

PENGARUH PORTLAND CEMENT DAN GYPSUM TERHADAP STABILITAS LERENG DAN PENURUNAN TIMBUNAN PADA TANAH GAMBUT

Aldesra Azria Lisananda¹, dan Muhammad Rifqi Abdurrozak²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: 14511065@students.uii.ac.id

² Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: ryf_oke@yahoo.com

Abstract : *Peat soil is soil that has low bearing capacity consisting of plant remnants. Low bearing capacity will cause instability in the construction built on it. The landfill used can be in the form of soil mixed with or without admixture. In this study, mixing Portland cement and gypsum was carried out as stabilizing material for embankment on peat soil. The aim was to determine the effect of Portland cement and gypsum on slope stability and settlement in embankment by using Plaxis 8.2 modeling. From the results of the study, it is obtained that peat soil in Tembilahan, Riau has water content of 453.44% and organic content of 86.302%. The result of the direct soil shear test obtained cohesion value (c) of 0,4429 kg /cm² and value of ϕ of 30,3069°. Mixing peat soil with portland cement and gypsum together gives a greater influence in increasing the value of c and ϕ . The mixture of peat soil + 7% portland cement + 12% gypsum increases the value of c up to 97% from the original of peat soil which is 0,8730 kg / cm², while the mixture of peat soil + 7% portland cement + 15% gypsum increases the value of the shear angle by 74% from the original of peat soil that is equal to 52,8067. The mixture of peat soil + 7% portland cement + 12% gypsum increases SF value by 17%, which is 3,7492 when given a vehicle load and 3,6669 when an earthquake load is added. The mixture of peat soil + 15% gypsum lowers the value of 13% reduction that is 0,1212m when given a vehicle load and 0,1244m when an earthquake load is added.*

Keywords : *portland cement, gypsum, tanah gambut, timbunan, stabilitas lereng, plaxis.*

1. PENDAHULUAN

Pada konstruksi jalan raya, tanah gambut merupakan salah satu contoh jenis tanah yang kurang menguntungkan. Tanah gambut (*peat soil*) merupakan tanah yang memiliki daya dukung rendah dan kompresibilitas yang tinggi serta terdiri dari sisa-sisa tumbuhan, sehingga tanah gambut akan memberikan masalah jika dijadikan pondasi bagi bangunan jika tidak dilakukan perbaikan tanah (Afief dan Yulianto, 2016). Penimbunan tanah merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan stabilitas tanah. Tanah timbunan yang digunakan dapat berupa

tanah yang dicampur dengan bahan tambah atau tanpa bahan tambah. Pencampuran tanah dengan bahan tambah dapat meningkatkan kekuatan tanah (Fahrhani, 2016).

Portland cement dan *gypsum* merupakan bahan tambah yang dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan tanah. *Portland cement* memiliki kemampuan mengeras dan mengikat butir-butir agregat dengan baik, sedangkan pemilihan bahan tambah *gypsum* karena bahan ini dapat meningkatkan kapasitas dukung tanah serta mengontrol dan memperlambat waktu pengerasan (Nugroho, 2008).

Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian terhadap stabilitas lereng dan penurunan pada timbunan dengan memberikan bahan tambah *portland cement* dan *gypsum*. Software yang digunakan untuk menganalisis stabilitas lereng dan penurunan adalah *Plaxis* yang berbasis metode elemen hingga. Hasil analisis *plaxis* akan menunjukkan angka keamanan lereng untuk stabilitas lereng timbunan dan besar penurunan pada timbunan.

Adapun tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui sifat fisik tanah gambut sebelum dilakukan penambahan *portland cement* dan *gypsum*.
2. Mengetahui pengaruh *portland cement* dan *gypsum* terhadap parameter kuat geser tanah pada tanah gambut.
3. Mengetahui stabilitas lereng dan penurunan timbunan sebelum dilakukan stabilisasi.
4. Mengetahui pengaruh *portland cement* dan *gypsum* terhadap stabilitas lereng timbunan setelah distabilisasi.
5. Mengetahui pengaruh *portland cement* dan *gypsum* terhadap penurunan timbunan setelah distabilisasi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Zardi dkk (2015) melakukan penelitian mengenai besarnya pengaruh semen terhadap tanah lempung di Desa Lampoh Keude Kecamatan Kuta Baroe Kabupaten Aceh Besar. Hasil yang ingin didapatkan berdasarkan dari pengujian geser langsung dengan melihat parameter sudut geser dan kohesi. Hasil pengujian menunjukkan adanya peningkatan kohesi dan parameter sudut geser pada setiap penambahan semen dengan persentase yang berbeda. Penambahan semen dengan persentase 16% menunjukkan nilai kohesi sebesar 2,084 kg/cm² dan ϕ sebesar 39,01°.

Nugroho (2008) melakukan penelitian pada tanah gambut Rawapening dengan menggunakan campuran *portland cement* dan *gypsum* sintesis berdasarkan uji CBR. Penelitian ini menggunakan persentasi 5%

portland cement dan *gypsum* sintesis dengan persentase yang bervariasi yaitu sebesar 0%, 5%, 10% dan 15% dari berat kering tanah dengan masa perawatan 0 hari dan 7 hari. Pada penelitian ini menunjukkan nilai CBR maksimum terdapat pada masa pemeraman 7 hari yaitu sebesar 8,985% dengan persentase campuran *portland cement* 5% dan *gypsum* sintesis 15%. Berdasarkan hasil tersebut terjadi kenaikan pada nilai CBR campuran sebesar 3 kali lipat dari nilai CBR tanah gambut asli yaitu sebesar 3,559%.

Freddy dkk. (2016) melakukan penelitian pada tanah gambut dengan menggunakan campuran *gypsum* sintesis dan garam dapur (NaCl) ditinjau berdasarkan pengujian triaksial UU. Pada penelitian ini menggunakan persentase *gypsum* sintesis yaitu 10%, 15% dan 20% dan persentase garam dapur sebesar 2%,4%, dan 6%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pencampuran antara tanah gambut dengan 15% *gypsum* dan 4% NaCl menghasilkan nilai kapasitas ultimit terbesar yaitu 8,42 gr/cm².

Fahriani (2016) yang berjudul *Analisis Pengaruh Ketinggian Timbunan Terhadap Kestabilan Lereng*. Pengaruh ketinggian timbunan dianalisis dengan menggunakan pemodelan *Plaxis*, dengan pemodelan ketinggian timbunan 1m sampai 5m. Hasil dari analisis menunjukkan semakin tinggi ketinggian timbunan maka angka keamanan lereng akan semakin mengalami penurunan. Penurunan angka keamanan lereng menunjukkan menurunnya kestabilan lereng. Penurunan kestabilan lereng ini terjadi karena adanya penambahan beban akibat bertambahnya ketinggian timbunan yang harus ditahan oleh tanah asli.

3. LANDASAN TEORI

3.1 Klasifikasi Tanah Gambut

Menurut ASTM D4427 tanah gambut diklasifikasi berdasarkan tingkat absorpsinya dan kadar abu.

1. Berdasarkan tingkat absorpsinya, tanah gambut diklasifikasikan yaitu :

- a. *extremely absorbent*, yaitu tanah gambut yang dapat menampung air > 1500%,
 - b. *highly absorbent*, yaitu tanah gambut yang dapat menampung air 800% - 1500%,
 - c. *moderately absorbent*, yaitu tanah gambut yang dapat menampung air 300% - 800%, dan
 - d. *slightly absorbent*, yaitu tanah gambut yang dapat menampung air < 300%.
1. Berdasarkan kadar abu, tanah gambut diklasifikasikan yaitu :
 - a. kadar abu rendah yaitu kadar abu <5%,
 - b. kadar abu sedang yaitu kadar abu 5% - 15% , dan
 - c. kadar abu tinggi yaitu kadar abu >15%

Berdasarkan lingkungan pembentukannya, gambut dibedakan menjadi sebagai berikut :

1. gambut ombrogen yaitu gambut yang terbentuk pada lingkungan yang hanya dipengaruhi oleh air hujan. dan
2. gambut topogen yaitu gambut yang terbentuk di lingkungan yang mendapat pengayaan air pasang. Dengan demikian gambut topogen akan lebih kaya mineral dan lebih subur dibandingkan dengan gambut ombrogen.

Berdasarkan proses dan lokasi pembentukannya, gambut dibagi menjadi sebagai berikut :

1. gambut pantai adalah gambut yang terbentuk dekat pantai laut dan mendapat pengayaan mineral dari air laut,
2. gambut pedalaman adalah gambut yang terbentuk di daerah yang tidak dipengaruhi oleh pasang surut air laut tetapi hanya oleh air hujan, dan
3. gambut transisi adalah gambut yang terbentuk di antara kedua wilayah tersebut, yang secara tidak langsung dipengaruhi oleh air pasang laut.

Berdasarkan wilayah iklim, gambut dibagi menjadi sebagai berikut.

1. Gambut tropik adalah gambut yang berada dikawasan tropic atau sub tropik

2. Gambut iklim sedang adalah gambut yang berada dikawasan Eropa yang umumnya mempunyai iklim empat musim.

3.2 Kuat Geser Tanah

Parameter kuat geser tanah diperlukan untuk analisis-analisis daya dukung tanah. Mohr (1910) dalam Hardiyatmo (2002) menyebutkan bahwa keruntuhan suatu bahan dapat terjadi oleh akibat adanya kombinasi keadaan kritis dari tegangan normal dan tegangan geser. Hubungan fungsi antara tegangan normal dan tegangan geser pada bidang runtuhnya, dinyatakan menurut Persamaan 1 berikut ini.

$$\tau = f(\sigma) \quad (1)$$

Dengan τ adalah tegangan geser pada saat terjadinya keruntuhan atau kegagalan, dan σ adalah tegangan normal pada saat kondisi tersebut.

Coulomb (1776) dalam Hardiyatmo (2002)

mendefinisikan fungsi $f(\sigma)$ dinyatakan dalam Persamaan 2 berikut ini.

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \quad (2)$$

dengan :

τ = kuat geser tanah (kN/m²),

c = kohesi tanah (kN/m²),

ϕ = sudut gesek dalam tanah (derajat), dan

σ = tegangan normal pada bidang runtuh (kN/m²).

3.3 Timbunan

Timbunan merupakan suatu struktur yang dibentuk menggunakan tanah yang dipadatkan. Contoh timbunan adalah timbunan badan jalan raya, timbunan jalan rel, tanah urug, bendungan urugan dan tanggul. Untuk tanah dengan kepadatan tertentu pada timbunan, kestabilan timbunan bergantung pada tinggi dan kemiringan lerengnya. Oleh karena itu, untuk mendapatkan kestabilan, tinggi timbunan harus memperhatikan kemiringan lereng atau geometri timbunannya.

3.4 Stabilitas Lereng

Pada permukaan tanah yang tidak horizontal atau miring, komponen gravitasi cenderung untuk menggerakkan tanah ke bawah. Jika komponen gravitasi sedemikian besar sehingga perlawanan terhadap gesekan yang dapat dikerahkan oleh tanah pada bidang longsornya terlampaui, maka akan terjadi kelongsoran lereng. Analisis stabilitas pada permukaan tanah yang miring ini, disebut analisis stabilitas lereng (Hardiyatmo, 2010).

3.5 Penurunan

Tanah akan mengalami penurunan (*settlement*) jika lapisan tanahnya diberi beban. Penurunan yang terjadi disebabkan oleh dua akibat, yaitu berubahnya susunan tanah dan berkurangnya rongga pori didalam tanah tersebut. Penjumlahan dari regangan yang ada diseluruh kedalaman lapisan tanah, disebut penurunan total tanah.

Hardiyatmo (2010) menyebutkan bahwa ada beberapa penyebab terjadinya penurunan fondasi akibat pembebanan yang berkerja diatas tanah, yaitu :

1. kegagalan atau keruntuhan geser akibat terlampauinya kapasitas dukung tanah,
2. kerusakan atau terjadi defleksi yang besar pada fondasi,
3. distorsi geser (*shear distortion*) dari tanah pendukungnya, dan
4. turunnya tanah akibat perubahan angka pori.

3.6 Plaxis

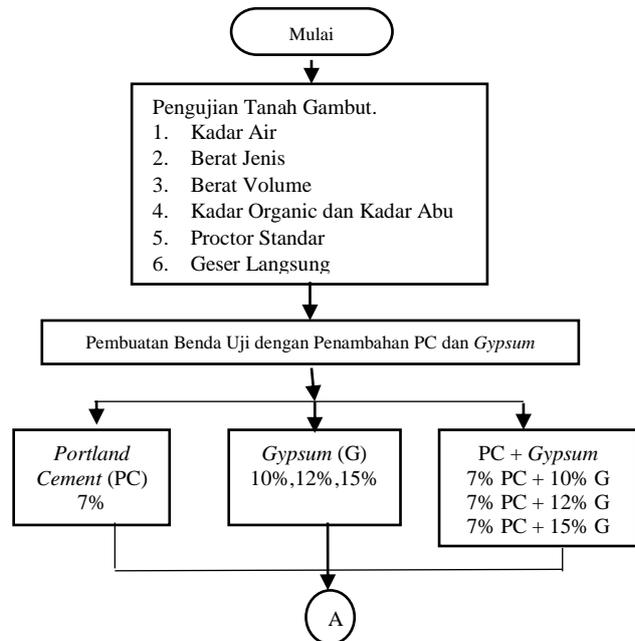
Plaxis 8 merupakan program computer berdasarkan metode elemen hingga dua-dimensi yang digunakan secara khusus untuk melakukan analisis deformasi dan stabilitas untuk berbagai aplikasi dalam bidang geoteknik. Kondisi sesungguhnya dapat dimodelkan dalam regangan bidang maupun secara aximetri.

Metode elemen hingga pertama kali dikenalkan oleh Clough dan Woodward pada tahun 1967, tapi penggunaannya terbatas pada struktur tanah yang kompleks (Hardiyatmo, 2002). Untuk kasus khusus, metode elemen hingga dapat

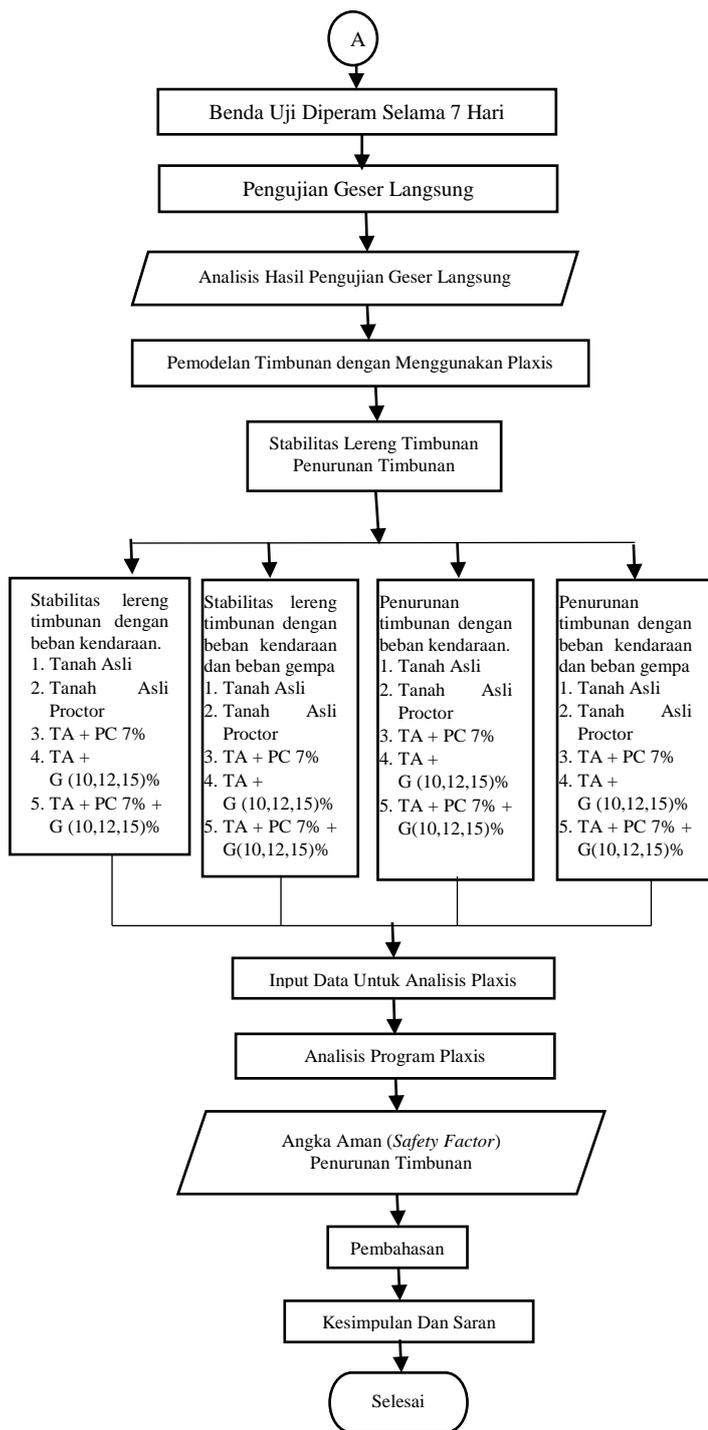
mengakomodasi pengaruh penimbunan dan penggalian secara bertahap, sehingga pengaruh sejarah tegangan dalam tanah terhadap deformasinya dapat ditelusuri (Hardiyatmo, 2010)

4. METODE PENELITIAN

Penelitian dimulai dengan melakukan persiapan material, yaitu tanah gambut, *portland cement* dan *gypsum*, dilanjutkan dengan pengujian sifat fisik tanah, proctor standar dan pengujian geser langsung untuk tanah gambut asli. Hasil dari kadar optimum pada pengujian proctor standar, digunakan sebagai acuan dalam pembuatan benda uji. Benda uji dibagi menjadi beberapa jenis campuran dan diperam selama 7 hari, lalu dilakukan pengujian geser langsung. Hasil dari pengujian geser langsung lalu dianalisis dan dilanjutkan dengan pemodelan pada plaxis untuk mengetahui stabilitas lereng dan penurunan pada timbunan, dan dilanjutkan dengan analisis hasil plaxis, kemudian dilanjutkan dengan memberikan kesimpulan dan saran untuk penelitian selanjutnya. Bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Sifat Fisik Tanah Gambut

Dari hasil pengujian sifat fisik tanah gambut yang telah dilakukan maka hasil pengujian direkapitulasi dalam Tabel 1.

Tabel 1 Rekapitulasi Sifat Fisik Tanah Gambut

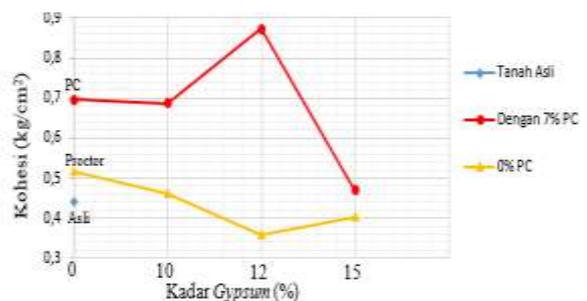
No	Pengujian Propertis Tanah Gambut	Hasil Uji	Hasil Peneliti Lainnya *)
1	Kadar air (w) (%)	453,44	450 – 1500
2	Berat jenis (Gs)	1,3528	1,4 – 1,7
3	Berat volume basah (γ_{Unsat} (gr/ cm ³))	0,98	0,9 – 1,25
4	Kadar abu (%)	13,698	2 - 37,5
5	Kadar Organik (%)	86,302	62,5 - 98
6	Angka pori (e)	6,6399	6,89 – 11,09

5.2 Penguujian Geser Langsung

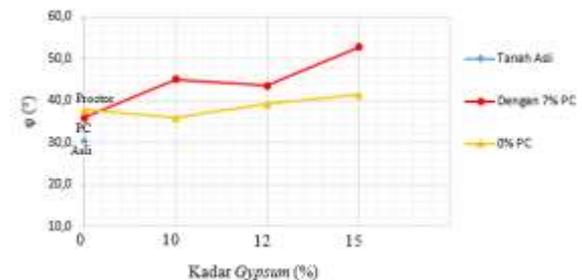
Dari hasil pengujian yang telah dilakukan maka hasil pengujian geser langsung selanjutnya di rekapitulasi pada Tabel 2. Nilai parameter geser tanah yang digunakan adalah hasil rata-rata dari 2 sampel yang diujikan.

Tabel 2 Rekapitulasi Nilai c dan ϕ

No	Jenis Tanah + Bahan Stabilisasi	Kohesi (c) (kg/cm ²)	Sudut Geser ϕ (°)
1	Tanah Gambut Asli	0,4429	30,3069
2	Tanah Gambut Kepadatan	0,5184	37,8091
3	Tanah Gambut + PC 7%	0,6966	35,8791
4	Tanah Gambut + G10%	0,4628	35,9686
5	Tanah Gambut + G12%	0,3596	39,2263
6	Tanah Gambut + G15%	0,3913	41,3765
7	TanahGambut + PC7% +G10%	0,6875	45,0870
8	TanahGambut + PC7% +G12%	0,8730	43,6240
9	TanahGambut + PC7% +G15%	0,4693	52,8067



Gambar 2 Grafik Pengaruh Portland Cement dan Gypsum Terhadap Nilai Kohesi (c) Penguujian Geser Langsung



Gambar 3 Grafik Pengaruh Portland Cement dan Gypsum Terhadap Nilai ϕ Penguujian Geser Langsung

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa pencampuran tanah gambut dengan *portland cement* dan *gypsum* secara bersamaan memberikan pengaruh yang lebih besar dalam menaikkan nilai c dan ϕ . Hal ini juga didasari dengan lamanya pemeraman selama 7 hari karena kekuatan campuran akan naik secara berangsur-angsur selama masa pemeraman. Kenaikkan kekuatan tanah dikarenakan *portland cement* bereaksi dengan air untuk mengikat partikel-partikel tanah dan membuat tanah menjadi padat dan mengeras seiring dengan lamanya masa pemeraman. *Gypsum* memiliki sifat yang larut jika ditambahkan dengan air saat dalam keadaan cair, *gypsum* akan mengisi rongga-rongga tanah, dan pada saat kembali mengering *gypsum* akan kembali mengeras sehingga pori-pori tanah akan tertutup dan terikat dan menyebabkan tanah pun juga ikut mengeras.

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa nilai kohesi terbesar terdapat pada campuran tanah gambut + 7% *portland cement* + 12% *gypsum* yaitu sebesar 0,8730 kg/cm² dan ϕ sebesar 43,6240°, sedangkan nilai ϕ terbesar terdapat pada campuran tanah gambut + 7% *portland cement* + 15% *gypsum* yaitu sebesar 52,8067 dan c sebesar 0,4693 kg/cm².

5.3 Stabilitas Lereng dan Penurunan Timbunan

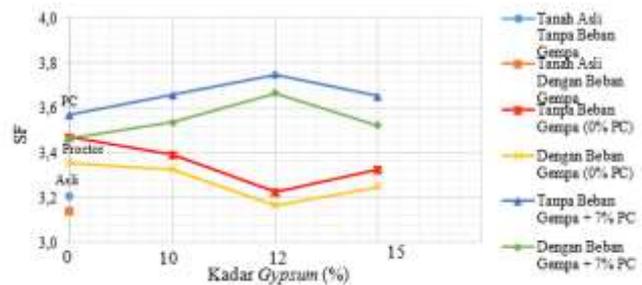
Nilai angka aman (SF) lereng timbunan didapatkan dari analisis menggunakan program Plaxis 8.2. Hasil analisis program plaxis direkapitulasi pada Tabel 3.

Tabel 3 Rekapitulasi Analisis Timbunan

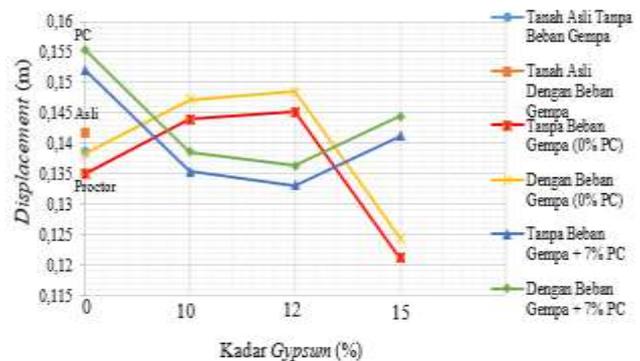
Timbunan	SF	
	Beban Kendaraan	Beban Kendaraan + Beban Gempa
Tanah Asli	3,2036	3,1398
Tanah Asli (Padat)	3,4699	3,3551
Tanah + PC 7%	3,5681	3,4634
Tanah + G 10%	3,3905	3,3273
Tanah + G 12%	3,2224	3,1650
Tanah + G 15%	3,3226	3,2495
Tanah + PC 7% + G10%	3,6565	3,5358
Tanah + PC 7% + G12%	3,7492	3,6669
Tanah + PC 7% + G15%	3,6526	3,5205

Tabel 4 Rekapitulasi Analisis Timbunan

Timbunan	Penurunan (m)	
	Beban Kendaraan	Beban Kendaraan + Beban Gempa
Tanah Asli	0,1385	0,1418
Tanah Asli (Padat)	0,1350	0,1382
Tanah + PC 7%	0,1521	0,1554
Tanah + G 10%	0,1439	0,1472
Tanah + G 12%	0,1452	0,1485
Tanah + G 15%	0,1212	0,1244
Tanah + PC 7% + G10%	0,1353	0,1386
Tanah + PC 7% + G12%	0,1331	0,1364
Tanah + PC 7% + G15%	0,1412	0,1445



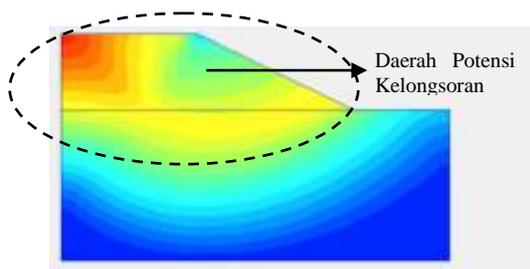
Gambar 4 Grafik Pengaruh Variasi *Portland Cement* dan *Gypsum* Terhadap Nilai SF



Gambar 5 Grafik Pengaruh Variasi *Portland Cement* dan *Gypsum* Terhadap *Displacement*

Dari hasil analisis dapat diketahui bahwa penambahan sekaligus antara *portland cement* dan *gypsum* sangat mempengaruhi nilai SF dan penurunan pada timbunan. Dari hasil analisis SF timbunan tanah asli sebesar 3,2036 ketika diberi beban kendaraan dan 3,1398 saat ditambahkan beban gempa. Nilai SF yang paling besar dari semua campuran yang telah dilakukan yaitu terdapat pada campuran *portland cement* 7% dan *gypsum* 12%. Nilai SF mencapai 3,7492 saat diberi beban kendaraan dan 3,6669 ketika ditambahkan beban gempa. Meningkatnya kestabilan

lereng ditunjukkan dengan meningkatnya nilai SF pada lereng hal ini terjadi karena adanya peningkatan pada kekuatan geser tanah, sedangkan untuk penurunan timbunan tanah asli yaitu 0,1385m untuk beban kendaraan dan 0,1418m jika ditambahkan beban gempa. Berbeda dengan SF, campuran yang berpengaruh dalam mengurangi penurunan berdasarkan hasil analisis plaxis adalah campuran *gypsum* 15% yaitu 0,1212m dan 0,1244m ketika ditambahkan beban gempa.



Gambar 6 Daerah Kelongsoran pada Timbunan (Akibat Beban Kendaraan dan Beban Gempa) pada Tanah Asli

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Berdasarkan pengujian sifat fisik tanah gambut, kadar air tanah gambut daerah Tembilahan, Riau adalah sebesar 453,44%, berat jenis sebesar 1,3528, kadar abu sebesar 13,698% dan memiliki kadar organik yang tinggi yaitu sebesar 86,302%. Berdasarkan klasifikasi AASHTO bahwa tanah gambut termasuk ke dalam kelompok A-8 yaitu tanah dengan kadar organik tinggi dan berdasarkan USCS termasuk simbol kelompok Pt yaitu gambut (*peat*). Berdasarkan klasifikasi ASTM D4427, maka tanah gambut tergolong kedalam kadar abu sedang dan *moderately absorbent* dalam kemampuan menyerap air.
2. Dari pengujian geser langsung, diperoleh nilai sudut geser (ϕ) tanah asli sebesar $30,3069^\circ$ dan kohesi $0,4429 \text{ kg/cm}^2$. Pencampuran tanah gambut

dengan *portland cement* dan *gypsum* secara bersamaan memberikan pengaruh yang lebih besar dalam menaikkan nilai c dan ϕ . Pencampuran tanah gambut + *portland cement* 7% + *gypsum* 12% menaikkan nilai c hingga 97% dari tanah asli yaitu sebesar $0,8730 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan pecampuran tanah gambut + 7% *portland cement* + 15% *gypsum* meningkatkan nilai sudut geser sebesar 74% dari tanah asli yaitu sebesar $52,8067^\circ$.

3. Hasil analisis stabilitas lereng timbunan tanah asli menggunakan program Plaxis menunjukkan nilai angka aman sebesar 3,2036 ketika diberi beban kendaraan dan 3,1398 ketika ditambahkan beban gempa. Hasil analisis penurunan timbunan tanah asli menggunakan program Plaxis 8.2 menunjukkan nilai sebesar 0,1385 m ketika diberi beban kendaraan dan 0,1418 m ketika ditambahkan beban gempa.
4. Dari hasil analisis dapat diketahui bahwa penambahan sekaligus antara *portland cement* dan *gypsum* sangat mempengaruhi nilai SF pada timbunan. Pencampuran tanah gambut + *portland cement* 7% + *gypsum* 12% menaikkan nilai SF hingga 17% yaitu sebesar 3,7492 ketika diberi beban kendaraan dan 3,6669 ketika ditambahkan beban gempa.
5. Dari hasil analisis dapat diketahui bahwa penambahan sekaligus antara *portland cement* dan *gypsum* sangat mempengaruhi penurunan pada timbunan. Pencampuran tanah gambut + *gypsum* 15% menurunkan nilai penurunan 13% yaitu sebesar 0,1212m ketika diberi beban kendaraan dan 0,1244m ketika ditambahkan beban gempa.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian adalah sebagai berikut ini.

1. Diharapkan untuk melakukan penelitian lanjutan terhadap tanah gambut dengan menggunakan kadar *portland cement* yang bervariasi.

2. Disarankan melakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan bahan stabilisasi yang sama.
3. Perlu dilakukan penelitian dengan variasi waktu pemeraman yang berbeda-beda sehingga dapat diketahui pengaruh lama pemeraman terhadap nilai kuat geser tanah.
4. Perlu adanya pemodelan lebih lanjut mengenai variasi tinggi timbunan jalan dan jumlah lapisan timbunan untuk mengetahui hasil pemodelan yang terbaik.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F. dan I.G.M. Subiksa. 2008. "*Lahan Gambut: Potensi untuk Pertanian dan Aspek Lingkungan*". Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre (ICRAF), Bogor, Indonesia.
- American Society for Testing and Materials. 1993. *Standard Test Methods for Moisture, Ash, and Organic Matter of Peat and Other Organic Soils*. ASTM designation: D 2974-87. United States. PA
- American Society for Testing and Materials. 2002. *Standard Classification of Peat Samples by Laboratory Testing*. ASTM designation: D 4427-92. United States. PA.
- Angin, P.G. Studi Potensi Tanah Timbunan Sebagai Material Konstruksi Tanggul Pada Ruas Jalan Negara Liwa-Ranau Di Kabupaten Lampung Barat. *Jurnal Sipil dan Perencanaan Vol 13 No 2*. Fakultas Teknik. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Djarwanti dkk. 2016. Stabilisasi Tanah Gambut Menggunakan Campuran Gypsum Sintetis ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dan Garam Dapur (NaCl) Ditinjau dari Pengujian CBR. *Jurnal Teknik Sipil*. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret. Solo.
- Fahriani, F. 2016. "*Analisis Pengaruh Ketinggian Timbunan Terhadap Kestabilan Lereng*". *Jurnal Fropil Vol. 4*. Fakultas Teknik. Universitas Bangka Belitung. Bangka.
- Freddy, Z.I dkk. 2016. Stabilisasi Tanah Gambut Menggunakan Campuran Gypsum Sintetis ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dan Garam Dapur (NaCl) Ditinjau dari Pengujian Triaksial UU. *Jurnal Teknik Sipil*. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret. Solo.
- Hardiyatmo, H.C. 2002. *Mekanika Tanah 1*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C. 2010. *Mekanika Tanah II*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Harwadi, F. and Mochtar, N.E. 2010. Compression Behavior of Peat Soil Stabilized with Environmentally Friendly Stabilizer. *Proceeding of the Makassar International Conference on Civil Engineering (MICCE 2010)*.
- Nugroho, U. 2008. Stabilisasi Tanah Gambut Rawapening dengan Menggunakan Campuran Portland Cement dan Gypsum Sintetis ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) Ditinjau dari Nilai California Bearing Ratio (CBR). *Jurnal Teknik Sipil*. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Sukiman, N. 2011. Analisis Perubahan Kadar Air dan Kuat Geser Tanah Gambut Lalombi Akibat Pengaruh Temperatur dan Waktu Pemanasan. *Jurnal SMARTek*. Fakultas Teknik. Universitas Tadulako. Palu.
- Rakhman, Y.A. 2003. Stabilisasi Tanah Gambut Rawa Pening Dengan Semen dan Gypsum Sintetis ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). *Tesis*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Diponegoro. Semarang.
- Zardi, M dan Mukhlis. 2015. Pengaruh Pencampuran Semen terhadap Kuat Geser Tanah Lempung Lempoh Keude. *Jurnal Teknik Sipil Unaya*. Fakultas Teknik. Universitas Abulyatama. Aceh Besar.