

## STUDI EKSPERIMENTAL NILAI CBR TANAH LUNAK STABILISASI OVERBOULDER ASBUTON

Noor Dhani<sup>1\*</sup>, Lawalenna Samang<sup>2</sup>, Tri Harianto<sup>2</sup> dan A.Rachman Djameluddin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Doktor, Department of Civil Engineering, Hasanuddin University, Indonesia

<sup>2</sup> Dosen, Department of Civil Engineering, Hasanuddin University, Indonesia

\*Email: Noordhanitech@gmail.com

### Abstrak

Tanah merupakan bagian fundamental pada konstruksi jalan raya, sebagai bagian dari sistem, kekuatan dan stabilitas tanah sangatlah diperlukan untuk mendukung beban jalan raya. Distribusi tanah lunak baik vertikal maupun horisontal menjadi permasalahan dalam pembangunan konstruksi bangunan ataupun jalan. Oleh karena itu, upaya stabilisasi tanah, diantaranya stabilisasi secara kimiawi menggunakan material pozzolan seperti overboulder (OB) asbuton mengingat pemanfaatan semen dan kapur dinilai tidak ekonomis untuk pekerjaan dengan volume yang besar. Penelitian ini dilakukan untuk melihat kinerja overboulder asbuton sebagai bahan stabilisasi pada tanah lunak. Komposisi OB terhadap berat kering tanah lunak divariasikan sebesar 5%, 10%, 15%, dan 20% pada kadar air optimum. Untuk melihat pengaruh waktu terhadap sampel, pengujian dilakukan untuk masa peram 0, 7, 14 dan 28 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan overboulder asbuton mempengaruhi nilai CBR secara signifikan. Dari hasil pengujian menunjukkan penambahan overboulder dapat meningkatkan nilai CBR tanah lunak hingga 5 kali lipat, selain itu masa pemeraman menunjukkan bahwa hanya prosentase OB sebesar 15% yang dapat memenuhi kriteria desain yang ditetapkan dalam SNI untuk tanah stabilisasi yaitu sebesar 23% pada masa peram 7 hari.

**Kata kunci:** Tanah Lunak, Overboulder Asbuton, Nilai CBR

### PENDAHULUAN

Tanah merupakan bagian fundamental dari sistem konstruksi sipil, baik itu gedung, bendungan, pelabuhan, bandar udara, maupun jalan raya. Dalam konstruksi jalan raya, tanah yang digunakan sebagai pondasinya harus memenuhi syarat-syarat mekanis yang telah ditetapkan. Namun, keberadaan lapisan tanah lunak yang memiliki daya dukung rendah dan mudah mampat (Das, 2010), dapat menjadi permasalahan, khususnya pada masa pelayanan jalan.

Teknik stabilisasi untuk meningkatkan daya dukung tanah dapat dilakukan secara kimia dengan menambahkan material yang bersifat sementasi maupun pozzolan. Stabilisasi kimia yang telah dikenal adalah dengan menggunakan semen (Panday & Rabbani, 2017) dan kapur (Nurdin, et al., 2016), namun hal ini dianggap tidak ekonomis apabila pekerjaan yang dilakukan dalam jumlah yang besar (Firoozi, et al., 2017). Pengembangan material alternatif bahan stabilisasi tanah lunak telah banyak dilakukan seperti pemanfaatan *flyash* (Rauf, et al., 2018), penggunaan bakteri (Hasriana, et al., 2018). Selain penambahan material stabilisasi, selain dengan bahan stabilisasi perbaikan tanah juga dilakukan dengan penambahan serat seperti yang dilakukan oleh (Harianto, et al., 2008) yang menggunakan serat propylene maupun (Nurdin, et al., 2016) yang menggunakan serat alam berupa ijuk.

Kompleksitas permasalahan yang dihadapi dalam pengoptimalan penggunaan aspal buton (asbuton) sebagai bahan utama perkerasan jalan baik dari sudut teknologi produksi, jaringan distribusi serta teknologi masih sangat terbatas. Aplikasi asbuton di lapangan yang masih belum dikuasai secara sempurna, maka sudah selayaknya dilakukan re-orientasi studi Asbuton untuk mengkaji berbagai kebijakan dan tatacara pengelolaan Asbuton yang bertujuan untuk mengembangkan dan mengujicobakan *resource management system* (Neni, 2008).

Lapisan penutup aspal buton ini atau dikenal sebagai *Overboulder* (OB) belum banyak dikenal dalam dunia konstruksi jalan raya. Dari hasil pengujian XRD dalam (Dhani, Samang, Harianto, & Djameluddin, 2018) menunjukkan bahwa kandungan mineral yang terdapat dalam OB berupa : CaO sebesar 79,64%, SiO<sub>2</sub> sebesar 9,63%, sehingga berdasarkan hasil tersebut OB memiliki potensi sebagai bahan pozzolan yang dapat dipergunakan sebagai material stabilisasi pada tanah lunak yang dalam keberuntungannya pada pembangunan infrastruktur pada lapisan pondasi jalan sebagai lapisan Sub-Base.

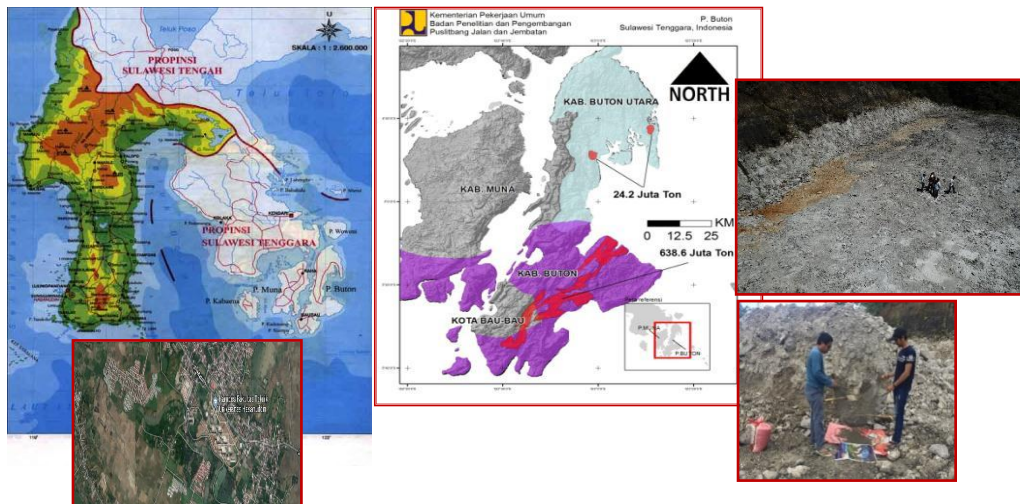
Studi eksperimental ini dimaksudkan untuk menggunakan OB sebagai aset lokal (local content) yang dapat digunakan sebagai material stabilisasi untuk meningkatkan daya dukung pada tanah lunak yang didasarkan pada nilai *California Bearing Ratio* (CBR). Hasil ini kemudian akan dibandingkan dengan standar teknis yang ditetapkan pada Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk melihat kinerjanya sebagai lapis pondasi jalan.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Material Uji

Material *overboulder asbuton* berasal dari Pulau Buton, dengan pengambilan sampel dilakukan pada tiga lokasi pengambilan sampel yang berbeda. Lokasi tersebut adalah Blok Sampolawa dengan koordinat  $5^{\circ}33'7.99''\text{S}$  dan  $122^{\circ}44'28.39''\text{E}$ , Blok Kabungka dengan koordinat  $5^{\circ}23'2.62''\text{S}$  dan  $122^{\circ}53'33.67''\text{E}$ , dan Blok Lawele dengan koordinat  $5^{\circ}13'53.56''\text{S}$  dan  $122^{\circ}58'0.40''\text{E}$ .

Tanah lempung yang digunakan berasal dari lokasi pembangunan Kampus Universitas Hasanuddin di kabupaten Gowa. Propertis tanah lempung diperoleh dengan melakukan pengujian dasar, seperti : analisa saringan, berat jenis, berat isi, batas-batas atterberg, kadar air dan kompaksi. Selain itu, untuk karakteristik mekanis dilakukan pengujian kuat tekan bebas dan CBR. Pengujian-pengujian yang dilaksanakan mengacu pada standar ASTM (*American Standard for Testing and Material*), adapun klasifikasi tanah dan overboulder mengacu pada standar USCS (*Unified Soil Classification System*).



**Gambar 1.** Lokasi quarry pengambilan sampel tanah lunak dan Overboulder

Secara terminologi overboulder asbuton yang dipergunakan dalam penelitian ini merupakan aspal buton yang menjadi material lokal (local content) dengan deposisi pada 6 (enam) formasi  $\pm 662$  Juta ton, dimana overboulder sendiri berdasarkan penyebarannya  $\pm 30$  persen dari jumlah deposisi aspal buton, dengan kadar bitumen aspalnya sangat rendah yang diperkirakan  $\pm 3$  persen. Dimana material ini berbentuk butiran dengan berat jenis (GS) 2,65.

## Program Pengujian

### Rancangan Benda Uji

Tanah lunak diuji sesuai dengan standar pengujian untuk menentukan nilai CBR awal dan klasifikasi tanah. Stabilisasi dilakukan dengan membandingkan nilai CBR dari masing-masing penambahan over boulder pada masa peram tertentu. Pengujian dilakukan pada masa peram 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Campuran antara tanah lunak dan over boulder ditunjukkan pada tabel 1, dimana prosentase OB yang digunakan didasarkan pada berat tanah kering yang diperoleh dari hasil pengujian kompaksi.

**Tabel 1.** Komposisi Rancangan Uji Kapasitas Dukung

No	Over Boulder	Curing Time (Hari)			
	(%)	0	7	14	28
1	0	2	-	-	-
2	5	2	2	2	2
3	10	2	2	2	2
4	15	2	2	2	2
5	20	2	2	2	2

### Pembuatan Benda Uji dan Pengujian CBR

Penyiapan sampel CBR dilakukan dengan mengaplikasikan pemadatan statis yang didasarkan pada prosedur yang telah dilakukan oleh (Y. J. CUI, 1996), (B.V. Venkatarama Reddy, 1993) dan (Binu Sharma, 2016). Konsep pemadatan statis didasarkan pada “volume benda uji” dan “tegangan konstan”. Dalam hal ini, sampel dibagi atas tiga bagian, dimana untuk lapisan pertama dipadatkan hingga mencapai 1/3 volume mold dan besar tegangan 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, 14 dan 28 hari. Adapun, pengujian CBR laboratorium mengacu pada standar ASTM D1883 – 16.



**Gambar 2.** Alat Pengujian CBR dan Benda Uji CBR

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Fisis dan Mekanis Tanah Lunak dan Overboulder

Pengujian karakteristik fisik tanah lempung melalui serangkaian pengujian propertis dasar. Berdasarkan hasil pengujian sampel tanah lempung tersebut, 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.

**Tabel 2.** Hasil pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Lunak dan Overboulder

No	Karakteristik Tanah	Satuan	Hasil	
			Tanah	Overboulder
1	Berat Jenis (Gs)	-	2.65	2.65
2	Kadar air mula-mula( $\omega_n$ )	%	35.72	
3	Analisa saringan			
4	a. Kerikil	%		0.00
	b. Pasir	%	35.20	81.04
	c. Lanau	%	34.55	13.70
	d. Lempung	%	30.25	5.10
5	Batas-batas konsistensi			
	a. Batas cair (LL)		60.76	
	b. Batas plastis (PL)	%	46.35	
	c. Indeks plastis (PI)	%	14.40	
6	Pemadatan Standard Proctor			
	a. Berat kering maksimum ( $\rho_d$ maks)	gr/cm <sup>3</sup>	1,34	1.37
	b. Kadar air optimum ( $\omega_{opt}$ )	%	25.24	19.13
7	Karakteristik mekanis			
	a. Daya Dukung ( $q_u$ )	kg/cm <sup>3</sup>		0.624
	b. California Bearing Ratio (CBR) Unsoaked	%	7.79	12.06
	c. California Bearing Ratio (CBR) Soaked	%		9.16

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik fisik menunjukkan hasil pemeriksaan karakteristik Overboulder Asbuton menunjukkan bahwa Penambahan material berbutir kasar pada material tanah ekspansif akan mengakibatkan perubahan pada sifat- sifat tanah yang menjurus pada peningkatan daya dukung.

Dari hasil pengujian menunjukkan parameter klasifikasi soil Overboulder Asbuton berdasarkan parameter USCS (Unified Soil Classification System) termasuk dalam klasifikasi SP yaitu sampel yang berbutir kasar dengan sifat index non plastis, sedangkan menurut AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) termasuk dalam klasifikasi A-1-b yaitu jenis sampel dengan penilaian sebagai bahan tanah dasar baik sampai buruk. Oleh karena itu penelitian ini berdasarkan hasil parameternya mengandung bahan pozzolan yang dapat meningkatkan kapasitas dukung pada tanah lunak.

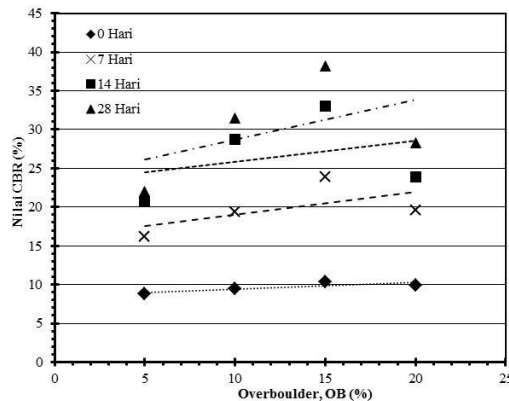
### Pengaruh Overboulder Asbuton Terhadap Peningkatan Nilai CBR.

Pengaruh penambahan Overboulder terhadap nilai CBR tanah lunak dapat dilihat pada grafik Tabel 3. Hasil pengujian menunjukkan bahwa, nilai secara umum nilai CBR meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi, sementara waktu pemeraman meningkatkan nilai kuat tekan secara signifikan. Nilai CBR diperoleh pada konsentrasi OB sebesar 15% dengan nilai 38,22%. Kenaikan pada nilai CBR terlihat jelas hingga penambahan 15% OB, namun pada prosentase aspal buton sebesar 20% terjadi penurunan nilai CBR. Hal ini mungkin saja disebabkan oleh perubahan senyawa akibat reaksi kimia antara mineral tanah dan mineral OB, seperti yang dikemukakan oleh (Hasriana, Samang, Harianto, & Djide, 2018).

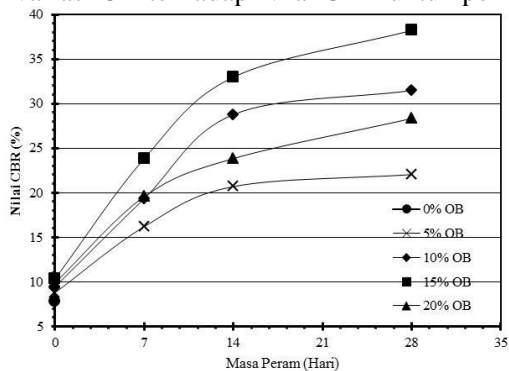
**Tabel 3.** Hasil Rakapitulasi Nilai CBR

Overboulder Asbuton	Curing Time (Hari)				
	%	0	7	14	28
0		7.79	-	-	-
5		8.77	16.19	20.68	22.03
10		9.44	19.33	28.78	31.47
15		10.34	23.83	32.97	38.22
20		9.89	19.56	23.83	28.33

Pada kurva 4, menunjukkan pola linear terlihat dari hubungan variasi OB terhadap peningkatan nilai CBR pada sampel. Grafik ini menunjukkan bahwa nilai CBR pada sampel tanah stabilisasi OB pada umur 28 hari bervariasi antara 22.03% - 38.22%. Adapun berdasarkan standar teknis yang disyaratkan dalam SNI untuk lapis pondasi bawah (LPB) jalan adalah sebesar 20%, dengan demikian hal ini menunjukkan bahwa tanah stabilisasi OB memenuhi syarat untuk dipergunakan sebagai LPB pada konstruksi jalan.



**Gambar 4.** Kurva hubungan variasi OB terhadap Nilai CBR untuk pemeraman 0, 7, 14 dan 28 Hari.



**Gambar 5.** Pengaruh Masa Peram Terhadap Peningkatan Nilai CBR

**Pengaruh waktu pemeraman Terhadap Peningkatan Nilai CBR.**

Pada kurva 5, hubungan antara masa peram terhadap peningkatan nilai CBR membentuk pola non linear sederhana. Dari kurva tersebut, terlihat bahwa peningkatan nilai CBR terjadi pada masa 7 hari – 14 hari pemeraman, yang ditunjukkan dengan peningkatan yang cukup signifikan. Adapun pada masa 14-28 kenaikan nilai CBR cenderung bertahap. Hal ini dapat menjelaskan bahwa masa hidrasi kapur optimum terjadi pada masa 14 hari seperti yang telah dijelaskan oleh (Farooq, Rouf, Hoque, & Ashad, 2011).

Standar teknis untuk nilai timbunan pada SNI 03-3437-1994, menyatakan bahwa untuk nilai CBR material stabilisasi harus mencapai CBR 20% pada masa peram 7 hari. Dari hasil terlihat bahwa hanya prosentase OB 15% yang memenuhi nilai tersebut. Namun untuk variasi 10% dan 20% OB, nilai CBR-nya telah mencapai 90% dari nilai yang ditentukan. Namun demikian nilai \

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari hasil pengujian diketahui bahwa Tanah Lunak yang digunakan tergolong Lanau Plastisitas Tinggi, sedangkan Overboulder yang digunakan tergolong SP atau Pasir Bergradasi Buruk berdasarkan system klasifikasi USCS.
2. Nilai CBR tertinggi diperoleh pada persentase 15% overboulder asbuton dengan masa pemeraman 28 hari, dimana terjadi peningkatan sebesar 5 kali lipat dari CBR tanah tanpa stabilisasi.

3. Rekomendasi penelitian ini menunjukkan bahwa untuk memenuhi kriteria desain lapis pondasi (sub-base) dengan nilai CBR 20% dicapai dengan penambahan overboulder sebesar 5% pada masa pemeraman 14 hari.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami berterima kasih kepada LPDP (Lembaga Pegelola Dana Pendidikan) atas dukungan pendanaan selama penelitian ini dilaksanakan serta Laboratorium Universitas Hasanuddin dimana penelitian ini kami laksanakan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adriani, et. al., (2012), Pengaruh Penggunaan Semen sebagai Bahan Stabilisasi pada Tanah Lempung daerah Lambung Bukit terhadap nilai CBR Tanah, *Jurnal Rekayasa Sipil*, ISSN: 1858-2133, Volume 8 No. 1, Februari 2012, pp 29-44.
- B.V. Venkatarama Reddy, K. J. (1993). The Static Compaction of Soils. *Geotechnique*, 337-341.
- Babasaki, R., Maekawa, A., Terashi, M., Kawamura, M., Suzuki, T., & Fukazawa, E. (1997). JGS TC Report: Factors Influencing The Strength of Improved Soil.
- Binu Sharma, A. D. (2016). Static Compaction Test and Determination of Equivalent Static Pressure. *Indian Geotechnical Conference*, (pp. 1-4). India.
- Boardman, D., S. Glendinning, S., & Rogers, C. (2001). Development of stabilisation and solidification in lime-clay mixes. *Géotechnique*, 533-543.
- Circeo, L., Davidson, D., & David, H. T. (n.d.). Strength-Maturity Relations of Soil-Cement Mixtures.
- Das, B. M. (2010). *PRINCIPLES OF GEOTECHNICAL ENGINEERING* (Vol. 7th). Stamford: Cengage Learning.
- Dhani, N., Samang, L., Harianto, T., & Djamaluddin, A. (2018). Characteristics Study of Over Boulder Asbuton as Pozzalanic Material for Soft Soil Stabilization. *International Seminar On Infrastructure Development*. Manado.
- Firoozi, A., Olgun, C., Ali Asghar Firoozi, A., & Baghini, M. S. (2017). Fundamentals of Soil Stabilization. 8(26).
- Harianto, T., Hayashi, S., Du, Y. J., & Suetsugu, D. (2008). Effects of Fiber Additives in the Desiccation Crack Behavior of the Compacted Akaboku Soil as A Material for Landfill Cover Barrier. *Water Air Soil Pollution*, 141-149.
- Hasriana, Samang, L., Harianto, T., & Djide, M. N. (2018). Bearing capacity improvement of soft soil subgrade layer with Bio Stabilized Bacillus Subtilis. *MATEC*.
- Indera, R., Mina, E., & Rahman, T. (2016). Stabilisasi Tanah Dengan Menggunakan Fly Ash Dan Pengaruhnya Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas. *Jurnal Fondasi*, 5(1), 97-106.
- Neni, K (2008), "Pemanfaatan Mineral Asbuton sebagai Bahan Stabilisasi Tanah" Puslitbang Jalan dan Jembatan Jl. A.H. Nasution 264 Bandung 40294.
- Nurdin, S., Samang, L., Patanduk, J., & Harianto, T. (2016). Kinerja Tanah Lunak Stabilisasi Fly Ash Dengan Perkuatan Serat Alami Sebagai Lapis Penutup Landfill. *Inersia*.
- Rauf, I., Samang, L., Harianto, T., & Arsyad, A. (2018). Compressive Strength of Lightweight Geocomposit Soil-Eps Stabilized With Palm Oil-Tea Fly Ash. *International Seminar on Infrastructure Development*. Manado: Unhas.
- Saing, Z., Samang, L., Harianto, T., & Patanduk, J. (2017). Study on Characteristic of Laterite Soil with Lime Stabilization as a Road Foundation. 12(14).
- Sofwan, Samang, L., Harianto, T., and Muhiddin, A. B. (2016). Silty Clay on Quick Lime Stabilization with Gum Rosin and Iron Oxide Activation. Proceeding of the 10th International Symposium on Lowland Technology September 15-17, 2016 at Mangalore, India 240 – 243.
- Tangkeallo, M., Samang, L., Damaludddin, A. R., & Bakri, A. (2018). Experimental Study of Laterite Soil Stabilization with Zeolith. *International Seminar on Infrastructure Development*. Manado: Manado Polytechnic.
- Todingrara, Y., Tjaronge, M., Harianto, T., & Ramli, M. (2017). Performance of Laterite Soil Stabilized with Lime and Cement as a Road Foundation. 12(14).