

## Efek EPS Geofom Sebagai Material Pengisi Terhadap Nilai CBR Laboratorium pada Tanah Kohesif Daerah Bandung

A.N. Lestari<sup>1</sup> and C. Julian<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dosen Universitas Katolik Parahyangan, Bandung, Indonesia

<sup>2</sup> Mahasiswa Universitas Katolik Parahyangan, Bandung, Indonesia

E-mail: sri@unpar.ac.id

**ABSTRACT:** Expanded polystyrene (EPS) yang disebut Geofom merupakan material pengisi yang sangat ringan dengan berat kurang dari satu persen dari berat tanah. Pada daerah yang mengalami kesulitan untuk tanah timbunan dengan volume cukup besar, maka material pengisi dapat digunakan sebagai alternatif tanah timbunan. Penggunaan Geofom sebagai material pengisi yang ringan perlu dikaji kesetaraannya sebagai material pengganti tanah timbunan, dalam hal ini akan diteliti efek Geofom sebagai material pengisi terhadap nilai CBR Laboratorium pada tanah kohesif di Bandung. Pada Penelitian ini dilakukan uji *California Bearing Ratio* (CBR) dengan rendaman (*soaked*) dan tanpa rendaman (*unsoaked*) pada lokasi di Rancaengkek, Gedebage dan Setiabudi sebagai sampel uji. EPS 29 digunakan sebagai material pengisi dalam penelitian ini dengan spesifikasi kepadatan 28.8 kg/m<sup>3</sup>. Dari hasil Uji CBR dengan standard Proctor nilai CBR tanah asli kondisi *unsoak* menggunakan material pengisi EPS 29 mengindikasikan peningkatan 50 – 70% dan peningkatan 15 – 150% pada kondisi *soak*, hal ini terjadi pada tanah kohesif dengan plastisitas tinggi. Tanah dengan plastisitas sedang dan berpasir tidak memberikan peningkatan nilai CBR, tapi dapat disimpulkan bahan EPS Geofom dapat digunakan sebagai bahan pengisi .

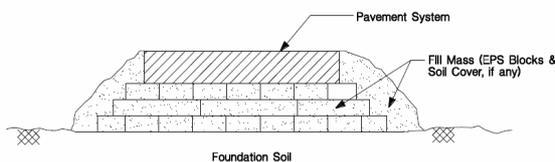
**Keywords:** EPS Geofom, CBR , material pengisi.

### 1 PENDAHULUAN

Pada daerah yang mengalami kesulitan untuk tanah timbunan dengan volume cukup besar dan transportasi yang mahal, maka material pengganti dapat digunakan sebagai alternative timbunan. Perhitungan waktu untuk melakukan timbunan juga merupakan salah satu alasan untuk mencari material lain sebagai pengganti tanah urug.

Inovasi dalam bidang teknologi terutama yang terkait dengan bidang konstruksi terus berkembang sangat pesat. Kecepatan dan ketepatan menjadi fokus utama dalam inovasi, karena akan sangat terkait dengan kualitas dan biaya dalam setiap pekerjaan. Expanded polystyrene (EPS) merupakan suatu inovasi yang bisa diterapkan di lapangan sebagai material pengisi, karena beratnya sangat ringan. EPS Geofom diterapkan pada proyek timbunan untuk jalan raya (gambar 1) atau timbunan dibelakang abutment jembatan untuk mencapai tinggi yang ditentukan.

EPS geofom merupakan bahan material dengan harga tinggi. walaupun Geofom cukup mahal tapi dari segi waktu bisa dipertimbangkan untuk daerah yang mengalami kesulitan dengan proyek tanah timbunan dengan volume besar dan mobilisasi pengambilan tanah cukup jauh sehingga membutuhkan waktu lama. Contoh proyek di Lambeusoe, Aceh Indonesia (Cahyana Strofoam), pengiriman EPS Geofom lebih terjangkau dan proses pemasangan jauh lebih mudah dibandingkan memperoleh material tanah timbunan.



Gambar 1 Aplikasi Geofom pada timbunan

### 2 EXPANDED POLYSTYRENE (EPS) GEOFOAM

EPS (Expanded Polystyrene) sejenis bahan Styrofoam yang tidak asing dalam kehidupan sehari-hari, sebagai bahan pengepakan atau dekorasi. Expanded Polystyrene atau Geofom sebagai material produk rekayasa, dapat diproduksi dengan berbagai kepadatan sesuai resistensi tekanan yang diperlukan (gambar 2).

Inovasi material terus berkembang dalam bidang Geoteknik. Sebagai bahan material pengisi yang ringan hanya sekitar satu persen dari berat tanah atau batu, dapat mengurangi tekanan pada dasar *subgrade*.

Tabel 1 merupakan spesifikasi dari beberapa tipe Geofom. Ditinjau dari segi teknis, Geofom dapat mengurangi penurunan, meskipun ditambah beban bangunan lagi diatas nya tidak akan mengalami penurunan yang cukup banyak, disebabkan pengurangan beban tanah asli sebelum nya yang digantikan oleh Geofom.

Geofom juga memiliki keuntungan lain yaitu resistensi terhadap tekan. Material EPS Geofom ± 98% adalah udara. Dikarenakan material EPS Geofom mengikat udara layaknya ban kendaraan bermotor, sehingga EPS Geofom memiliki daya dukung tersendiri. Disain EPS Geofom dianjurkan tidak melebihi 1% kapasitas resistensi tekan (ASTM Test Method D2126).



Gambar 2 Contoh EPS 29 Geofom

Batas ini mengontrol jumlah defleksi jangka panjang yang dihasilkan dari beban terus menerus. EPS Geofom tidak mudah membusuk yang digunakan untuk material tahan api. Penggunaan Geofom sebagai material pengisi memiliki kepadatan kurang dari tanah dan batuan, sehingga gravitasi yang dihasilkan dan kekuatan gempa jauh lebih berkurang daripada material pengisi lainnya.

Tabel 1 Spesifikasi EPS Geofom (ASTM D6817-07)

Type	EPS12	EPS15	EPS19	EPS22	EPS29
Density, min. Kg/m <sup>3</sup> (lb/ft <sup>3</sup> )	11.2 (0.70)	14.4 (0.90)	18.4 (1.15)	21.6 (1.35)	28.8 (1.80)
Compressive Resistance, min. kPa (psi) at 1%	15 (2.2)	25 (3.6)	40 (5.8)	50 (7.3)	75 (10.9)
Compressive Resistance, min. kPa (psi) at 5%	35 (5.1)	55 (80)	90 (13.1)	115 (16.7)	170 (24.7)
Compressive Resistance, min. kPa (psi) at 10%	40 (5.8)	70 (10.2)	110 (16.0)	135 (19.6)	200 (29.0)
Flexural Strength, min. kPa (psi)	69 (10.0)	172 (25.0)	207 (30.0)	276 (40.0)	345 (50.0)
Oxygen index, min. Volume %	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0

Di lapangan geofoam tidak langsung menerima beban, karena hanya merupakan material pengisi, umumnya diatas geofoam diberikan lapisan perkerasan berupa beton atau aspal dan dibawahnya merupakan lapisan pasir dan geotextile.

### 3 LOKASI SAMPEL

Ketiga sampel diambil dari daerah Bandung yaitu dari Setiabudi, Gedebage dan Rancaengkek (Gambar 3). Ketiga sampel merupakan tanah kohesif. Klasifikasi berdasarkan ukuran butir sampel tanah dapat dilihat pada tabel 3.



Gambar 3 Lokasi pengambilan di area Bandung, daerah Setiabudi, Rancaengkek dan Gedebage

### 4 METODOLIGI PENELITIAN

Pengujian yang dilakukan adalah pengujian sifat fisis, pengujian berdasarkan ukuran butir, sifat plastis dan mekanis. Pengujian perilaku fisik meliputi kadar air, berat isi, berat jenis dan keplastisan ketiga sampel adalah batas cair dan batas plastis dapat dilihat pada tabel 2. Pengujian berdasarkan ukuran butir ketiga sampel merupakan tanah lanau dapat dilihat distribusi ukuran butir pada tabel 3 dan gambar 4. Perilaku mekanis meliputi pengujian kompaksi dan pengujian CBR kondisi *soak* pada tanah asli dan dengan material pengisi EPS Geofoam. Bahan Geofoam dicoba diletakkan pada beberapa posisi sebagai lapis pengganti tanah, pada mold uji kemudian dilakukan uji CBR.

### 5 HASIL UJI DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Sifat fisik dan plastisitas tanah

Hasil pengujian sifat fisik dan kadar air dapat dilihat pada tabel 2 sesuai sampel masing masing

Tabel 2 Sifat fisik dan keplastisan tanah

Sample	Water content, $\omega$ (%)	Specific Gravity, $G_s$	Liquid limit	Plastic Limit	IP
Setiabudi	54	2.696	47.20	31.11	16.09
Rancaekkek	32.85	2.546	54.20	36.57	17.73
Gedebage	80.18	2.740	76.20	56.23	19.97

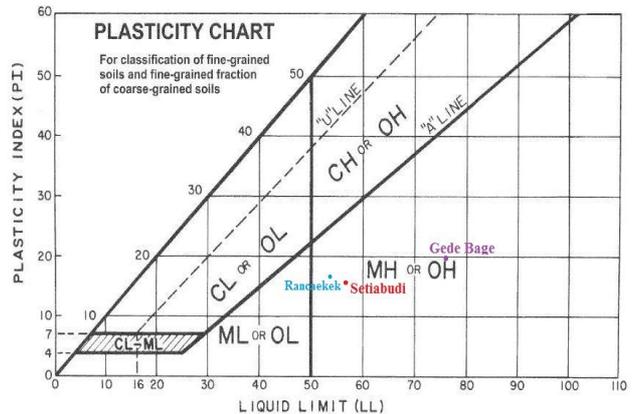
#### 5.2 Kalsifikasi berdasarkan ukuran butir

Hasil pengujian berdasarkan uji saringan dan uji hydrometer diperoleh klasifikasi berdasarkan ukuran butir pada tabel 3.

Tabel 3 Klasifikasi sampel berdasarkan ukuran butir

Sampel	Clay (%)	Silt (%)	Fine Sand (%)	Coarse to Medium Sand(%)	Gravel (%)
Setiabudi	24.58	64.93	6.84	3.65	0
Rancaekkek	28.00	63.70	6.36	1.95	0
Gedebage	35.59	56.92	3.44	4.05	0

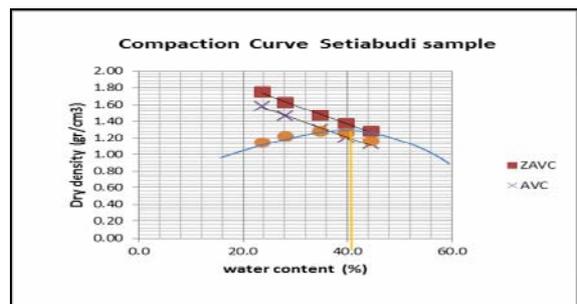
Berdasarkan dari grafik plastisitas Casagrande dan ukuran butir (gambar 4), seluruh sampel termasuk katagori tanah lanau dengan plastisitas tinggi.



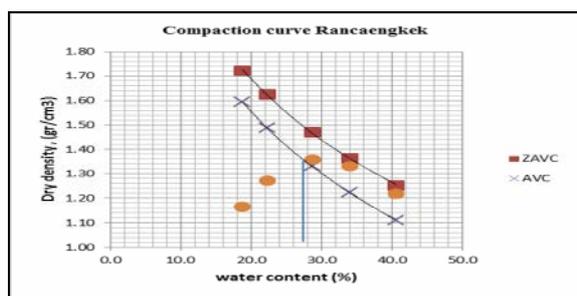
Gambar 4 Klasifikasi tanah berdasarkan grafik Plastisitas

#### 5.3 Karakteristik Mekanis

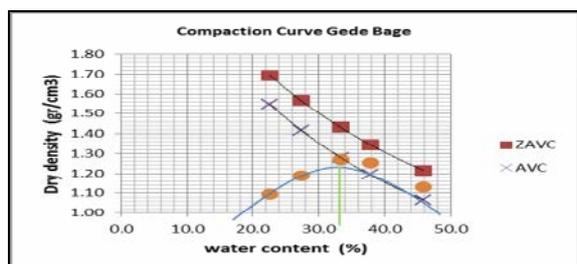
Perilaku pemadatan dengan metode Standard Proctor sebagai uji kompaksi untuk menentukan berat isi kering dan kadar air optimum sebagai acuan uji CBR, sampel pada mold dilakukan dengan tiga lapis sesuai uji Standard proctor. Bahan Geofoam dicoba diletakkan pada lapis yang berbeda diantara tiga lapis tanah pada Standard Proctor, diukur nilai CBR nya sesuai variasi posisi Geofoam.



Gambar 5 Kurva kompaksi sampel Setiabudi



Gambar 6 Kurva kompaksi sampel Rancaengkek



Gambar 7 Kurva kompaksi sampel Gedebage

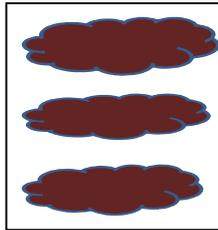
Hasil kompaksi dari tiga sampel dengan nilai berat isi kering maksimum dan kadar air optimum pada ketiga sampel tanah tersebut dapat dilihat pada gambar 5, 6, 7.

Tabel 4 Hasil Kompaksi Tiga Sampel Dengan Standard Proctor

Sampel tanah	$\gamma_d$ maximum (gr/cm <sup>3</sup> )	$W_{optimum}$ (%)
Setiabudi	1.295	36.4
Rancaekkek	1.360	29.8
Gedebage	1.275	34.8

#### 5.4 CBR (California Bearing Ratio)

Dengan acuan kadar air optimum dari hasil kompaksi tanah dilakukan uji CBR untuk masing masing sampel tanpa geofoam dengan kondisi *unsoak* dan *soak*.



Gambar 8 Uji CBR tanah metode Standard Proctor

Pada uji tanah tanpa geofoam, metode Standard Proctor adalah sebagai berikut :

- Tumbukan dengan 10 kali tumbukan /lapis,
- Tumbukan dengan 25 kali tumbukan/lapis,
- Tumbukan dengan 56 kali tumbukan/lapis.

Energi Standard atau Modified Proctor tergantung pada berat hammer, tinggi jatuh Hammer, jumlah lapis pemadatan dan jumlah tumbukan tiap lapis.

$$Energy = \frac{N \times n \times W \times H}{V} \quad (1)$$

Dimana :

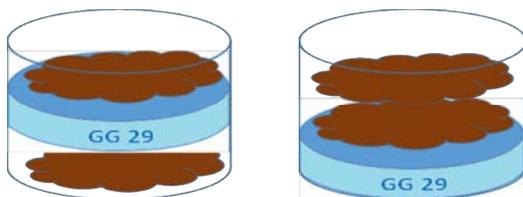
- N = jumlah tumbukan hammer per lapis dalam mold;
- n = jumlah lapis dalam mold;
- W = berat hammer;
- H = tinggi jatuh hammer;
- V = volume mold = volume sample.

Karena Geofoam sebagai material pengisi, sehingga geofoam tidak terkena beban langsung, jadi geofoam diletakkan coba coba pada lapis kedua dan ketiga.

$$\frac{Nta \times n \times W \times H}{V} = \frac{Ntag \times n \times W \times H}{V} \quad (2)$$

Dimana :

- Nta = jumlah tumbukan hammer pada tanah asli;
- Ntag= jumlah tumbukan hammer pada tanah dan geofoam.



Kondisi A  
A: Geofoam pada lapis 2  
Kondisi B  
B: Geofoam pada lapis 3

Gambar 9 Posisi Geofoam di Mold CBR

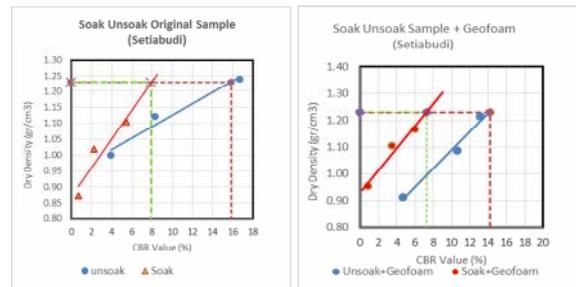
Berdasarkan persamaan 2 untuk energi pada kondisi tanah dan kondisi tanah dan geofoam sebagai material pengisi, maka:

- tumbukan hammer per lapis pada tanah saja 10 tumbukan menjadi 15 tumbukan tanah dan geofoam;
- tumbukan hammer per lapis pada tanah saja 25 tumbukan menjadi 38 tumbukan tanah dan geofoam;
- tumbukan hammer per lapis pada tanah saja 56 tumbukan menjadi 84 tumbukan tanah dan geofoam.

Pada kondisi A dengan meletakkan geofoam pada lapis tengah, nilai CBR meningkat namun tetap jauh lebih rendah dibandingkan dengan nilai CBR tanah asli. Oleh karena itu dilakukan revisi peletakan EPS Geofoam diletakkan pada lapis bawah kondisi B. Geofoam dapat merendam energy tumbukan yang diberikan pada saat proses pemadatan dan hasil lebih tinggi dari nilai CBR tanah tanpa geofoam. Pada kondisi B lokasi geofoam berada di lapis bawah, karena geofoam tidak bisa langsung menerima beban sebuah ketentuan Schmertmann yang sering dijadikan pegangan adalah bahwa distribusi beban pada tanah sampai kedalaman 2 x diameter bidang tekan yang mengalami tegangan. Jika luas bidang tekan (piston CBR) 3 in<sup>2</sup>, maka diameter piston sebesar 1.732 in ≈ 4.4 cm. Sehingga sampel tanah dalam mold CBR yang mengalami tegangan sampai pada kedalaman 8.8 cm, posisi lapis 2 terdalem pada 8.6 cm pada mold. Perletakan EPS Geofoam pada lapisan ke-3 hanya bersinggungan 2 mm dari zona tegangan.

#### 5.4.1 Uji CBR dengan geofoam kondisi B

##### 5.4.1.a Tanah Setiabudi

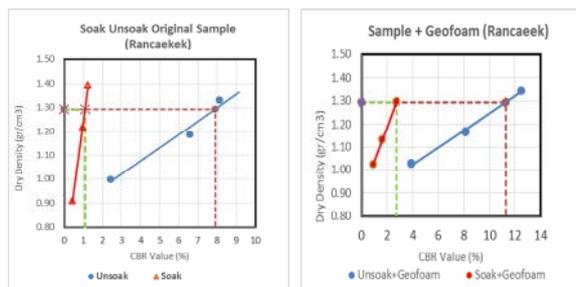


(a) (b)

Gambar 10 (a) Nilai CBR tanah tanpa geofoam (Setiabudi), (b) Nilai CBR tanah + Geofoam (Setiabudi)

Nilai CBR sampel tanah Setiabudi tanpa geofoam kondisi unsoak pada 95%  $\gamma$  dry maximum dari hasil uji kompaksi diperoleh 15.8% dan nilai CBR soak diperoleh 7.6%. Nilai CBR tanah Setiabudi + Geofoam kondisi unsoak pada 95%  $\gamma$  dry maximum diperoleh 14.2% dan nilai CBR kondisi soak 7.3%.

##### 5.4.1.b Tanah Rancaengkek



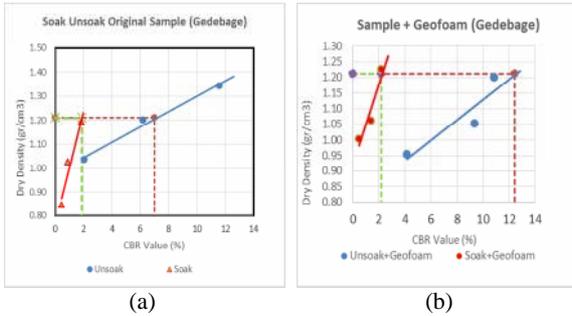
(a) (b)

Gambar 11 (a) Nilai CBR Tanah tanpa geofoam (Rancaengkek), (b) Nilai CBR Tanah + Geofoam (Rancaengkek)

Nilai CBR Tanah Rancaengkek *unsoak* dengan kondisi 95%  $\gamma$  dry maximum dari uji kompaksi sebesar 7.9% dan kondisi CBR *soak* adalah 1.1 %. Nilai CBR tanah Rancaengkek + Geofoam *unsoak* sebesar 11.8 % dan nilai CBR kondisi *soak* adalah 2.75 %.

5.4.1.c Tanah Gedebage

Nilai CBR Tanah Gedebage *unsoak* dengan kondisi 95%  $\gamma$  dry maximum dari uji kompaksi sebesar 7 % dan kondisi CBR *soak* adalah 1.9 %. Nilai CBR tanah Gedebage + Geofoam *unsoak* sebesar 12.4 % dan nilai CBR kondisi *soak* adalah 2.2 %.



Gambar 11 (a) Nilai CBR tanah (Gedebage), (b) Nilai CBR tanah + Geofoam (Gedebage)

Tabel 5 Nilai CBR Tanah Tanpa Geofoam dan Tanah + Geofoam

Sampel Tanah	Nilai CBR			
	Unsoaked		Soaked	
	Tanah	Tanah + Geofoam	Tanah	Tanah + Geofoam
Setiabudi	15.8	14.2	7.6	7.3
Rancaengkek	7.9	11.8	1.1	2.75
Gedebage	7	12.4	1.9	2.2

Dari Table 5, terlihat Tanah Setiabudi nilai CBR tanah + Geofoam kondisi unsoak dan soak agak mengecil, jika diperhatikan Tanah Setiabudi mempunyai persentase pasir lebih banyak diantara dua sampel yang lain.

6 APLIKASI GEOFOAM MATERIAL PENGISI TIMBUNAN DI LAPANGAN



Gambar 12 Aplikasi Geofoam sebagai timbunan (BEP, Bandung-Indonesia)

Hidrostatik uplift :

Karena EPS geofoam mempunyai berat sangat ringan dan kepadatan rendah. Timbunan tanah harus dihitung untuk gaya hidrostatik uplift.



Gambar 13. Aplikasi geofoam di lapangan (Cahyana Styrofoam PT. Cahyana Ekspansindo)

7 KESIMPULAN

- EPS Geofoam dengan berat dan kepadatan kecil tidak bisa langsung menerima beban,utama, hanya sebagai material pengisi.
- EPS Geofoam akan efektif jika diletakkan pada kedalaman kurang lebih dua kali zona tegangan akibat beban utama.
- Dari hasil nilai CBR unsoak dan soak, EPS Geofoam dapat digunakan sebagai alternatif material pengisi pada tanah kohesif, hal ini sesuai nilai CBR dengan EPS Geofoam mendekati atau lebih besar nilai CBR tanah tanpa geofoam.
- Pada kondisi muka air tinggi, harus diperhitungkan tinggi tanah diatas geofoam agar dapat mengimbangi adanya gaya uplift akibat tekanan hidrostatik.

8 DAFTAR PUSTAKA

American Society for Testing Materials, “ Standard Test Method for CBR ( California Bearing Ratio) of Laboratory-compacted Soils”, ASTM designation: D1883-07e2. Philadelphia, Pa., 309-310, 2007.

Beton Elemindo Perkasa ( BEP ), “Calculation B-Foam Geofoam-Grade 29 as fill material Embankment“ , Bandung Indonesia, 2015.

Reynaud, David, ”Guidelines for Geofoam Applications in Embankment Projects”, NCHRP Project 24-11(02), January 2013.

Stark, Timothy, “Design Procedure for Geofoam Applications in Embankment Projects”, Illinois , August 2003.

Stark, Timothy, “Guidelines and Recommended Standard for Geofoam Applications in Highway Embankments”, NCHRP Report 529, July 2004.