

ANALISIS KINERJA *EXPANDED POLYSTYRENE (EPS) GEOFOAM* SEBAGAI MATERIAL TIMBUNAN

Andrawan^{1*}, Aniek Prihatiningsih¹, James. W², dan Albert Johan²

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta

²PT Jagat Lagang Santanu, Jakarta

*andrawan.325210014@stu.untar.ac.id

Masuk: 14-10-2024, revisi: 10-02-2025, diterima untuk diterbitkan: 10-04-2025

ABSTRACT

Expanded Polystyrene (EPS) Geofoam is a geosynthetic material that has a light weight but remains strong. This advantage makes it a popular alternative choice in many countries. This research focuses on the utilization of EPS geofoam to improve slope stability, with analysis conducted using Plaxis 2D software. The case study was taken from a slope in West Java that is prone to ground movement. The data analyzed included slope subgrade characteristics, EPS geofoam, and soil backfill as a parameter for comparison of EPS geofoam effectiveness. Slope protection was performed using a retaining wall structure, and analysis was performed on the backfill material consisting of soil and EPS geofoam. The analysis showed that EPS geofoam can improve slope stability as a result of higher factor of safety values compared to the use of soil fill. In addition, the use of EPS geofoam can also reduce the need for additional reinforcement in the retaining wall structure. These findings indicate that the use of EPS geofoam as backfill material can reduce the risk of landslides and speed up the construction time for slope protection.

Keywords: Expanded Polystyrene (EPS) Geofoam; Slope Stability; Retaining Wall; Plaxis 2D

ABSTRAK

Expanded Polystyrene (EPS) Geofoam adalah material geosintetik yang memiliki berat ringan namun tetap kuat. Keunggulan ini menjadikannya pilihan alternatif yang populer di berbagai negara. Penelitian ini berfokus pada pemanfaatan EPS geofoam untuk meningkatkan stabilitas lereng, dengan analisis yang dilakukan menggunakan software Plaxis 2D. Studi kasus diambil dari lereng di Jawa Barat yang rentan terhadap pergerakan tanah. Data yang dianalisis mencakup karakteristik tanah dasar lereng, EPS geofoam, dan timbunan tanah sebagai parameter perbandingan efektivitas EPS geofoam. Proteksi lereng dilakukan dengan menggunakan struktur dinding penahan tanah, dan analisis dilakukan terhadap material penimbun yang terdiri dari tanah dan EPS geofoam. Hasil analisis menunjukkan bahwa EPS geofoam dapat meningkatkan stabilitas lereng hasil dari nilai faktor keamanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan timbunan tanah. Selain itu, penggunaan EPS geofoam juga dapat mengurangi kebutuhan perkuatan tambahan pada struktur dinding penahan tanah. Temuan ini mengindikasikan bahwa penggunaan EPS geofoam sebagai material timbunan dapat mengurangi risiko longsoran dan mempercepat waktu konstruksi untuk perlindungan lereng.

Kata kunci: Expanded Polystyrene (EPS) Geofoam; Stabilitas Lereng; Dinding Penahan Tanah; Plaxis 2D

1. PENDAHULUAN

Stabilitas lereng sangat penting terutama di daerah yang rawan longsor, di mana risiko dapat dipicu oleh faktor geologis, cuaca, dan aktivitas manusia. Untuk meningkatkan kestabilan lereng, penggunaan material alternatif seperti *Expanded Polystyrene (EPS) Geofoam* mulai mendapat perhatian dalam konstruksi. *EPS geofoam* adalah material berbasis busa termoplastik sel tertutup yang terbuat dari polistirena, dengan berat kurang dari satu persen dari berat tanah, menjadikannya material pengisi yang sangat ringan (Febriansya et al., 2024).

Pemanfaatan *EPS geofoam* diharapkan dapat mengurangi risiko keruntuhan lereng dengan memberikan beban yang lebih ringan, sehingga mengoptimalkan distribusi tekanan dan mengurangi deformasi tanah. Oleh karena itu, analisis kinerja *EPS geofoam* sebagai alternatif material timbunan sangat penting untuk memahami pengaruhnya terhadap stabilitas lereng. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan menganalisis efektifitas *EPS geofoam* dalam meningkatkan stabilitas lereng dibandingkan dengan material timbunan tanah.

Studi kasus akan dilakukan di sebuah lereng di Jawa Barat yang rentan terhadap longsor, proteksi lereng dilakukan dengan menggunakan struktur dinding penahan tanah. Pada tahap awal, lereng akan dibentuk ulang dengan kemiringan 1V:1H untuk dibangun struktur dinding penahan tanah. Untuk mengembalikan lahan ke kondisi semula

akan dilakukan penimbunan. Dalam analisis penimbunan akan menggunakan dua jenis material yaitu timbunan tanah dan EPS *geofom*. Stabilitas lereng akan dianalisis menggunakan *software Plaxis 2D* untuk membandingkan nilai faktor keamanan dan mengevaluasi perbedaan pengaruh kedua material terhadap stabilitas lereng.

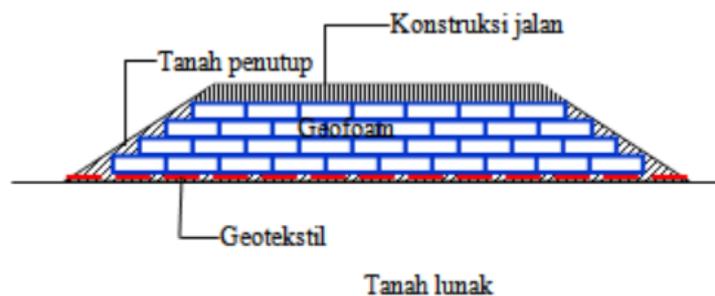
Material *Expanded Polystyrene (EPS) Geofom*

Expanded Polystyrene (EPS) Geofom adalah material inovatif yang berbasis busa termoplastik sel tertutup, terbuat dari polistirena melalui proses ekspansi. Proses pembuatannya dimulai dengan butir-butir resin berukuran kurang dari 3 mm yang mengandung zat pengembang, seperti pentanes atau butanes, yang sekitar 5% dari berat butir resin. Material ini harus ditambahkan dengan aditif penghambat kebakaran (Hidayat dan Suhendra, 2011). Meskipun bentuknya beragam, bentuk yang paling umum digunakan adalah balok, yang dapat dipasang dan disusun dengan mudah (Anfifa et al., 2023). Pada gambar 1 merupakan contoh bentuk dari material EPS *geofom*. Salah satu keunggulan utama dari EPS *geofom* adalah kemampuannya untuk didaur ulang tanpa memerlukan proses kimia, menjadikannya ramah lingkungan. Walaupun harganya relatif mahal, bobotnya yang sangat ringan serta kemudahan pemasangan membuat EPS *geofom* menjadi pilihan menarik dibandingkan material konvensional (Faishol et al., 2024).



Gambar 1. Bentuk material EPS *geofom* (Geofom Research Center, 2011)

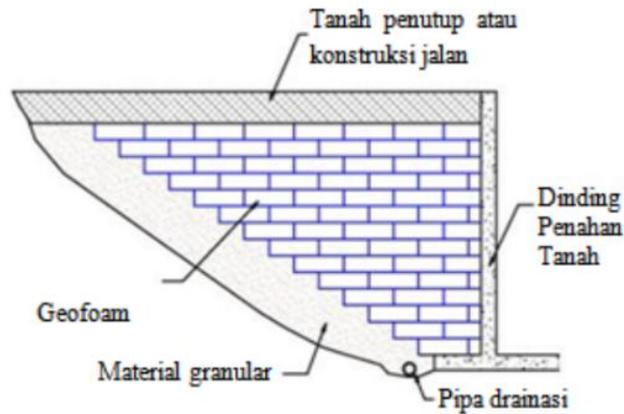
Dalam bidang konstruksi, EPS *geofom* memiliki berbagai aplikasi, seperti untuk timbunan jalan (gambar 2 dan 3) serta timbunan di belakang abutment jembatan (gambar 4). Penggunaan material ini sangat krusial dalam penanganan lereng, terutama untuk mencegah terjadinya longsor. Salah satu faktor penyebab longsor adalah timbunan yang terlalu berat untuk diterima oleh tanah timbunan atau tanah dasar. Dengan berat yang rendah, EPS *geofom* dapat membantu mengurangi risiko keruntuhan lereng.



Gambar 2. Aplikasi EPS *geofom* pada timbunan jalan (Geofom Research Center, 2011)



Gambar 3. Aplikasi EPS *geof foam* proyek Jalan Tol Cisumdawu (Tempo, 2023)



Gambar 4. Aplikasi EPS *geof foam* sebagai material timbunan DPT (*Geofoam Research Center*, 2011)

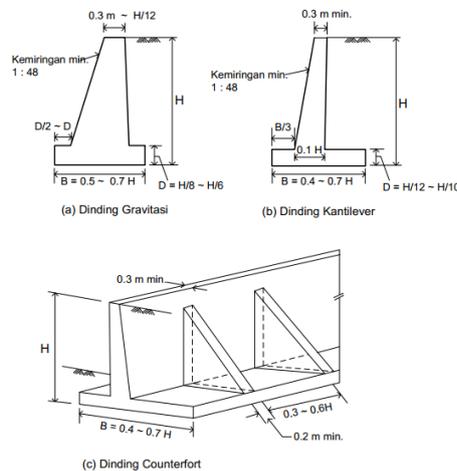
Menurut metode pengujian ASTM D 2126, desain EPS *geof foam* direkomendasikan untuk tidak melebihi 1% dari kapasitas resistensi tekan yang ditetapkan. Batasan ini bertujuan untuk mengontrol defleksi jangka panjang yang mungkin terjadi akibat beban yang terus menerus. Di Indonesia, spesifikasi EPS *geof foam* telah diatur oleh Direktorat Jenderal Bina Marga melalui spesifikasi khusus interim sKh. 1.3.24, yang mencakup berbagai persyaratan dan prosedur pekerjaan teknis. Tabel 1 menunjukkan sifat-sifat EPS *geof foam* sesuai dengan sKh. 1.3.24.

Tabel 1. Sifat-sifat EPS *geof foam* (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024)

Parameter	Metode Pengujian	EPS15	EPS 19	EPS22	EPS29	EPS39	EPS46
Densitas, min., (kg/m ³)	ASTM D 1622	14,4	18,4	21,6	28,8	38,4	45,7
Kuat tekan, min., (kPa) pada deformasi 1%	ASTM D 1621	25,0	40,0	50,0	75,0	103,0	128,0
Kuat tekan, min., (kPa) pada deformasi 5%	ASTM D 1621	55,0	90,0	115,0	170,0	241,0	300,0
Kuat tekan, min., (kPa) pada deformasi 10%	ASTM D 1621	70,0	110,0	135,0	200,0	276,0	345,0
Kuat lentur, min., (kPa)	ASTM C 203	172,0	207,0	240,0	345,0	414,0	517,0
Indeks oksigen, min., (% volume)	ASTM D 2863	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0

Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah adalah struktur yang dirancang untuk menahan tekanan lateral dari tanah di belakangnya. Struktur ini sering digunakan dalam proyek infrastruktur, seperti jalan, jembatan, dan bangunan dengan perbedaan elevasi. Dalam perencanaannya, kriteria dan dimensi dinding penahan tanah mengacu pada SNI 8460:2017. Terdapat tiga tipe dinding penahan tanah, yaitu dinding gravitasi, dinding kantilever, dan dinding *counterfort*. Gambar 5 menunjukkan kriteria dimensi tipikal untuk masing-masing jenis dinding tersebut.



Gambar 5. Dimensi tipikal dinding penahan tanah (SNI 8460:2017)

Dalam SNI 8460:2017, terdapat kriteria desain yang mengatur nilai faktor keamanan pada dinding penahan tanah. Kriteria ini bertujuan untuk memastikan stabilitas dan keamanan struktur, sehingga dapat menahan beban yang diterima dengan baik. Informasi lebih lengkap mengenai nilai faktor keamanan tersebut disajikan dalam Tabel 2, yang berisi pedoman desain sesuai dengan standar yang berlaku.

Tabel 2. Nilai faktor keamanan dinding penahan tanah (SNI 8460:2017)

Faktor Keamanan	Kriteria
Guling	2
Lateral	1.5
Daya dukung tanah	2.5

Keamanan Stabilitas Lereng

Faktor keamanan lereng merupakan hasil analisis yang digunakan untuk menilai tingkat keamanan sebuah lereng terhadap risiko longsor. Indikator yang digunakan adalah nilai faktor keamanan, yang bertujuan untuk memastikan perhitungan yang aman (Wijaya et al., 2023). Nilai ini dapat mengacu pada SNI 8460:2017 yang terdapat dalam Tabel 3, atau merujuk pada Bowles (1989) yang terdapat dalam Tabel 4.

Tabel 3. Nilai faktor keamanan untuk lereng tanah (SNI 8460:2017)

Biaya dan konsekuensi dari kegagalan lereng	Tingkat ketidakpastian kondisi analisis	
	Rendah	Tinggi
Biaya perbaikan sebanding dengan biaya tambahan untuk merancang lereng yang lebih konservatif	1,25	1,5
Biaya perbaikan lebih besar dari biaya tambahan untuk merancang lereng yang lebih konservatif	1,5	2,0 atau lebih

Tabel 4. Hubungan faktor keamanan dengan intensitas longsor (Bowles, 1989)

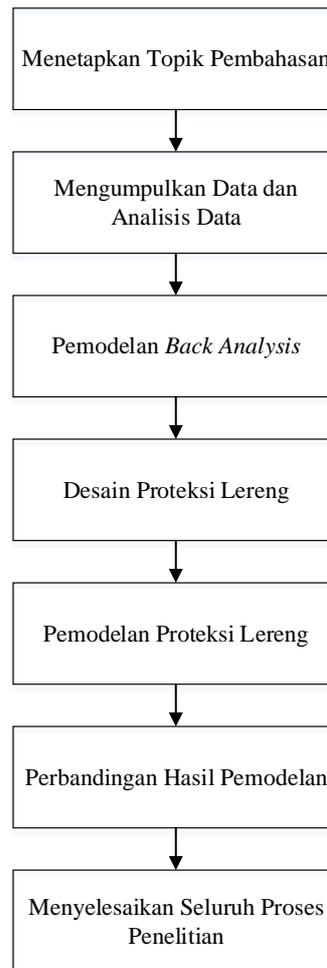
Nilai Faktor Keamanan	Kejadian/intensitas longsor	
$< 1,07$	Longsor terjadi biasa/sering	Lereng Stabil
$1,07 < F < 1,25$	Longsor pernah terjadi	Lereng kritis
$F > 1,25$	Longsor jarang terjadi	Lereng relatif stabil

Software Plaxis 2D

Plaxis 2D adalah *software* yang mengimplementasikan metode elemen hingga untuk mensimulasikan perilaku tanah, serta memungkinkan analisis deformasi dan keamanan struktur yang akan dibangun. *Software* ini memungkinkan pengembangan model yang akurat tentang kondisi tanah dan struktur, sehingga dapat mengidentifikasi potensi masalah yang mungkin muncul selama dan setelah proses konstruksi. *Plaxis 2D* juga mampu memodelkan material tanah baik yang bersifat *linear* elastik maupun *non-linear*, dengan mempertimbangkan interaksi antara tanah dan struktur (Setiawan et al. 2018).

2. METODE PENELITIAN

Bagian ini menjelaskan keseluruhan proses penelitian yang dilakukan dari awal hingga akhir dalam penulisan jurnal. Alur proses tersebut dapat dilihat pada diagram alir yang disajikan di bawah ini.



Gambar 6. Diagram alir proses penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pemodelan lereng menggunakan *software Plaxis 2D*. Dalam analisis ini, pemodelan lereng dikondisikan dalam dua kondisi, yaitu *undrained* dan *drained*, dengan kriteria *Mohr-Coulomb*.

Parameter Tanah

Dalam penelitian ini, digunakan tiga parameter data yaitu data tanah lereng, data tanah timbunan, dan data EPS *geofom*. Parameter tanah lereng diperoleh dari satu *bor log* dan empat data sondir, yang dapat dilihat di Tabel 5. Sementara itu, parameter tanah timbunan dilihat pada Tabel 6. Untuk material EPS *geofom*, tipe yang digunakan adalah EPS15, dengan parameternya dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 5. Parameter tanah lereng

Lapisan Tanah	Ketebalan (m)	Jenis Tanah	Tingkat Konsistensi	Nspt	γ (kN/m ³)		c' (kPa)	ϕ' (°)	E' (kN/m ²)
					unsat	sat			
1	4	Lempung	Sangat Lunak	4	14	15	2.4	23	3240
2	2	Lempung	Kaku	8	16	17	4.8	25	6240
3	14	Pasir	Sangat Padat	50	19	20	1	44	50000

Tabel 6. Parameter tanah timbunan

Jenis Tanah	γ (kN/m ³)		c' (kPa)	ϕ' (°)	E' (kN/m ²)
	unsat	sat			
Lempung	16	17	3.6	25	4680

Tabel 7. Parameter EPS *geofilm* (EPS15)

γ (kN/m ³)	E' (kN/m ²)
0,22	2500

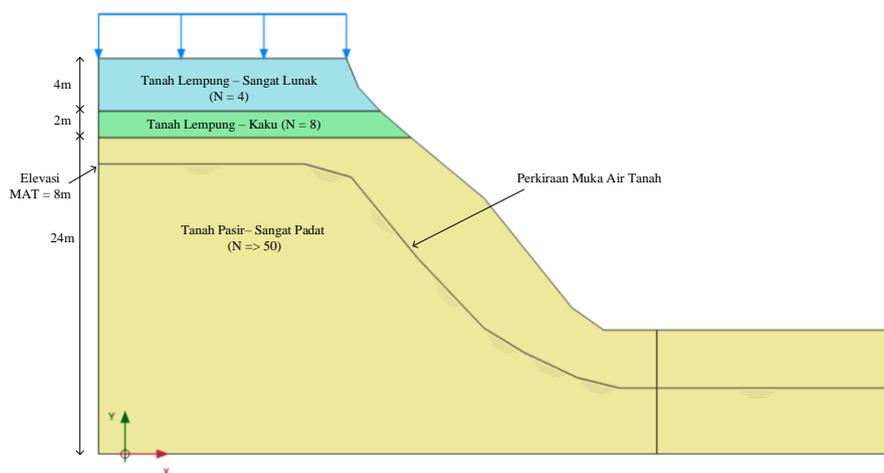
Pemodelan *Back Analysis*

Pemodelan *back analysis* diperlukan untuk mengidentifikasi bidang gelincir sebelum menerapkan proteksi pada lereng. Kontur lereng diambil dari data topografi wilayah tersebut, kemudian dibuat potongan pada topografi. Potongan ini difokuskan pada sisi lereng yang kritis, yaitu kontur yang curam dan rentan terhadap pergerakan tanah. Gambar 7 menunjukkan lokasi potongan A-A yang merupakan sisi lereng yang paling kritis.

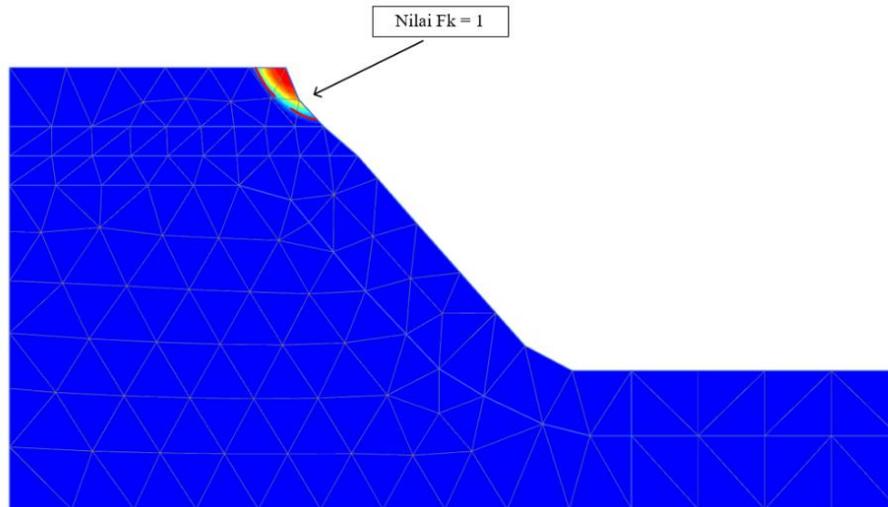


Gambar 7. Lokasi potongan A-A

Pemodelan kondisi eksisting dilakukan berdasarkan potongan kritis yang ditunjukkan dalam Gambar 7. Pemodelan ini dilakukan menggunakan *software Plaxis 2D*, seperti yang terlihat pada Gambar 8. Hasil *back analysis* terhadap kondisi eksisting dapat dilihat pada Gambar 9. Dari pemodelan tersebut, diperoleh nilai faktor keamanan sekitar 1.



Gambar 8. Pemodelan kondisi eksisting



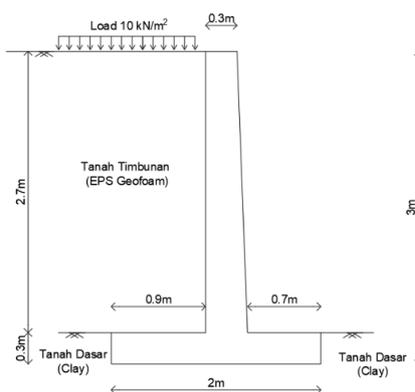
Gambar 9. Hasil analisis kondisi eksisting

Desain Proteksi Lereng

Setelah mengidentifikasi bidang gelincir dan area yang perlu diproteksi, langkah berikutnya adalah menentukan metode perlindungan lereng dari pergerakan tanah. Dari beberapa alternatif yang tersedia, dipilih konstruksi dinding penahan tanah. Pemilihan dinding penahan tanah dilakukan karena proses konstruksinya tidak memerlukan peralatan kompleks dan mampu mempertahankan bidang lahan yang diproteksinya.

Selama konstruksi, dilakukan penggalian lereng untuk membangun dinding penahan tanah, lalu dilakukan penimbunan untuk mengembalikan kontur tanah seperti semula. Penimbunan dilakukan menggunakan dua jenis material, yaitu timbunan tanah dan EPS *geofoam*. Analisis dilakukan untuk membandingkan pengaruh kedua material tersebut terhadap stabilitas lereng, yang diukur melalui nilai faktor keamanan.

Perencanaan dinding penahan tanah mengacu pada SNI 8460:2017, menggunakan beton sebagai material konstruksinya dengan tipe dinding kantilever. Dimensi dinding penahan tanah dapat dilihat pada Gambar 10. Selain dimensi, terdapat tiga kriteria faktor keamanan yang harus dipenuhi, yaitu stabilitas terhadap guling, kestabilan lateral, dan daya dukung tanah. Perhitungan daya dukung tanah dilakukan menggunakan metode Terzaghi. Hasil analisis faktor keamanan untuk material timbunan tanah ditampilkan pada Tabel 8, sedangkan untuk material timbunan EPS *geofoam* dapat dilihat pada Tabel 9.



Gambar 10. Dimensi dinding penahan tanah

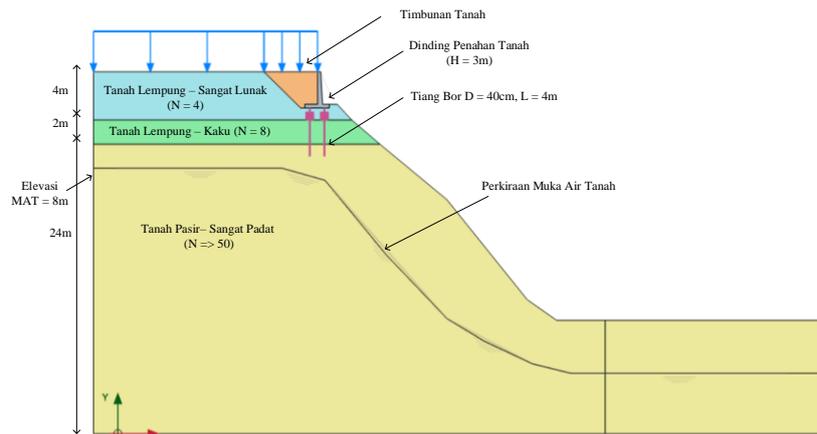
Tabel 8. Nilai faktor keamanan dinding penahan tanah dengan material timbunan tanah

Faktor kemanan	Hasil perhitungan	Kriteria	Status
Guling	2.54	2	Memenuhi
Lateral	0.85	1.5	Tidak memenuhi
Daya dukung tanah	2.54	2.5	Memenuhi

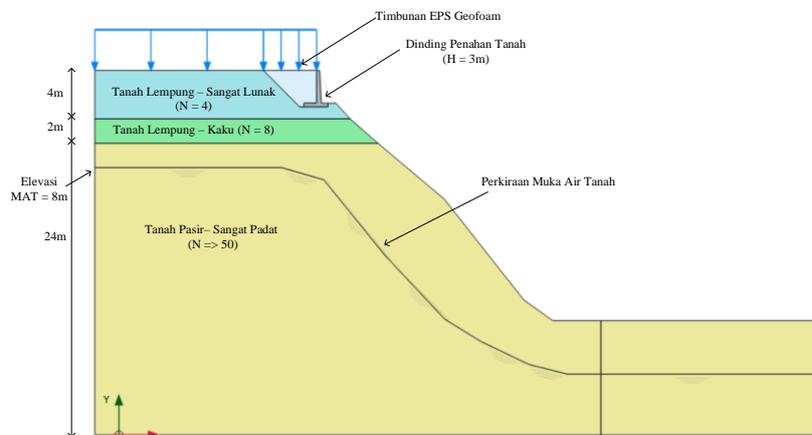
Tabel 9. Nilai faktor keamanan dinding penahan tanah dengan material timbunan EPS *geofoam*

Faktor keamanan	Hasil perhitungan	Kriteria	Status
Guling	3,73	2	Memenuhi
Lateral	1,55	1,5	Memenuhi
Daya dukung tanah	3,69	2,5	Memenuhi

Hasil analisis faktor keamanan menunjukkan bahwa dinding penahan tanah dengan timbunan tanah tidak memenuhi kriteria stabilitas lateral. Untuk mencegah kegagalan struktur, dilakukan perkuatan tambahan dengan memasang tiang bor berdiameter 40 cm dan kedalaman 4 meter, dengan jarak antar tiang sebesar 1,2 meter. Hasil pemodelan analisis untuk solusi ini dapat dilihat pada Gambar 11 dan 12.



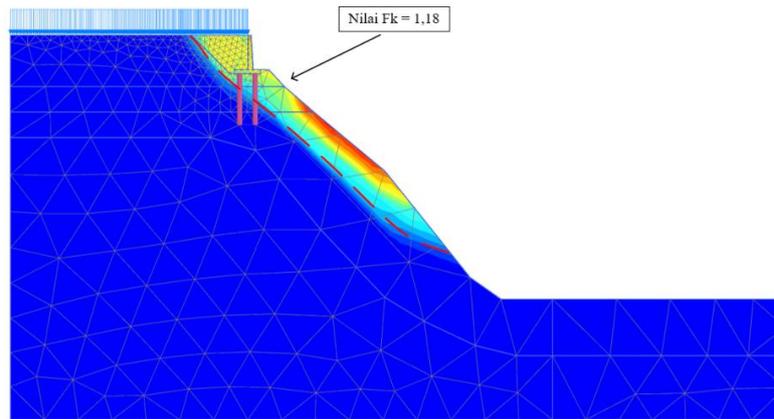
Gambar 11. Pemodelan proteksi lereng DPT dengan material timbunan tanah



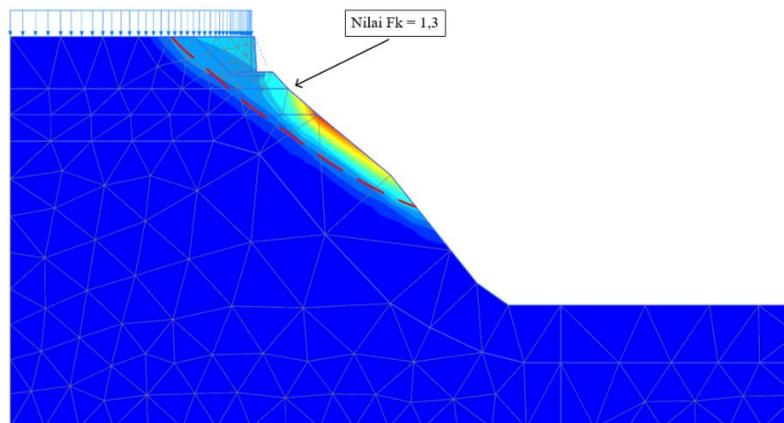
Gambar 12. Pemodelan proteksi lereng DPT dengan material timbunan EPS *geofoam*

Hasil Analisis Proteksi Lereng

Berdasarkan analisis dari pemodelan proteksi lereng yang dilakukan, diperoleh nilai faktor keamanan untuk masing-masing pemodelan. Untuk proteksi dinding penahan tanah dengan timbunan material tanah, nilai faktor keamanan yang didapatkan adalah 1,18 (Gambar 13). Sementara itu, untuk proteksi dinding penahan tanah dengan timbunan material EPS *geofoam*, nilai faktor keamanan yang diperoleh adalah 1,3 (Gambar 14). Nilai-nilai faktor keamanan ini merupakan rata-rata dari keseluruhan lereng dan tidak hanya berkaitan dengan nilai pada dinding penahan tanah.



Gambar 13. Hasil analisis proteksi lereng DPT dengan material timbunan tanah



Gambar 14. Hasil analisis proteksi lereng DPT dengan material timbunan EPS *geof foam*

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan signifikan dalam nilai faktor keamanan antara material timbunan tanah konvensional dan EPS *geof foam*, baik pada stabilitas bidang gelincir maupun dinding penahan tanah. Material timbunan tanah memiliki pengaruh besar terhadap stabilitas struktur, sedangkan penggunaan EPS *geof foam* memberikan solusi inovatif yang terbukti efektif dalam meningkatkan stabilitas lereng dan mengurangi beban terhadap dinding penahan tanah. Hal ini disebabkan oleh bobot ringan EPS *geof foam* yang mampu mengurangi beban pada struktur dinding penahan serta gaya lateral yang bekerja. Keunggulan tersebut tidak hanya meningkatkan faktor keamanan, tetapi juga menghilangkan kebutuhan perkuatan tambahan, sehingga memberikan efisiensi waktu dan penghematan biaya konstruksi. Nilai faktor keamanan dari masing-masing skenario pemodelan dapat dilihat pada Tabel 10 dan Tabel 11.

Tabel 10. Ringkasan nilai faktor keamanan lereng

Kondisi Lereng	Nilai Faktor Keamanan
Kondisi eksisting	1
Proteksi DPT (material timbunan tanah)	1,18
Proteksi DPT (material timbunan EPS <i>geof foam</i>)	1,3

Tabel 11. Ringkasan nilai faktor keamanan dinding penahan tanah

Kondisi Dinding Penahan Tanah	Nilai Faktor Keamanan		
	Guling	Lateral	Daya Dukung Tanah
Material timbunan tanah	2,54	0,85	2,54
Material timbunan EPS <i>geof foam</i>	3,73	1,55	3,69

DAFTAR PUSTAKA

- Anfifa, F., Rifa'i, A., & Ismanti, S. (2023). Analisis stabilitas timbunan menggunakan expanded polystyrene (EPS) geof foam sebagai material pengisi di atas tanah lunak. Simposium Nasional Teknologi Infrastruktur. Yogyakarta, Indonesia.
- ASTM International. (2020). ASTM D2126: Standard test method for determining the tensile strength of rigid cellular plastics.
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). Persyaratan perancangan geoteknik (SNI 8460:2017).
- Bowles, J.E. (1989). Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah. Erlangga. Jakarta
- Faishol, A., Wijayanti, L., & Mulyadi, M. (2024). Inovasi struktural: Pemanfaatan geof foam expanded polystyrene (EPS) dalam pembangunan infrastruktur modern. *Jurnal Teknik Sipil*, 17(01), 46-61.
- Febriansya, A., Iskandar, I., Amalia, D., Indah, R., & Widyarningsih, Y. (2024). Environmental implications of styrofoam waste and its utilization as lightweight fill material for embankment construction. *E3S Web of Conferences*, 6(2), 479.
- Geof foam Research Center. (2011). Geof foam research center website. <http://geof foam.syr.edu/>
- Hidayat, I., & Suhendra, A. (2011). Aplikasi geof foam sebagai material timbunan di atas tanah lunak. *ComTech*, 2(1), 106-116.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2024). SKH 1324: Expanded polystyrene (EPS) geof foam. <https://binamarga.pu.go.id/index.php/nspk/detail/skh1324-expanded-polystyrene-eps-geof foam->
- Setiawan, L. C., Sandjaja Sentosa, G., & Iskandar, A. (2018). Analisis stabilitas lereng batuan dengan metode perkuatan ground anchor & soil nailing di Labuan Bajo, NTT. *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 1(1), 102-110.
- Tempo. (2023). Teknologi geof foam di jalan tol Cisumdawu: Ini kelebihan dan kekurangannya. <https://tekno.tempo.co/read/1736534/teknologi-geof foam-di-jalan-tol-cisumdawu-ini-kelebihan-dan-kekurangannya>
- Wijaya, H., Sandjaja Sentosa, G., Marcellia, T. A., Prihatiningsih, A., & Putra, R. (2023). Penggunaan geocell untuk stabilisasi dan perlindungan erosi pada lereng. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 6(4), 1095-1102.