

## PEMANFAATAN TANAH SEDIMEN SEBAGAI LAPISAN KEDAP AIR PENUTUP AKHIR LANDFILL

Rona Reski<sup>1\*</sup>, Muhammad Natsir Djide<sup>2</sup>, Tri Harianto<sup>3</sup>, Irwan Ridwan Rahim<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Jalan Poros Malino KM-6, Gowa

<sup>2</sup> Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin

Jalan Perintis Kemerdekaan KM-10, Makassar

<sup>3,4</sup> Departemen Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Jalan Poros Malino KM-6, Gowa

\*Email: [rona66reski@gmail.com](mailto:rona66reski@gmail.com)

### Abstrak

Tanah penutup landfill dirancang untuk mengurangi dampak negatif dari peningkatan timbunan sampah, mengurangi jumlah infiltrasi dan meminimalkan peningkatan lindi. Tanah memiliki fungsi sebagai komponen utama pendukung fondasi bangunan dan sebagai bahan bangunan itu sendiri. Tulisan ini memuat tinjauan terhadap lapis penutup akhir landfill yang berfokus pada lapisan kedap air dengan pemanfaatan tanah sedimen hasil pengerukan waduk bili-bili, gowa, sulawesi selatan. Studi awal pemanfaatan tanah sedimen bertujuan untuk menginvestigasi karakteristik fisis dan mekanis tanah sedimen. Tanah sedimen diambil dalam kondisi tanah terganggu. Hasil pengujian fisis tanah menunjukkan bahwa 94% tanah sedimen didominasi lanau ; 3,20% lempung ; 2,60% pasir dan 0,20% kerikil. Menurut sistem klasifikasi AASHTO dan USCS menunjukkan tanah lanau (A-4) anorganik dan termasuk tanah dasar cukup baik. Batas-batas atterberg diperoleh batas plastis (PL) 28,83% ; batas cair (LL) 38,12% ; Indeks Plastis (PI) 9,29% ; batas susut (SL) 8,57% ; berat jenis (Gs) 2,664. Sedangkan mekanis tanah dari pengujian pemadatan diperoleh kadar air optimum ( $w_{opt}$ ) 30,25% dan berat isi kering ( $\gamma_{dry}$ ) 13,141 kN/m<sup>3</sup>; kuat tekan bebas ( $q_u$ ) 304 kN/m<sup>2</sup>; pengujian geser langsung didapatkan nilai kohesi (c) 77,47 kN/m<sup>2</sup> dan sudut geser dalam ( $\phi$ ) 25°.

**Kata kunci:** kedap, landfill, sedimen, tanah

### PENDAHULUAN

Sampah adalah barang atau benda yang sudah tidak dapat digunakan, tidak memiliki nilai ekonomis yang merupakan produk hasil buangan dari aktivitas manusia. Dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 (2008) yang dimaksud dengan sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan atau proses alam yang berbentuk padat sedangkan sampah spesifik adalah sampah yang karena sifat, konsentrasi, dan atau volumenya memerlukan pengelolaan khusus.

Pengelolaan sampah bertujuan untuk meningkatkan kesehatan masyarakat dan kualitas lingkungan serta menjadikan sampah sebagai sumber daya (UU RI Nomor 18 Tahun 2008 pasal 4, 2008). Sampah yang tidak dikelola dengan baik akan berpengaruh besar terhadap lingkungan disekitarnya karena dampak negatif yang ditimbulkan. Tempat pembuangan akhir sampah yang tidak terkontrol berpotensi menjadi sebab dari sumber penyakit, hunian bagi binatang atau organisme penyebab penularan penyakit dan bau busuk yang ditimbulkan akibat dari penumpukan sampah akan membentuk lingkungan yang kurang menyenangkan bagi masyarakat yang tinggal di sekitar lingkungan tersebut.

Pengelolaan tempat pembuangan akhir sampah yang berwawasan lingkungan merupakan salah satu upaya untuk mencegah kemungkinan terjadinya pencemaran lindi (*leachate*) ke badan air maupun air tanah, pencemaran udara oleh gas dan efek rumah kaca serta berkembangbiaknya binatang atau mikroorganisme sumber penyakit. Tempat pembuangan akhir sampah dengan sistem lahan urug (*landfill*) sangat cocok untuk kondisi Indonesia, karena sebagian besar sampah merupakan sampah organik. Di Indonesia, kota besar dan metropolitan harus direncanakan sesuai metode lahan urug saniter sedangkan kota kecil dan sedang minimal harus direncanakan metode lahan urug terkendali (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum RI Nomor 03/PRT/M/2013, 2013).

## Landfill

*Landfill* (lahan urug) dibuat dengan tujuan menimbun sampah dan residu sampah agar pergerakan lindi dan gas yang keluar dari sampah dapat dibatasi, bisa mencegah gangguan lingkungan berupa sisa-sisa sampah yang beterbangan karena angin, dan mengurangi bau busuk yang bersumber dari timbunan sampah. Hujan memiliki pengaruh besar dalam pembentukan lindi di tempat pembuangan akhir sampah. Infiltrasi dan perkolasi yang meresap melalui limbah yang disimpan dan mengikat konstituen limbah yang terlarut dan tidak larut melalui reaksi fisika dan kimia. Limpasan permukaan (*runoff*), dekomposisi biologis, kadar air tanah juga mengambil bagian dalam pembentukan lindi.

Rancangan penutup akhir landfill memegang peranan penting dengan pertimbangan aspek kesehatan, keselamatan, estetika, permeabilitas, kekuatan dan pemanfaatan lahan setelah ditutup. Tanah penutup landfill dirancang untuk mengurangi dampak negatif dari peningkatan timbunan sampah, mengurangi jumlah infiltrasi dan meminimalkan peningkatan lindi. Penutup yang ditempatkan di atas landfill adalah sistem penutup multi-komponen yang dibangun langsung di atas limbah segera setelah sel tertentu terisi penuh. Tanah penutup akhir terdiri dari:

- a) lapisan pendukung: berfungsi meratakan muka tanah penutup timbunan antara sebelumnya dan memberikan kemiringan permukaan bukit.
- b) lapisan kedap air: berfungsi mencegah resapan air hujan atau air permukaan lainnya.
- c) lapisan penutup: berfungsi untuk menunjang perkembangan tumbuhan penutup bukit.

Tulisan ini memuat tinjauan terhadap lapis penutup akhir (*final cover layer*) yang berfokus pada lapisan kedap air dengan pemanfaatan tanah sedimen hasil pengerukan waduk bili-bili, gowa, sulawesi selatan. Proses sedimentasi yang berlangsung secara terus-menerus, jika sedimentasinya berlangsung cepat, akan menjadi masalah yang sangat serius karena fungsi waduk semakin lama akan semakin berkurang dan bila tidak ditanggulangi sesegera mungkin dapat mengakibatkan bangunan teknik tersebut seluruhnya akan terisi oleh sedimen dan menyebabkan terjadinya pendangkalan (*silting*) pada waduk. Studi awal pemanfaatan tanah sedimen bertujuan untuk menginvestigasi karakteristik fisis, dan mekanis tanah sedimen.

## Tanah

Tanah terdiri dari beberapa mineral bahan organik dan endapan yang relatif lepas, yang terletak di atas batuan dasar. Tanah memiliki fungsi sebagai komponen utama pendukung fondasi bangunan dan sebagai bahan bangunan itu sendiri. Tanah adalah bahan bangunan yang berlimpah di bumi. Tanah merupakan bahan bangunan pokok yang dapat diperoleh di daerah setempat. Tinjauan dari sisi ekonomi, tanah merupakan bahan konstruksi yang tersedia langsung di lapangan pada tempat pembangunan struktur. Masalah yang sering dijumpai dalam struktur rekayasa sipil adalah akibat dari sifat-sifat teknis tanah yang buruk. Perubahan perilaku tanah yang dipengaruhi oleh gravitasi bumi, curah hujan, dan juga kisaran temperatur yang berubah. Beberapa jenis tanah yang memiliki potensi kembang susut besar adalah tanah yang dapat mengalami perubahan volume secara signifikan seiring dengan perubahan kadar airnya.

Struktur rekayasa sipil harus diletakkan pada atau di atas permukaan tanah. Tanah dasar yang baik dan stabil memberikan kemampuan terhadap bangunan untuk memikul beban di atasnya. Seberapa besar penurunan yang diperkirakan bisa terjadi pada sebuah struktur sebagai akibat dari pertambahan tegangan dan kapan penurunan terjadi. Hampir setiap bangunan teknik sipil terdiri dari bagian bangunan di atas tanah (*superstructure*) dan bagian bangunan di bawah permukaan tanah (*substructure*). Bagian bangunan di bawah permukaan tanah akan meneruskan seluruh beban bangunan ke tanah fondasi. Seorang perencana perlu mengetahui sifat material bangunan yang digunakan dan sifat massa fondasinya yang dapat berupa tanah atau batuan saat akan mendesain dan melaksanakan konstruksi bangunan. Berapa tegangan tanah untuk suatu kedalaman tertentu akibat adanya *superstructure* atau beban tanah timbunan dan kemampuan tanah menahan regangan tanpa terjadi suatu keruntuhan geser.

Tanah mempunyai sifat struktur yang bermacam-macam, hal itu disebabkan karena tanah mempunyai banyak sifat fisis yang berbeda meliputi berat isi, angka pori, nilai sudut geser, dan berat volume. Sedangkan sifat mekanis tanah merupakan sifat perilaku dari struktur massa tanah saat dikenai suatu gaya atau tekanan yang dijelaskan secara teknis mekanis. Karakteristik-karakteristik material dapat ditentukan dari contoh tanah terganggu, yaitu contoh-contoh yang distribusi ukuran partikel tanah sama dengan kondisi di lapangan tetapi keaslian struktur tanah di lapangan belum terjaga pada contoh tersebut. Karakteristik utama material adalah distribusi ukuran partikel atau gradasi dan

plastisitas, yang digunakan sebagai pedoman penamaan. Distribusi ukuran partikel dan sifat-sifat plastisitas dapat ditentukan baik dengan menggunakan uji standar laboratorium maupun dengan pengamatan sederhana dan prosedur manual.

Secara umum tanah dapat diklasifikasikan menjadi 3 berdasarkan sifat lekatnya, yaitu tanah kohesif, tanah tidak kohesif (granular) dan tanah organik tanah. Sifat-sifat tanah kohesif adalah sebagai berikut: 1) tanah kohesif adalah tanah yang mempunyai sifat lekatan antara butir-butirnya seperti tanah lempung dan lanau; 2) tanah non kohesif adalah tanah yang tidak mempunyai atau sedikit sekali lekatan antara butir-butirnya atau hampir tidak mengandung lempung seperti pasir; dan 3) tanah organik adalah tanah yang sifatnya sangat dipengaruhi oleh bahan-bahan organik (sifat tidak baik) seperti sisa-sisa hewani maupun tumbuh-tumbuhan.

Jenis tanah berdasarkan ukuran butir digolongkan menjadi: 1) batu kerikil (*gravel*); 2) pasir (*sand*); 3) lanau (*silt*); dan 4) lempung (*clay*). Batu kerikil dan pasir dikenal sebagai golongan bahan-bahan yang berbutir kasar atau tidak kohesif, sedangkan lanau dan lempung dikenal sebagai golongan bahan-bahan yang berbutir halus atau kohesif. Beberapa parameter yang menentukan karakteristik tanah antara lain adalah batas cair atau *liquid limit* (LL) batas plastis atau *plastic limit* (PL), batas susut atau *shrinkage limit* (SL), dan *specific gravity* (Gs). Batas cair, batas plastis, dan batas susut adalah kadar air di dalam tanah yang masing-masing menjadi batas antara fase cair dan fase plastis, fase plastis dan fase semi padat, dan fase semi padat dan padat yang dikenal dengan istilah batas-batas atterberg (*atterberg limits*).

## METODOLOGI

### Lokasi Penelitian

Penelitian ini bersifat studi laboratorium yang dilakukan di laboratorium mekanika tanah departemen sipil fakultas teknik universitas hasanuddin, gowa.

### Pengambilan sampel

Material tanah yang digunakan sebagai sampel untuk pengujian laboratorium adalah tanah sedimen hasil pengerukan waduk bili-bili, gowa, sulawesi selatan. Tanah sedimen diambil dalam kondisi tanah terganggu (*disturbed soil*). Rancangan pengujian dan standar pengujian yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 1 seperti berikut

**Tabel 1. Rancangan Pengujian Dasar Fisis dan Mekanis Tanah Sedimen**

No	Pengujian	Keterangan
A	Fisis Tanah	
1	Analisa saringan dan Hidrometer	ASTM D 424-59, D 4318-(00), AASHTO T89/T90
2	Batas-batas Atterberg	ASTM D 424-59, D 4318-(00), AASHTO T89/T90
3	Berat Jenis	ASTM D 854-58(72)
B	Mekanis Tanah	
1	Pemadatan	ASTM D 698/D 1567
2	Kuat tekan bebas	ASTM D 2166-66
3	Geser langsung	ASTM D 3080-72

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian sifat fisis dan mekanis tanah sedimen disajikan pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa tanah sedimen didominasi oleh lanau 94%, selanjutnya secara berurutan oleh lempung 3,20%, pasir 2,60% dan kerikil 0,20%. Klasifikasi tanah menurut AASHTO dan USCS, tanah sedimen termasuk dalam kategori tanah lanau anorganik dan termasuk tanah dasar cukup baik. Berdasarkan batas-batas atterberg nilai batas plastis 28,83%, batas cair 38,12%, indeks plastis 9,29% dan batas susut 8,57%. Sedangkan pengujian mekanis tanah, nilai kadar air dengan kondisi tanah terganggu (*disturb soil*) diperoleh kadar air optimum ( $w_{opt}$ ) 30,25% dan berat isi kering ( $\gamma_{dry}$ ) 13,141 kN/m<sup>3</sup>. Nilai kuat tekan bebas ( $q_u$ ) 304 kN/m<sup>2</sup> sedangkan uji geser langsung diperoleh nilai kohesi ( $c$ ) 77,47 kN/m<sup>2</sup> dengan sudut geser dalam ( $\phi$ ) 25°.

Tabel 2. Hasil Uji Fisis dan Mekanis Tanah Sedimen (sampel tanah terganggu)

No	Pengujian	Hasil Uji	Satuan
A	Fisis Tanah		
1	Analisa saringan dan hidrometer		
	a. Kerikil	0,20	%
	b. Pasir	2,60	%
	c. Lanau	94,00	%
	d. Lempung	3,20	%
2	Batas-batas Atterberg		
	a. Batas Plastis (PL)	28,83	%
	b. Batas Cair (LL)	38,12	%
	c. Indeks Plastis (PI)	9,29	%
	d. Batas Susut (SL)	8,57	%
3	Berat Jenis ( <i>Gravity Spesific</i> )	2,664	-
4	Klasifikasi Tanah		
	a. AASHTO	A-4	-
	b. USCS ML	-	-
B	Mekanis Tanah		
1	Pemadatan		
	a. Kadar air optimum ( $w_{opt}$ )	30,25	%
	b. Berat isi kering ( $\gamma_{dry}$ )	13,141	kN/m <sup>3</sup>
2	Kuat tekan bebas ( $q_u$ )	304	kN/m <sup>2</sup>
3	Geser langsung		
	a. Kohesi (c)	77,47	kN/m <sup>2</sup>
	b. Sudut geser dalam ( $\phi$ )	25	°

Tanah lunak merupakan tanah kohesif yang terdiri dari tanah yang sebagian besar terdiri dari butir-butir yang sangat kecil seperti lempung dan lanau. Lapisan tanah lunak mempunyai sifat gaya geser yang rendah, kemampuan yang tinggi, koefisien permeabilitas yang rendah, dan mempunyai daya dukung yang rendah. Tanah lanau merupakan material yang butiran-butirannya lolos saringan nomor 200. Secara umum tanah lanau mempunyai sifat yang kurang baik yaitu mempunyai kuat geser rendah setelah dikenai beban, kapilaritas tinggi, permeabilitas rendah dan kerapatan relatif rendah dan sulit dipadatkan.

Lanau terdiri dari dua jenis yaitu lanau anorganik (*inorganic silt*) yang merupakan tanah berbutir halus dengan plastisitas kecil mengandung butiran kuarsa sedimen yang kadang disebut tepung batuan (*rockflour*) dan tanah lanau organik (*organic silt*) tanah agak plastis berbutir halus dengan campuran partikel-partikel bahan organik terpisah secara halus, warna tanah bervariasi dari abu-abu terang ke abu-abu sangat gelap.

## KESIMPULAN

Tanah sedimen hasil pengerukan waduk bili-bili, gowa, sulawesi selatan masuk dalam kategori lanau anorganik (*inorganic silt*). Tanah tersebut dapat digunakan sebagai lapisan kedap air penutup akhir landfill dengan terlebih dahulu melakukan pencampuran menggunakan bahan atau material lain yang sesuai untuk mengubah beberapa sifat indeks yang tidak diinginkan sebelum digunakan.

Beberapa penelitian yang menggunakan bahan atau material tertentu sebagai bahan stabilisasi tanah untuk lapisan kedap air penutup akhir landfill, diantaranya: penggunaan serat C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> (*polypropylene*) sebagai aditif pada tanah akaboku yang dipadatkan untuk sistem penghalang penutup akhir TPA, mampu meningkatkan kekuatan dan daktilitas tanah, meningkatkan kepadatan kering tanah, mengurangi keretakan tanah (Harianto dkk, 2008). Menurut Nurdin dkk (2016) peningkatan nilai kuat tekan bebas, penurunan nilai konduktivitas hidrolik tanah, dan peningkatan kapasitas dukung

tanah sebagai lapisan kedap penutup akhir landfill dengan penggunaan material tanah lunak yang distabilisasi *fly ash* dan perkuatan serat tandan sawit.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada:

- 1) Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi selaku Penyelenggara dan Pemberi Dana Bantuan Beasiswa BPPDN Angkatan Tahun 2017/2018.
- 2) Dosen Pembimbing: Prof. Dr. H. M. Natsir Djide, MS.A.pt (selaku Promotor Utama), Dr. Eng. Ir. Tri Harianto, ST., MT (selaku Co-Promotor 1), dan Dr. Eng. Irwan Ridwan Rahim, ST., MT. (selaku Co-Promotor 2).
- 3) Asisten Laboratorium Mekanika Tanah Departemen Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Gowa.

### DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E, 1984, *Sifat-Sifat Fisis Dan Geoteknis Tanah*, Edisi Kedua, (diterjemahkan oleh: Johan K. Hainim), Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C, 2018, *Mekanika Tanah 1*, Cetakan Kedua, Edisi Ke-7, Gadjah Mada University Press.
- Harianto, T., Hayashi, S., Du, Y.J, dan Suetsugu, D., 2008, Studies on compacted soil with fiber reinforcement as a landfill cover system. *Proceedings of the 22nd International Conference on Solid Waste Technology and Management*, Philadelphia, USA.
- Nurdin, S., Samang L., Patanduk J., dan Harianto, T., 2016, Performance of Soft Soil Stabilized by Fly Ash with Natural Fiber Reinforcement as Landfill Cover Layer. *International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering (IJIRAE)*.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 03/PRT/M/2013, 2013, Tentang Penyelenggaraan Prasarana Dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008, 2008, Tentang Pengelolaan Sampah.