

Analisis Stabilitas Timbunan Menggunakan *Expanded Polystyrene (EPS) Geofom* Sebagai Material Pengisi Di Atas Tanah Lunak

Fiondy Anfifa¹, Ahmad Rifa'i^{1*}, Sito Ismanti¹

¹Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, INDONESIA

*Corresponding author: ahmad.rifai@mail.ugm.ac.id

INTISARI

Untuk meningkatkan stabilitas dan mengurangi penurunan, timbunan Seksi 3 pada jalan tol Yogyakarta-Bawen di Kabupaten Magelang, Jawa Tengah, dibangun menggunakan bahan pengisi *Expanded Polystyrene (EPS) Geofom*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh susunan dan konfigurasi *Expanded Polystyrene (EPS) Geofom* pada timbunan di atas tanah lunak dengan metode numerik. Dalam penelitian ini, *MIDAS GTS NX* digunakan untuk memodelkan *Expanded Polystyrene (EPS) Geofom* dengan mengasumsikan karakteristik materialnya sebagai linear elastis. Pembebanan pada model timbunan berupa beban statis, pseudostatis, dan gempa *transient* dengan pendekatan *synthetic ground motion*. Hasil analisis menunjukkan *Expanded Polystyrene (EPS) Geofom* dengan konfigurasi 25%, 50%, 75%, dan 100% berturut-turut menggunakan tipe *EPS 500, EPS 400, EPS 300, dan EPS 200*. Timbunan *Expanded Polystyrene (EPS) Geofom* mampu mengurangi penurunan serta waktu konsolidasi, dengan susunan trapesium memiliki stabilitas dan daya dukung lebih baik dibandingkan susunan balok. Susunan trapesium konfigurasi pengisian 75% menghasilkan stabilitas dinamis paling optimal saat kondisi pembebanan gempa *transient*. Susunan trapesium konfigurasi pengisian 100% merupakan variasi yang paling optimal pada kondisi pembebanan statis dan pseudostatis.

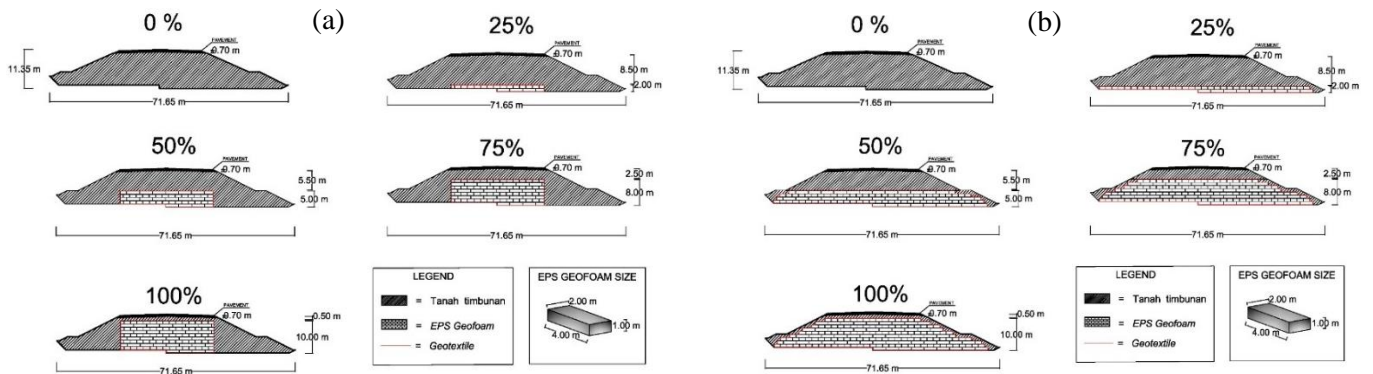
Kata kunci: variasi, *transient*, *synthetic ground motion*, *MIDAS GTS NX*, linear elastis

1 PENDAHULUAN

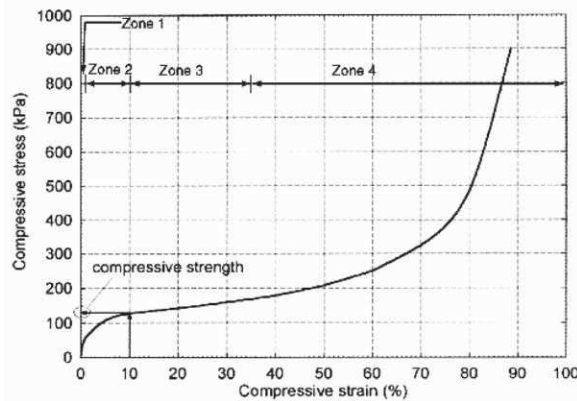
Timbunan berbahan tanah pada Jalan Tol Yogyakarta-Bawen seksi 3 STA 48+200 berada diatas tanah lunak yang menyebabkan permasalahan pada stabilitas dan penurunannya. Salah satu metode yang dapat dilakukan untuk menangani permasalahan tersebut adalah mengurangi berat timbunan, dengan mengganti timbunan tanah menjadi timbunan berpengisi *Expanded Polystyrene (EPS) Geofom*. Srivastava, dkk (2018) menyatakan kelebihan yang dimiliki oleh *EPS Geofom* adalah material tersebut sangat ringan sehingga mampu memberikan pengurangan beban lateral, daya dukungnya dapat di ketahui dan diprediksi karena melalui proses perancangan secara teknis, memaksimalkan efektifitas dari instalasi, bahan materialnya tersedia dalam berbagai kepadatan sehingga mampu memenuhi persyaratan kekuatan yang diperlukan. Alragi dan ElKholi (2017) meneliti berat jenis *EPS Geofom* sebesar 0,1 – 0,3 kN/m³ dimana berat jenisnya lebih ringan dibandingkan dengan material ringan untuk konstruksi timbunan lainnya seperti potongan ban sebesar 7 – 9 kN/m³, dan tanah abu vulkanik sebesar 12 – 15 kN/m³. ASTM C 578-95 (1995) menyatakan kepadatan *EPS Geofom* adalah 15 – 29 kg/m³.

Tahap perancangan timbunan *EPS Geofom* dapat mengacu pada NCHRP REPORT 529 tahun 2004 yang membahas mengenai stabilitas eksternal, stabilitas internal, penurunan, daya dukung, dan pemilihan tipe *EPS Geofom* yang sesuai. Rahardjo, dkk (2023) mengungkapkan penggunaan *EPS Geofom* dapat mengurangi potensi kegagalan lereng dan mempercepat waktu konstruksi proyek Jalan Tol Cisumdawu yang menghubungkan Cileunyi, Sumedang, dan Dawuan. Anwar, dkk (2019) meneliti mengenai durasi waktu konsolidasi pada timbunan *EPS Geofom*, dan menemukan bahwa penggunaan blok *EPS Geofom* mengurangi waktu konsolidasi lapisan tanah lunak sebesar 45 – 51%. EL-Kady dan Badrawi (2014) menggunakan timbunan *EPS Geofom* pada penelitiannya, dan menemukan bahwa stabilitas dan daya dukung yang diberikan oleh *EPS Geofom* dipengaruhi oleh lebar, ketebalan, serta posisinya dari permukaan tanah. Namun, pengaruh bentuk susunan dan konfigurasi pengisian 25%, 50%, 75%, dan 100% terhadap total tinggi timbunan dikurangi dengan tanah pelindung serta lapis pekerasan belum pernah diteliti sebelumnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui stabilitas dan penurunan terhadap pengaruh variasi susunan dan konfigurasi pengisian *EPS Geofom* berdasarkan pemodelan numerik yang mempertimbangkan beban statis, beban pseudostatis, dan beban gempa *transient*. Variasi susunan *EPS Geofom* melibatkan susunan balok dan susunan



Gambar 1. Sketsa Variasi Timbunan *Expanded Polystyrene (EPS) Geof foam*. (a) Bentuk Susunan Balok. (b) Bentuk Susunan Trapesium.



Gambar 2. *Time Independent Stress Strain Models* (Sumber: Tefera dkk, 2011)

trapesium. Variasi konfigurasi pengisian *EPS Geof foam* adalah 25%, 50%, 75%, dan 100% dari total tinggi timbunan dikurangi dengan tanah pelindung dan lapis perkerasan. Dimensi *EPS Geof foam* yang digunakan adalah 4 x 2 x 1 m. Konfigurasi 25%, 50%, 75%, dan 100% berturut-turut memiliki ketinggian 2 meter, 5 meter, 8 meter, dan 10 meter. Sketsa timbunan *EPS Geof foam* dengan variasi bentuk dan konfigurasi pengisian dapat dilihat pada Gambar 1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan susunan dan konfigurasi pengisian yang paling optimal terhadap stabilitas serta penurunan timbunan *EPS Geof foam*.

2 TEGANGAN-REGANGAN *EXPANDED POLYSTYRENE (EPS) GEOFOAM*

Beju dan Mandal (2017) mengatakan bahwa kualitas dan kekuatan dari *EPS Geof foam* sangat dipengaruhi oleh kepadatannya. Lestari dan Clementio (2018) mengatakan *EPS Geof foam* tidak bisa secara langsung menerima beban akibat kepadatannya yang kecil serta sifatnya yang lemah terhadap sinar ultraviolet dan pengaruh kimia, sehingga diperlukan pelindung. Pelindung yang digunakan dapat berupa tanah atau pelat distribusi beban. Tefera, dkk (2011) dalam penelitiannya mengatakan perilaku tegangan-regangan pada *EPS Geof foam* dibedakan menjadi dua jenis yaitu model tegangan-regangan berdasarkan waktu dan model rayapan. Grafik model tegangan-regangan berdasarkan waktu pada Gambar 2 dibedakan menjadi 4 zona. Zona 1 menunjukkan kondisi linear awal. Zona 2 menunjukkan *yielding*. Zona 3 menunjukkan linear dan *hardening*. Zona 4 menunjukkan non linear namun tetap terjadi *hardening*. Zona 1 berada pada rentang *compressive strain* 1 – 1,5% kPa sehingga secara konservatif tegangan-regangan pada *EPS Geof foam* untuk desain konstruksi yang bersifat linear dan elastis menggunakan regangan 1% kPa. Grafik Model tegangan-regangan berdasarkan waktu dapat dilihat pada Gambar 2. Nilai tegangan yang kurang dari 0,5% kPa menyebabkan deformasi *EPS Geof foam* akan sangat kecil dan bisa diabaikan dalam jangka waktu layan 50 tahun atau lebih. Nilai regangan yang berada antara 0,5% - 1% kPa menyebabkan deformasi *EPS Geof foam* dapat ditoleransi dan dapat digunakan dalam jangka waktu layan 50 tahun atau lebih. Nilai regangan yang berada diatas 1% kPa menyebabkan deformasi *EPS Geof foam* akan sangat tinggi dan terjadi secara cepat dalam jangka waktu kurang dari 50 tahun. Elragi, dkk (2001) menyatakan dalam penelitiannya mengenai kurva regangan-tegangan kompresi *uniaxial* dari *EPS Geof foam* untuk dua densitas yang berbeda, terjadi deformasi plastis pada material saat mengalami regangan 2% kPa, sehingga *EPS Geof foam* yang digunakan untuk material pengisi timbunan yaitu regangan 1% kPa. *Expanded*

Tabel 1. Nilai Faktor Aman Minimum Perancangan *EPS Geofom*

No	Keterangan	Syarat Nilai Faktor Aman	
1	Nilai Faktor Aman Stabilitas Eksternal	Kapasitas Dukung	3,0
		Stabilitas Lereng Statis	1,5
		Stabilitas Lereng Seismik	1,2
		Gaya Angkat Hidrostatik	1,2
		Translasi Akibat Air	1,2
2	Nilai Faktor Aman Stabilitas Internal	Translasi Akibat Air	1,2
		Stabilitas Lereng Seismik	1,2
3	Nilai Faktor Aman Kebutuhan Penahan Beban	1,2	

Polystyrene (EPS) Geofom yang digunakan sebagai material pengisi timbunan akan mengalami rayapan dan deformasi yang berlebih bila melebihi batas deformasi plastisnya.

3 KRITERIA DESAIN TIMBUNAN *EXPANDED POLYSTYRENE (EPS) GEOFOAM*

NCHRP REPORT 529 (2004) menjelaskan *EPS Geofom* yang digunakan sebagai material pengisi timbunan harus memiliki tiga komponen utama diantaranya tanah dasar, tanah pengisi timbunan, dan sistem lapisan perkerasan. Kriteria desain terdiri dari penurunan, stabilitas eksternal, stabilitas internal, dan penahan beban yang dibutuhkan. Jenis dan kriteria desain untuk timbunan *EPS Geofom* dapat ditentukan berdasarkan panduan perancangan NCHRP REPORT 529 tahun 2004 yang dinyatakan dalam nilai faktor aman minimum seperti pada Tabel 1.

4 METODE

Tahap awal penelitian adalah melakukan analisis stabilitas dan daya dukung pada variasi *EPS Geofom* untuk mendapatkan jenis yang akan digunakan. Selanjutnya dilakukan permodelan metode numerik menggunakan Program *Midas GTS NX 2* dimensi untuk mendapatkan nilai faktor aman pada stabilitas lereng serta penurunan konsolidasi, dengan memodelkan *EPS Geofom* sebagai material linear elastis. Metode analisis stabilitas lereng untuk mendapatkan nilai faktor aman pada pemodelan numerik menggunakan Program *Midas GTS NX* adalah *strength reduction method (SRM)*. Penurunan konsolidasi yang ditinjau adalah t_{25} , t_{50} , t_{75} , t_{90} , dan konsolidasi sekunder. Penurunan konsolidasi t_{25} , t_{50} , t_{75} , dan t_{90} adalah durasi waktu yang diperlukan untuk 25%, 50%, 75%, dan 90% dari perpindahan air total melalui tanah. Penurunan konsolidasi sekunder terjadi setelah sebagian besar deformasi dan pemampatan utama tanah telah terjadi. Waktu konsolidasi yang ditinjau adalah dalam hari. *Midas GTS NX* mampu memodelkan timbunan dengan pembebanan gempa *transient* pada setiap 0,01 detik, sehingga didapatkan data yang detail untuk keseluruhan beban gempa *transient* selama 200 detik. Geometri timbunan pada STA 48+100 hingga STA 48+300 memiliki bentuk yang konstan, sehingga pemodelan numerik 2 dimensi dapat mewakili kondisi tersebut. Model *EPS Geofom* sebagai material linear elastis dipilih untuk mendekati karakteristik dari bahan tersebut dimana tidak memiliki nilai kohesi dan sudut geser internal. Pemodelan timbunan dilakukan dengan pembebanan statis, pembebanan pseudostatis, dan pembebanan gempa *transient* yang menggunakan pendekatan *synthetic ground motion*. Pembebanan statis memberikan gambaran tentang respons timbunan terhadap beban konstan, pembebanan pseudostatis memberikan gambaran ketika timbunan mengalami beban lateral akibat gempa bumi tanpa memperhitungkan fungsi waktu, dan pembebanan gempa *transient* memberikan gambaran mengenai respon timbunan akibat getaran gempa dan dinamika tanah yang memperhitungkan fungsi waktu. Keterbatasan data gempa yang berupa data akselerasi dan waktu, dapat dilakukan pendekatan menggunakan *synthetic ground motion* yang memperhitungkan adanya sesar, kedalaman gempa bumi, jarak epicentrum gempa bumi, dan magnitudo gempa bumi.

5 HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Jenis *EPS Geofom*

Analisis jenis *EPS Geofom* yang divariasikan terhadap susunan dan konfigurasi pengisiannya menunjukkan adanya perbedaan nilai faktor aman stabilitas, daya dukung yang diberikan, dan penahan beban yang dibutuhkan. Penahan beban yang dibutuhkan pada konfigurasi pengisian 100% memiliki nilai lebih kecil yaitu 89,54 kPa jika dibandingkan dengan konfigurasi pengisian 25% yaitu 185,54 kPa. Penahan beban yang dibutuhkan pada susunan balok dan susunan trapesium memiliki nilai yang sama, karena analisis penahan beban hanya memperhitungkan besarnya beban yang berada diatas *EPS Geofom*. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan *Expanded Polystyrene (EPS) Geofom* dengan konfigurasi 25%, 50%, 75%, dan 100% berturut-turut menggunakan tipe *EPS 500*, *EPS 400*, *EPS 300*, dan *EPS 200*. Pemilihan jenis *EPS Geofom* didasarkan pada resistensi tekan 1% *EPS Geofom* yang harus memenuhi kebutuhan penahan beban pada setiap variasi konfigurasi pengisian. Resistensi tekan 1% *EPS Geofom* dipilih karena pada kondisi tersebut, bahan *EPS Geofom* dapat kembali ke bentuk semula ketika mengalami tekanan sesuai dengan penelitian Tefera, dkk (2011). Penelitian ini menggunakan jenis dengan resistensi tekan 1% paling tinggi yaitu 190 kPa berdasarkan analisis, yaitu jenis *EPS 500*. Tabel hasil analisis nilai faktor aman terhadap stabilitas dan jenis *EPS Geofom* pada setiap variasi susunan dan konfigurasi dapat dilihat pada Lampiran 1.

5.2 Stabilitas Lereng dan Penurunan

Analisis metode numerik dengan pembebanan statis, pembebanan pseudostatis, dan pembebanan gempa *transient* digunakan untuk mengamati respon timbunan. Rekapitulasi analisis metode numerik untuk stabilitas lereng dapat dilihat pada Tabel 2. Rekapitulasi analisis metode numerik untuk penurunan dapat dilihat pada Tabel 3. Nilai faktor aman berdasarkan metode numerik, menunjukkan bahwa kondisi optimal tercapai pada susunan bentuk trapesium dengan konfigurasi pengisian 75%. Susunan bentuk trapesium dengan konfigurasi 25%, 50%, 75%, dan 100% memiliki stabilitas kondisi statis lebih baik yaitu 5,8, 5,9, 5,8, dan 5,8 dibandingkan dengan susunan bentuk balok. Waktu konsolidasi mengalami pengurangan ketika konfigurasi pengisian *EPS Geofom* meningkat, hal ini sesuai dengan penelitian Anwar, dkk (2019). Waktu konsolidasi memberikan informasi mengenai durasi yang dibutuhkan untuk terjadinya perpindahan air total melalui tanah. Penurunan timbunan mengalami pengurangan ketika konfigurasi pengisiannya meningkat. Timbunan *EPS Geofom* susunan trapesium dengan konfigurasi pengisian 100% memiliki penurunan konsolidasi sekunder paling kecil yaitu 0,46 meter jika dibandingkan dengan variasi lainnya. Timbunan *EPS Geofom* susunan balok dengan konfigurasi pengisian 100% memiliki penurunan konsolidasi sekunder yang lebih besar yaitu 0,48 meter karena tanah pada lereng timbunan memberikan kontribusi beban tambahan.

5.3 Perilaku Beban Gempa *Transient*

Analisis metode numerik menggunakan Program *Midas GTS NX 2* dimensi pada beban gempa *transient* dapat memberikan informasi kejadian gempa dengan fungsi waktu. Beban gempa *transient* dinyatakan dalam data akselerasi dan waktu, dimana terdapat kejadian puncak akselerasi pada satu waktu tertentu. Data beban gempa *transient* mengalami kejadian puncak akselerasi pada detik ke 32,34 sebesar 0,65 g. Hasil analisis menunjukkan perpindahan, akselerasi, dan perubahan angka pori pada timbunan terjadi setelah kejadian puncak gempa.

Tabel 2. Rekapitulasi Nilai Faktor Aman Stabilitas Lereng

No	Keterangan	Syarat Nilai Faktor Aman SNI 8460:2017	Nilai Faktor Aman Timbunan <i>EPS Geofom</i> Bentuk Balok				Nilai Faktor Aman Timbunan <i>EPS Geofom</i> Bentuk Trapesium				Status
			25%	50%	75%	100%	25%	50%	75%	100%	
1	Pembebanan Statis	1,5	3,7	4,2	5,0	5,4	5,8	5,9	5,8	5,8	Memenuhi
2	Pembebanan Pseudostatis	1,2	1,9	2,0	2,2	2,4	2,0	2,5	2,9	2,9	Memenuhi
3	Pembebanan Gempa Transient	1,2	2,7	3,1	3,6	3,9	3,6	5,4	6,0	6,0	Memenuhi
4	Akibat Konsolidasi t_{25}	1,5	4,9	5,8	5,4	5,8	6,0	6,0	5,9	5,2	Memenuhi
5	Akibat Konsolidasi t_{50}	1,5	4,6	5,9	5,4	5,6	5,4	6,0	5,2	3,7	Memenuhi
6	Akibat Konsolidasi t_{75}	1,5	4,4	5,9	5,4	6,0	5,9	5,6	4,4	5,4	Memenuhi
7	Akibat Konsolidasi t_{90}	1,5	4,0	5,6	5,3	5,9	6,0	6,0	4,4	5,6	Memenuhi
8	Konsolidai Sekunder	1,5	5,0	5,8	5,4	5,8	5,9	5,4	5,5	5,9	Memenuhi

Tabel 3. Rekapitulasi Penurunan Timbunan *EPS Geofom*

No	Keterangan Pengisian <i>EPS GEOFOAM</i>	Penurunan Segera		Penurunan Konsolidasi t_{25}		Penurunan Konsolidasi t_{50}		Penurunan Konsolidasi t_{75}		Penurunan Konsolidasi t_{90}		Penurunan Konsolidasi Sekunder	
		hari	m	hari	m	hari	m	hari	m	hari	m	hari	m
1	Susunan Balok Konfigurasi 25%	12	0,98	426	1,13	826	1,14	1626	1,14	3225	1,14	6423	1,15
2	Susunan Balok Konfigurasi 50%	12	0,72	428	0,86	805	0,87	1575	0,87	3150	0,87	5987	0,88
3	Susunan Balok Konfigurasi 75%	12	0,50	445	0,62	845	0,63	1487	0,63	3079	0,63	5535	0,63
4	Susunan Balok Konfigurasi 100%	12	0,36	417	0,47	784	0,48	1402	0,48	2947	0,48	5186	0,48
5	Susunan Trapesium Konfigurasi 25%	12	1,03	431	1,16	830	1,17	1630	1,17	3229	1,18	6427	1,18
6	Susunan Trapesium Konfigurasi 50%	12	0,76	467	0,89	867	0,89	1666	0,89	3265	0,89	5397	0,90
7	Susunan Trapesium Konfigurasi 75%	12	0,51	447	0,61	790	0,61	1710	0,62	3250	0,62	4826	0,62
8	Susunan Trapesium Konfigurasi 100%	12	0,45	412	0,45	678	0,45	1744	0,45	3343	0,46	4410	0,46

Tabel 4. Rekapitulasi Kejadian Puncak Beban Gempa *Transient*

No	Keterangan	Akselerasi Data Gempa		Perpindahan Total		Akselerasi total		Perubahan Angka Pori	
		Waktu Detik	Nilai g	Waktu Detik	Nilai m	Waktu Detik	Nilai g	Waktu Detik	Nilai kN/m ²
1	Timbunan <i>EPS Geofom</i> Susunan Balok 25%	32,34	0,65	37,90	0,67	12,20	0,69	42,70	2,93
2	Timbunan <i>EPS Geofom</i> Susunan Balok 50%	32,34	0,65	37,80	0,64	32,20	0,72	42,70	2,71
3	Timbunan <i>EPS Geofom</i> Susunan Balok 75%	32,34	0,65	49,80	0,89	32,20	0,70	42,60	3,06
4	Timbunan <i>EPS Geofom</i> Susunan Balok 100%	32,34	0,65	49,80	0,85	32,20	0,62	42,60	2,89
5	Timbunan <i>EPS Geofom</i> Susunan Trapesium 25%	32,34	0,65	49,20	0,98	12,20	0,67	42,60	3,39
6	Timbunan <i>EPS Geofom</i> Susunan Trapesium 50%	32,34	0,65	49,80	0,87	32,20	0,69	42,60	3,12
7	Timbunan <i>EPS Geofom</i> Susunan Trapesium 75%	32,34	0,65	37,40	0,63	12,20	0,65	36,70	1,98
8	Timbunan <i>EPS Geofom</i> Susunan Trapesium 100%	32,34	0,65	37,50	0,77	32,20	0,81	39,40	2,61

Rekapitulasi analisis beban gempa *transient* dapat dilihat pada Tabel 4. Timbunan *EPS Geofom* dengan susunan trapesium memiliki perpindahan, akselerasi, dan perubahan angka pori lebih baik dibandingkan dengan susunan balok. Timbunan mengalami kondisi optimal yaitu ketika menggunakan susunan trapesium dengan konfigurasi pengisian 75%. Perpindahan total pada susunan trapesium dengan konfigurasi pengisian 75% mengalami kejadian puncak ketika 37,40 detik sebesar 0,87 m, kejadian puncak akselerasi total ketika 12,20 detik sebesar 36,72 g, dan kejadian puncak perubahan angka pori ketika 36,70 detik sebesar 1,98 kN/m².

6 KESIMPULAN

Penggunaan *Expanded Polystyrene (EPS) Geofom* pada timbunan diatas tanah lunak dapat meningkatkan stabilitas lereng timbunan dan mengurangi penurunan. Hasil analisis metode numerik timbunan *EPS Geofom* menunjukkan penggunaan susunan trapesium lebih baik dibandingkan dengan penggunaan susunan balok. Konfigurasi pengisian timbunan *EPS Geofom* sebanyak 75% mampu memberikan stabilitas yang melebihi nilai faktor aman yang diatur

oleh SNI 8460 tahun 2017. Meskipun pengurangan penurunan terbanyak adalah pada konfigurasi pengisian 100%, namun stabilitas timbunan sudah optimal ketika konfigurasi pengisian 75%. Timbunan pada STA 48+200 dapat menggunakan *EPS Geofom* susunan trapesium dengan konfigurasi 75% karena mampu memberikan stabilitas dan pengurangan penurunan yang optimum.

REFERENSI

- Alragi, A. F. & ElKholi, S. M. (2017). Reducing Dynamic Lateral Loads on Earth Retaining Structures. *Journal of Engineering and Computer Sciences*.
- Anwar, M. B., AbdelSalam, S. S. & Eskander, S. S. (2019). Use of EPS For Roadway Embankments on Soft Soils.
- ASTM-C578. (1995). *Standard Specification for Rigid, Cellular Polystyrene Thermal Insulation*. West Conshohocken: s.n.
- Beju, Y. Z. & Mandal, J. N. (2017). Expanded Polystyrene (EPS) Geofom: Preliminary Characteristic Evaluation. *Transportation Geotechnics and Geoecology*.
- EL-Kady, M. S. & Badrawi, E. (2014). Effect of Geofom on Slope Stabilizing. *10 th International Conference on Civil and Architecture Engineering*
- Elragi, A., Negusse, D. & Kyanka, G. (2001). Sample Size Effects on the Behavior of EPS Geofom. *Soft Ground Technology Conference*.
- Lestari, A. S. & Clementio, J. (2018). Efek EPS Geofom Sebagai Material Pengisi Terhadap Nilai CBR Laboratorium Pada Tanah Kohesin Daerah Bandung. *Geotechnical Engineering Journal of th SEAGC*.
- NCHRP REPORT 529. (2004). *NCHRP Rerport 529 Guideline and Recommended Standard for Geofom Applications in Highway Emabnkments*. Washington DC: Transportation Research Board.
- Rahardjo, P. P., Anggoro, B. W., Wijaya, M. & Seourin, D. P. (2023). EPS-Geofom as Lightweight Material for Replacement of Embankment Fill to Overcome Landslide Problems at STA 40+200 of Cisumdawu Toll Road, West Java. *Earth and Environmental Science*.
- Srivastava, D. K., Misra, A. K., Srivastava, D. A., dan Sahu, V. (2018). "Sustainability Assessment of EPS-geofom in Road Construction: A Case Study". *International Journal of Sustainable Engineering* .
- Tefera, T. H., Roald Aabøe, H. B., dan Aunaas, K. (2011). "FEM Simulation of Full Scale and Laboratory Models Test of EPS".

LAMPIRAN 1. TABEL HASIL ANALISIS NILAI FAKTOR AMAN TERHADAP STABILITAS DAN JENIS *EPS GEOFOAM* PADA SETIAP VARIASI SUSUNAN DAN KONFIGURASI

No	Keterangan	Syarat Nilai Faktor Aman NCHRP REPORT 529 Tahun 2004	<i>EPS Geofoam</i> Susunan Balok				<i>EPS Geofoam</i> Susunan Trapesium				Status		
			25%	50%	75%	100%	25%	50%	75%	100%			
1	Nilai Faktor Aman Stabilitas Eksternal	Kapasitas Dukung	3,0	4,80	4,47	4,19	4,03	4,80	4,47	4,19	4,03	Memenuhi	
		Stabilitas Lereng Statis	1,5	3,40	3,25	3,10	3,05	3,56	3,40	3,14	3,10	Memenuhi	
		Stabilitas Lereng Seismik	1,2	2,69	2,13	1,83	1,69	2,79	2,21	1,68	1,55	Memenuhi	
		Gaya Angkat Hidrostatik	1,2	4,25	6,79	6,41	3,65	1,38	2,23	2,13	1,22	Memenuhi	
		Translasi Akibat Air	1,2	3,07	5,17	5,24	3,19	1,37	2,26	2,23	1,31	Memenuhi	
2	Nilai Faktor Aman Stabilitas Internal	Translasi Akibat Air	1,2	3,30	2,79	1,89	1,24	3,03	2,55	1,89	1,24	Memenuhi	
		Stabilitas Lereng Seismik	1,2	4,00	4,05	4,10	4,15	4,05	4,27	4,30	4,22	Memenuhi	
3	Nilai Faktor Kebutuhan Penahan Beban	Kedalaman (m)	0,1	1,2	1,23	1,28	1,27	1,21	1,23	1,28	1,27	1,21	Memenuhi
			0,61	1,2	5,12	4,31	3,23	2,42	5,12	4,31	3,23	2,42	Memenuhi
			0,71	1,2	5,07	4,27	3,20	2,40	5,07	4,27	3,20	2,40	Memenuhi
			2	1,2	6,13	5,16	3,87	2,90	6,13	5,16	3,87	2,90	Memenuhi
			3	1,2	-	5,49	4,12	3,09	-	5,49	4,12	3,09	Memenuhi
			4	1,2	-	5,64	4,23	3,17	-	5,64	4,23	3,17	Memenuhi
			5	1,2	-	5,68	4,26	3,20	-	5,68	4,26	3,20	Memenuhi
			6	1,2	-	-	4,25	3,18	-	-	4,25	3,18	Memenuhi
			7	1,2	-	-	4,21	3,16	-	-	4,21	3,16	Memenuhi
			8	1,2	-	-	4,15	3,12	-	-	4,15	3,12	Memenuhi
	9	1,2	-	-	-	3,07	-	-	-	3,07	Memenuhi		
	10	1,2	-	-	-	3,02	-	-	-	3,02	Memenuhi		
4	Batas Tegangan Elastis Yang Dibutuhkan <i>EPS Geofoam</i> (kPa)	-	185,54	149,54	113,54	89,54	185,54	113,54	113,54	89,54			
5	Jenis <i>EPS Geofoam</i>	-	EPS 500	EPS 400	EPS 300	EPS 200	EPS 500	EPS 400	EPS 300	EPS 200	Memenuhi		
6	Resistensi tekan 1% yang disediakan (kPa)	-	190	160	120	90	190	160	120	90			