

**STUDI NILAI CBR GEOKOMPOSIT RINGAN (TANAH-EPS)
STABILISASI LIMBAH ASPAL BUTON****Tri Harianto^{1*}, Sitti Hijrainsi Nur¹, Ichsan Rauf², Nurul Marfu'ah²**¹ Dosen, Department of Civil Engineering, Hasanuddin University, Indonesia² Mahasiswa, Department of Civil Engineering, Hasanuddin University, Indonesia

*Email: Tri_Harianto@hotmail.fr

Abstrak

Kerusakan jalan sebagian besar disebabkan oleh rendahnya kapasitas dukung dari lapisan pondasinya dalam menerima beban kendaraan yang melintas di atasnya. Hal ini tidak lepas dari sifat material timbunan yang digunakan, baik itu sirtu, kerikil, maupun tanah. Material timbunan yang baik adalah material yang mempunyai daya dukung tinggi namun tidak menjadi beban untuk lapisan dibawahnya. Material timbunan ringan merupakan solusi untuk mereduksi kerusakan jalan akibat lapis pondasi pada konstruksi jalan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan material timbunan geokomposit ringan dengan mengganti sebagian tanah lempung dengan expanded polysterene (EPS) yang distabilisasi dengan limbah aspal buton (LAB). Variasi limbah aspal buton yang digunakan sebesar 3%,5%,7% dan 9%, sementara variasi EPS yang diberikan sebesar 0,1% dan 0,2%. Pemeraman benda uji dilakukan selama 7 dan 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa substitusi tanah dengan EPS mampu mereduksi kepadatan sebesar 20% hingga 30%, adapun nilai CBR meningkat sebesar 7 kali pada EPS 0,15% dan 4 kali pada EPS 0,30%. Berdasarkan hasil tersebut, maka geokomposit ringan tanah-EPS stabilisasi LAB dapat dijadikan sebagai timbunan alternatif baik sebagai lapis pondasi bawah (LPB) pada jalan maupun backfill dibelakang dinding penahan tanah.

Kata kunci: Geokomposit ringan, EPS, limbah aspal buton, Nilai CBR**PENDAHULUAN**

Dalam teknik sipil, tanah menjadi bagian penting dan dasar dari sistem konstruksi, baik itu bendungan, gedung, maupun jalan. (Bowles, 1986) menyatakan bahwa tanah merupakan salah satu bahan konstruksi yang langsung tersedia di lapangan, dan apabila tanah dapat dipergunakan secara langsung akan menjadi sangat ekonomis. Namun, daya dukung rendah dan kompresibilitas tinggi menjadi sifat mekanis tanah yang dapat mengakibatkan konstruksi sipil menjadi tidak stabil akibat penurunan tanah yang besar.

Pembentukan badan jalan pada umumnya menggunakan material timbunan pilihan sebagai lapis pondasi sub base maupun base, namun material dengan kemampatan tinggi tentu saja akan dengan mudah mengalami deformasi akibat pengaruh pembebanan atau perpindahan (Horvath, 1997). Febrijanto, 2008 dalam (Hidayat, et al., 2016) menyatakan bahwa prinsip spesifikasi material sebagai timbunan harus memiliki daya dukung yang baik dan tidak menimbulkan permasalahan akibat beban sendiri terhadap tanah dasarnya. Dengan kata lain, timbunan ringan untuk badan jalan merupakan sebuah solusi untuk mengurangi deformasi pada tanah dasar akibat beban timbunan sendiri.

Timbunan ringan sebagai alternatif sebagai material timbunan diatas tanah lunak telah dimulai sejak 1980 di Jepang dengan memanfaatkan *Expanded Polysterene* (EPS) dalam bentuk *geoblock*. Material ini memiliki keunggulan teknis seperti : ringan, densitas yang rendah, insulasi panas, absorbs rendah dan tidak terurai BASF,1990 dalam (Horvath, 1994). Namun demikian, penggunaannya masih sangat terbatas karena mahal, memiliki daya apung yang tinggi, serta tidak tahan terhadap produk minyak bumi heat (Negussey & Jahanandish, 1993). Selain itu, penyesuaian faktor geometri, kekakuan dan propertis terhadap kondisi lapangan menjadi kendala dalam proses pelaksanaan (Abdelrahman, 2010). Ketika, pemanfaatan *geoblock* menjadi sulit, upaya mengkompositkan tanah dengan butiran EPS dengan stabilisasi kimia kemudian menjadi pertimbangan.

Semen dan kapur merupakan material yang umum digunakan sebagai bahan stabilisasi, namun material tersebut dinilai tidak ramah lingkungan dalam hal proses produksi dan lebih mahal jika untuk pekerjaan dengan volume yang besar. Aspal alam di Pulau Buton telah menjadi potensi lokal Indonesia yang pemanfaatannya masih sangat terbatas, mengingat sebagian besar jalan di Indonesia masih mempergunakan aspal minyak. Dalam proses ekstraksi aspal buton ini, selain

menghasilkan aspal juga menghasilkan produk sampingan yang kami sebut sebagai limbah aspal buton (LAB). Hasil *X-ray Diffraction* (XRD) menunjukkan bahwa mineralogi material ini adalah gypsum (CaSO_4) sebesar 63,63%; kalsit (CaCO_3) sebesar 15,54% dan quartz (SiO_2) sebesar 16,46%, adapun sisanya berupa senyawa Calcium sulfide Oldhamite dan Magnesite, masing-masing 2,78% dan 1,60%, hal ini menunjukkan bahwa material ini mempunyai potensi sebagai bahan stabilisasi.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat material komposit tanah dan butiran EPS untuk mengembangkan material timbunan ringan yang distabilisasi dengan LAB. Pengujian daya dukung dilakukan dengan pengujian *california bearing ratio* (CBR). Berdasarkan hasil pengujian CBR geokomposit ringan tersebut, kemudahan akan dibandingkan dengan standar nilai CBR yang disyaratkan dalam SNI. Hal ini ditujukan untuk melihat peruntukan geokomposit ringan ini pada lapis pondasi jalan.

METODOLOGI PENELITIAN

Material Penyusun Geokomposit Ringan *Tanah Lempung*

Sampling tanah dalam penelitian ini diambil di sekitar kampus Univeristas Hasanuddin, di kabupaten Gowa. Pengujian analisa saringan, berat jenis, berat isi, batas-batas atterberg, kadar air dan pemadatan dilakukan untuk mendapatkan propertis dasar dari sampel, selain itu pengujian kuat tekan bebas dan pengujian CBR juga dilakukan untuk mendapatkan karakteristik mekanis sampel. Pengujian ini mengacu pada standar ASTM (*American Standard for Testing and Material*), adapun klasifikasi tanah mengacu pada standar USCS (*Unified Soil Classification System*) dan AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*).



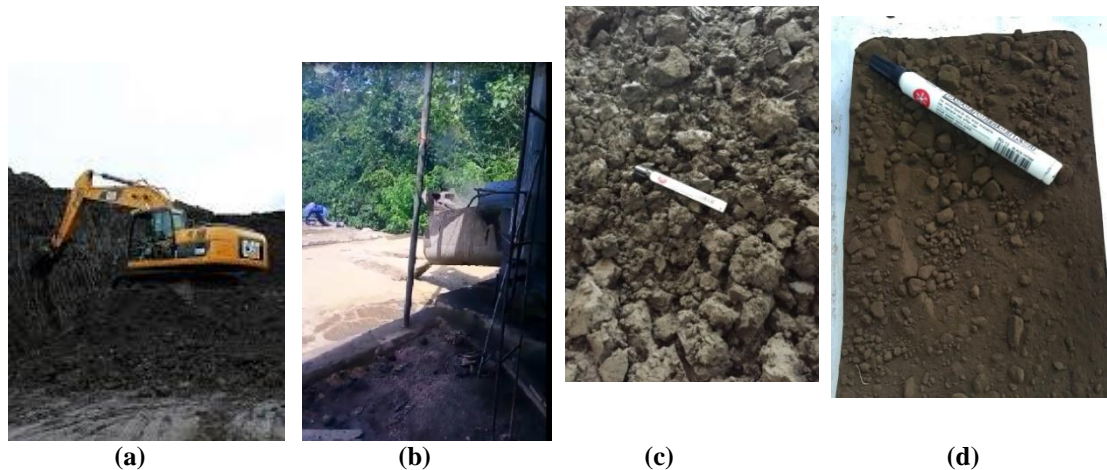
Gambar 1. Lokasi sampel tanah lempung

Limbah Aspal Buton (LAB)

Limbah aspal buton yang kami gunakan dalam penelitian ini, berasal dari pabrik pengolahan limbah aspal buton di pulau Baubau. Limbah aspal buton awalnya berupa lumpur yang dikeringkan dalam suhu ruangan dan dihancurkan hingga menjadi bubuk yang lolos saringan No. 100, sehingga dapat mempercepat reaksi antara tanah dan LAB sebagai bahan stabilisasi, seperti yang dikemukakan oleh (Janz & Johansson, 2002). Dimana dinyatakan bahwa reaktivasi material stabilisasi sangat dipengaruhi oleh tingkat kehalusan butirannya, atau dikenal dengan luas permukaan spesifik. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa, semakin tinggi permukaan spesifik dari material stabilisasi akan mempercepat reaksi antara tanah dan material stabilisasinya.

Expanded Polysterene (EPS)

Expanded Polysterene (EPS) yang digunakan dalam penelitian ini merupakan material pabrikan styrofoam di kota Makassar dengan kode D17. Material ini memiliki diameter EPS yang bervariasi antara 2 – 4 mm dengan nilai kepadatan 17 kg/m³.



Gambar 2. Proses ekstraksi LAB (a) granular aspal buton (b) proses ekstraksi aspal buton dan LAB (c) LAB yang dikeringkan (d) LAB lolos saringan No. 100.



Gambar 3. Butiran EPS

Prosedur Pengujian***Rancangan Komposisi***

Pada tabel 1 mempresentasikan variasi EPS dan variasi LAB sebagai material penyusun material timbunan ringan. EPS yang digunakan sebagai material substitusi dari tanah didasarkan pada perbandingan berat dari kepadatan tanah kering dari hasil kompaksi. Oleh karena ukuran butir sangat mempengaruhi proses penyiapan sampel, maka prosentase EPS yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 0,15% dan 0,30%. Adapun penggunaan material LAB sebagai bahan stabilisasi digunakan variasi 3%,5%,7% dan 9%. Pemeraman selama 7 hari dan 28 hari dilakukan untuk melihat kinerja material geokomposit

Pembuatan dan Pengujian Sampel

Pembuatan benda uji CBR menerapkan metode pemadatan statis untuk menghindari kerusakan pada butiran EPS. Prosedur ini didasarkan pada penelitian yang telah dilakukan oleh (Cui & Delage, 1996), (Venkatarama Reddy & Jagadish, 1993) dan (Sharma & Deka, 2016). Metode pemadatan statis dalam penelitian ini didasarkan pada “volume benda uji” dan “tegangan konstan”, dimana material uji dibagi atas tiga bagian, lapisan pertama dipadatkan hingga mencapai 1/3 volume mold dan besar tekanan yang diperoleh dijadikan nilai tegangan yang akan diberikan pada lapisan 2 dan 3. Sampel CBR berdimensi 15,7 cm x 17,6 dan dipadatkan dengan menggunakan alat CBR dengan kecepatan 1,2 mm/menit. Sampel CBR kemudian diperam dengan waktu 7 hari dan 28 hari. Pengujian CBR laboratorium mengacu pada standar ASTM D1883 – 16.

Tabel 1. Komposisi Campuran Geokomposit Ringan

No	Sampel	EPS %	LAB %	Periode Pemeraman (hari)
1	Tanah Asli	0%	0%	0
2	Geokomposit A	0.15%	3,5,7,9	7 dan 28
3	Geokomposit B	0.30%	3,5,7,9	7 dan 28

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Fisis Material Lempung

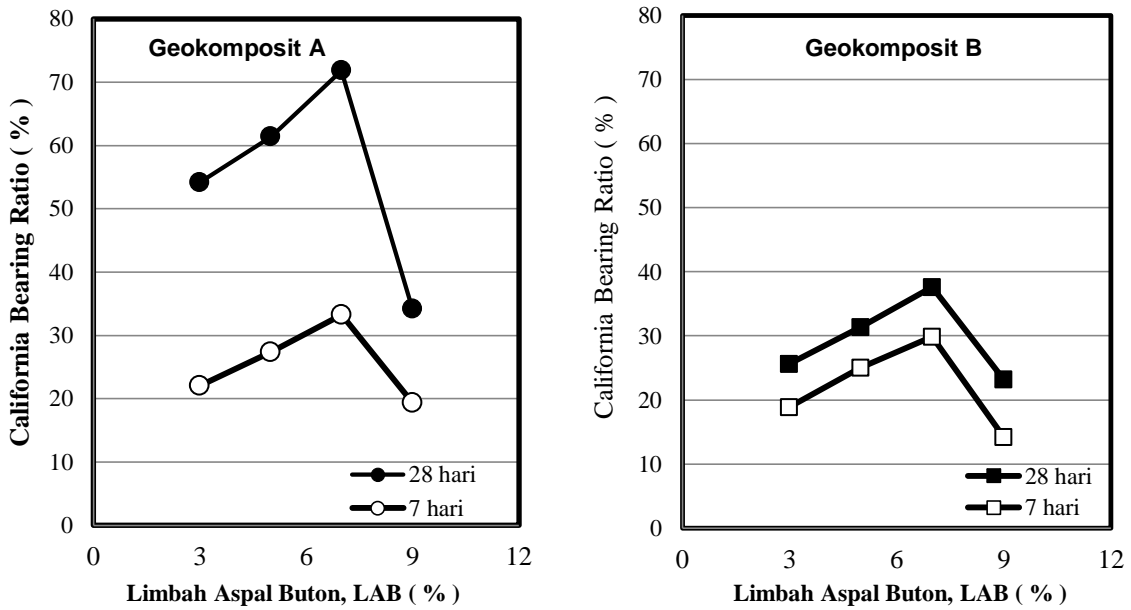
Pengujian karakteristik fisik tanah lempung melalui serangkaian pengujian propertis dasar. Berdasarkan hasil pengujian sampel tanah lempung seperti yang ditunjukkan pada tabel 2, maka berdasarkan standar USCS material lempung yang digunakan dalam penelitian ini termasuk dalam klasifikasi CH atau tanah lempung anorganis dan tanah subur dengan plastisitas tinggi. Adapun berdasarkan standar AASHTO tanah yang digunakan masuk dalam klasifikasi A-7-6.

Tabel 2. Hasil pengujian Sifat Fisis Tanah Lempung

No	Karakteristik Tanah	Satuan	Hasil
1	Berat Jenis (Gs)	-	2.71
2	Kadar air mula-mula(Wn)	%	12,17
3	Analisa saringan		
4	a. Pasir	%	31,60
	b. Lanau	%	19,28
	c. Lempung	%	49,12
5	Batas-batas konsistensi		
	a. Batas cair (LL)	%	58,37
	b. Batas plastis (PL)	%	29,08
	c. Indeks plastis (PI)	%	29,29
	d. Batas Susut (SL)	%	20,16
6	Pemadatan Standard Proctor		
	a. Berat kering maksimum (ρ_d maks)	gr/cm ³	1,41
	b. Kadar air optimum (wopt)	%	25,58
7	CBR	%	6,05

Pengaruh LAB dan EPS pada CBR Geokomposit Ringan

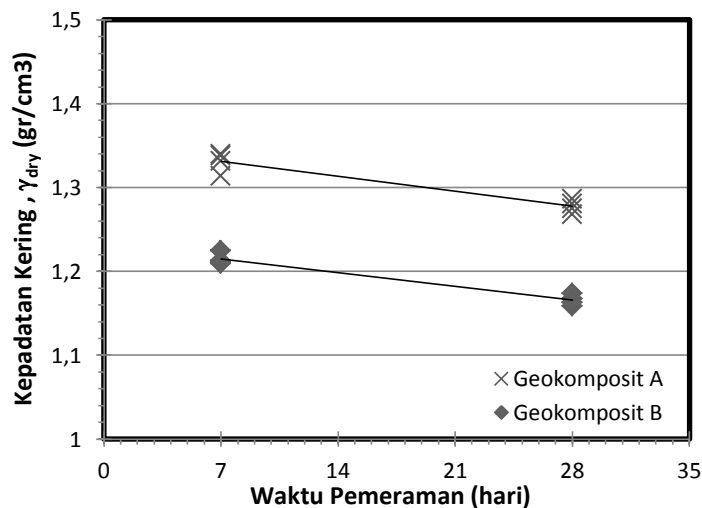
Gambar 4 menunjukkan hubungan antara variasi LAB dan EPS terhadap nilai CBR geokomposit ringan, dimana terlihat nilai CBR memiliki kecenderungan meningkat sejalan dengan penambahan kadar LAB pada campuran geokomposit ringan, namun hal ini berbanding terbalik dengan penambahan EPS. Adapun, waktu pemeraman sampel juga mempengaruhi peningkatan nilai CBR geokomposit ringan.



Gambar 4. Grafik tegangan CBR untuk pemeraman (a) 7 hari dan (b) 28 hari

Kepadatan Material Geokomposit Ringan

Hasil pengukuran kepadatan geokomposit ringan ditunjukkan pada gambar 5, dimana terlihat hubungan linear antara variasi prosentase EPS terhadap kepadatan geokomposit. Pada kadar EPS 0,15% variasi kepadatan geokomposit bervariasi antara 1314 kg/m³ – 1338 kg/m³ pada pemeraman 7 hari, sementara pada pemeraman 28 hari nilai kepadatan berada pada rentang 1268 kg/m³ – 1287 kg/m³. Adapun pada penambahan EPS 0,30%, nilai kepadatan ini sudah nilai kepadatan bervariasi antara 1210 kg/cm³- 1225 kg/m³ untuk pemeraman 7 hari, 1159 kg/m³ – 1174 kg/m³ untuk masa peram 28 hari.

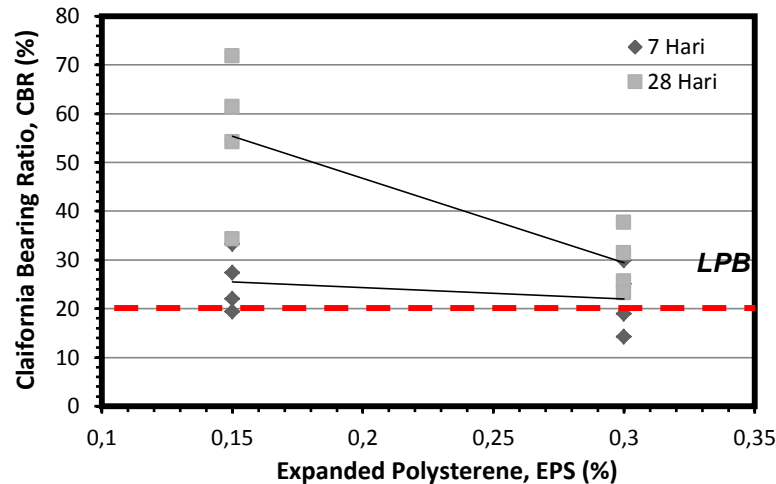


Gambar 5. Hubungan variasi EPS dan waktu peram terhadap kepadatan material komposit

Hasil tersebut memperlihatkan reduksi kepadatan material yang cukup signifikan apabila dibandingkan dengan kepadatan tanah umumnya yang berkisar antara 1700 kg/m³ – 1900 kg/m³. Hal ini dimungkinkan oleh karena kepadatan EPS yang digunakan hanya 1% dari kepadatan tanah, sehingga hanya dengan substitusi 0,15% - 0,30% EPS terhadap tanah dapat mereduksi kepadatan timbunan antara 20% hingga 30%.

Nilai CBR Desain Geokomposit Ringan

Dalam SNI 03-3437-1994 dan SNI 03-3438-1994 untuk timbunan yang distabilisasi semen dan kapur mensyaratkan bahwa nilai CBR untuk nilai Lapis Pondasi Bawah (LPB) sebesar 20%, sementara untuk Lapis Pondasi Atas sebesar 80%. Dari hasil pengujian CBR material geokomposit terhadap standar SNI diperlihatkan pada gambar 6.



Gambar 6. Rancangan Campuran Geokomposit Ringan dengan EPS

Hasil menunjukkan bahwa secara umum nilai CBR geokomposit berada diatas 20% seperti yang disyaratkan dalam SNI. Hal ini menunjukkan bahwa material geokomposit ini, memenuhi syarat untuk dipergunakan sebagai lapisan pondasi bawah (LPB) untuk perkerasan jalan. Namun, pada pengukuran nilai CBR pada pemeraman 7 hari, terdapat nilai yang tidak memenuhi nilai yang disyaratkan yaitu pada campuran LAB sebesar 9% dan EPS sebesar 0,15% dimana nilai CBR yang diperoleh hanya sebesar 19,38%. Dengan demikian, untuk pemanfaatan material geokomposit ringan ini sebagai lapis pondasi bawah (LPB) pada konstruksi jalan, komposisi yang dapat digunakan adalah LAB dengan prosentase 5% - 7% serta, serta EPS sebesar 0,15% dan 0,30%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan laboratorium penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Limbah aspal buton dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi pada tanah lunak, yang ditunjukkan dengan peningkatan nilai CBR seiring dengan peningkatan variasi LAB dalam campuran geokomposit ringan.
2. Substitusi EPS terhadap tanah untuk menghasilkan geokomposit ringan dengan bahan stabilisasi limbah aspal buton dapat mereduksi berat isi dari timbunan yang bervariasi antara 20%-30% jika dibandingkan dengan material timbunan tanah konvensional.
3. Untuk desain campuran geokomposit ringan sebagai lapis pondasi bawah pada konstruksi jalan adalah : variasi LAB antara 5% - 7% dengan substitusi EPS sebesar 0,15% - 0,30% yang didasarkan pada berat tanah kering.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelrahman, G., 2010. *Lightweight Fill Using Sand, Polystyrene Beads and Cement*. Mesir, Institution of Civil Engineers.
- Bowles, J., 1986. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Jakarta: Erlangga.
- Cui, Y. J. & Delage, P., 1996. *Yielding And Plastic Behaviour Of An Unsaturated Compacted Silt*. *Geotechnique*, pp. 291-311.
- Hidayat, D., Purwana, Y. M. & Pramesti, F. P., 2016. *Analisis Material Ringan Dengan Mortar Busa Pada Konstruksi Timbunan Jalan*. *UMJ*, pp. 1-10.
- Horvath, J. S., 1994. *Expanded Polystyrene (EPS) Geofoam: An Introduction to Material Behavior*. *Geotextiles and Geomembranes* , pp. 263-280.

- Horvath, J. S., 1997. The *Compressible Inclusion Function of EPS Geofoam. Geotextiles and Geomembranes*, pp. 77-120.
- Janz, M. & Johansson, S.-E., 2002. *The Function of Different Binding Agents in Deep Stabilization*, Swedia: Swedish Deep Stabilization Research Centre.
- Negussey, D. & Jahanandish, M., 1993. *Comparison of Some Engineering Properties of Expanded Polysterene with Those of Soils*. Volume 1418.
- Sharma, B. & Deka, A., 2016. *Static Compaction Test and Determination of Equivalent Static Pressure*. India, s.n., pp. 1-4.
- Venkatarama Reddy, B. & Jagadish, K., 1993. *The Static Compaction of Soils. Geotechnique*, pp. 337-341.