

STUDI PERKUATAN TANAH LUNAK DENGAN MENGGUNAKAN ANYAMAN LIMBAH BOTOL PLASTIK

Suyadi¹, Herbin F. Betaubun²

^{1,2}Jurusang Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Musamus

Email : 1suyadi@unmus.ac.id, 2herbin@unmus.ac.id

ABSTRAK

Adanya pembangunan infrastruktur diatas tanah yang daya dukungnya rendah mengakibatkan terjadinya penurunan yang besar dan pergerakan lateral. Berbagai metode telah dikembangkan untuk mengatasai masalah-masalah tersebut, terutama metode dengan pemanfaatan limbah. Oleh karena itu penulis ingin mengetahui pengaruh penggunaan anyaman limbah botol plastik pada tanah yang memiliki daya dukung rendah dengan menggunakan metode penelitian experimental. Pengujian dilakukan dengan melihat deformasi yang terjadi pada tanah lunak tanpa perkuatan dan diberi perkuatan menggunakan anyaman botol plastik lapis 1 dan lapis 2. Dari hasil pengujian deformasi pada tanah yang tidak diberi perkuatan dengan beban sebesar 4 kN deformasi yang terjadi adalah 45,5 mm, sedangkan yang diberi perkuatan menggunakan anyaman botol plastik lapis 1 dan lapis 2 dengan beban yang sama sebesar 4 kN adalah 41,60 mm dan 38,20 mm, sehingga dapat disimpulkan bahwa tanah yang diberi perkuatan anyaman botol plastik lapis 1 mengalami peningkatan kekuatan sebesar 9,38% dan untuk anyaman lapis 2 sebesar 19,11 % terhadap deformasi vertikal yang terjadi. Dilihat dari pola deformasi yang terjadi maka hasil permodelan ini termasuk dalam pola keruntuhan geser lokal.

Kata Kunci : Anyaman Botol Plastik, Tanah Lunak, Perkuatan Tanah.

PENDAHULUAN

Tanah yang memiliki nilai daya dukung rendah disebut juga sebagai tanah lunak, dalam hal ini air berpengaruh sangat penting terhadap karakteristik sifat tanah tersebut. Tanah lunak dengan massa yang kering, memiliki nilai daya dukung yang lebih besar, tapi akan berperilaku plastis bila ditambahkan air, hal ini akan menimbulkan suatu gangguan ataupun masalah dalam berbagai pembangunan sebuah konstruksi di karenakan kadar kembang susut dari tanah tersebut cukup besar. Untuk saat ini sudah banyak metode ataupun cara untuk mengatasi sebuah gangguan ataupun masalah yang bisa terjadi pada sebuah pembangunan konstruksi

yang berada pada suatu tanah dengan daya dukung rendah. Berbagai metode untuk mengatasi hal tersebut seperti penggunaan sebuah geosintesis, pencampuran tanah atau dengan mengganti material, penggunaan cerucuk, dan juga beberapa bahan dari alam ataupun dari pemanfaatan limbah. Diharapkan dalam penggunaan anyaman limbah botol plastik ini dapat mengurangi deformasi yang terjadi dan dapat meningkatkan daya dukung tanah tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah dan Daya Dukung Tanah

Tanah adalah himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relatif

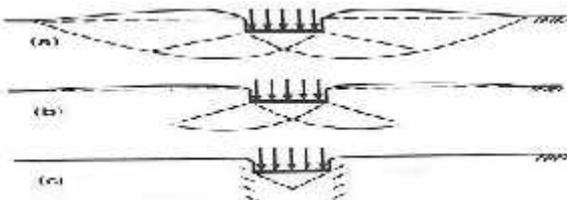
lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*). Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap di antara partikel-partikel. Di antara partikel-partikel tanah terdapat ruang kosong yang disebut pori-pori (*void space*) yang berisi air dan udara. yang memiliki hubungan satu sama lain sehingga air tersebut bisa mengalir dari titik yang lebih tinggi ke titik yang lebih rendah.

Tanah lunak adalah tanah yang jika tidak dikenali dan diselidiki secara berhati-hati dapat menyebabkan masalah ketidakstabilan dan penurunan jangka panjang yang tidak dapat ditolerir, tanah tersebut mempunyai kuat geser yang rendah dan kompresibilitas yang tinggi. Tanah lunak terbagi menjadi dua, yaitu tanah lempung lunak dan tanah gambut. Apabila tanah dasar yang ada berupa tanah lempung yang mempunyai daya dukung dan geser yang rendah, maka konstruksi di atasnya bisa mengalami kerusakan. Sehingga tanah dasar haruslah bersifat keras agar sesuai dengan persyaratan teknis.

Daya dukung tanah merupakan pendukung pondasi, dimana suatu pondasi merupakan bagian dari struktur yang menyalurkan beban langsung ke lapisan tanah di bawahnya. Suatu tekanan terkecil yang bisa menyebabkan keruntuhan geser pada tanah penopang di sekeliling dan di bawah pondasi merupakan definisi dari daya dukung ultimit. Penambahan beban di atas suatu permukaan tanah dapat menyebabkan lapisan tanah di bawahnya mengalami pemampatan. Pemampatan tersebut disebabkan oleh adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel, keluarnya air atau udara dari dalam pori, dan sebab-sebab lain. Beberapa atau semua faktor tersebut mempunyai hubungan dengan keadaan tanah

yang bersangkutan. Secara umum, penurunan (*settlement*) pada tanah yang disebabkan oleh pembebanan dapat dibagi dua kelompok besar, yaitu penurunan konsolidasi (*consolidation settlement*) dan penurunan segera (*immediate settlement*).

Ada Tiga macam pola keruntuhan yang telah diidentifikasi.



Gambar 1. Pola keruntuhan tanah. a) keruntuhan geser umum, b) keruntuhan geser lokal, c) keruntuhan geser pons.

- Pada gambar a, keruntuhan geser umum, akan terbentuk suatu permukaan runtuhan kontinu di antara sisi-sisi pondasi dan permukaan tanah. Bila tekanan di naikkan akan dicapai kondisi keseimbangan plastis mulamula pada tanah di sekeliling sisi-sisi pondasi lalu secara bertahap menyebar ke bawah dan ke luar. Terjadi pegangkatan (*heaving*) pada permukaan tanah, yaitu pada kedua sisi pondasi, meskipun gerakannya menggelincir akhirnya hanya akan terjadi pada satu sisi saja, disertai dengan miringnya pondasi. Cara ini terjadi pada tanah berkompresibilitas rendah.
- Pada gambar b, keruntuhan geser lokal, terjadi pada tanah dengan kompresibilitas tinggi. Bidang runtuhan tanah tersebut tidak sampai pada permukaan, apabila terdapat kompresi tanah yang cukup besar di bawah pondasi maka kondisi keseimbangan plastis terbentuk hanya pada sebagian tanah saja dan tanah hanya mengalami sedikit pengangkatan. Namun dalam hal ini hampir tidak adanya kemiringan pada pondasi.

- Pada gambar c, keruntuhan geser pons, apabila tepat di bawah pondasi tanah tersebut mengalami kompresi, dan di sekeliling pondasi mengalami geseran vertikal. Dalam keruntuhan ini tidak terjadi kemiringan pada pondasi dan tidak pula terjadi pengangkatan pada permukaan tanah

2.2. Karakteristik Botol Plastik

Plastik merupakan bahan pengemas yang mudah didapat dan bersifat fleksibel dalam penggunannya. Selain sebagai pengemas bahan makanan, seringkali digunakan juga sebagai pelapis kertas, dan juga seringkali kita temui di hampir setiap benda dan di setiap tempat. Masing-masing jenis plastik memiliki tingkat bahaya yang berbeda-beda tergantung dari jenis bahan kimia penyusunnya, jenis makanan yang dibungkus, suhu makanan saat disimpan, dan lama pemakaiannya.

Plastik memiliki beragam jenis, yaitu : HDPE, PET, LDPE, PVC, PS, PP, dan lainnya. PET di dunia untuk yang serat sintetis sekitar 60 %, dalam pertekstilan jenis PET digunakan sebagai bahan dasar botol kemasan sekitar 30 %. Botol jenis ini hanya di rekomendasikan untuk sekali pakai karena apabila sering digunakan secara berulang, apalagi digunakan untuk menyimpan air panas atau air hangat, akan mengakibatkan lapisan polimer pada botol ini meleleh dan dapat megeluarkan zat karsinogenik yang dapat membahayakan tubuh kita. Dikarenakan memiliki nilai yang ekonomis dan sifat yang sulit terurai secara alami sehingga dari penelitian ini akan dapat mengurangi pencemaran lingkungan yang disebabkan dari limbah botol plastik ini.

3. Metode Perbaikan Tanah

Ada beberapa macam metode perbaikan tanah dengan cara perkuatan, berikut adalah beberapa metode/cara untuk perkuatan tanah:

- Penggunaan *vertical drain*
- Pemasangan cerucuk kayu atau cerucuk bambu
- Pemakaian *geosintetik*

METODE PENELITIAN

3.1. Persiapan Sampel dan Alat Pengujian

Sampel tanah diambil dari daerah Wasur, Distrik Merauke, Kabupaten Merauke. Botol plastik yang digunakan adalah jenis vit/aqua, di potong melingkar dengan lebar 1 cm kemudian di anyam menjadi ukuran 40 cm x 40 cm. Alat pengujian yang digunakan adalah:

- Penyiapan alat uji sifat fisis dan mekanis pada tanah.
- Bak uji pemodelan : Model perkuatan tanah dengan menggunakan bak ber dimensi 120 cm x 60 cm x 50 cm.
- Pompa hidrolis : untuk memberikan beban pada pelat.
- Dial indikator : untuk melihat nilai dari deformasi tanah.
- Manometer : untuk melihat tekanan yang akan diberikan pada tanah.

3.2. Pelaksanaan Penelitian

Pengujian karakteristik fisis dan mekanis tanah :

- Pengujian kadar air, berat jenis, *atterberg*, berat isi, pemasatan, analisa saringan dan hidrometer.

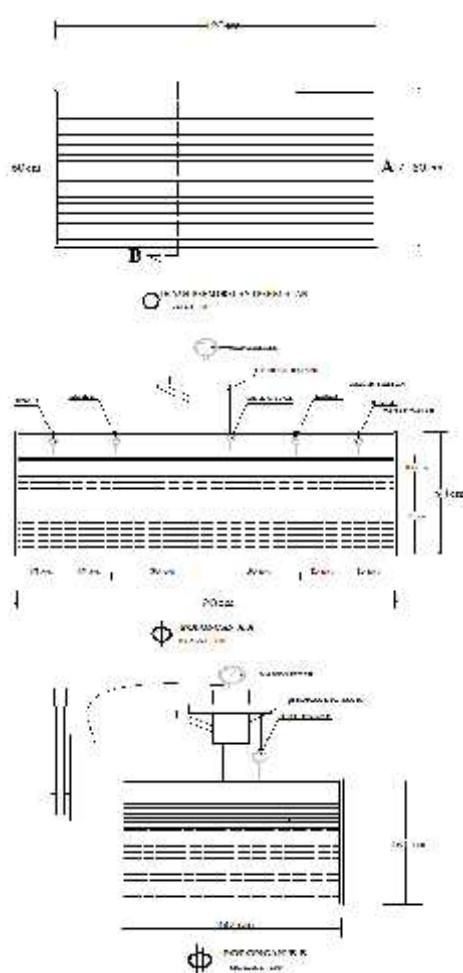
Pengujian Permodelan tanah :

- Tanah dasar kita masukkan ke dalam bak setinggi 30 cm, kemudian tambahkan tanah timbun setinggi 10 cm. Perletakkan anyaman pada ketinggian 20 cm dan 30 cm dari dasar bak. Dalam

pengujian ini terdapat 3 skema yang dibuat, yaitu : skema 1 tanpa perkuatan anyaman, skema 2 menggunakan anyaman lapis 1, skema 3 menggunakan anyaman lapis 2.

Gambar skema permodelan pada pengujian laboratorium :

- Skema 1

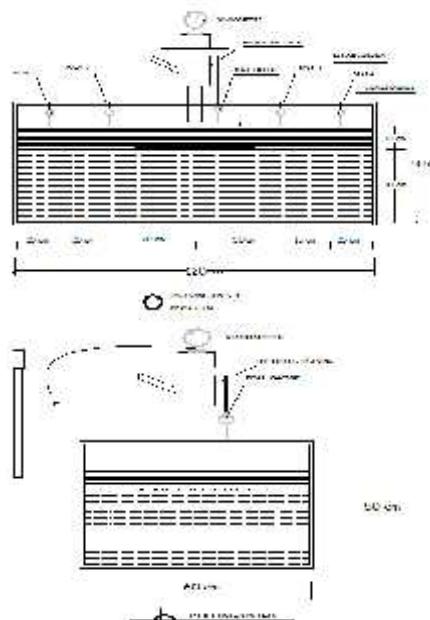


Gambar 2. Skema 1 model perkuatan tanpa anyaman

Pada skema 1 pengujian tanpa perkuatan setelah bak diisi tanah dasar setinggi 30 cm, kemudian diisi tanah timbunan dimasukkan kedalam bak pengujian setinggi 10 cm. *Plate bearing* diletakkan di tengah permukaan tanah yang kemudian diberi beban menggunakan pompa hidrolis. Untuk perletakkan posisi dial A berada diatas pelat

berfungsi untuk melihat penurunan, dial 1 diposisikan 30 cm ke kiri dari tengah pelat bearing, dial 2 diletakkan 45 cm ke kiri dari tengah pelat bearing, dial 3 diletakkan 30 cm ke kanan dari tengah pelat bearing, dial 4 diletakkan 45 cm ke kanan dari tengah pelat bearing. Dial 1 sampai 4 untuk melihat nilai deformasi.

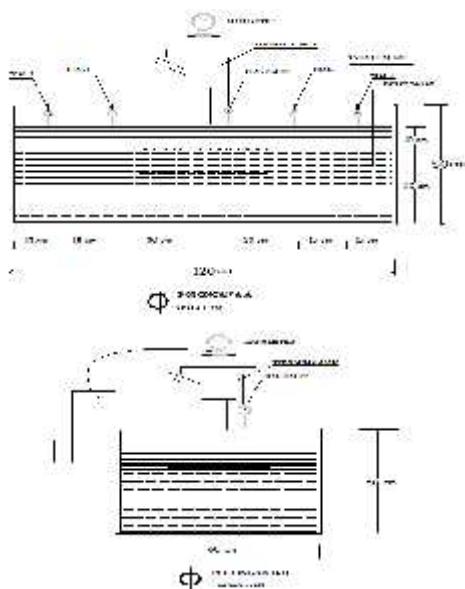
- Skema 2



Gambar 3. Skema 2 model perkuatan dengan anyaman lapis 1

Pada pemodelan skema 2 dengan menggunakan anyaman perkuatan lapis 1 terlebih dahulu kita keluarkan tanah timbun yang berada di dalam bak, setelah tanah timbun di keluarkan kita atur kembali tanah dasar yang sudah di uji, setelah kondisi sudah siap uji kita letakkan anyaman botol plastik lapis 1 dengan dimensi 40 cm x 40 cm di atas tanah dasar dan di tempatkan di tengah-tengah bak pengujian. Kemudian kita masukkan kembali tanah timbun pada bak hingga ketinggian 10 cm. Untuk penempatan pelat maupun dial 1, 2, 3, dan 4 masih sama seperti skema pengujian tanpa perkuatan.

- Skema 3



Gambar 4. Skema 3 model perkuatan dengan anyaman lapis 2

Untuk skema 3 pengujian dengan menggunakan perkuatan anyaman lapis 2 terlebih dahulu kita keluarkan tanah hingga 10 cm di bawah anyaman lapis 1, kemudian kita letakkan perkuatan dengan menambahkan 1 lapis anyaman tepat 10 cm di bawah anyaman pada lapis yang pertama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Tanah dan Pengujian Permodelan

Dari pengujian laboratorium, didapatkan hasil pengujian karakteristik fisis dan mekanis tanah.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Pengujian

Jenis Pengujian		Hasil Pengujian		No.	Jarak (cm)	Penurunan (mm)				Ket
Pengujian karakteristik tanah						Beban 1 kN	Beban 2 kN	Beban 3 kN	Beban 4 kN	
Kadar Air (w)	14,71	%		1	0	-22,25	-34,45	-36,30	-38,20	Pembacaan penurunan
Berat jenis (Gs)	2,60			2	-15	-22,25	-34,45	-36,30	-38,20	
Pengujian analisa butiran				3	15	-22,25	-34,45	-36,30	-38,20	
Lolos kumulatif no.	88,38	%		4	-30	1	1,6	2	3,89	

	200		
Pengujian atterberg			
1	Batas cair	44,17	%
2	Batas plastis	18,13	%
3	Indeks plastis	26,04	%
	Pengujian berat isi	1,84	gram/cm ³
Pengujian pemasatan			
1	Berat isi kering	1,97	gram/cm ³
2	Kadar air optimum	10,7	%

Dari hasil pengujian laboratorium, didapatkan hasil penurunan terhadap beban dan hasil pembacaan dial terhadap deformasi.

- Penurunan tanah terhadap beban

Tabel 2. Penurunan Tanah Tanpa Perkuatan.

No	Jarak (cm)	Penurunan (mm)				Ket
		Beban 1 kN	Beban 2 kN	Beban 3 kN	Beban 4 kN	
1	0	-27,5	-36,5	-40,3	-45,5	Pembacaan penurunan
2	-15	-27,5	-36,5	-40,3	-45,5	
3	15	-27,5	-36,5	-40,3	-45,5	
4	-30	1,4	2,6	3,0	5,7	
5	-45	1,2	2,2	2,9	4,8	
6	30	1,35	2,55	2,97	5,6	
7	45	1,18	2,15	2,7	4,4	

Tabel 3. Penurunan Tanah Dengan Perkuatan Anyaman Lapis 1

No.	Jarak (cm)	Penurunan (mm)				Ket
		Beban 1 kN	Beban 2 kN	Beban 3 kN	Beban 4 kN	
1	0	-24,5	-34,15	-37,15	-41,60	Pembacaan penurunan
2	-15	-24,5	-34,15	-37,15	-41,60	
3	15	-24,5	-34,15	-37,15	-41,60	
4	-30	1,25	2,1	2,7	4,3	
5	-45	1,1	2	2,6	3,8	
6	30	1,2	1,96	2,56	4	
7	45	1	1,8	2,5	3,2	

Tabel 4. Penurunan Tanah Dengan Perkuatan Anyaman Lapis 2

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	No.	Jarak (cm)	Penurunan (mm)				Ket	
				Beban 1 kN	Beban 2 kN	Beban 3 kN	Beban 4 kN		
Pengujian karakteristik tanah			1	0	-22,25	-34,45	-36,30	-38,20	Pembacaan penurunan
Kadar Air (w)	14,71	%	2	-15	-22,25	-34,45	-36,30	-38,20	
Berat jenis (Gs)	2,60		3	15	-22,25	-34,45	-36,30	-38,20	
Pengujian analisa butiran			4	-30	1	1,6	2	3,89	
Lolos kumulatif no.	88,38	%	5	-45	0,7	1,3	1,8	2,85	
			6	30	0,9	1,1	1,94	3,1	
			7	45	0,57	0,9	1,76	2,89	

- Pembacaan dial terhadap deformasi

Tabel 5. Pembacaan Dial Deformasi Tanpa Perkuatan.

No.	Beban (kN)	Bacaan Penurunan	Bacaan deformasi			
			Dial 1	Dial 2	Dial 3	Dial 4
1	0	0,00	0	0	0	0
2	0,5	19,2	0,6	0,47	0,52	0,4
3	1	27,5	1,4	1,2	1,35	1,18
4	1,5	30,7	1,86	1,62	1,73	1,5
5	2	36,5	2,6	2,2	2,55	2,15
6	2,5	38	2,87	2,56	2,70	2,24
7	3	40,3	3	2,90	2,97	2,70
8	3,5	43,1	4,1	3,7	3,7	3,38
9	4	45,5	5,7	4,8	5,6	4,4

Tabel 6. Pembacaan Dial Deformasi Dengan Perkuatan Anyaman Lapis 1

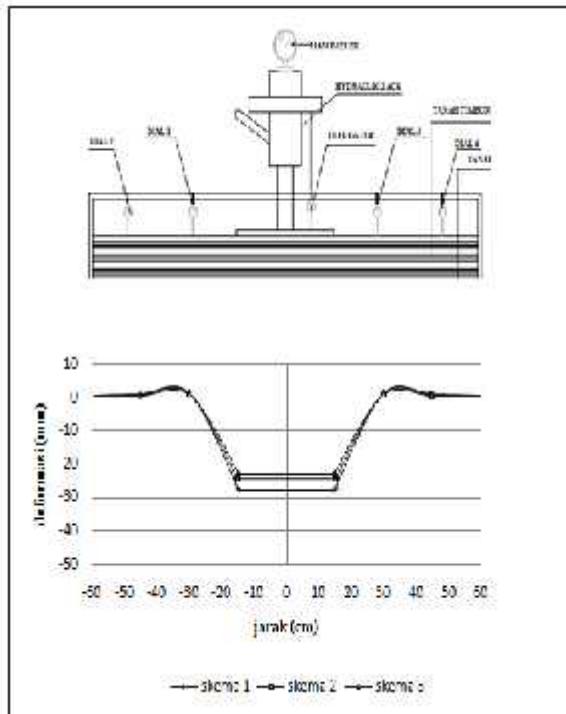
No	Beban (kN)	Pembacaan Penurunan	Pembacaan deformasi			
			Dial 1	Dial 2	Dial 3	Dial 4
1	0	0,00	0	0	0	0
2	0,5	15,3	0,4	0,38	0,34	0,32
3	1	24,5	1,25	1,10	1,2	1
4	1,5	28,4	1,67	1,43	1,54	1,33
5	2	34,15	2,10	2	1,96	1,8
6	2,5	35	2,49	2,36	2,35	2,2
7	3	37,15	2,70	2,6	2,56	2,5
8	3,5	39,1	3,20	3	3,10	2,99
9	4	41,60	4,30	3,8	4	3,2

Tabel 7. Pembacaan Dial Deformasi Dengan Perkuatan Anyaman Lapis 2

No.	Beban (kN)	Bacaan Penurunan	Bacaan deformasi			
			Dial 1	Dial 2	Dial 3	Dial 4
1	0	0,00	0	0	0	0
2	0,5	14,20	0,28	0,22	0,21	0,19
3	1	22,25	1	0,70	0,90	0,57
4	1,5	26,7	1,33	1,07	1,02	0,81
5	2	34,45	1,60	1,30	1,38	0,9
6	2,5	35	1,87	1,49	1,73	1,22
7	3	36,30	2	1,80	1,94	1,76
8	3,5	37,60	3,10	2,10	2,68	2
9	4	38,20	3,89	2,85	3,10	2,89

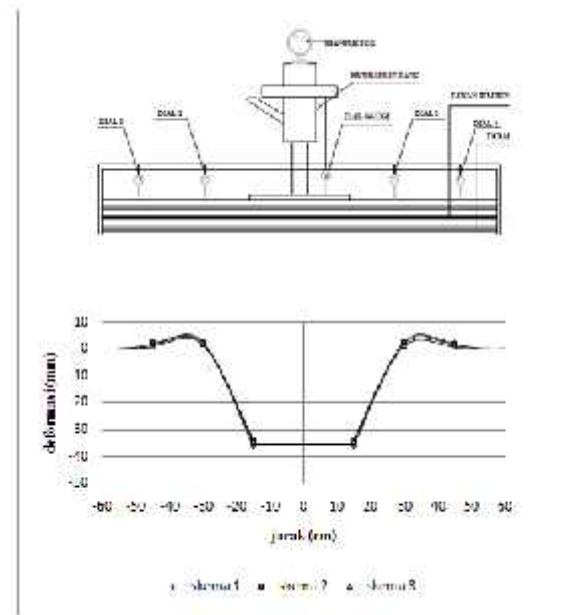
Dari hasil pengujian model perkuatan telah didapatkan gabungan data-data untuk

deformasi yang terjadi pada tanah, di antaranya adalah :



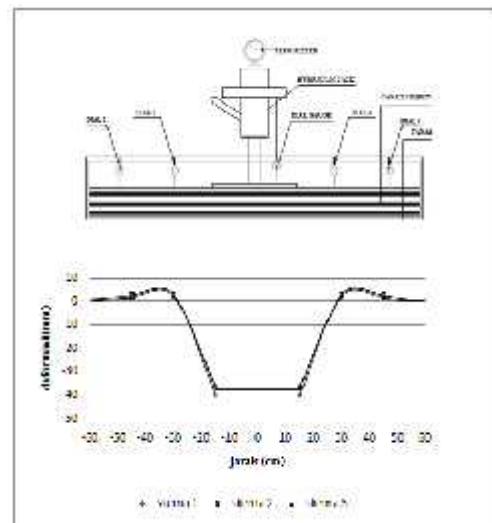
Gambar 5. Grafik deformasi pada beban 1 kN

Pada gambar 5, grafik deformasi yang terjadi pada skema 1 untuk dial 1 sebesar 1,4 mm, dial 2 adalah 1,2 mm, dial 3 sebesar 1,35 mm, dan 1,18 mm dial 4. Deformasi yang terjadi pada skema 2 untuk dial 1 sebesar 1,25 mm, pada dial 2 sebesar 1,10 mm, dial 3 sebesar 1,2 mm, dan dial 4 sebesar 1 mm. Kemudian yang terjadi pada skema 3 sebesar 1 mm dial 1, dial 2 sebesar 0,70 mm, 0,90 mm untuk dial 3, dan dial 4 deformasi sebesar 0,57 mm.



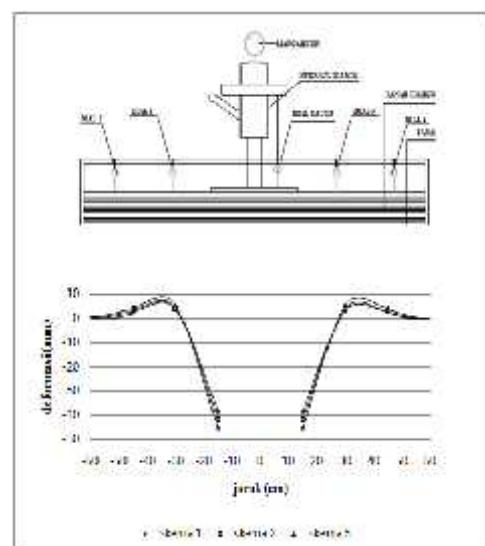
Gambar 6. Grafik deformasi pada beban 2 kN

Diketahui pada gambar 6, deformasi yang terjadi pada skema 1 untuk dial 1 adalah 2,6 mm, 2,2 mm untuk dial 2, dial 3 sebesar 2,55 mm, dan dial 4 adalah 2,15 mm. Sedangkan pada skema 2 untuk dial 1 sebesar 2,10 mm, dial 2 deformasi terjadi sebesar 2 mm, dial 3 sebesar 1,96 mm, dan pada dial 4 sebesar 1,8 mm. Skema 3 deformasi terjadi untuk dial 1 sebesar 1,60 mm, 1,30 mm dial 2, dial 3 sebesar 1,38 mm, dan 0,9 mm dial 4.



Gambar 7. Grafik deformasi pada beban 3 kN

Pada gambar 7, untuk skema 1 deformasi pada dial 1 adalah 3 mm, 2,90 mm untuk dial 2, dial 3 sebesar 2,97 mm, dan 2,70 mm untuk dial 4. Sedangkan deformasi yang terjadi pada skema 2 untuk dial 1 adalah 2,70 mm, 2,6 mm untuk dial 2, dial 3 sebesar 2,56 mm, dan 2,5 mm pada dial 4. Dan untuk skema 3 deformasi dial 1 sebesar 2 mm, 1,80 mm pada dial 2, untuk dial 3 sebesar 1,94 mm, dan 1,76 mm dial 4



Gambar 8. Grafik deformasi pada beban 4 kN

Pada gambar 8, skema 1 deformasi yang terjadi untuk dial 1 adalah 5,7 mm, untuk dial 2 adalah 4,8 mm, pada dial 3 sebesar 5,6 mm, dan 4,4 mm pada dial 4. Sedangkan pada skema 2 deformasi yang terjadi pada dial 1 sebesar 4,30 mm, 3,8 mm pada dial 2, 4 mm untuk dial 3, dan pada dial 4 adalah 3,2 mm. Dan pada skema 3 untuk dial 1 sebesar 3,89 mm, 2,85 mm pada dial 2, untuk dial 3 sebesar 3,10 mm, dan untuk dial 4 sebesar 2,89 mm.

KESIMPULAN

Dari analisis hasil uji laboratorium diperoleh kesimpulan yaitu, anyaman botol plastik berpengaruh dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan perkuatan tanah dasar yang daya

dukungnya rendah, karena dapat mengurangi deformasi yang terjadi pada tanah tersebut. Diketahui bahwa deformasi pada tanah tanpa perkuatan anyaman dengan beban sebesar 4 kN adalah 45,5 mm, sedangkan menggunakan anyaman botol lapis 1 dan anyaman botol lapis 2 dengan beban yang sama sebesar 4 kN masing-masing sebesar 41,60 mm dan 38,20 mm. Disimpulkan bahwa tanah dengan perkuatan anyaman botol lapis 1 mengalami peningkatan kekuatan sebesar 9,38 % dan untuk anyaman lapis 2 sebesar 19,11 % terhadap deformasi vertikal yang terjadi. Dilihat dari pola deformasi yang terjadi maka hasil dari pengujian permodelan ini termasuk dalam pola keruntuhan geser lokal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. C. Hardiyatmo, "Mekanika Tanah I Edisi III," *Gajah Mada Univ. Press*, 2002.
- [2] P. L. Dina, "Analisis Penggunaan Incenerator Pada Pengolahan Sampah Di Merauke," vol. 3, no. 3, pp. 561–565, 2014.
- [3] M. Baidowi A, *Studi Experimental Model Perkuatan Embankment Dengan Menggunakan Kayu Bus Pada Tanah Lunak*. 2016.
- [4] M. A. Nusantara, "Analisa Daya Dukung Pondasi Dangkal Pada Tanah Lempung Menggunakan Perkuatan Anyaman Bambu Dan Grid Bambu Dengan Bantuan Program Plaxis," *J. Tek. Sipil dan Lingkung.*, vol. 2, no. 3, pp. 2355–374, 2014.
- [5] B. A. Zaika, Yulvi; Kombino, "Penggunaan geotextil sebagai alternatif perbaikan tanah terhadap penurunan pondasi dangkal," *J. Rekayasa Sipil*, vol. 4, no. 2, pp. 91–98, 2010.
- [6] SNI 03-1965, "Kadar Air Tanah," 1990.
- [7] R. F. Craig and B. S. S. Penerbit Erlangga, "Mekanika Tanah Edisi ke-4," 1989.
- [8] J. I L Braja and A. B. N. E. dan I. B. M. Penerbit Erlangga, "Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)," 1995.
- [9] U. S. Utara, "Plastik," 2008.
- [10] SNI 03-1964, "Berat Jenis Tanah," 2008.
- [11] SNI 03-1968, "Analisa Saringan," 1990.
- [12] SNI 03-1966, "Batas Plastis dan Indeks Plastis," 1990.
- [13] SNI 03-1967, "Batas Cair," 1990.
- [14] SNI 03-1742, "Kepadatan Tanah," pp. 1–9, 1989.