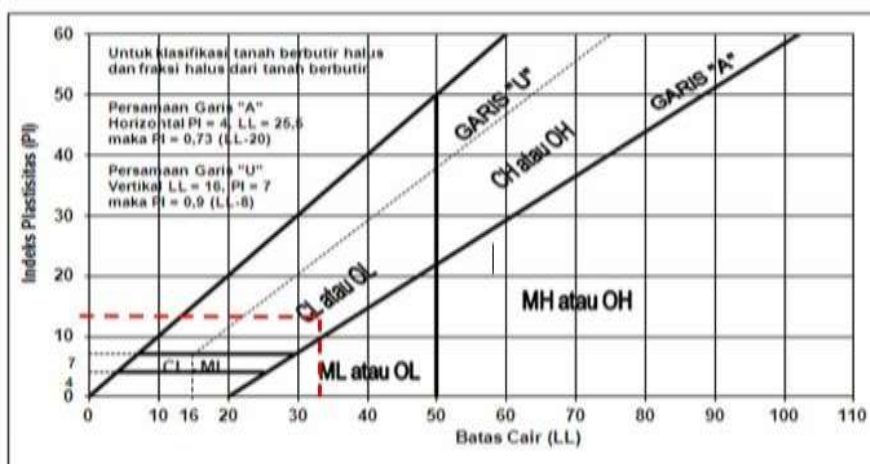
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Karakteristik Tanah Longsor

Hasil penelitian yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari uji langsung di laboratorium Mekanika Tanah di kampus Politeknik Negeri Ujung Pandang. Tanah yang digunakan berasal dari Desa Bangkae, Perbatasan Enrekang – Tana Toraja, Kabupaten Enrekang. Hasil pengujian laboratorium menunjukkan bahwa tanah longsor memiliki kadar air sebesar 8,65%, berat isi 2,122 g/cm³, dan berat jenis 2,384. Nilai batas cair (LL) sebesar 36,80%, batas plastis (PL) sebesar 21,67%, dan indeks plastisitas (IP) sebesar 12,264%. Berdasarkan hasil analisa saringan, sebesar 86,52% partikel tanah lolos saringan No. 200, sehingga tanah ini didominasi oleh butiran halus berupa lanau dan lempung. Berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO, tanah termasuk kelompok A-6, sedangkan menurut USCS tergolong CL (Clay of low plasticity). Hasil pengujian pemadatan menghasilkan berat isi kering maksimum (γ_d maks) sebesar 1,66 g/cm³ dengan kadar air optimum (w_{opt}) sebesar 16,40%.

Tabel 1. Hasil Pengujian Karakteristik Tanah Longsor

No.	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Satuan
1.	Kadar Air (w)	8.65%	%
2.	Berat isi (y)	2.122	gram/cm ³
3.	Berat Jenis	2.384	
4.	Batas – batas Atterberg		
	Batas cair (LL)	36,80	%
	Batas Plastis (PL)	21,67	%
	Indeks Plastis (IP)	15,13	%
5.	Analisa Saringan		
	Lolos #200	86.520	%
	Kerikil	0	%
	Pasir	0	%
6.	Klasifikasi Tanah		
	AASHTO	A-6	
	USCS	CL	
7	Pemadatan		
	Berat Isi Kering	1.66	gram/cm ³
	Kadar Air Optimum	16,40	%



Gambar 1. Grafik Kasifikasi Tanah Menurut USCS

2. Daya Dukung Tanah Longsoran

Dari hasil pengujian pada Tabel 02 dan Tabel 03 terlihat bahwa nilai CBR langsung tanah longsoran adalah 11,93%, sedangkan nilai CBR rendaman hanya 4,90%. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi CBR rendaman memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan CBR langsung. Perbedaan nilai tersebut menunjukkan bahwa tanah longsoran mengalami penurunan kekuatan yang cukup besar ketika dalam kondisi jenuh air.

3. CBR Laboratorium

Berikut adalah data-data hasil pengujian CBR Laboratorium tanah longsoran:

Tabel 2 Hasil Pengujian CBR Langsung

Uraian	CBR Langsung (%)	Nilai CBR Rata - Rata (%)
Tanah longsoran	11.93	11.93

Tabel 3 Hasil Pengujian CBR Rendaman

Uraian	CBR Rendaman (%)	Nilai CBR Rata - Rata (%)
Tanah longsoran	4.90	4.90

4. Daya Dukung Tanah Longsoran Dengan Penambahan Styrofoam dan Semen

Berdasarkan data dari tabel 04 dan 05 kenaikan/penurunan nilai CBR (California Bearing Ratio) terlihat bahwa stabilisasi tanah longsoran menggunakan kombinasi semen (10%) dan Styrofoam menghasilkan nilai CBR yang sangat bervariasi. Secara umum, penambahan Styrofoam yang lebih rendah (0,5%) menunjukkan hasil yang optimal dengan nilai CBR Langsung Peningkatan sebesar 26,17% dan nilai CBR Rendaman memiliki nilai lebih tinggi dari nilai CBR langsung yang mencapai 68,33%. Hasil ini menunjukkan bahwa campuran tersebut memiliki kekuatan dan daya dukung yang sangat baik, terutama setelah direndam.

Namun, peningkatan persentase Styrofoam menjadi 1% dan 1,5% secara drastis menurunkan nilai CBR Langsung, bahkan menghasilkan nilai negatif (-10,59%) pada campuran dengan 1,5% Styrofoam.

Tabel 4. Hasil Pengujian CBR Langsung Tanah Longsoran dengan Penambahan Styrofoam dan Semen

Uraian	CBR Langsung (%)	Nilai CBR Rata - Rata (%)
Tanah Longsoran + Semen 10% + Styrofoam 0,5% (Sampel 1)	20.00	26.17
Tanah Longsoran + Semen 10% + Styrofoam 0,5% (Sampel 2)	32.33	
Tanah Longsoran + Semen 10% + Styrofoam 1% (Sampel 1)	12.67	14.67
Tanah Longsoran + Semen 10% + Styrofoam 1% (Sampel 2)	16.67	
Tanah Longsoran + Semen 10% + Styrofoam 1,5% (Sampel 1)	11.33	10.67
Tanah Longsoran + Semen 10% + Styrofoam 1,5% (Sampel 2)	10.00	

Tabel 5. Hasil Pengujian CBR Rendaman Tanah Longsoran dengan Penambahan Styrofoam dan Semen.

Uraian	CBR Rendaman (%)	Nilai CBR Rata - Rata (%)
Tanah Longsoran + Semen 10% + Styrofoam 0,5% (Sampel 1)	66.67	68.33
Tanah Longsoran + Semen 10% + Styrofoam 0,5% (Sampel 2)	70.00	
Tanah Longsoran + Semen 10% + Styrofoam 1% (Sampel 1)	31.00	29.67
Tanah Longsoran + Semen 10% + Styrofoam 1% (Sampel 2)	28.33	
Tanah Longsoran + Semen 10% + Styrofoam 1,5% (Sampel 1)	45.67	29.33
Tanah Longsoran + Semen 10% + Styrofoam 1,5% (Sampel 2)	13.00	



Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian CBR Langsung dan Rendaman

Dari hasil pengujian CBR maka di dapatkan nilai peningkatan/penurunan nilai CBR Langsung dan CBR Rendaman sebagai berikut :

Tabel 6. Hasil Peningkatan/Penurunan Pengujian CBR Rendaman.

Uraian	CBR Langsung (%)	peningkatan/penurunan CBR langsung (%)
Tanah Longsoran + Semen 10%+ Styrofoam 0,5%	26.17	119.34
Tanah Longsoran+ Semen 10% + Styrofoam 1%	14.67	22.94
Tanah Longsoran+ Semen 10% + Styrofoam 1,5%	10.67	-10.59

Tabel 7. Hasil Peningkatan/Penurunan Pengujian CBR Rendaman

Uraian	CBR Rendaman (%)	peningkatan/penurunan CBR Rendaman (%)
Tanah Longsoran + Semen 10% + Styrofoam 0,5%	68.33	1294.56
Tanah Longsoran + Semen 10% + Styrofoam 1%	29.67	505.44
Tanah Longsoran + Semen 10% + Styrofoam 1,5%	29.33	498.64

Dari hasil pengujian pada tabel terlihat bahwa penambahan semen 10% dan styrofoam pada tanah longsor memberikan peningkatan nilai CBR yang cukup besar, terutama pada kondisi rendaman. Pada CBR rendaman, campuran semen 10% + styrofoam 0,5% menunjukkan peningkatan tertinggi yaitu 1294,56% dibandingkan tanah longsor tanpa bahan tambah. Sementara itu, campuran dengan styrofoam 1% dan 1,5% juga mengalami peningkatan, tetapi nilainya lebih kecil. Untuk CBR langsung, peningkatan terbesar juga terjadi pada campuran semen 10% + styrofoam 0,5% dengan kenaikan 119,34%. Sedangkan pada campuran dengan styrofoam 1,5%, nilai CBR justru menurun sebesar -10,59%.

KESIMPULAN

1. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan hasil karakteristik tanah longsor yang diuji diperoleh nilai analisa saringan yang lolos saringan no 200 = 86,520% dan nilai LL = 36,80% PL = 21,670% PI = 12,264% setelah di klasifikasi tanah USCS di peroleh jenis tanah CL (Lempung dengan nilai plastisitas rendah) pada klasifikasi AASHTO termasuk jenis tanah A-6 (tanah berlempung sedang sampai buruk).
2. Hasil daya dukung tanah longsor diperoleh nilai CBR Rendaman memiliki nilai sebesar 4,90% dan nilai CBR Langsung sebesar 11,93%.
3. Semua nilai CBR rendam untuk tanah longsor stabilisasi dengan semen+styrofoam menjadi meningkat. Nilai CBR rendaman yang tertinggi pada tanah longsor yang distabilisasi dengan semen dan styrofoam adalah yang menggunakan semen 10% dan styrofoam 0,5% yaitu nilai CBR rendamnya sebesar = 68,33% atau meningkat sebesar 1.294,56% terhadap tanah longsor. Dari hasil pengujian daya dukung tanah (CBR) yang diperoleh, baik nilai CBR rendaman maupun CBR langsung maka tanah longsor yang distabilisasi dengan semen + styrofoam dapat digunakan sebagai material subgrade dimana syarat CBR rendamnya diatas $\geq 6\%$ dan CBR langsung $\geq 10\%$.
4. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin bertambahnya persentase *styrofoam* maka nilai CBR yang diperoleh semakin turun.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bowles, J. E. 1984. Sifat-Sifat Fisis Dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah) Jilid 1. Erlangga. Jakarta. Bowles, J. E. 1991.
2. (Sni) Nomor 15-2049-2004. Standar Nasional Indonesia Semen Portland Ics 91.100.10 Badan Standardisasi Nasional.
3. Budi Styo Gogot Tjakrakusuma A, Akbar Maulana. Stabilisasi Tanah Merauke-Papua Dengan Menggunakan Semen [Internet]. 2019 Feb [Cited 2025 Jan 26]. Available From: <https://Publication.Petra.Ac.Id/Index.Php/Teknik-Sipil/Article/View/9375/0>
4. Dharma Giri Ib, Ketut Sudarsana I, Agustiningsih Dnlpe. Kuat Tarik Belah Dan Lentur Beton Dengan Penambahan Styrofoam (Styrocon). Vol. 12, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil. 2008.
5. Indriani A.M Islam Kalimantan Mab U, Penambahan Semen Dan Styrofoam Terhadap Nilai Kepadatan Dan Proctor Tanah Lempung, Utomo G, P Rm, P Sa, N J Zf, Et Al. Pengaruh Penambahan Semen Dan Styrofoam Terhadap Nilai Kepadatan Dan Proctor Tanah Lempung. 2024.

6. Yuli Andriana T., et al. (2023). Studi Stabilisasi Tanah dengan Menggunakan Campuran Styrofoam dan Abu Sekam Padi.
7. Lekhsmana Daca Arditya. Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Semen Dan Aspal Emulsi Terhadap Subgrade Perkerasan Jalan. 2020.
8. Yusuf, H., Pallu, M. S., Samang, L., & Tjaronge, M. W. (2012). Pengaruh peningkatan kekuatan sedimen hasil pengerukan Sungai Jenebrang dengan stabilisasi semen sebagai bahan bangunan alternatif [Improvement strength influence of sediment dredging the River Jenebrang with cement stabilization as an alternative building materials]. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 7(8–12), 501–506.
9. Nursamiah, N., Hanapi, I. M., & Fattah, A. A. (2020). Stabilisasi tanah galian waduk Nipa-Nipa dengan menggunakan Portland cement. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat 2020*, 64–70. ISBN 978-602-60766-9-4.
10. Pedoman Bina Marga 2017. 2017;

