DENGAN PERKUATAN GEOTEXTILE DI KABUPATEN SUMEDANG

SELVIANA RHEINA EFFENDI, DIAN ASTRIANI
Jurusan Tekni Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Nasional
Email: rheinaeffendi123@gmail.com

Received Desember 2021 | Revised Desember 2021 | Accepted Desember 2021

ABSTRAK

Tanah timbunan tinggi yang dijadikan tujuan konstruksi untuk jalan di daerah kabupaten sumedang perlu adanya perkuatan. Perkuatan yang dipilih untuk timbunan tinggi pada penelitian ini menggunakan geosintetik berjenis geotextile. Pemodelan dilakukan dengan dua kondisi yaitu tanpa perkuatan dengan proses penimbunan setiap bench atau ketinggian 6 m dan setiap 2 m. Hasil faktor keamanan antara proses pemadatan 2 m lebih tinggi dibandingkan proses pemadatan setiap 6 m tetapi tidak signifikan kenaikannya. Pemodelan perkuatan dengan geotextile menggunakan kuat tarik 50 kN/m dengan panjang rencana 30 m serta variasi jarak mulai dari 1 m, 1.5 m dan 2 m dilakukan untuk mendapatkan perilaku perkuatan geotextile. Hasil faktor keamanan yang didapat dengan perkuatan geotextile berbanding terbalik dengan jarak. Semakin kecil jarak maka faktor keamanan yang didapat meningkat, tetapi peningkatan faktor keamanan pada jarak tersebut tidak signifikan. Berdasarkan hasil keseluruhan bahwa kenaikan faktor keamanan dengan perkuatan geotextile meningkat dibandingkan tanpa perkuatan tetapi tidak signifikan dan faktor keamanan yang didapat belum memenuhi kriteria SNI. Faktor keamanan dengan perkuatan geotextile akan meningkat ditentukan oleh kualitas tanah timbunan dan proses konsolidasi setiap penimbunan yang dilakukan.

***Kata kunci**: geotextile, stabilitas timbunan tinggi, elemen hingga, PLAXIS 2D*

ABSTRACT

High embankment soil which is used as a construction purpose for roads in the Sumedang Regency area needs treatment. The reinforcement selected for the high embankment in this study uses a geosynthetic type of geotextile. The modeling was carried out in two conditions, namely without reinforcement with the process of stockpiling every bench or height of 6 m and every 2 m. The result of the safety factor between the 2 m compaction process was higher than the 6 m compaction process but the increase was not significant. Reinforcement modeling with geotextile using a tensile strength of 50 kN/m with a design length of 30 m and variations in distance from 1 m, 1.5 m and 2 m were carried out to obtain the geotextile reinforcement behavior. The results of the safety factor obtained with geotextile reinforcement are inversely proportional to the distance. The smaller the distance, the safety factor obtained increases, but the increase in the safety factor at that distance is not significant. Based on the overall results that the increase in the safety factor with geotextile reinforcement increased compared to without reinforcement but was not significant and the safety factor obtained did not meet the SNI criteria. The safety factor with geotextile reinforcement will increase, which is determined by the quality of the embankment soil and the consolidation process for each filling that is carried out.

***Keywords**: geotxtile, high embankment stability, finite element, PLAXIS 2D*

1. PENDAHULUAN

Pada pembangunan konstruksi jalan sering terlihat peristiwa kelongsoran lereng yang kebanyakan terjadi pada musim penghujan. Hal ini diakibatkan terjadinya peningkatan tekanan air pori pada lereng yang akan mengakibatkan terjadinya penurunan kuat geser tanah. Dalam mengatasi permasalahan pada tanah tersebut ada beberapa jenis perkuatan tanah untuk menanggulangi tanah longsor salah satunya yaitu dengan perkuatan geotekstil, geotekstil ini salah satu jenis geosintetik yang berbahan sintetik umumnya lolos terhadap air dan di pasang bersama pondasi, tanah, batuan atau material geoteknik lainnya.
Timbunan tinggi dilakukan untuk memperbaik tanah dasar yang berbeda kontur dan memiliki tanah yang kurang baik agar tidak terjadi kerusakan pada tanah akibat perbedaan penurunan. Salah satu material yang dapat digunakan yaitu Geoteekstil.

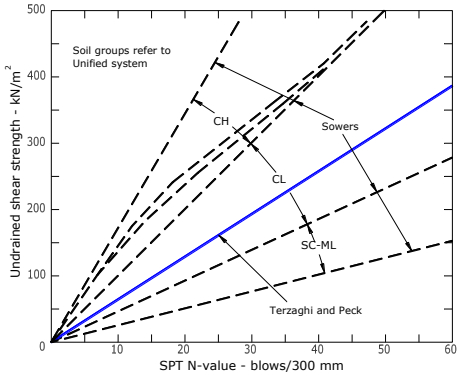
2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Tanah

Tanah dalam pengertian teknik secara umum didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut) (Das (1995)).

2.1 Parameter Tanah

Nilai *undrained shear strength* (c_u) terhadap kedalaman ditentukan berdasarkan hasil Triaxial Test atau *Unconfined Test* atau berdasarkan nilai korelasi antara nilai N-SPT terhadap nilai *undrained shear strength* (s_u) Beberapa peneliti membuat korelasi seperti Stroud (1976), sowers (1979), Terzaghi dan Peck (1967), Dunchan dan Buchgani (1976) dan Burt Look (2007) mempublikasikan berbagai bentuk persamaan korelasi dan di antaranya adalah yang dibuat oleh Terzaghi dan Peck (1967), seperti terlihat pada **Gambar 1.** di bawah:



Gambar 1. Korelasi *Undrained Shear Strength* (*cu*) Terhadap Nilai SPT Tanah Lempung (Terzaghi & Peck, 1967)

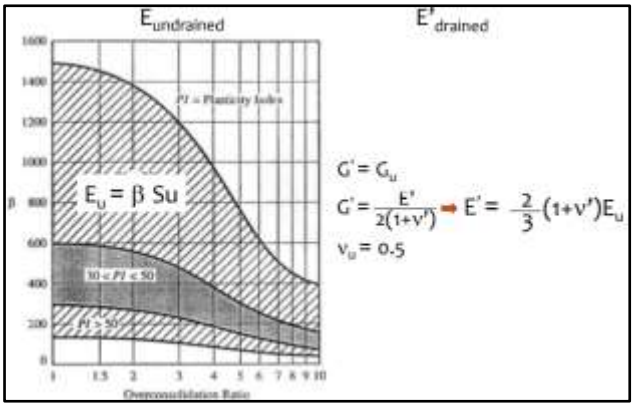
Berdasarkan persamaan korelasi Terzaghi dan Peck (1967) harga undrained shear strength lempung diperkirakan sebesar 6.7 N (kPa) sedangkan berdasarkan Sowers (1979) harga undrained shear strength tergantung pada klasifikasi USCS lempung atau lanau dan harganya berkisar dari 2.5 N (kPa) sampai dengan 17.25 N (kPa).

Sudut geser friksi tanah merupakan parameter tanah yang dibutuhkan untuk analisis geoteknik pada tanah jenis granular atau pasiran (*sand*). Sebuah persamaan yang bisa dipakai untuk menentukan sudut geser friksi dengan korelasi nilai N-SPT dapat dilihat pada **Gambar 1.**

Dalam penentuan parameter efektif baik kohesi maupun sudut geser dalam serta modulus menggunakan **Tabel 1.** tabe korelasi hubungan antara jenis tanah dengan passion ratio menggunakan **Tabel 2.** dan hubungan modulus menggunakan **Gambar 2.**di bawah:

Tabel 1. Parameter tanah efektif untuk *cohesive soils* (Burt Look, 2007)

Type	*Soil description/state*	*Effective cohesion (kPa)*	*Friction angle (degrees)*
Cohesive	Soft – organic	5–10	10–20
	Soft – non organic	10–20	15–25
	Stiff	20–50	20–30
	Hard	50–100	25–30



Gambar Error! No text of specified style in document.**.** Korelasi penentuan kekakuan tanah total terhadap kekakuan tanah efektif (Dunchan & Buchgani, 1976)

Tabel Error! No text of specified style in document.**.** Hubungan Antara Jenis Tanah dan *Poisson Ratio.* (Das, 2011)

Jenis Tanah	*Poisson Ratio* (ν')
Lempung jenuh	0,4 – 0,5
Lempung tak jenuh	0,1 – 0,3
Lempung berpasir	0,2 – 0,3
Lanau	0,3 – 0,35
Pasir	0,1 – 1,0
Batuan	0,1 – 0,4
Umum dipakai untuk tanah	0,3 – 0,4

2.1 Pemilihan Parameter Tanah (*Short Term* & *Long Term*)

Pendekatan yang harus dipakai dalam analisis stabilitas lereng didasarkan pada kondisi tekanan air pori dari lereng yang dihadapi. Jika kita tidak tahu apakah kondisi total atau efektif yang menentukan keruntuhan lereng, maka kedua kasus perlu ditinjau dan disain ditentukan oleh keadaan yang lebih kritis

Tabel dibawah memberikan tipe-tipe tes triaksial yang dilakukan sesuai tipe tanah dan pelaksanaan konstruksi atau kondisi tekanan air pori di lapangan :

Tabel 3. Pemilihan Tipe Triaxial (Lee, 1996)

Jenis Tanah	Jenis Konstruksi	Jenis tes dan kekuatan geser
Kohesif	Jangka pendek (short term/end of construction)	Test UU atau CU untuk *undrained strength* dengan level tegangan insitu yang sesuai.
	Konstruksi bertahap (staged construction)	Tes CU untuk *undrained strength* dengan level tegangan yang sesuai.
	Jangka panjang (long term)	Tes CU dengan pengukuran *pore pressure*, atau tes CD untuk parameter kuat geser efektif.
Granular	Semua jenis	Parameter *strength* ϕ' didapatkan dari tes lapangan atau tes *direct shear*.
c-ϕ material	Jangka panjang (long term)	Tes CU dengan pengukuran *pore pressure* atau tes CD untuk

Analisis stabilitas lereng tidak dapat dilakukan tanpa pengetahuan mengenai parameter kuat geser tanah yang digunakan. Dua jenis kekuatan geser tanah yang digunakan di dalam analisis stabilitas adalah adalah kuat geser tanah undrained cu dan kuat geser tanah drained c′ dan ϕ′. Kuat geser undrained digunakan di dalam analisis tegangan total (total stress analysis) sedangkan kuat geser drained digunakan di dalam analisis tegangan efektif (effective stress analysis). Ada beberapa anlisisis pemodelan untuk kondisi tanah diantaranya:

1. Kuat Geser Undrained Shear Strength
   Jika dalam melakukan proses metode konstruksi galian makan kondisi jenis tanah tersebut tidak memiliki waktu untuk terdispasi sehingga parameter yang digunakan pada kondisi short term adalah parameter total, maka pendekatan tegangan total untuk evaluasi tegangan air pori tidak diperlukan. Pada kondisi ini, analisis dengan metode ϕ = 0 diasumsikan dan kuat geser undrained cu sama dengan nilai kohesi pada selubung keruntuhan Mohr-Coulomb untuk tegangan total. Dengan asumsi ini maka undrained strength dari lempung jenuh ini tidak dipengaruhi oleh perubahan confining pressures sepanjang kadar air tidak mengalami perubahan.

2. Kuat Geser Drained Strength
   $$S' = c' + (\sigma n - u) \tan \phi' \quad \text{.....(1.)}$$
   Dimana:
   S′ = kuat geser drained tanah
   c′ = kohesi efektif
   σn = tegangan normal
   u = tekanan air pori
   ϕ′ = sudut geser dalam efektif
   Pada umumnya kondisi short term akan memberikan tekanan air pori awal (U_0), seiring berjalannya waktu maka akan terjadi perubahan tekanan air pori (ΔU) yang diakibatkan adanya perubahan beban.

2.1 Stabilitas Lereng

Lereng adalah suatu bidang di permukaan tanah yang menghubungkan permukaan tanah yang lebih tinggi dengan permukaan tanah yang lebih rendah. Lereng dapat terbentuk secara alami dan dapat juga dibuat oleh manusia. Lereng mempunyai tiga jenis yaitu:

1. Lereng alam, yaitu lereng yang terbentuk karena proses-proses alam, misalnya lereng suatu bukit.
2. Lerenga yang dibuat dengan tanah asli, misalnya apabila tanah yang dipotong untuk pembuatan jalan atau saluran air untuk keperluan irigasi.
3. Lereng yang dibaut dari tanah yang dipadatkan, sebagai tanggul untuk jalan atau bendungan tanah.

Pada ketiga jenis lereng ini kemungkinan untuk terjadi longsor selalu ada, karena dalam setiap kasus tanah yang tidak rata akan menyebabkan komponen gravitasi dari berat memiliki kecenderungan untuk mengerakkan massa tanah dari elevasi lebih tinggi ke elavasi yang lebih rendah.

2.1 Longsoran Pada Lereng

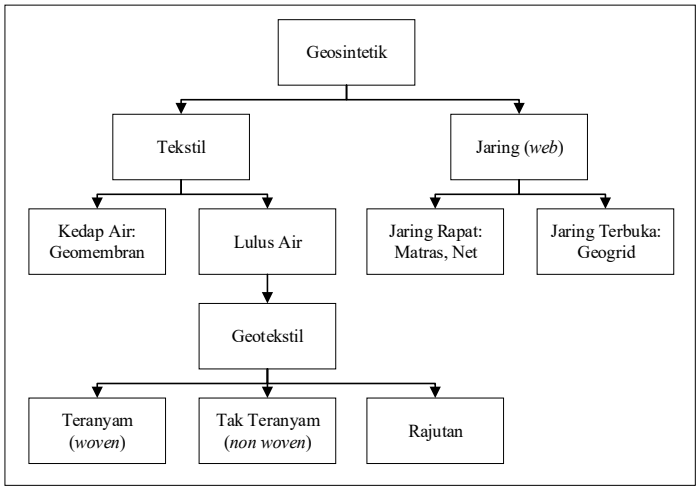
Menurut Highland dan Jonhson (2004) ada beberapa jenis tipe kelongsoran berdasarkan bentuk bidang gelincirnya, yaitu:

1. *Rotational Slide* adalah bergeraknya masa tanah dan batuan pada bidang gelincir berupa cekung ke atas, dan pergerakan longsornya secara umum berputar pada satu sumbu yang sejajar dengan permukaan tanah. Longsoran ini merupakan pergerakan material yang terjadi di dalam bidang yang berbentuk cekung sehingga terjadi perputaran atau rotasi didalamnya. Longsoran ini sangat berbahaya apabila jika ada pemukiman diatasnya akan mengakibatkan korban jiwa.
2. *Translational Slide* adalah bergerak masa tanah pada bidang gelincir berbentuk rata dengan sedikit rotasi miring ke belakang dengan bergeraknya material pada kondisi menggelombang landau.
3. *Surface Slide* adalah longsoran ini terjadi sepanjang bidang gelincir yang masih terletak dalam batas lereng. (Pratama, dkk, 2014)

2.1 Geosintetik

Geosintetik merupakan istilah yang terdiri dari dua bagian kata, yaitu geo yang berarti tanah dan sintetik yang berarti tiruan. Jadi geosintetik merupakan bahan yang bukan bahan alami (tiruan) serta dalam penggunaannya berhubungan dengan tanah atau batuan (Suryolelono, 2000). Bahan sintetis dapat berupa bahan-bahan yang berasal dari polimerisasi hasil industri-industri kimia. Seiring perkembangan yang terjadi, geosintetik berupa bahan sintetis yang terdiri dari serat-serat sintetis yang dianyam, tanpa anyam atau bentuk lainnya yang dapat digunakan dalam pekerjaan tanah. Pada umumnya geosintetik digunakan dalam pekerjaan-pekerjaan tanah seperti, stabilitas lereng, perkuatan dan peningkatan daya dukung tanah serta drainase.

Geosintetik dikelompokkan menjadi beberapa jenis berdasarkan bentuk fisik, sifat kelulusan air dan proses pembuatannya. Ringkasan klasifikasi geoteknik dapat dilihat pada **Gambar 3.** Geotekstil merupakan suatu bahan sintetis permeable yang bahan dasarnya terbuat dari tekstil polimer seperti polyester atau polypropylene. Geotekstil dapat digunakan atau berfungsi sebagai separator, filter, proteksi, dan perkuatan. Secara umum geotekstil terbagi menjadi dua jenis yaitu geotekstil teranyam (*woven*) dan geotekstil tak teranyam (*non woven*).



Gambar 3. Klasifikasi Geosintetik
(Sumber: Departemen P. U, 2009

Penggunaan geotekstil pada suatu konstruksi umumnya dirancang berdasarkan fungsinya yang berhubungan dengan sifat-sifat tertentu dan geotekstil, yaitu :

1. Lapisan pemisah (*separation*) dibutuhkan pada saat geotekstil diletakkan diantara dua jenis material yang berbeda
2. Lapisan penyaring (*filtration*) adalah kemampuan geotekstil untuk meloloskan air, tetapi menahan partikel tanah yang ikut terbawa aliran dari satu sisi permukaan ke sisi lainnya
3. Penyaluran air (*drainage*) pada saluran drainasi umumnya, terdapat butiran kasar dan halus yang mempunyai fungsi ganda, yaitu sebagai sanngan dan sebagai saluran air.
4. Perkuatan tanah (*reinforcement*).
5. Pelindung air (*moisture barrier*), terjadi bila bahan tersebut diletakkan di atas aspal yang lama sebelum dihamparkan aspal yang baru

2.1 Tanah Timbunan

Tanah timbunan merupakan material yang berfungsi untuk mereduksi penurunan yang akan terjadi dan meningkatkan daya dukung serta menyesuaikan elevasi yang telah direncanakan. Terdisipasinya air pori pada lapisan tanah dasar maka akan meningkatkan kuat geser, dan kekakuan tanah. Tanah timbunan dibagi menjadi 3 berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi 3 2010 Pekerjaan Tanah, diantaranya:

1. Timbunan Pilihan (*Selected Fiil)*
2. Timbunan Biasa (*Common Fiil)*

2.1 PLAXIS 2D

PLAXIS adalah program yang berbasis pada elemen hingga yang telah dikembangkan dengan tujuan untuk analisis permasalahan – permasalahan teknis pada bidang geoteknik. Tujuan lainnya menggunakan PLAXIS adalah untuk mempermudah dan mempercepat perhitungan dengan mendapatkan hasil untuk mengatasi masalah – masalah teknis pada bidang geoteknik. Metode yang digunakan dalam PLAXIS adalah Metode elemen hingga yang merupakan proses perhitungan secara numerik yang dipakai untuk mendapatkan pendekatan dari permasalahan yang kaitannya dengan masalah teknik. Proses penyelesaiannya menggunakan software dengan jenis PLAXIS 2D.

Jenis perilaku material yang mempunyai kaitan antara air dengan tanah dalam program PLAXIS 2D ada 3 macam, diantaranya :

1) Tipe *drained*, model ini mensimulasikan kondisi ketika *excess pore pressure* tidak terjadi, contohnya pada kasus tanah kering *(dry soil)* dan *full drainage* karena permeabilitas yang tinggi (pasir) atau kecepatan pembebanan yang rendah. Pilihan tipe material ini dapat juga digunakan untuk mensimulasikan kondisi *long term*.
2) Tipe *undrained*, model ini mesimulasikan kondisi ketika terjadi *excess pore pressure*, contohnya pada kasus *non drainage* karena permeabilitas yang rendah (lempung) atau kecepatan pembebanan yang tinggi.
3) Tipe *non porous,* model ini mensimulasikan kondisi pada saat *initial pore pressure* dan *excess pore pressure* tidak diperhitungkan. Tipe ini pada umumnya digunakan untuk pemodelan struktur beton atau batu.

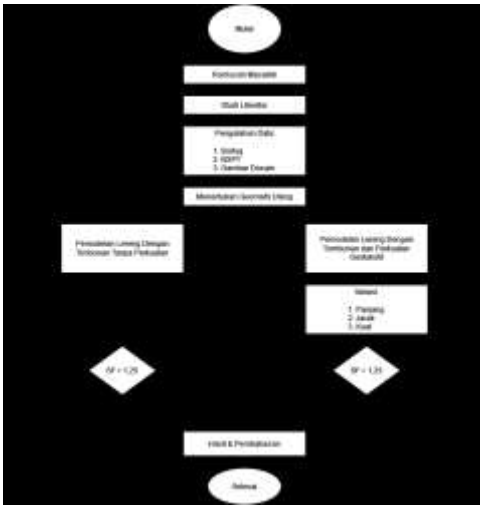
3. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penyusunan tugas akhir ini, menggunakan metodologi studi literatur sebelum masuk ke tahap analisis perhitungan. Dengan mempelajari referensi-referensi tentang ilmu rekayasa pantai. Tahapan penelitian yang dilakukan dimulai dari mengetahu permasalahan yang dibahas dan menjadi ide pikiran sebagai hal yang akan dijadikan penelitian. Selanjutnya penelitian tersebut dilakukan berdasarkan referensi-referensi yang pernah dilakukan. Sebelum melakukan penelitian maka perlu mengetahui data sebagai input seperti data tanah, data topografi, data beban lalu lintas dan data geosintetik.

Jika data sudah didapatkan selanjutnya melakukan desain groin dengan menggunakan pemodelan PLAXIS 2D. Pemodelan tersebut dilakukan untuk mengetahui faktor keamanan stabilitas berdsarkan hasil tanpa perkuatan dan perkuatan menggunakan geosintetik.

3.1 Tahapan Kegiatan

Dalam penyusunan tugas akhir ini, menggunakan metodologi studi literatur sebelum masuk ke tahap analisis perhitungan. Dengan mempelajari referensi-referensi tentang ilmu geoteknik. Adapun tahapan kegiatan yang akan dilakukan dalam tugas akhir ini secara ringkas dapat dilihat pada flowchart berikut:



Gambar 4 Diagram Alir Metode Penelitian

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada pada STA 34+500 pada proyek Pembangunan Jalan tol cisumdawu yang berlokasi di paseh Sumedang.

Gambar 5. Lokasi Penelitian STA 34+500

3.3 Teknik Pengolahan & Pengumpulan Data

Dalam pengolahan penelitian ini menganalisis berdasarkan borlog, nspt serta kondisi desain gambar melintang. Berikut ini pengolahan data tersebut:
Meninjau parameter tanah berdasarkan hubungan nspt tiap lapisan yang ditinjau pada borlog.

1. Memodelkan bentuk lereng dan area yang akan dimodelkan berdasarkan:
   a. Tanpa timbunan
   b. Dengan variasi timbunan dengan lapisan pertama 3m, lapisan kedua 5m, dan lapisan ketiga 8m.
   c. Memodelkan lereng dengan variasi pada poin b dengan menggunakan geotextile.
2. Menganalisis stabilitas lereng berdasarkan pemodelan poin 1 dengan menggunakan metode FEM serta kuat geser berdasarkan metode mohr coloumb sebagai analisis sifat mekanik tanah.
3. Dengan menggunakan aplikasi Plaxis 2D

3.3 Pembahasan

Dalam tugas akhir ini terdapat beberapa tahapan yang akhirnya akan mencapai maksud dan tujuan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui angka aman (*safety factor*) dan besarnya penurunan (konsolidasi) pada tanah dengan panjang, jarak dan kuat Tarik yang bervariasi.

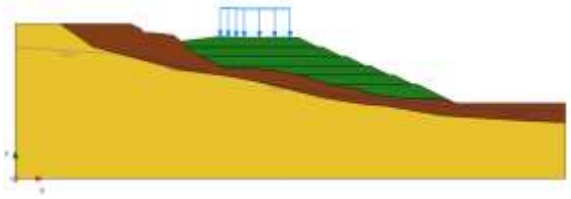
3.3 Kesimpulan

Kesimpulan merupakan sesuatu yang didapat dari suatu penelitian atau penjelasan. Dari penelitian ini, dapat disimpulkan hasil angka aman (*safety factor*) dan penurunan menggunakan metode numerik

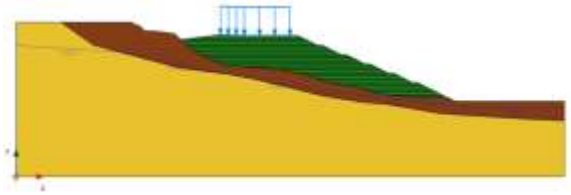
4. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Pemodelan Tanpa Perkuatan

Sebelum melakukan analisis pemodelan dengan perkuatan, sebelumnya melakukan pemodelan dan *running* pemodelan tanpa perkuatan terlebih dahulu yang dapat dilih model tanpa perkuatan pada gambar di bawah:



Gambar 6. Model tanpa perkuatan dengan proses pemadatan setiap bench



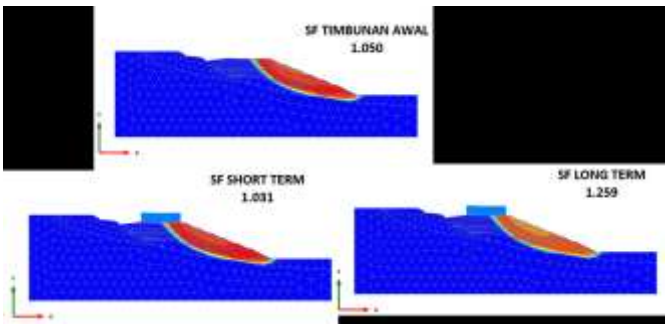
Gambar 7. Model tanpa perkuatan dengan proses pemadatan setiap 2 m

Parameter tanah yang digunkan dapat dilihat pada tabel di bawah:

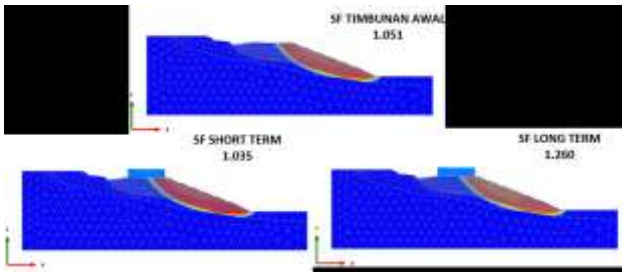
Tabel 4. Parameter tanah pemodelan timbunan tinggi

Jenis tanah	NSPT	Konsistensi	Analisis	c' (kPa)	phi'	E' (kPa)
Lanau Pasiran Gravel	20	Very Stiff	Undrained A	20	20	26000
Batu Pasir Gravel Lanauan	60	Dense	Drained	5	40	45960
Timunan Pilihan	20	Sangat Kaku	Undrained A	25	28	26000

Berikut hasil output tanpa perkuatan yang dapat dilihat pada gambar di bawah:



Gambar 8. Hasil pemodelan setiap bench tanpa perkuatan dengan pemadatan setiap bench

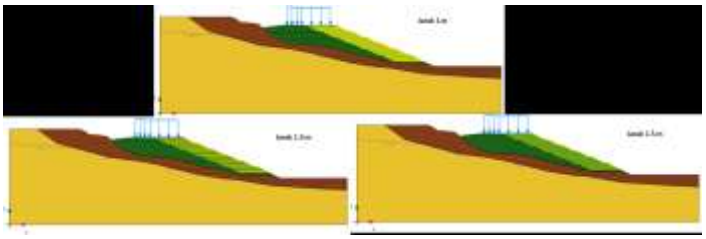


Gambar 9. Hasil pemodelan setiap bench tanpa perkuatan dengan pemadatan setiap 2 m

Hasil faktor keamanan tanpa perkuatan menggunakan proses pemadatan setiap 2 m lebih besar lebih besar dibandingkan dengan proses pemadatan setiap bench, tetapi kenaikan faktor keamanan tidak begitu signifikan.

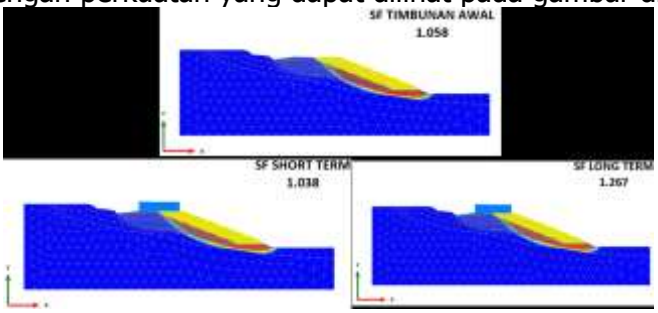
4.1 Pemodelan Dengan Perkuatan

Selanjutnya dilakukan pemodelan dengan perkuatan yang dapat dilihat pemodelannya di bawah dengan proses pemadatan setiap 2 m:

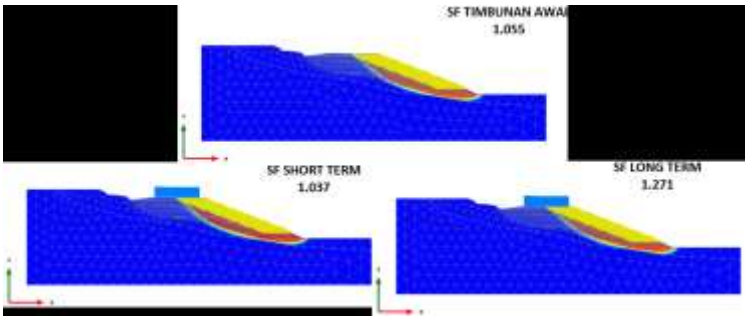


Gambar 10. Model denga perkuatan dengan proses pemadatan setiap bench

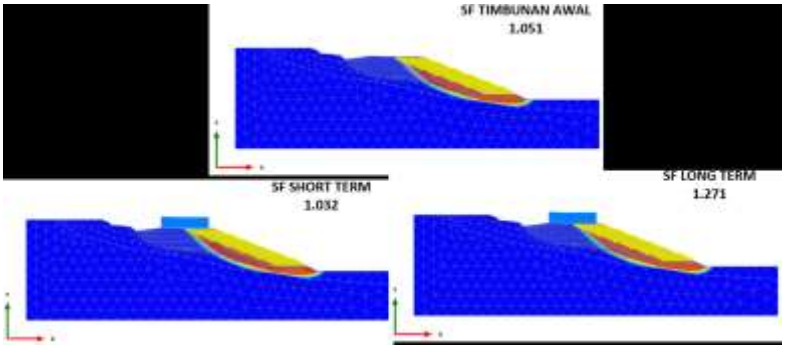
Beriku hasil output dengan perkuatan yang dapat dilihat pada gambar di bawah:



Gambar 11. Hasil pemodelan setiap bench denga perkuatan geotextile 50 kN/m dengan jarak 1 m dan panjang 30 m



Gambar 12. Hasil pemodelan setiap bench denga perkuatan geotextile 50 kN/m dengan jarak 1.5 m dan panjang 30 m



Gambar 13. Hasil pemodelan setiap bench denga perkuatan geotextile 50 kN/m dengan jarak 2 m dan panjang 30 m

Berdasarkan hasil analisis perkuatan dan tanpa perkuatan maka di dapat resume tabel sebagai berikut:

Tabel 5. Resume hasil analisis pemodelan tanpa perkuatan dan menggunakan perkuatan

Model	Kuat tarik Geotextile (kN/m)	Jarak Geotextile (m)	Faktor Kemanan		
			Timbunan Selesai	Short Term	Long Term
Tanpa Perkuatan setiap bench	-	-	1.05	1.031	1.259
Tanpa Perkuatan setiap 2 m	-	-	1.051	1.035	1.26
Perkuatan	50	1	1.058	1.038	1.267
		1.5	1.055	1.037	1.271
		2	1.054	1.035	1.263

5. KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisis stabilitas timbunan tinggi menggunakan program PLAXIS 2D maka dapat diambil kesimpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Faktor keamanan tanpa perkuatan dengan proses pemadatan dan penimbunan setiap 2 m lebih besar dibandingkan dengan proses pemadatan setiap bench meskipun kenaikannya tidak begitu signifikan
2. Perbandingan faktor keamanan dengan perkuatan dan tanpa perkuatan tidak begitu signifikan perbedaannya.
3. Faktor keamanan dengan geotextile semakin meningkat seiring mengecilnya jarak antar geotextile, tetapi kenaikan faktor keamanan tersebut tidak begitu signifikan.
4. Faktor keamanan dengan perkuatan geotextile akan memberikan hasil kenaikan yang cukup besar dipengaruhi oleh jenis dan parameter tanah timbunan. Semakin baik tanah timbunan yang digunakan maka akan memberikan faktor keamanan yang besar.
5. Faktor keamanan dengan perkuatan geotextile belum memenuhi kriteria SNI 8460-2017 dengan batasa 1.25
6. Proses konsolidasi pada proses penimbunan sangat berpengaruh terhadap faktor keamanan.
7. Terbukti bahwa faktor keamanan akan semakin meningkat ketika kondisi long term atau jangka panjang yang di akibatkan terjadinya proses disipasi air pori yang meningkatkan kuat geser efektif tanah akibat beban sendiri dari timbunan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Badan Standarisasi Nasional. (2017). Persyaratan Perancangan Geoteknik (SNI 8460:2017). Jakarta.
[2] Bowles, J. E. (1993). *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah.* Jakarta: Erlangga.
[3] Das, B. M. (2011). *Principles of foundation engineering.* Stamford: Cengage Learning
[4] E. T.Selig, ,. &. (1977). Fundamentals of vibratory roller behavior. Proc., 9th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering. Tokyo, Japan.
[5] Edil, T. B. (1982). *Seepage, Slopes, and Embankments, CEE-530 Class Notes.* Seepage, Slopes, and Embankments, CEE-530 Class Notes.
[6] Karl Terzaghi; Ralph B. Peck, 1967. *Soil Mechanics in Engineering Practice, 2nd edition*. Civil Engineering Harvard University; University of Illionis
[7] Brinkgreve, R.B.J.; Swolf, W. M.; Engin, E. 2010. *Plaxis, User Manuals.* The Nertherlands.