

UJI MODEL DINDING PENAHAN TANAH DENGAN TIMBUNAN GAMBUT MENGGUNAKAN PERKUATAN FLEKSIBEL TERPAL

Dian Sandy Pratama

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Prabumulih KM 32 Indralaya, Sumatera Selatan
E-mail: diansandy7@gmail.com

ABSTRAK

Kebutuhan konstruksi penahan yang digunakan untuk mencegah terjadinya kelongsoran menurut kemiringan alamnya semakin hari bertambah luas, hal inilah yang mendasari dibuatnya konstruksi dinding penahan tanah pada tanah gambut. Permasalahan yang timbul bilamana akan membangun diatas lapisan tanah gambut adalah terbatasnya informasi mengenai perilaku dan cara memperkirakan pemampatan serta metode perubahan lapisan tanah gambut, oleh sebab itu digunakan perkuatan fleksibel terpal karena lebih ekonomis dan mudah didapatkan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya pengaruh variasi lebar perkuatan (LR) dengan Spasi antar perkuatan (SV) yang sama (perkuatan fleksibel terpal yang tertancap didinding penahan tanah) dalam timbunan tanah gambut. Metodologi penelitian yang digunakan adalah pengujian dengan skala laboratorium. Data yang diperoleh dari pengujian tersebut kemudian dianalisa sehingga didapatkan tegangan lateral minimum, pergeseran minimum dan beban maksimum pada setiap variasi perkuatan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa setiap variasi lebar perkuatan memiliki batasan maksimum masing-masing dalam menerima pembebanan, pergeseran serta tegangan lateral yang terjadi, apabila pembebanan diteruskan maka pergeseran dan tegangan lateral akan konstan (tidak berubah). Pemberian perkuatan dapat mempengaruhi besarnya tegangan lateral minimum dengan nilai 0,01014 kg/cm², pergeseran minimum dengan nilai 38,2 mm serta pembebanan maksimum yang dapat ditahan oleh dinding penahan tanah tersebut dengan nilai maksimum 270 kg.

Kata Kunci : perkuatan tanah, dinding penahan tanah, terpal, tegangan lateral, tanah gambut

ABSTRACT

The Retaining wall construction is needed to prevent sliding occurs according to the natural slope that expanded more days. This case that become the point of making the construction of retaining wall on peat soil. This Problem that exist when going to build on peat soil is limited information on the behavior and how to estimate the change in compression as well methods of peat layer, because of that used the flexible sheeting reinforcement because it's more economical and readily available. The experiment is conduct to investigate the influence of wide variations in soil reinforcement (LR) with the same vertical spacing of reinforcement (SV) (reinforcement with flexible sheeting attached on the wall) in the peat. The research methodologies used is laboratory-scale testing. Data obtained from these tests were analyzed to get the minimum lateral earth pressure, the minimum friction, the maximum load. The experiment result's indicate that every vertical spacing of reinforcement have a maximum limit for load, friction and lateral earth pressure, if load still continue so it will be constant. The reinforcement could influence the minimum lateral earth pressure value is 0,01014 kg/cm², the minimum friction value is 38,2 mm and the maximum load value is 270 kg.

Keywords : soils reinforcement, retaining wall, sheeting, lateral earth pressure, peat soil

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan konstruksi penahan yang digunakan untuk mencegah terjadinya kelongsoran menurut kemiringan alamnya semakin hari bertambah luas. Hal inilah yang mendasari dibuatnya konstruksi dinding penahan tanah. Dinding penahan tanah merupakan struktur yang didesain untuk menjaga dan mempertahankan dua muka elevasi tanah yang berbeda. (Coduto, 2001)

Bangunan dinding penahan tanah digunakan untuk menahan tekanan tanah lateral yang ditimbulkan oleh tanah urug atau tanah asli yang labil. Lokasi dengan kondisi tanah yang buruk, seperti tanah gambut tetap akan menjadi pilihan untuk lokasi pembangunan meskipun dengan kondisi tanah yang memiliki daya dukung rendah.

Kehandalan dan kemandirian struktur dinding penahan tanah sangat ditentukan pada bagaimana sistem tersebut didisain. Permasalahan yang timbul

bilamana akan membangun diatas lapisan tanah gambut adalah terbatasnya informasi perilaku dan cara memperkirakan pemampatan serta metode perubahan lapisan tanah gambut yang akan dijadikan sebagai tanah dasar suatu konstruksi. (Napitupulu, Rico, 1999)

Pekerjaan penimbunan tanah berupa tanah gambut pada dinding penahan tanah memerlukan skala volume dan luasan yang sangat besar pada suatu kawasan atau lahan yang relatif masih kosong dan berair. Permasalahan rekayasa geoteknik yang terjadi yaitu terkendala dengan kuat dukung tanah yang rendah dan penurunan yang besar akibat konsolidasi. Maka stabilitas timbunan di atas tanah tersebut perlu diperhatikan. Sistem stabilisasi internal yang dapat dilakukan adalah dengan metode *soils reinforcement*. Salah satunya dengan menambah material perkuatan bahan sintesis pada tanah seperti *geotextile*.

Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian terhadap tekanan tanah lateral pada dinding penahan tanah di atas tanah gambut dalam skala laboratorium. Pengujian tekanan tanah lateral dilakukan pada tanah tanpa perkuatan dan dengan perkuatan dalam perbaikan tanah gambut. Perkuatan yang digunakan yaitu Terpal sebagai pengganti *geotextile*, terpal berfungsi sebagai perkuatan. Pada penelitian ini bertujuan untuk membandingkan tekanan tanah lateral yang terjadi pada tanah tanpa perkuatan dan tanah dengan beberapa lapis perkuatan. Penggunaan terpal sebagai alternatif pengganti perkuatan *geotextile* dengan tujuan lebih ekonomis dan mudah di dapat pada setiap daerah di Indonesia.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya tekanan tanah lateral terhadap pergeseran dan tegangan dinding penahan tanah pada tanah gambut yang diberi beban merata sebelum diberi perkuatan terpal, mengetahui besarnya tekanan tanah lateral terhadap pergeseran dan tegangan dinding penahan tanah pada tanah gambut yang diberi beban merata setelah diberi beberapa lapis terpal dengan variasi lebar perkuatan, mengetahui Hubungan antara tegangan dengan pergeseran yang terjadi dari beberapa variasi lebar perkuatan terpal terhadap dinding penahan tanah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Dinidng Penahan Tanah

Dinding penahan tanah adalah struktur yang didesain untuk menjaga dan mempertahankan dua muka elevasi tanah yang berbeda (Coduto, 2001). Dinding penahan tanah terbagi menjadi 2 jenis,yaitu:

1. Dinding penahan tanah kaku, stabilitasnya sangat ditentukan oleh berat dan ukuran.
2. dinding penahan tanah lentur (turap = *sheetpile*), tebal dindingnya relatif kecil dan stabilitasnya oleh dalamnya pemancangan.

Faktor penting dalam mendesain dan membangun dinding penahan tanah adalah mengusahakan agar dinding penahan tanah tidak bergerak ataupun tanahnya longsor akibat gaya gravitasi. Tekanan tanah lateral di belakang dinding penahan tanah bergantung kepada sudut geser dalam tanah (ϕ) dan kohesi (c).

2.2. Tekanan Tanah Lateral

Tekanan tanah lateral adalah gaya yang ditimbulkan oleh akibat dorongan tanah di belakang struktur penahan tanah. Bagian bangunan yang menahan tanah harus direncanakan untuk dapat menahan tekanan tanah sesuai dengan ketentuan yang ada. Besarnya tekanan tanah dalam arah lateral ditentukan oleh:

1. Besarnya koefisien tekanan tanah aktif, pasif dan keadaan diam.

2. Besarnya kohesi tanah.

3. Besarnya beban yang bekerja pada permukaan tanah timbunan.

Ada beberapa teori yang dapat digunakan untuk menganalisis besarnya tekanan - tekanan tanah lateral tersebut, salah satunya adalah teori Rankine (1857). Pada teori Rankine konstruksi dinding penahan tanah adalah dinding vertikal dan licin.

Pemasangan perkuatan fleksibel terpal sebagai pengganti geotekstil yang direncanakan dengan tepat akan berfungsi sebagai perkuatan untuk meningkatkan stabilitas serta mencegah keruntuhan. Terpal juga akan mengurangi pergeseran horizontal dan vertikal tanah di bawahnya, sehingga dapat mengurangi penurunan diferensial. Adapun fungsi perkuatan pada timbunan adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan faktor keamanan rencana
2. Menambah tinggi timbunan
3. Mencegah pergeseran timbunan selama pelaksanaan
4. Memperbaiki kinerja timbunan karena penurunan pasca konstruksi yang seragam

Untuk struktur penahan gravitasi atau semi gravitasi yang umum digunakan, empat mekanisme keruntuhan eksternal potensial harus dipertimbangkan dalam menentukan dinding penahan dengan perkuatan :

1. Geseran pada dinding
2. Guling pada titik resultan seluruh gaya
3. Daya dukung
4. Stabilitas keseluruhan

Akibat fleksibilitas dan kinerja dinding dengan perkuatanyang baik, pada kondisi tertentu nilai faktor keamanan keruntuhan eksternal yang dipilih lebih rendah daripada yang diperoleh untuk kantilever atau dinding gravitasi beton yang diperkuat. Sebagai contoh faktor keamanan kapasitas daya dukung dinding dengan perkuatan adalah 2,5 sedangkan faktor keamanan struktur yang lebih kaku biasanya lebih tinggi. Selain itu, fleksibilitas struktur dinding dengan juga memperkecil potensi keruntuhan guling. Meskipun demikian, kriteria guling (eksentrisitas maksimum yang diizinkan) membantu dalam mengontrol deformasi dengan membatasi kemiringan serta kelongsoran.

a. Stabilitas Terhadap Geser

Periksa lebar massa tanah yang diperkuat pada setiap tingkat untuk dapat menahan gelincir di sepanjang perkuatan. Jenis keruntuhan baji yang didefinisikan sebagai batas perkuatan (panjang perkuatan dari kaki) harus diperiksa agar perkuatan tersebut cukup untuk menahan geser dengan persamaan berikut:

$$FS_{\text{geser}} = \frac{\Sigma FR'}{\Sigma Fd} \geq 1,5 \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

FS_{geser} = faktor keamanan terhadap geser ($\geq 1,5$)

b. Stabilitas Terhadap Guling

Evaluasi keruntuhan guling di bawah massa tanah yang diperkuat untuk menghasilkan:

$$FS_{guling} = \frac{\sum MR}{\sum Mo} \geq 1,5 \sim 2 \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

FS_{Guling} = Faktor Keamanan terhadap guling ($\geq 1,5 \sim 2$)

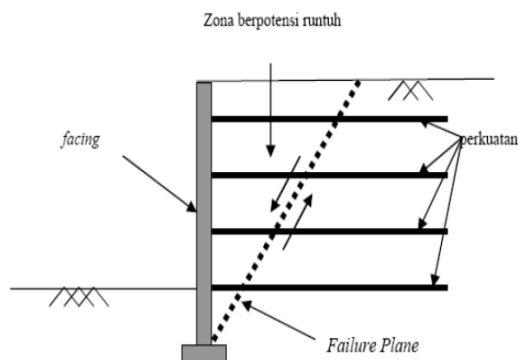
Pengertian longsor (*landslide*) dengan gerakan tanah (*mass movement*) mempunyai kesamaan. Untuk memberikan definisi longsor perlu penjelasan keduanya. Gerakan tanah ialah perpindahan massa tanah/batu pada arah tegak, mendatar atau miring dari kedudukan semula. Gerakan tanah mencakup gerak *rayapan* dan *aliran* maupun *longsor*.

Perpindahan massa tanah/batu pada arah tegak adalah termasuk gerakan tanah, maka gerakan vertikal yang mengakibatkan *bulging* (lendutan) akibat keruntuhan fondasi dapat dimasukkan pula dalam jenis gerakan tanah. Dengan demikian pengertiannya menjadi sangat luas. Kelompok utama gerakan tanah (*mass movement*) terdiri atas *rayapan* (*creep*) dan longsor (*landslide*) yang dibagi menjadi sub-kelompok gelinciran (*slide*), aliran (*flows*), jatuhan (*fall*) dan luncuran.

Adapun salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut yaitu dengan menggunakan dinding penahan tanah dan penggunaan perkuatan fleksibel pada tanah timbunan dalam hal ini berupa terpal.

Untuk setiap zona, hitung kuat tarik rencana, T_{max} , untuk setiap lapis perkuatan berdasarkan asumsi spasi vertikal S_v . Akan tetapi, jika kuat tarik ijin geosintetik diketahui, hitung spasi vertikal minimum dan jumlah lapis perkuatan, N , yang dibutuhkan untuk setiap zona dengan persamaan berikut:

$$T_{max} = \frac{T_{zona SV}}{H_{zona}} = \frac{T_{zona}}{N} \leq T_{All Rc} \dots \dots (3)$$



Gambar 1. Dinding Penahan Tanah dengan Perkuatan (Hausmann, M, 1990)

Tanah Gambut

Tanah di alam terdiri dari campuran butiran-butiran mineral dengan atau tanpa kandungan bahan organik. Tanah Gambut memiliki sifat fisik yang berbeda dengan jenis tanah lainnya. Dari beberapa penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa, sifat fisik tanah gambut yang rendah (angka pori besar, kadar air tinggi dan berat volume tanah kecil), terlebih tanah gambut merupakan tanah non kohesi.

Menurut Mac Farlane (1969), berdasarkan kadar serat tanah gambut dapat digolongkan menjadi :

1. *Fibrous Peat*, merupakan tanah gambut yang mempunyai kandungan serat sebesar 20% atau lebih, dan gambut ini mempunyai dua jenis pori yaitu makropori (pori diantar serat) dan mikropori (pori yang ada didalam serat-serat yang bersangkutan).
2. *Amorphous Granular Peat*, merupakan gambut yang mempunyai kandungan serat kurang dari 20% dan terdiri dari butiran dengan ukuran koloidal (2μ), serta sebagian besar air porinya terserap di sekeliling permukaan butiran gambut.

Von Post mengklasifikasikan tanah gambut berdasarkan ciri fisik yang dinamakan sebagai *Von Post Scale* yaitu metode lapangan dengan melihat tingkat dekomposisi, warna, struktur dan jumlah materi mineral. *Von Post Scale* membagi gambut menjadi 10 kategori.

Perkuatan Fleksibel Terpal

Terpal (juga dikenal sebagai lembar terpal atau politelin) adalah lembaran bahan yang kuat, fleksibel, kedap air dan tahan rembes. Meskipun ada banyak kualitas terpal plastik, yang paling sesuai untuk bantuan kemanusiaan adalah yang terbuat dari politelin. Terpal plastik standard mempunyai dasar anyaman dan ikatan warna hitam serta dilapisi di kedua bagian permukaannya. Semua terpal plastik harus memenuhi standar-standar kinerja minimum (Rick Bauer, 2007).

Terpal memiliki fungsi primer dan fungsi sekunder yang biasanya lebih dari satu fungsi. Kedua fungsi tersebut menjadikan Terpal dapat berkontribusi secara total. Terpal memiliki enam fungsi sebagai berikut:

1. **Filtrasi:** bahan yang digunakan untuk mengalirkan air ke dalam sistem drainase dan mencegah terjadinya migrasi partikel tanah melalui filter.
2. **Drainase:** Digunakan untuk mengalirkan air dari dalam tanah.

3. Separator: Digunakan di antara dua material tanah yang tidak sejenis untuk mencegah terjadi pencampuran material.
4. Perkuatan: Sifat tarik bahan terpal dimanfaatkan untuk menahan tegangan atau deformasi pada struktur tanah.
5. Penghalang: Digunakan untuk mencegah perpindahan zat cair atau gas.
6. Proteksi: Digunakan sebagai lapisan yang memperkecil tegangan lokal untuk mencegah atau mengurangi kerusakan pada permukaan atau lapisan tersebut.



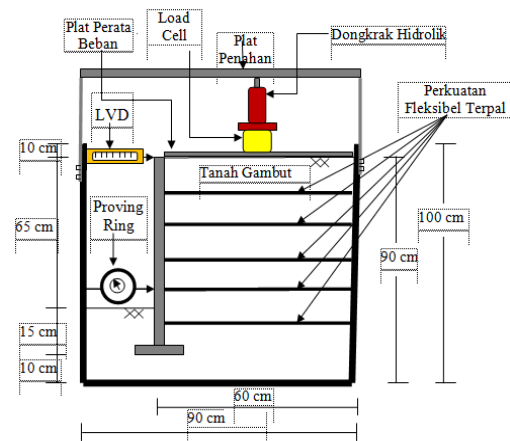
Gambar 2. Terpal Hasil Pabrikasi

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan yaitu pemodelan dan pengujian laboratorium dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya. Adapun langkah awal yang dilakukan yaitu pengumpulan literatur berkaitan dengan pembahasan sebagai acuan dalam penelitian berupa penelitian-penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan.

Penyediaan peralatan dan sampel yang akan digunakan yaitu tanah gambut berasal dari daerah Palembang, Indralaya. Pemodelan dinding penahan berasal dari baja dengan ukuran 89 cm x 80 cm x 0,4 cm dan box pengujian terbuat dari rangka besi dengan sisi-sisi kayu berdimensi 90 cm x 90 cm x 100 cm. Selanjutnya dilakukan pengujian untuk mengetahui tegangan lateral minimum, pergeseran minimum dan pembebanan maksimum dari masing-masing pemodelan.

Pengujian dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu setelah perendaman tanah gambut dengan pemodelan tanpa perkuatan dilakukan sebanyak 1 kali. Selanjutnya dilakukan pengujian dengan perkuatan fleksibel terpal berdasarkan variasi lebar. Jarak antar lapisan perkuatan di ambil dari ketentuan pengujian oleh Arifin B (SV/H) antara 0,08-0,33. Variasi Lebar dilakukan pada setiap sampel sehingga setelah diakumulasi dilakukan 5 kali pengujian.



Gambar 3. Model Uji Dinding Penahan Tanah

Adapun hasil yang akan didapat dari hasil pengujian ini yaitu pergeseran yang terjadi pada dinding penahan tanah, tegangan yang terjadi pada dinding penahan tanah, grafik hubungan antara pergeseran dan tegangan yang terjadi pada dinding penahan tanah dengan perkuatan fleksibel terpal.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Uji Tanpa Perkuatan

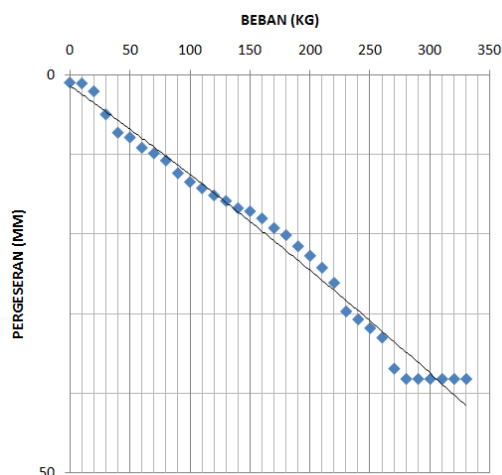
Faktor Keamanan Tanah (FK) tanpa perkuatan didapat dari perhitungan teori Rankine terhadap stabilitas geser dan stabilitas guling dengan memakai data-data dibawah ini :

$$\begin{aligned}c_u &= 0,003 \text{ kg/cm}^2 \\ \gamma &= 0,07 \text{ gr/cm}^3 = 0,7 \text{ KN/m}^3 \\ H &= 80 \text{ cm} \\ D &= 15 \text{ cm} \\ \phi &= 1,58^\circ\end{aligned}$$

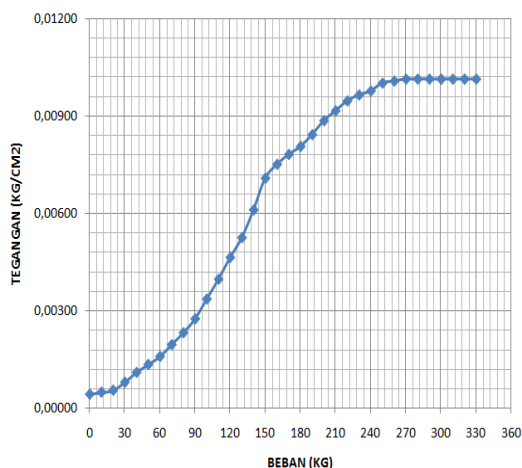
Menghasilkan Stabilitas Geser (FS_{geser}) sebesar 0,227 dan Stabilitas Guling (FS_{guling}) sebesar 0,3757 serta ($FS_{\text{kap. dukung tanah}}$) sebesar 0,01819 (yang jauh dibawah nilai Faktor Kemanan (FK) sehingga dinding langsung mengalami keruntuhan tepat sebelum diberi beban.

4.2 Hasil Uji Menggunakan Perkuatan

Setelah dilakukan pengujian pembebanan dengan variasi lebar perkuatan 0,2B; 0,4B; 0,6B; 0,8B dan 1B dengan jarak antar perkuatan sebesar 13 cm didapatkan hasil pembebanan maksimum, tegangan lateral minimum dan pergeseran minimum. Hal ini dapat dilihat pada tabel.2, serta grafik hubungan antara pergeseran dengan beban, tegangan lateral dengan beban serta grafik hubungan variasi lebar perkuatan dengan beban maksimum, pergeseran minimum, tegangan lateral minimum seperti pada gambar.3, 4, 5, 6 dan 7.



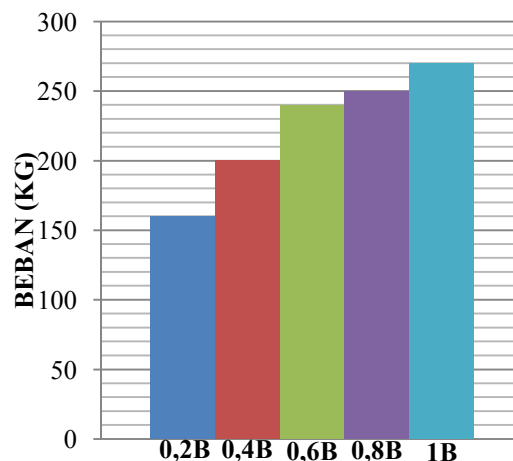
Gambar 4. Grafik Hubungan Pembebanan dengan Pergeseran pada Variasi Lebar Perkuatan 1B



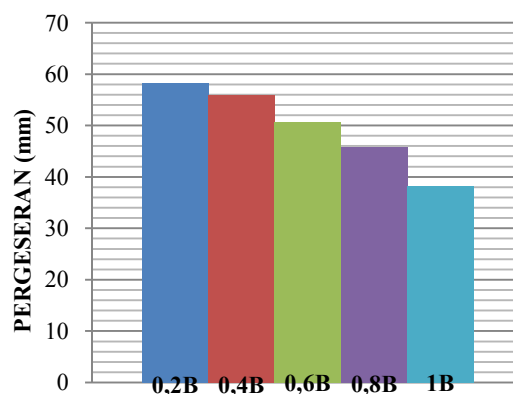
Gambar 5. Grafik Hubungan Pembebanan dengan Tegangan Lateral pada Variasi Lebar Perkuatan 1B

Tabel 1. Rekapitulasi Beban, Pergeseran DPT, Tegangan Lateral Maksimum

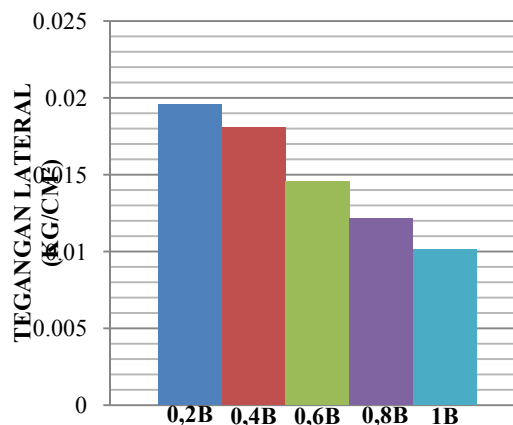
Jarak antar perkuatan (cm)	Variasi lebar perkuatan (cm)	Beban maks (kg)	Pergeseran DPT maks (mm)	Tegangan lateral maks (kg/cm ²)
13	12	160	58,3	0,01956
13	24	200	55,9	0,01809
13	36	240	50,7	0,01454
13	48	250	45,8	0,01216
13	60	270	38,2	0,01014



Gambar 5. Grafik Hubungan Variasi Lebar Perkuatan dengan Beban Maksimum



Gambar 6. Grafik Hubungan Variasi Lebar Perkuatan dengan Pergeseran Minimum



Gambar 7. Grafik Hubungan Variasi Lebar Perkuatan dengan Tegangan Lateral Minimum

Mengacu pada percobaan Uji Model Dinding Penahan Dengan Menggunakan Perkuatan Fleksibel yang dilakukan oleh Arifin B diperoleh hubungan antara beban dengan pergeseran serta beban dengan tegangan lateral. Dari hasil penelitian ini, diperoleh data maksimum dari pembebanan, pergeseran dinding penahan tanah dan tegangan lateral pada setiap variasi lebar perkuatan yaitu 0,2B;

0,6B; 0,8B; 1B; dengan jarak spasi antar perkuatan sebesar 13 cm.

Dari hasil pembahasan diatas dapat dikatakan bahwa semakin lebar perkuatan terpal maka semakin besar beban maksimum yang dapat ditahan dari dinding penahan tanah dengan pekuatan terpal tersebut. Berbanding terbalik dengan pembebanan, semakin lebar perkuatan terpal maka semakin kecil pergeseran dan tegangan lateral yang terjadi. Setiap variasi lebar perkuatan memiliki batasan maksimum masing-masing dalam menerima pembebanan, pergeseran serta tegangan lateral yang terjadi, apabila pembebanan diteruskan maka pergeseran dan tegangan lateral akan konstan (tidak berubah). Jadi dapat disimpulkan bahwa perkuatan fleksibel terpal dapat mengurangi pergeseran dinding penahan tanah dan memperkecil tegangan lateral, hal ini mengakibatkan dinding penahan tanah lebih kokoh

5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa data dan pembahasan hasil pengujian pembebanan pada masing-masing benda uji, penelitian ini mencapai beberapa kesimpulan, yaitu sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengujian sifat fisis tanah, tanah dari Palem Raya Indralaya Ogan Ilir diklasifikasikan sebagai tanah gambut.
2. Dinding penahan tanah tanpa perkuatan langsung mengalami keruntuhan akibat tegangan lateral sebelum pemberian beban, begitu juga dari perhitungan manual yang telah dilakukan didapat nilai FK (Faktor Keamanan) dari stabilitas terhadap geser dan stabilitas terhadap guling serta stabilitas terhadap kapasitas dukung tanah yang jauh dibawah nilai FK izin yaitu 0,227; 0,3757 dan 0,01819.
3. Perkuatan fleksibel terpal pada dinding penahan tanah dapat mengurangi besarnya tegangan lateral pada tanah gambut.
4. Semakin lebar perkuatan fleksibel terpal pada dinding penahan tanah, maka tegangan lateral semakin kecil dengan penurunan tegangan lateral minimum yang paling kecil yaitu pada lebar 1B dengan nilai 0,01014 kg/cm².
5. Begitu pula didapatkan nilai pergeseran minimum pada variasi lebar perkuatan 1B dengan nilai 38,2 mm.
6. Hubungan tegangan lateral dengan pergeseran yaitu semakin lebar perkuatan maka tegangan lateral semakin kecil begitu juga dengan pergeseran yang terjadi.
7. Terpal yang dipergunakan sebagai alternatif material perkuatan tanah gambut dapat meningkatkan kekuatan dinding penahan tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Bauer, Rick. 2007. *Panduan Tentang Spesifikasi dan Penggunaan Terpal*.
- Bowles, Joseph E. 1993. *Sifat-ifat Fisis dan Geoteknik Tanah*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.
- Bowles, Joseph E. 1986. *Analisa dan Disain Pondasi*, Jilid kedua Edisi Revisi, Erlangga, Jakarta,.
- Donald, Coduto. 2001. *Foundation design: principles and practices*, Front Cover. Prentice Hall..
- Hardiyonatmo, Harry Christady. 2002. *Mekanika Tanah I*, Edisi ketiga, Gadjah Mada Univercity Press.
- Farlane, Mac. 1985. *Clasifcation of Land*, Institute of Cambridge.
- Nakazawa, Kazuto dan Sosrodarsono, Suryono. 1981. *Mekanika Tanah & Teknik Pondasi*, Jakarta, P.T.Prandnya paramita.
- Terzaghi, Karl dan Ralph B.Peck. 1967. *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa jilid 2*, Jakarta, Penerbit Erlangga.
- ASTM D. 2012. *Pengujian Properties Tanah*, Google.
- Arifin B. 2006. *Uji Model Dinding Penahan Dengan Timbunan Diperkuat Perkuatan Fleksibel*, Jurnal SMARTek, Vol.4, No.4.
- Lee, Kwanho. 2009. *Retaining Wall Model Test With Waste Foundry Sand Mixture Backfill*, 402 Geotechnical Journal.
- Mane, Abhinav. 2010. *Centrifuge Modelling of Warp-around Geogrid-reinforced Soil Walls*, Department of Civil Engineering, Mumbai.
- Napitupulu, Rico. 1999. *Studi Literatur Karakteristik Tanah Gambut Daerah Riau, Sumatera Selatan, dan Kalimantan (Kalbar, Kalsel, Kalteng)*, Depok.
- Nugroho, S,A. 2011. *Studi Daya Dukung Pondasi Dangkal pada Tanah Gambut dengan Kombinasi Geotekstil dan Grid Bambu*, Jurnal Teknik Sipil Vol. 18 No. 1, Jurusan Teknik Sipil fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru.