

ANALISIS STABILITAS LERENG PADA TIMBUNAN TPA DENGAN PENDEKATAN ELEMEN HINGGA

Namirah Nurgia Sari¹, Indra Noer Hamdhan²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung

Email: namirahns@gmail.com

ABSTRACT

Analysis of slope stability on model of landfills carried out to determine the value of safety factors, effect on suction and the effect on water flow in unsaturated soil conditions on landfill embankment. The modeling carried out on a slope with 20 meters height, 1V: 2H gradient, consisting of several layers. This research was conducted by using Mohr Coulomb soil model. This modeling used the variation of rainfall discharge, compared by permeability of landfill material. This research aimed to knowing the difference in the value of the safety factor in staged construction condition, reinforced with geotextile and modeling waste combined with clay soil. Modeling with rain variation does not significantly affect the safety factor, while using geotextile and combination with clay soil significantly increase the value of safety factors.

Key word: landfill, slope modelling, unsaturated soil, soil permeability, geotextile reinforcement.

ABSTRAK

Analisis stabilitas lereng pada model timbunan sampah (*landfill*) dengan metode elemen hingga digunakan untuk memperoleh nilai faktor keamanan, serta pengaruh terhadap nilai *suction* dan pengaruh terhadap aliran air pada kondisi tanah jenuh sebagian. Model timbunan memiliki tinggi lereng 20 meter, dengan kemiringan 1V:2H, dan terdiri dari beberapa lapisan. Penelitian ini dilakukan pada konstruksi bertahap (*staged construction*) lereng dengan model tanah Mohr Coulomb. Pemodelan stabilitas lereng memvariasikan debit hujan, penggunaan lapis perkuatan geotekstil dan pemodelan sampah dikombinasikan dengan tanah lempung. Dari penelitian yang dilakukan, pemodelan dengan berbagai variasi hujan tidak terlalu berpengaruh terhadap penurunan faktor keamanan, sedangkan penggunaan geotekstil dan kombinasi dengan tanah lempung dapat menaikkan nilai faktor keamanan.

Kata Kunci: timbunan sampah, pemodelan lereng, tanah jenuh sebagian, permeabilitas tanah, perkuatan geotekstil.

1 PENDAHULUAN

Tempat pembuangan akhir (TPA) yang ada di Indonesia sudah banyak sekali dipenuhi dengan sampah yang dihasilkan oleh masyarakat dimana sampai beberapa TPA sudah tidak dapat menampung. Seiring berjalannya waktu, sampah yang terus menerus dikirim ke suatu TPA mengakibatkan terbentuknya suatu timbunan, sehingga menyerupai sebuah lereng.

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sampah

Sampah adalah barang buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga). Sementara didalam UU No 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, disebutkan sampah adalah sisa kegiatan sehari hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat atau semi padat berupa zat organik atau anorganik bersifat dapat terurai atau tidak dapat terurai yang dianggap sudah tidak berguna lagi dan dibuang ke lingkungan.

2.2 Klasifikasi Sampah

Sampah yang didefinisikan oleh manusia dengan derajat keterpakaianya ini adalah hasil produk yang telah diproses secara lama oleh alam secara langsung. Akan tetapi karena kehidupan manusia ini didefinisikan dalam konsep lingkungan maka sampah dibagi menurut jenisnya. Sampah dibedakan ke dalam 4 (empat) jenis yaitu berdasarkan sifat, berdasarkan bentuknya, berdasarkan sumbernya dan berdasarkan kegunaannya.

2.3 Analisis Stabilitas Lereng Sampah

Menurut Taqwa dkk (2017) cara menemukan parameter sampah yang berpengaruh terhadap kuat geser lereng dengan menggunakan pengujian di laboratorium. Jika parameter tanah dan sampah tidak didapatkan, dilakukan korelasi hasil pengujian sampel sampah B3 tanah yang relevan, mengingat fakta bahwa semakin lama lapis material sampah B3 ditimbun, maka parameter mekanik material akan semakin mendekati material mekanik dari tanah. (Machado, 2010)

Tabel 1. Nilai Parameter Sampah

| Parameter Sampah | Nilai Berat Isi Kering (γ) (kN/m ³) | Nilai Berat Isi Basah (γ') (kN/m ³) | Nilai Kohesi (c) (kPa) | Nilai kekuatan geser (ϕ) ° | Modulus Elastisitas E | Angka Poisson |
|------------------|--|--|------------------------|-----------------------------------|-----------------------|---------------|
| Sampah 1 | 15,69 | 17,69 | 41,43 | 9,41 | 1000 | 0,3 |
| Sampah 2 | 15 | 18 | 50 | 22 | 1000 | 0,3 |
| Sampah 3 | 15,46 | 17,46 | 64,59 | 14,17 | 1000 | 0,3 |
| Sampah 4 | 16,5 | 18,5 | 60 | 19,63 | 1000 | 0,3 |
| Clay silt | 17.70 | 19.70 | 6.68 | 13 | 10350 | 0.3 |
| Silt Stone | 15 | 17 | 60 | 13.54 | 15000 | 0.2 |

Sumber: Taqwa, dkk (2017)

Tabel 2. Nilai Parameter Tanah Timbunan

| Parameter | Nilai Berat Isi Kering (γ) (kN/m ³) | Nilai Berat Isi Basah (γ') (kN/m ³) | Nilai Kohesi (c) (kPa) | Nilai kekuatan geser (ϕ) ° | Angka Poisson | Modulus Elastisitas E |
|------------------|--|--|------------------------|-----------------------------------|---------------|-----------------------|
| Pemodelan Clay 1 | 16 | 18 | 40 | 20 | 0.3 | 8000 |
| Pemodelan Clay 2 | 16 | 18 | 50 | 30 | 0.3 | 8000 |
| Pemodelan Clay 3 | 16 | 18 | 60 | 40 | 0.3 | 8000 |

Sumber: Taqwa, dkk (2017)

2.4 Longsoran pada lereng

Lereng adalah suatu permukaan tanah yang miring yang membentuk sudut tertentu pada bidang horizontal. Lereng terbagi menjadi dua yaitu lereng alamiah dan lereng buatan. Lereng alami adalah lereng yang terbentuk sendiri oleh alam, sedangkan lereng buatan adalah lereng yang dibuat oleh manusia yang dapat berupa pembuatan lereng. Lereng buatan yang tidak diperhitungkan dengan baik akan mengakibatkan kelongsoran. 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.
2. *Translational Slide*, adalah Bergerak masa tanah pada bidang gelincir berbentuk rata dengan sedikit rotasi miring ke belakang dengan Bergeraknya material pada kondisi menggelombang landai.

2.5 Tanah Jenuh Sebagian (*Unsaturated Soils*)

Menurut Zhang et al (2004) bahwa dalam kondisi tertentu nilai *suction* tanah dapat diperhitungkan dalam stabilitas lereng. Analisis ini menunjukkan bahwa kondisi stabil, parameter utama yang mempengaruhi nilai atau diagram *suction* yang berada dekat pada permukaan tanah adalah intensitas curah hujan yang dinyatakan sebagai proporsi jenuh konduktivitas

hidraulik. Tetapi, dalam kondisi sementara, nilai intensitas curah hujan, fungsi penyimpanan air dan konduktivitas hidraulik adalah parameter yang mempengaruhi digram *suction*. Ketika curah hujan sama atau lebih besar dari konduktivitas hidraulik jenuh air, maka konduktivitas hidraulik akan jenuh efektif dan berubah menjadi batas atas laju infiltrasi.

2.5.1 Kuat Geser Pada Tanah Jenuh Sebagian

Prinsip tegangan efektif berlaku terhadap kondisi tanah jenuh. Namun untuk kondisi tanah tak jenuh, maka air hanya mengisi sebagian dari volume pori dan sisanya diisi oleh udara. Bishop (1995) dalam Hamdhan (2013) telah memodifikasi mengenai Teori Terzaghi membahas persoalan tentang koefisien *suction* (χ) untuk tegangan efektif tanah jenuh sebagian dan tegangan efektif klasik, seperti persamaan (1) berikut ini:

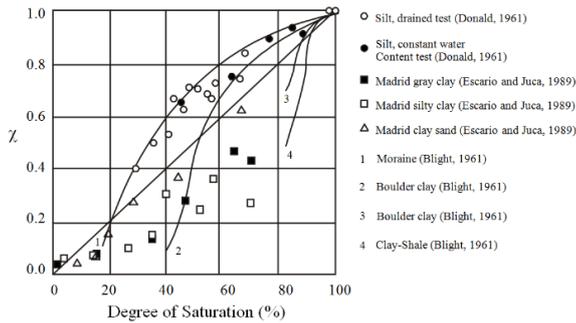
$$\sigma' = (\sigma - pa) + \chi(pa - pw) \quad \dots(1)$$

Dengan :

- σ' = tegangan efektif (kPa)
- σ = tegangan normal (kPa)
- pa = tekanan udara pori (kPa)
- pw = tekanan suction (kPa)

Menurut Vanapalli (1996) nilai χ bisa dihubungkan dengan *degree of saturation* atau *effective degree of saturation* (Se) yaitu nilai tekanan udara untuk pori dapat diasumsikan sangat kecil bahkan tidak ada ($pa \approx 0$), sehingga pada saat kondisi kering tegangan total

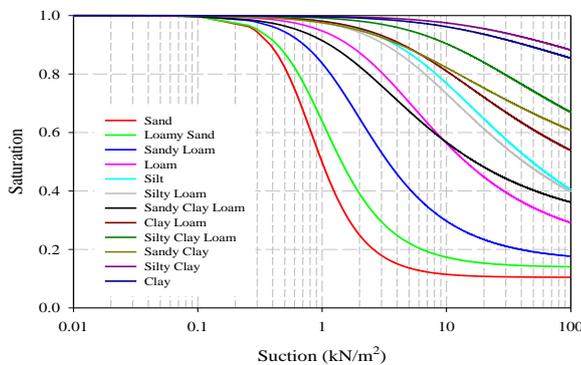
sama dengan tegangan efektif. Sedangkan koefisien *suction* (χ) didapat dari pengujian labolatorium. Tetapi untuk menguji sampel tanah kondisi dimana jenuh sebagian akan memakan waktu yang cukup lama dan biaya yang tinggi.



Gambar 1. Grafik antara koefisien suction (χ) dengan nilai degree of saturation (Sumber: Vanapalli, 1996)

2.5.2 Parameter Hidraulik

Parameter hidraulik aliran air tanah kondisi jenuh sebagian dijelaskan dalam kurva karakteristik air tanah atau Soil Water Characteristic Curve (SWCC).

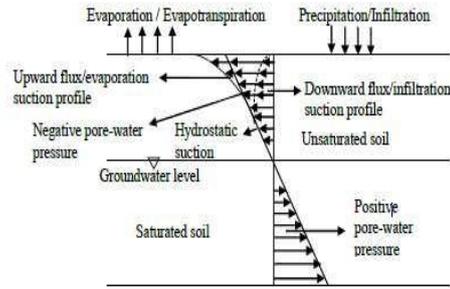


Gambar 2. Kurva SWCC (Soil Water Characteristic Curves) (Sumber: Genuchten, 1980)

Menurut Genuchten (1980) kurva SWCC menggambarkan kapasitas tanah untuk menyimpar air pada tekanan yang berbeda dimana ada banyak pemodelan yang memperlihatkan perilaku hidraulik pada tanah jenuh sebagian yang salah satunya adalah memperkenalkan hubungan antara kejenuhan dan *suction pore pressure head*.

2.5.3 Diagram Suction

Diagram *suction* yang berada dalam tanah jenuh sebagian umumnya tergantung pada nilai permeabilitas infiltrasi dan durasi curah hujan, tingkat penguapan, kondisi drainase, lokasi muka air tanah dan sifat tanah yang diberikan oleh SWCC.



Gambar 3 Diagram Suction (Fredlund, 1989)

2.6 Geotekstil

Geotekstil merupakan suatu bahan sintesis 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*). Geotekstil woven merupakan salah satu jenis geotekstil yang pembuatannya dengan cara dianyam dan pada umumnya berbahan dasar polypropylene (PP). Geotekstil woven ini terlihat secara visual seperti karung beras. Fungsi geotekstil woven yaitu sebagai bahan stabilisasi tanah dasar (terutama pada tanah dasar lunak), karena mempunyai *tensile strength* (kuat tarik) yang lebih tinggi dibandingkan dengan geotekstil *non-woven*.

2.7 Teori Keruntuhan Mohr-Coulomb

Teori keruntuhan Mohr Coulumb diperkenalkan oleh Mohr (1900) bahwa keruntuhan pada suatu material mengakitbakan kombinasi kritis antar tegangan normal dan geser, dan bukan hanya akibat tegangan normal maksimum atau tegangan geser maksimum saja. Garis keruntuhan (*failure envelope*) dinyatakan dengan persamaan diatas berbentuk garis lengkung. Garis tersebut didekati oleh sebuah garis lurus yang menunjukkan hubungan linear antara tegangan normal dan geser (Coulumb, 1776). Hubungan antara tegangan normal dan geser pada sebuah bidang keruntuhan dapat dinyatakan dalam persamaan [2] dibawah ini:

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

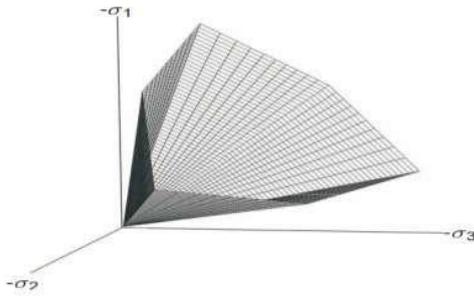
Dengan :

τ = kuat geser tanah (kN/m²)

c = kohesi tanah (kN/m²)

ϕ = sudut geser tanah (°)

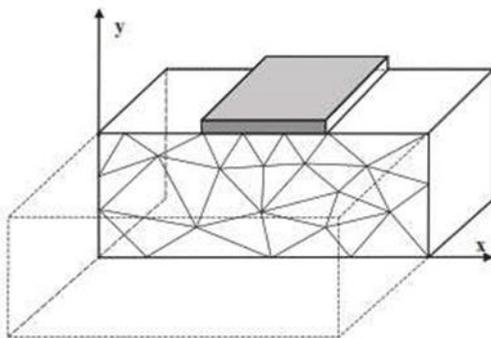
σ = tegangan normal pada bidang runtuh (kN/m²)



Gambar 4. Bidang keruntuhan Mohr-Coulomb terhadap ruang tekanan (Sumber: Brinkgreve, R.B.J, 2016)

2.8 Metode Elemen Hingga (Finite Element Method)

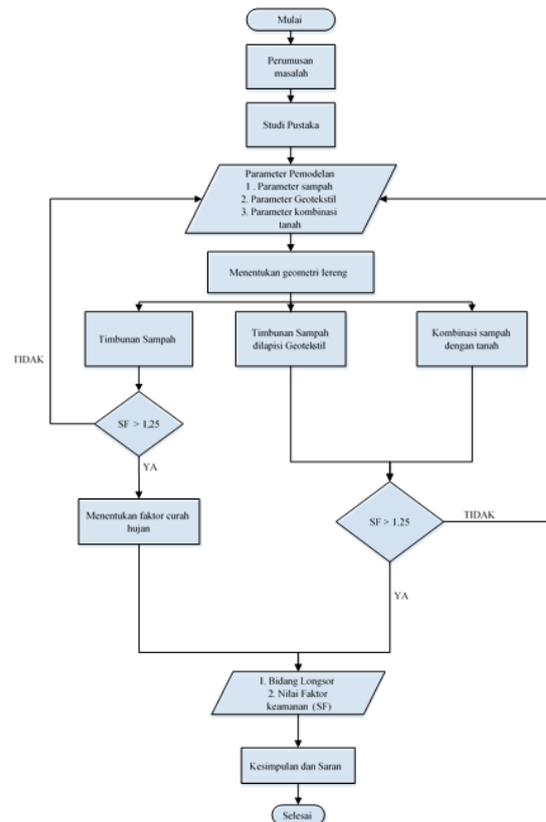
Metode elemen hingga atau disebut juga *Finite Element Method* adalah prosedur numeris yang dapat dipakai untuk menyelesaikan masalah-masalah bidang rekayasa atau engineering. Metode ini digunakan pada masalah rekayasa analytical solution. Metode elemen hingga membagi beberapa kumpulan tanah menjadi unit yang terpisah. Unsur ini saling berhubungan terhadap titik simpul (*nodes*) dan batasan yang ditemukan (*boundary*).



Gambar 5. Bentuk Plane Strain (Sumber: Manual Plaxis 2D Versi 2017)

3 METODOLOGI PENELITIAN

Tugas akhir ini membahas mengenai analisis stabilitas lereng pada timbunan TPA dengan pendekatan elemen hingga. Secara umum prosedur analisis ini akan ditunjukkan dengan bagan alir pada **Gambar 6**. Pemodelan lereng dengan metode elemen hingga ini untuk mengetahui berapa nilai faktor keamanan terhadap lereng. Adapun cara penelitian, yaitu: rumusan masalah, studi pustaka, tahapan pemodelan geometri lereng, parameter sampah, tahapan menentukan faktor curah hujan, tahapan pemodelan timbunan tanpa perkuatan, tahapan pemodelan PLAXIS 2D dengan Pendekatan Elemen Hingga, pemodelan sampah dengan parameter $c, \phi, E, \gamma, \vartheta$ dan hasil penelitian.



Gambar 6. Bagan Alir Penelitian Analisis Stabilitas Lereng pada Timbunan TPA dengan Pendekatan Elemen Hingga

4 HASIL DAN ANALISIS

4.1 Kondisi Pemodelan

Kondisi yang dianalisis dengan program PLAXIS 2D dengan model *plane strain*, yaitu: Analisis kondisi I eksisting awal, Analisis kondisi II adanya hujan dengan nilai $q < k_{sat}$, Analisis kondisi III adanya hujan dengan nilai $q = k_{sat}$, Analisis kondisi IV adanya hujan dengan nilai $q > k_{sat}$, Analisis dengan menggunakan perkuatan geotekstil dan kombinasi pemodelan sampah ditimbun dengan tanah. Penelitian ini dilakukan dengan memilih soil model yaitu Mohr Coulomb. Kondisi model ini dilakukan dengan memvariasikan nilai k atau nilai parameter hidraulik dari tanah. Nilai material type geotekstil dan Nilai q dan k_{sat} disajikan pada **Tabel 2** dan **Tabel 3**

Tabel 2. Nilai Parameter q dan K_{sat}

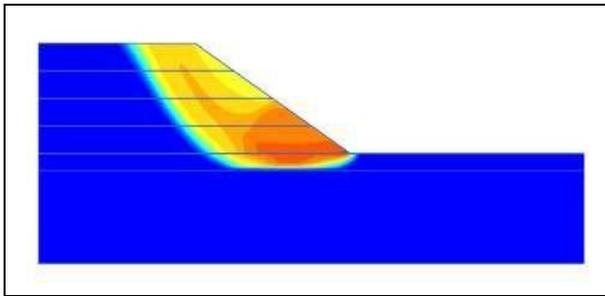
| No | q (m/jam) | | K_{sat} (m/jam) |
|----|-------------|---|-------------------|
| 1 | 0,001 | < | 0,0358 |
| 2 | 0,0358 | = | 0,0358 |
| 3 | 0,1 | > | 0,0358 |

Tabel 3. Nilai Parameter Geotekstil

| Material type | Kuat Tarik (EA) | N_p |
|---------------|-----------------|------------|
| Elastoplastic | 183,4 kN/m | 37,87 kN/m |
| Elastoplastic | 400 kN/m | 82,64 kN/m |

4.1.1 Analisis pada kondisi Awal

Hasil analisis untuk pemodelan geometri lereng sebelum ada hujan maupun ada perkuatan baik itu bidang longsor disajikan dengan pemodelan kemiringan 1V:2H pada **Gambar 7**.

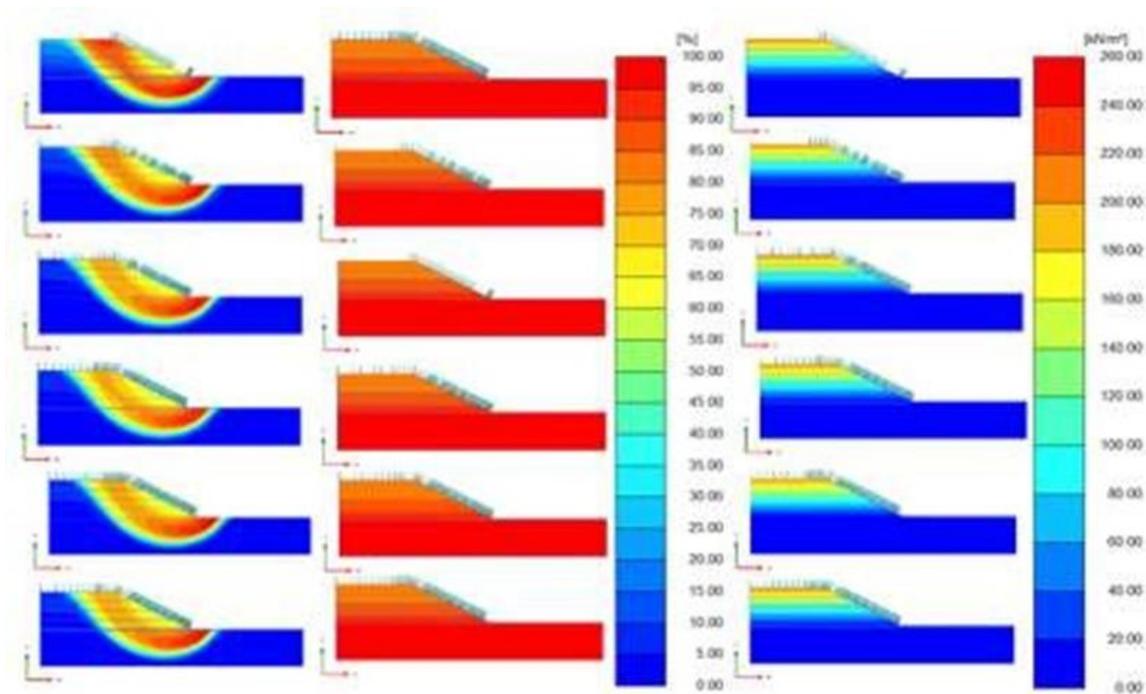


Gambar 7. Hasil analisis terhadap kondisi awal

Dari **Gambar 7** dapat dilihat bahwa bidang longsor atau gelincir yang terjadi pada pemodelan dengan kemiringan 1V:2H kondisi esisting awal. Dari pemodelan longsor yang terjadi menurut posisi bidang gelincirnya, yaitu termasuk longsor dasar lereng (*toe failure*) dimana longsor tersebut terjadi pada kaki lereng dan mendapatkan nilai faktor keamanan sebesar 2,12.

4.1.2 Analisis pada kondisi hujan

Hasil analisis untuk pemodelan geometri lereng setelah ada hujan baik itu bidang longsor maupun diagram suction dan derajat kejenuhan air yang disajikan pada **Gambar 8** dengan pemodelan $q < k_{sat}$, $q = k_{sat}$ dan $q > k_{sat}$ dimana pada pemodelan ini diambil contoh gambar dari pemodelan $q < k_{sat}$.

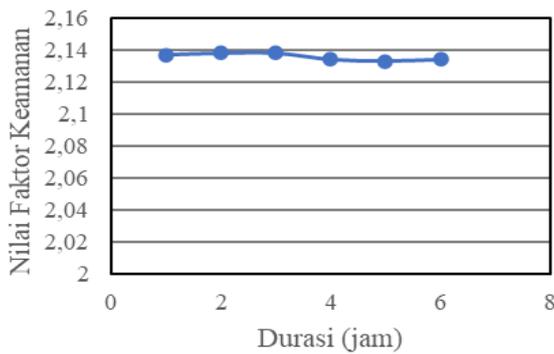


Gambar 8 Hasil analisis terhadap Pemodelan dengan nilai intensitas hujan 0,001 m/jam dan permeabilitas 0,00358 m/jam

Tabel 4. Nilai Faktor Keamanan

| Durasi | Faktor Keamanan |
|---------|-----------------|
| Hujan 1 | 1.253 |
| Hujan 2 | 1.264 |
| Hujan 3 | 1.266 |
| Hujan 4 | 1.267 |
| Hujan 5 | 1.267 |
| Hujan 6 | 1.267 |

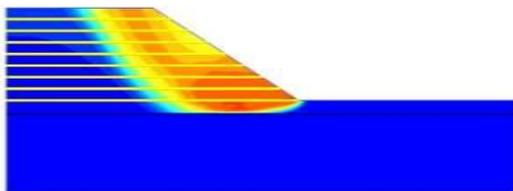
Penurunan faktor keamanan pada setiap tahap konstruksi diperlihatkan pada **Gambar 9**.



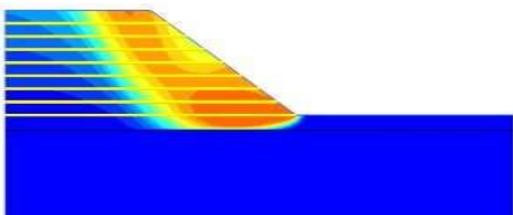
Gambar 9 Grafik Penurunan Nilai Faktor Keamanan

4.1.3 Analisis kondisi menggunakan Geotekstil

Hasil analisis untuk pemodelan geometri lereng menggunakan perkuatan geotekstil dengan nilai kuat tarik 183,4 kN/m dan 400 kN/m dengan pemasangan geotekstil yang berbeda-beda yaitu pada kedalaman 5 meter dan 2,5 meter. Hasil analisis bidang gelincir dengan pemodelan 2,5 meter disajikan pada **Gambar 10**.



(a) EA = 183,4 kN/m



(b) EA = 400 kN/m

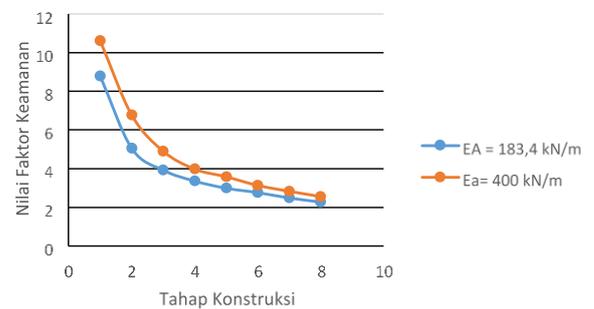
Gambar 10 Hasil analisis bidang gelincir

Hasil analisis faktor keamanan pada setiap tahap konstruksi diperlihatkan pada tabel. 5.

Tabel 5. Nilai Faktor Keamanan

| Pemodelan | EA ₁ 183,4 kN/m | EA ₂ 400 kN/m |
|---------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Timbunan 2.5 | 8.793 | 10.62 |
| Timbunan 5 | 5.057 | 6.779 |
| Timbunan 7.5 | 3.926 | 4.909 |
| Timbunan 10 | 3.364 | 3.984 |
| Timbunan 12.5 | 2.995 | 3.587 |
| Timbunan 15 | 2.768 | 3.141 |
| Timbunan 17.5 | 2.491 | 2.836 |
| Timbunan 20 | 2.279 | 2.564 |

Penurunan faktor keamanan pada setiap tahap konstruksi diperlihatkan pada **Gambar 11**.

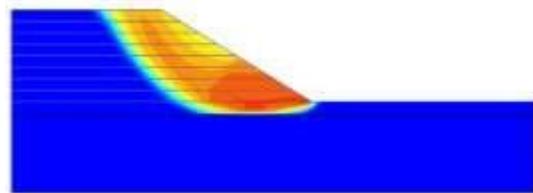


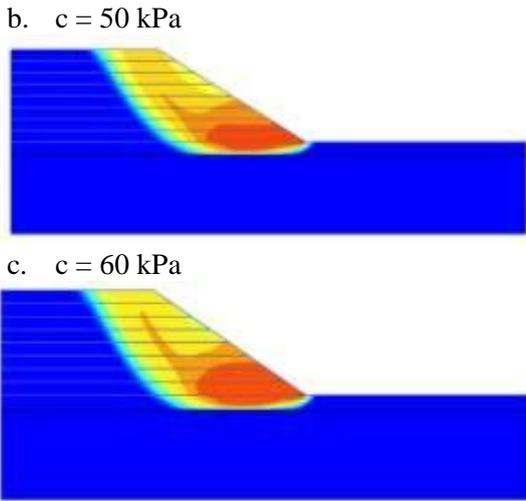
Gambar 11 Grafik Penurunan Nilai Faktor Keamanan

4.1.4 Analisis kondisi kombinasi sampah ditimbun tanah lempung

Hasil analisis untuk pemodelan geometri lereng menggunakan perkuatan sampah ditimbun dengan tanah lempung dengan variasi nilai kohesi pada tanah lempung yang disajikan pada **Gambar 12**.

a. c = 40 kPa





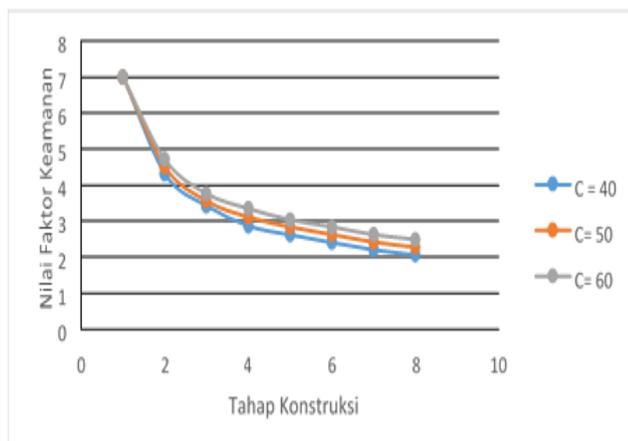
Gambar 12 Hasil analisis bidang gelincir pada berbagai nilai kohesi

Hasil analisis diperlihatkan pada tabel 6.

Tabel 6. Nilai Faktor Keamanan

| Pemodelan | c = 40 | c = 50 | c = 60 |
|------------------|--------|--------|--------|
| Sampah 1 | 6.997 | 6.997 | 6.997 |
| Tanah Timbunan 1 | 4.315 | 4.506 | 4.711 |
| Sampah 2 | 3.426 | 3.558 | 3.758 |
| Tanah Timbunan 2 | 2.867 | 3.107 | 3.347 |
| Sampah 3 | 2.619 | 2.834 | 3.032 |
| Tanah Timbunan 3 | 2.404 | 2.625 | 2.838 |
| Sampah 4 | 2.204 | 2.415 | 2.622 |
| Tanah Timbunan 4 | 2.057 | 2.274 | 2.487 |

Penurunan faktor keamanan pada setiap tahap konstruksi diperlihatkan pada **Gambar 13**.



Gambar 13 Grafik Penurunan Nilai Faktor Keamanan

5 KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisis stabilitas lereng dengan pemodelan 1V:2H dengan menganalisis lima kondisi, yaitu:

1. Pengaruh kekuatan geser terhadap material sampah pada kestabilan lereng mendekati material tanah lempung dengan nilai kohesi (c) dari 41,43 kPa sampai dengan 60 kPa dan nilai kekuatan geser (ϕ) dari 9° sampai dengan 19,63°.
2. Nilai faktor keamanan yang didapat dari masing-masing variasi model masih disebut konstan karena pengaruh curah hujan terhadap kestabilan lereng tidak terlalu berpengaruh perubahannya karena rapatnya pori-pori dari material sampah itu sendiri.
3. Untuk pemodelan per 2,5 meter memakai geotekstil dengan kuat tarik 183,4 kN/m adalah 2,279, sedangkan untuk pemodelan geotekstil dengan kuat tarik 400 kN/m adalah 2,564, sedangkan untuk pemodelan geotekstil per 5 meter untuk EA = 183,4 kN/m adalah 1,806 dan untuk EA= 400 kN/m adalah 1,971. Geotekstil yang berada pada kedalaman per 5 meter tidak terlalu mempengaruhi peningkatan nilai faktor keamanan terhadap analisis pemodelan ini karena jarak geotekstestil yang dihamparkan di kedalaman yang terlalu jauh.
4. Untuk pemodelan kombinasi sampah ditimbun dengan tanah lempung untuk timbunan tanah dengan nilai kohesi (c) sebesar 40 kPa didapat nilai sebesar 2,057, untuk pemodelan timbunan tanah dengan nilai kohesi (c) sebesar 50 kPa didapat nilai sebesar 2,274, sedangkan untuk pemodelan timbunan tanah dengan nilai kohesi (c) sebesar 60 kPa didapat nilai sebesar 2,487.

DAFTAR PUSTAKA

Abramson, L.W., Lee T.S., Sharma S., and Boyce G.M. 1996. *Slope Stability and Stabilization Methods*. John Wiley & Sons, Inc. New York. ISBN: 0471106224

Brinkgreve, R.B.J.; Swolf, W. M.; Engin, E. 2010. *Plaxis, User Manuals*. The Netherlands.

Fredlund, D. G. 1996. *The Emergence of Unsaturated Soil Mechanics*. The Fourth Spencer J. Buchanan Lecture, College Station. Texas, A & M University Press, p.39.

Genuchten, Van M.T., 1980. A Closed-form Equation for Predicting the Hydraulic Conductivity of Unsaturated Soils. *Soil Society of American Journal*, Vol. 44 (5), 892-898 <http://dx.doi.org/10.2136/sssaj1980.03615995004400050002x>

- Hamdhan, I., N. 2013. A Contribution to Slope Stability Analysis with the Finite Element Method. *Graz. Gruppe Geotechnic Graz*.
- Hamdhan, I., N.; Schweiger, H., F. 2013. Finite Element Method-Based Analysis of an Unsaturated Soil Slope Subjected to Rainfall Infiltration. *International Journal of Geomechanics*, ASCE, Vol. 13 (5), 653-658 [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)GM.1943-5622.0000239](https://doi.org/10.1061/(ASCE)GM.1943-5622.0000239)
- Machado, S.L et al. "Evaluation of the Geotechnical Properties of MSW in Two Brazilian Landfill."
- Waste Management Journal*. Elsevier, vol. 30, pp. 2579-2591, 2010.
- Taqwa, F.M.L., Kholik. M, Syaiful. 2017. Perhitungan Faktor Keamanan dan Pemodelan Lereng Sanitary Landfill Dengan Faktor Keamanan Optimum di Klapanunggal Bogor. *Prosiding Sentra Universitas Muhammadiyah Malang*. Vol 3 (2017) <https://doi.org/10.22219/sentra.v0i3.1427>
- PLAXIS MANUAL 2D. (2017)