

EFFEK EPS GEOFOAM SEBAGAI MATERIAL PENGISI TERHADAP NILAI CBR LABORATORIUM PADA TANAH KOHESIF DAERAH BANDUNG

Lestari, A. S¹ and Julian Clementio²

¹ Dosen Universitas Katolik Parahyangan, Bandung, Indonesia

² Mahasiswa Universitas Katolik Parahyangan, Bandung, Indonesia

E-mail: sri@unpar.ac.id

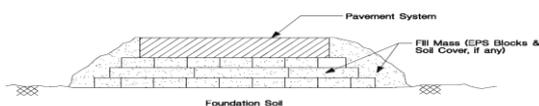
ABSTRACT: Expanded polystyrene (EPS) yang disebut Geofom merupakan material pengisi yang sangat ringan dengan berat kurang dari satu persen dari berat tanah. Pada daerah yang mengalami kesulitan untuk tanah timbunan dengan volume cukup besar, maka material pengisi dapat digunakan sebagai alternatif tanah 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, Gede Bage, Setiabudi yang merupakan tanah kohesif. EPS 29 digunakan sebagai material pengisi dalam penelitian ini dengan spesifikasi kepadatan 28.8 kg/m³. Dari hasil Uji CBR dengan standard Proctor mengindikasikan bahwa 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.

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 focus 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 dibelkang 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*.

Tabell. 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). 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



Gambar 2. Contoh EPS 29 Geofom

Table 1. Specification of EPS Geofoam (ASTM D6817-07)

Type	EPS12	EPS15	EPS19	EPS22	EPS29
Density, min. Kg/m ³ (lb/ft ³)	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 (8.0)	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 geofom tidak langsung menerima beban, , karena hanya merupakan material pengisi, umumnya diatas Geofom 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, Gede Bage dan Rancaengkek (Gambar 3). Ketiga sampel merupakan tanah kohesif. Tabel 3 merupakan klasifikasi berdasarkan ukuran butir tanah tersebut.



Gambar3. Lokasi pengambilan di area Bandung, daerah Setiabudi, Rancaengkek dan Gede Bage

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 plastis dapat dilihat pada tabel 2. Pengujian berdasarkan ukuran butir ketiga sampel merupakan tanah lanau dapat dilihat disribusi ukuran butir pada tabel 3 dan gambar 4. Perilaku mekanis meliputi pengujian kompaksi dan pengujian CBR kondisi *soak* dan *unsoak* pada tanah asli dan dengan material pengisi EPS Geofoam. Bahan Geofoam dicoba diletakan 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, ω (%)	Specific Gravity, G _s	Liquid limit	Plastic Limit	IP
Setiabudi	54	2.996	47.20	31.11	16.09
Rancaekek	32.85	2.546	54.20	36.57	17.73
Gede Bage	80.18	2.740	76.20	56.23	19.97

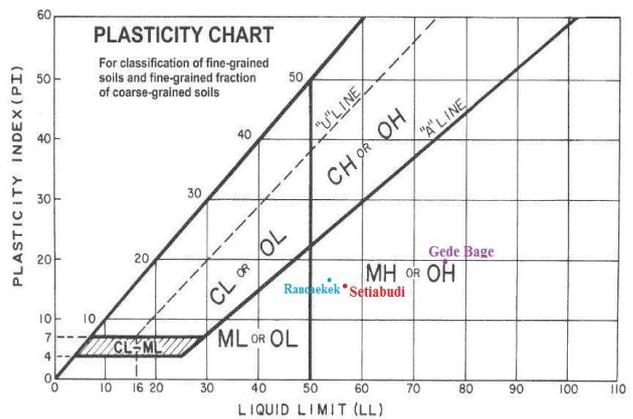
5.2. Kalsifikasi berdasarkan ukuran butir

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

Tabel3. 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
Rancaekek	28.00	63.70	6.36	1.95	0
Gede Bage	35.59	56.92	3.44	4.05	0

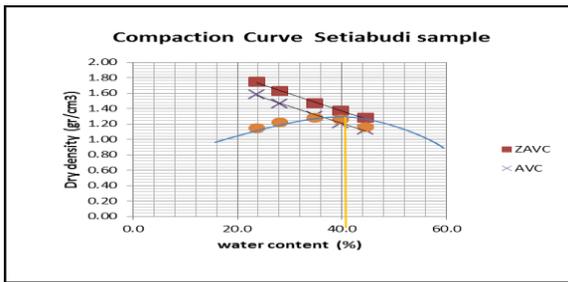
Berdasarkan dari grafik plastisitas Casagrande dan ukuran butir (gambar 4), seluruh sampel termasuk katagori tanah lanau dengan plastisitas tinggi.



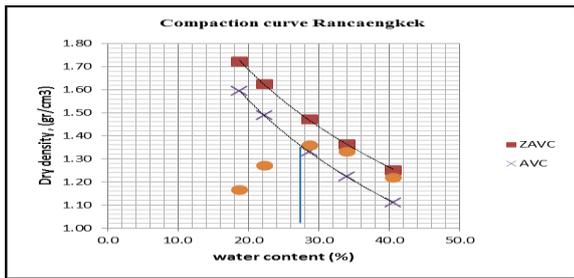
Gambar 4. Klasifikasi tanah berdasarkan grafik Plastisitas

5.3. Karakteristik Mekanis

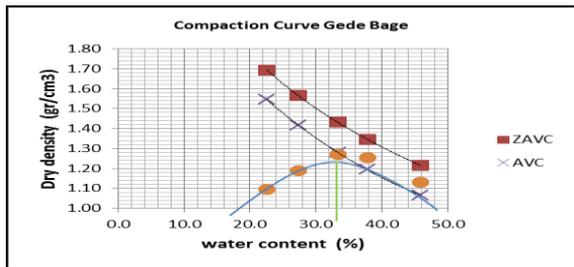
Perilaku pemadatan dengan metode Standard Proctor sebagai uji kompaksi merupakan acuan untuk menentukan berat isi kering dan kadar air optimum untuk acuan uji CBR , sampel pada mold dilakukan dengan tiga lapis sesuai uji Standard proctor



Gambar 5. Kurva kompaksi sampel Setiabudi



Gambar 6. Kurva kompaksi sampel Rancaengkek



Gambar 7. Kurva kompaksi sampel Gede Bage

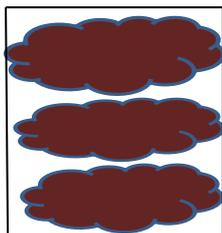
Hasil kompaksi dari tiga sampel dengan nilai berat isi kering maksimum dan kadar air optimum pada ketiga sampel tanah tersebut dapat dilihat pada gambar 5, 6, 7

Tabel 4. Hasil Kompaksi tiga sampel dengan Standard Proctor

Sampel tanah	γ_d maximum (gr/cm ³)	$W_{optimum}$ (%)
Setiabudi	1.295	36.4
Rancaekek	1.360	29.8
Gede Bage	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

- 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.

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

N = jumlah tumbukan hammer per lapis dalam mold

n = jumlah lapis dalam mold

W = berat hammer

H = tinggi jatuh hammer

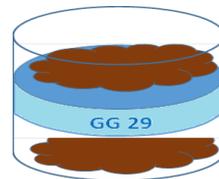
V = volume mold = volume sampel

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

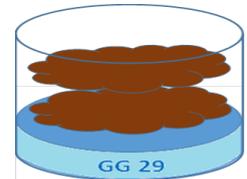
$$\frac{N_{ta} \times n \times W \times H}{V} = \frac{N_{tag} \times n \times W \times H}{V} \quad (2)$$

N_{ta} = jumlah tumbukan hammer pada tanah asli

N_{tag} = jumlah tumbukan hammer pada tanah dan geofoam



Kondisi A



Kondisi B

A : Geofoam pada lapis 2

B : Geofoam pada lapis 3

Gambar 9. Posisi Geofoam di Mold CBR

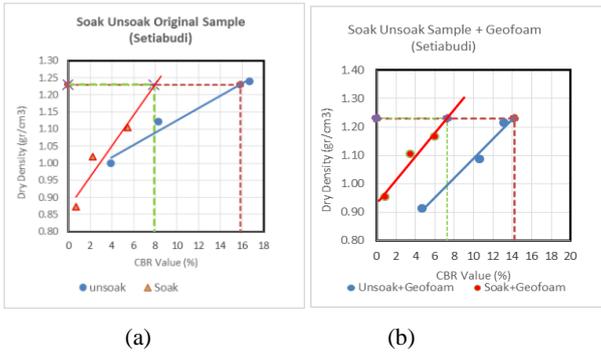
Berdasarkan persamaan 2 untuk energi pada kondisi tanah dan kondisi tanah dan geofoam sebagai material pengisi , maka

- 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 akan mengalami tegangan. Jika luas bidang tekan (piston CBR) 3 in², 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 terdalam pada 8.6 cm pada mold. Perletakan EPS Geofom pada lapisan ke-3 hanya bersinggungan 2 mm dari zona tegangan.

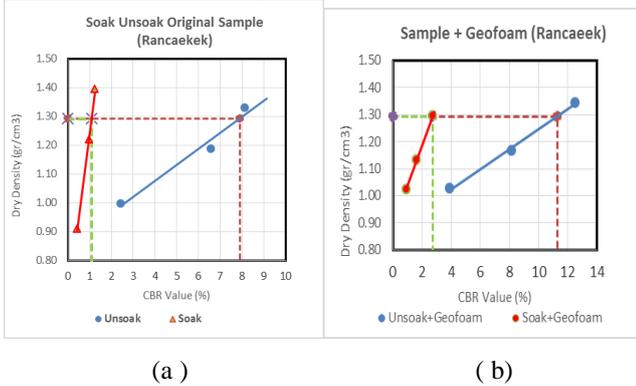
5.4.1. Uji CBR dengan geofom kondisi B
5.4.1.a. Tanah Setiabudi



Gambar10. a. Nilai CBR tanah tanpa geofom (Setiabudi)
b. Nilai CBR tanah + Geofoam (Setiabudi)

Nilai CBR sampel tanah Setiabudi tanpa geofom kondisi unsoak pada 95% γ 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% γ dry maximum diperoleh 14.2% dan nilai CBR kondisi soak 7.3%.

5.4.1.b. Tanah Rancaengkek

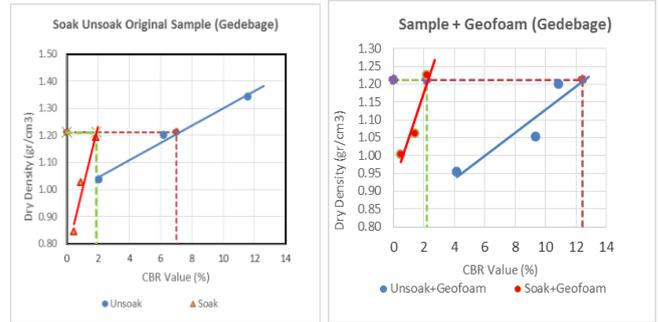


Gambar 11.a. Nilai CBR Tanah tanpa geofom (Rancaengkek)
b. Nilai CBR Tanah + Geofoam (Rancaengkek)

Nilai CBR Tanah Rancaengkek unsoak dengan kondisi 95% γ 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 Gede Bage

Nilai CBR Tanah Gede Bage unsoak dengan kondisi 95% γ dry maximum dari uji kompaksi sebesar 7% dan kondisi CBR soak adalah 1.9%. Nilai CBR tanah Gede Bage + Geofoam unsoak sebesar 12.4% dan nilai CBR kondisi soak adalah 2.2%.



Gambar 11. a. Nilai CBR tanah (Gede Bage)
b. Nilai CBR tanah + Geofoam (Gede Bage)

Tabel 5. Nilai CBR Tanah tanpa geofom 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
Gede Bage	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 Geofom material pengisi timbunan di lapangan



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

Hidrostatik uplift :

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



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

7. KESIMPULAN

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

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 Geofom- Grade 29 as fill material Embankment “ , Bandung Indonesia, 2015
- Reynaud, David, ” Guidelines for Geofom Applications in Embankment Projects”, NCHRP Project 24-11(02), January 2013
- Stark, Timothy , “ Design Procedure for Geofom Applications in Embankment Projects”, Illinois , August 2003
- Stark, Timothy., “ Guidelines and Recommended Standard for Geofom Applications in Highway Embankments”, NCHRP Report 529, July 2004