

PERBAIKAN TANAH LUNAK MENGGUNAKAN EPS GEOFOAM SEBAGAI PENGGANTI MATERIAL TIMBUNAN

SALSABILLA SUSDEVANI¹, IMAM ASCHURI²

1Mahasiswa, Institut Teknologi Nasional Bandung, Bandung

2Dosen, Institut Teknologi Nasional Bandung, Bandung

Email : sabilsusdevani17@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan infrastruktur di Indonesia memerlukan metode perbaikan tanah yang efektif, khususnya pada tanah lunak dengan daya dukung rendah dan potensi penurunan tinggi. Salah satu material alternatif yang dapat digunakan adalah Expanded Polystyrene (EPS) geofoam. Penelitian ini mengkaji penerapan EPS geofoam pada pembangunan jalan hauling di area pertambangan Keramasan, Sumatra Selatan. Analisis dilakukan terhadap kombinasi tanah dan EPS geofoam 50% pada tinggi timbunan 10 m, dengan pemodelan menggunakan PLAXIS 3D. Parameter yang diamati meliputi penurunan tanah, waktu konsolidasi, dan nilai safety factor. Hasil menunjukkan bahwa penggunaan EPS geofoam mampu mereduksi penurunan tanah sebesar 66,26% serta mempercepat waktu konsolidasi hingga 70.56%. Selain itu, terjadi peningkatan safety factor sebesar 94,41%.

Kata kunci: Analisis Perbaikan Tanah, Tanah Lunak, Timbunan, EPS Geofoam, Penurunan, Stabilitas Timbunan, PLAXIS 3D.

ABSTRACT

Infrastructure development in Indonesia requires effective soil improvement methods, especially for soft soils with low bearing capacity and high subsidence potential. One alternative material that can be used is Expanded Polystyrene (EPS) geofoam. This study examines the application of EPS geofoam in the construction of haul roads in the Keramasan mining area, South Sumatra. An analysis was conducted on a combination of soil and 50% EPS geofoam at a fill height of 10 m, using PLAXIS 3D modeling. The parameters observed included soil settlement, consolidation time, and safety factor values. The results showed that the use of EPS geofoam was able to reduce soil settlement by 66.26% and accelerate consolidation time by up to 70.56%. In addition, there was a 94.41% increase in the safety factor.

Keywords: Soil Improvement Analysis, Soft Soil, Embankment, EPS Geofoam,

Subsidence, Embankment Stability, PLAXIS 3D.

1. PENDAHULUAN

Sektor pertambangan memberikan kontribusi signifikan terhadap perekonomian nasional maupun daerah, dan keberhasilan operasionalnya sangat bergantung pada infrastruktur penunjang seperti jalan hauling. Jalan hauling berfungsi sebagai jalur utama pengangkutan material tambang, namun sering kali menghadapi tantangan kondisi tanah dasar yang lunak dan memiliki daya dukung rendah. Hal ini ditemukan pada proyek pembangunan Terminal Batu Bara Keramasan di Sumatera Selatan, di mana terdapat lapisan tanah lunak sedalam 12 meter. Tanah lunak berpotensi menyebabkan penurunan besar dan memperpanjang waktu konstruksi akibat proses konsolidasi yang lama. Salah satu solusi yang kini banyak digunakan adalah material timbunan ringan seperti EPS (Expanded Polystyrene) geofoam, yang memiliki berat jenis rendah dan mampu mengurangi tekanan terhadap tanah dasar, serta mempercepat waktu konstruksi. EPS geofoam juga dapat dikombinasikan dengan tanah untuk meningkatkan efisiensi konstruksi. Penelitian ini menggunakan Plaxis 3D untuk menganalisis pengaruh konfigurasi kombinasi tanah dan EPS geofoam terhadap penurunan tanah, waktu konsolidasi, dan nilai safety factor (SF).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan pendekatan numerik berbasis metode elemen hingga menggunakan PLAXIS 3D. Data tanah diperoleh dari uji Standard Penetration Test (SPT) pada lokasi pembangunan Terminal Batu Bara Keramasan, Sumatera Selatan, dengan kondisi tanah lunak hingga kedalaman 12 m.

Variasi pemodelan meliputi:

1. Timbunan tanah murni setinggi 10 m.
2. Timbunan kombinasi tanah dan EPS geofoam dengan proporsi 50% ketinggian 10 m.
3. Pembebanan lalu lintas sebesar 15 kPa sesuai SNI 8460:2017.

Output yang dianalisis adalah:

1. Penurunan tanah
2. Waktu konsolidasi
3. Nilai safety factor (SF)

3. PARAMETER TANAH DAN ANALISIS

3.1 Data Tanah

Dalam penelitian Tugas Akhir ini menggunakan data yang diperoleh dari pengujian dilapangan dengan metode SPT (*Standard Penetration Test*) dan dihasilkan yaitu *Boring Log*. Berdasarkan data *Boring Log* yang di tinjau, maka dapat menentukan lapisan tanah di area tersebut. Dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 1. Klasifikasi Tanah

Titik Bor	Kedalaman (m)	N-SPT	N-SPT Rata-Rata	Jenis Lapisan
BH-06	0 - 2	2	3	Soft
	2 -4	2		
	4-6	3		
	6-8	3		
	8-10	8	9	Firm
	10-12	10		
	12-14	15		
	14-16	20		
	16-18	10	15	Medium Dense
	18-20	15		
	20-22	11		
	22-24	18		
	24-26	26	26	Medium Dense
	26-28	29		
	28-30	25		
	30-32	25		
	32-34	21	48	Hard
	34-36	27		
	36-40	48		
	40-42	44		
	42-44	50		
	44-46	50		

3.2 Parameter Tanah

Data parameter tanah merupakan data yang digunakan pada pemodelan perbaikan tanah lunak. Data parameter tanah ini berisikan informasi tentang jenis tanah, lapisan tanah, kedalaman tanah, dan elevasi muka air tanah yang akan dimodelkan pada PLAXIS 3D dapat dilihat pada Tabel 4.2. dibawah ini.

Tabel 2. Parameter Tanah

Parameter Tanah	Clay 1	Silty Sand	Quartz Sand 1	Quartz Sand 2	Clay 2	Timbunan	Unit
	Hardening Soil	Hardening Soil	Hardening Soil	Hardening Soil	Hardening Soil	Mohr Coulomb	-
Kedalaman	0-8	8-12	12-24	24-36	36-46	-	-
Klasifikasi Tanah	Soft	Firm	Med Dense	Med Dense	Hard	Sand	-
Type	Undrained A	Undrained A	Drained	Drained	Undrained A	Drained	-
N-SPT	3	9	15	26	48	-	-
γ_{sat}	12	17	19	21	19	16	(kN/m^3)
γ_{sat}	13	18	20	22	20	17	(kN/m^3)
E'	4000	11000	13000	25000	48000	30000	(kN/m^2)
$E_{50\text{ ref}}$	4000	11000	13000	25000	48000	30000	(kN/m^2)
$E_{oed\text{ ref}}$	3200	8800	10400	27170	27171	-	(kN/m^2)
$E_{ur\text{ ref}}$	12000	33000	39000	75000	144000	-	(kN/m^2)
Power	1	1	0.5	0.5	1	0.5	m
e	2.5	0.4	0.45	0.45	0.6	0.45	-
K_x	0.000864	0.00864	0.864	8.64	0.000864	0.864	m/day
K_y	0.000864	0.00864	0.864	8.64	0.000864	0.864	m/day
K_z	0.000864	0.00864	0.864	8.64	0.000864	0.864	m/day
c'	17	19	0	0	50	5	(kN/m^2)
v	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	-
ϕ	23.00	25.00	36.00	38.00	25.00	35	-
ψ	0	0	6	8	0	5	-

3.3 Parameter Geofoam

Pada penelitian ini data parameter EPS *geofoam* yang dimodelkan menggunakan soil model Mohr Coulomb. Dimana data EPS *geofoam* ini didapatkan dari jurnal Amit Harihar Padade, J. N. Mandal. 2012 yang membahas tentang perilaku dibawah pembebanan triaxial, didapat nilai EPS *geofoam* dilihat pada Tabel 4.3. dibawah ini.

Tabel 3. Parameter Eps Geofoam (J. N. Mandal, 2012)

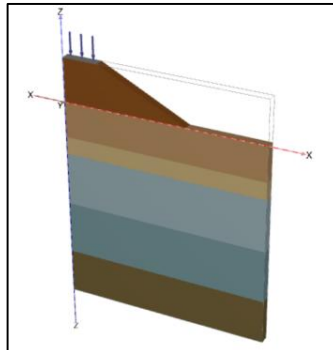
Parameter EPS Geofoam	EPS 15	Unit
	Mohr Coulomb	-
γ geofoam	0.15	(kN/m^3)
c'	33.75	(kN/m^2)
ϕ	1.5	°
E	2400	(kN/m^2)
ν	0.1	-

3.4 Nilai Standar

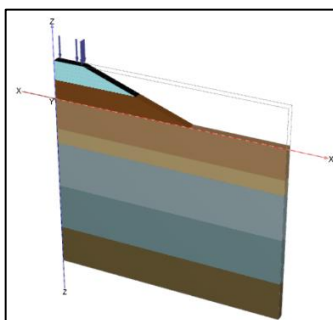
Pada penelitian ini menggunakan standar SNI 8460:2017 dimana nilai SF minimum untuk stabilitas lereng adalah 1,5 dan untuk penurunan dan waktu penurunan tanah adalah 10 cm dalam 10 tahun. Hal ini menjadi acuan untuk melihat apakah kombinasi material EPS Geofoam dan material tanah pada timbunan dapat memenuhi syarat atau tidak.

3.5 Pemodelan

Pada penelitian ini dilakukan pemodelan pada PLAXIS 3D dengan variasi tinggi timbunan 10 meter menggunakan kombinasi material EPS Geofoam dan material tanah. Pemodelan dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 1. Pemodelan 10 m material tanah



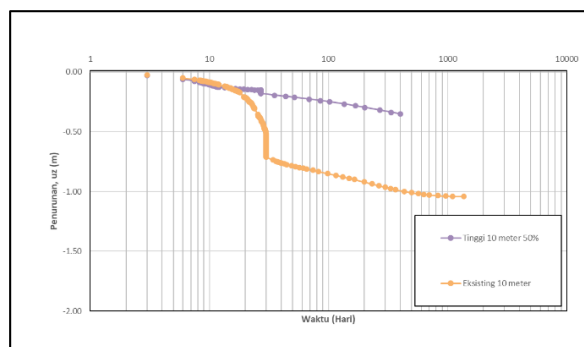
Gambar 2. Pemodelan 10 m 50% material tanah 50% material EPS Geofoam

3.6 Hasil Analisis

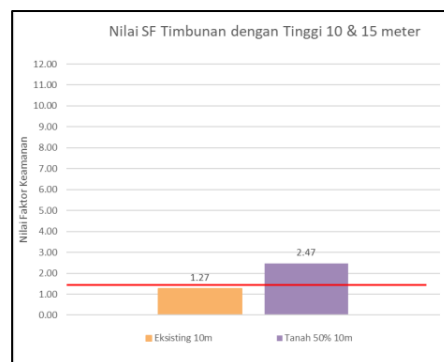
berdasarkan hasil analisis didapatkan bahawa kombinasi timbunan dengan material tanah dan eps geofoam mampu mereduksi penurunan dan menaikkan nilai SF tanah secara signifikan, hal ini dapat dilihat pada tabel perbandingan dibawah ini.

Model	Material Timbunan	Tinggi Timbunan	Waktu	Penurunan	SF	Reduksi Penurunan	Reduksi Waktu	Kenaikan Nilai SF
	-	m	Day	m	-	%	%	%
1	Tanah 100%	10	1368.36	1.04	1.27	-	-	-
2	Tanah 50% & EPS Geofoam 50%	10	402.83	0.35	2.47	66.26	70.56	94.41

Gambar 3. Hasil Analisis Pemodelan



Gambar 4. Penurunan dan Waktu Penurunan



Gambar 5. Nilai Safety Factor

Hasil analisis menunjukkan untuk timbunan menggunakan material tanah 100% mengalami penurunan sebesar 1.04 m dan waktu penurunan 1368 hari, dan untuk stabilitas lereng mendapatkan nilai sebesar 1,27. Pada penelitian ini melakukan perbaikan tanah menggunakan kombinasi EPS Geofoam 50% dan material tanah 50%, dimana pada hasil penelitian didapatkan penurunan sebesar 0.35 m dan waktu penurunan 402 hari, serta nilai safety factor 2,47. Hal ini menunjukkan perbaikan tanah menggunakan EPS geofoam dengan berat yang ringan mampu mereduksi penurunan sebesar 66,26% serta mereduksi waktu penurunan sebesar 70,56%, selain itu karena memiliki karakteristik yang kaku material EPS geofoam mampu menaikkan nilai safety factor sebesar 94,41%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang didapatkan bahwa kombinasi timbunan material tanah dan eps geofoam ini mampu mereduksi penurunan dan waktu penurunan tanah secara signifikan serta menaikkan nilai SF, hal ini dipengaruhi oleh sifat EPS geofoam yang kaku dan ringan sehingga tanah lebih sedikit menerima beban yang bekerja di atasnya, sehingga penyebaran beban yang terjadi tidak tersalurkan semua ke dalam tanah atau tertahan pada EPS geofoam. Berdasarkan hasil penelitian membuktikan perbaikan tanah menggunakan EPS geofoam sebagai pengganti material timbunan mampu menyelesaikan persoalan yang terjadi pada tanah lunak.

DAFTAR PUSTAKA

- Ameratunga, J., Sivakugan, N., & Das, B. M. (2016). *Correlations of Soil and Rock Properties in Geotechnical Engineering*. <http://www.springer.com/series/13410>.
- Das, B. M. (2008). *Advanced Soils Mechanics Third Edition*. London : Taylor & Francis 270 Madison.
- Gunawan, A. (2020). Geofoam: A potential for Indonesia's soil problem. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 426(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/426/1/012004>.
- Han, J. (1964). *Principles and Practice of Ground Improvement* (2015th ed., Vol. 01). Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey Published simultaneously in Canada No.
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, D. J. B. M. (2023). *Spesifikasi Khusus Interm (SKh.1.3.24) Expanded Polystyrene (EPS) Geofoam*. 2013(021), 1–21.
- Kevin, P. (2023). Lightweight Embankment: Performance Comparison of Geofoam and Mortar Busa for Settlement Reduction and Stabilization of Embankment over Soft Soil. *27th Annual National Conference on Geotechnical Engineering, November*, 296–302. <https://www.researchgate.net/publication/376455524>.
- Look, B. G. (2007). *Handbook of geotechnical investigation and design tables* (2007 Taylo, Vol. 01). Taylor & Francis/Balkema. www.balkema.nl, www.taylorandfrancis.co.uk, www.crcpress.com%0ALibrary.
- Padade, A. H., & Mandal, J. N. (2012). Behavior of expanded polystyrene (EPS) geofoam under triaxial loading conditions. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, 17 (September 2012), 2542–2553.
- Standarisasi Nasional Indonesia, 8460:2017. (2017). *Persyaratan Perancangan Geoteknik*. Jakarta: Badan Standar Nasional