

## ANALISA PERKUATAN GEOTEKSTIL PADA TIMBUNAN KONSTRUKSI JALAN DENGAN PLAXIS 2D

Pretty Angelina Tay<sup>1</sup>, Fiona Swasti Adi<sup>2</sup>, Daniel Tjandra<sup>3</sup>, Paravita Sri Wulandari<sup>4</sup>

**ABSTRAK:** Permasalahan yang sering terjadi pada timbunan adalah terjadinya penurunan yang besar. Oleh karena itu diperlukan perkuatan untuk memperbaiki kondisi tersebut. Salah satu usaha perkuatan tanah yang dapat dilakukan adalah dengan memasang geotekstil. Tujuan penelitian ini untuk menganalisa kuat tarik geotekstil yang digunakan serta menentukan kuat tarik optimum geotekstil yang akan digunakan sebagai perkuatan dengan memperhatikan nilai angka keamanan dan penurunan. Penelitian ini menggunakan tiga pemodelan yaitu, yang pertama pengujian pada timbunan yang tidak menggunakan geotekstil. Pengujian kedua yaitu untuk menentukan panjang geotekstil yang akan digunakan. Pengujian ketiga, pengujian pada timbunan yang menggunakan geotekstil dengan kuat tarik yang bervariasi, dengan panjang yang ditentukan berdasarkan hasil pola keruntuhan yang terjadi pada pengujian kedua. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa dengan adanya penggunaan geotekstil, pola keruntuhan yang terjadi mengalami perubahan, dimana bagian yang runtuh hanya pada timbunan saja. Penurunan yang terjadi pada timbunan dengan perkuatan geotekstil semakin kecil dan nilai angka keamanan yang diperoleh melebihi batas minimum nilai angka keamanan ijin.

**KATA KUNCI:** timbunan, geotekstil, PLAXIS 2D, angka keamanan, penurunan.

### 1. PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya era pembangunan, bentuk-bentuk konstruksi semakin bermacam-macam. Untuk membangun tipe konstruksi yang memerlukan suatu area yang cukup luas, contohnya konstruksi jalan raya diperlukan suatu elevasi muka tanah yang sama atau rata karena apabila jalan raya naik turun terlalu terjal seperti bergelombang dapat membahayakan kendaraan bermotor karena faktor jarak pandang dari pengemudi kendaraan tersebut. Tetapi di lapangan, ketinggian muka tanah tidak selalu sama. Oleh karena itu diperlukan suatu timbunan untuk menyamakan elevasi dari tanah tersebut.

Permasalahan yang sering kali terjadi di atas timbunan adalah terjadinya penurunan yang besar. Apabila suatu tanah diberi beban di atasnya maka tanah tersebut akan turun. Penurunan muka tanah disebabkan oleh adanya beban-beban berat di atasnya seperti struktur bangunan sehingga lapisan-lapisan tanah dibawahnya mengalami kompaksi/konsolidasi. Penurunan dipengaruhi oleh karakteristik tanah. Ada tanah yang lunak dan tanah yang keras, tanah lunak akan mengalami penurunan lebih besar daripada tanah keras. Menurut Endrayana (2008), penurunan tanah lunak memang membutuhkan waktu yang lama, berarti tanah tersebut tetap akan terus mengalami penurunan hingga beberapa tahun setelahnya.

---

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, [elittleprincezz@yahoo.co.id](mailto:elittleprincezz@yahoo.co.id)

<sup>2</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, [fionaswastiadi1990@gmail.com](mailto:fionaswastiadi1990@gmail.com)

<sup>3</sup>Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, [danieljtj@petra.ac.id](mailto:danieljtj@petra.ac.id)

<sup>4</sup>Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, [paravita@petra.ac.id](mailto:paravita@petra.ac.id)

Untuk mengatasi penurunan akibat timbunan diatas tanah lunak ada berbagai cara untuk mengatasinya. Pada umumnya cara yang digunakan untuk memperbaiki kondisi tanah lunak ada empat macam cara yakni secara fisis, kimia, hidrolis atau dengan bahan perkuatan. Metode geosintetik merupakan salah satu metode teknologi bahan yang digunakan dengan bahan dasar polimer dimana sangat berguna dalam penyelesaian masalah yang berhubungan dengan kestabilan tanah, menambah kekuatan daya dukung dan mencegah penurunan yang tidak merata.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1. Geosintetik

Dari Pedoman Konstruksi dan Bangunan (2009), geosintetik adalah material yang berbentuk lembaran yang terbuat dari bahan polimer lentur, digunakan dengan tanah, batuan atau material geosintetik lainnya, sebagai suatu kesatuan pekerjaan buatan manusia, struktur, maupun sistem ASTM D 4439. Geosintetik yang digunakan dalam penelitian ini adalah geotekstil tipe Mirafi PET dengan nilai kuat tarik berkisar antara 100-1000 kN/m.

### 2.2. Tanah Lunak

Menurut Pedoman Konstruksi dan Bangunan (2005), tanah lunak adalah tanah yang memiliki kuat geser *undrained* lapangan kurang dari 40 kPa dan memiliki kompresibilitas yang tinggi. Tanah ini jika tidak diselidiki lagi secara seksama dapat menyebabkan masalah ketidakstabilan dan penurunan jangka panjang. Tanah lunak dibagi dalam dua tipe yang meliputi lempung lunak, dan gambut.

### 2.3. Sand Mat

Lapisan *sand mat* merupakan lapisan alas yang dipasang sebelum tanah lunak tersebut diberi perkuatan (geotekstil), bertujuan untuk meratakan permukaan tanah dan juga untuk menahan geotekstil yang dipasang tersebut.

### 2.4. Analisa Stabilitas Lereng Timbunan

Pada umumnya yang di cek dalam analisa stabilitas lereng timbunan adalah dengan menghitung angka keamanan. Ada beberapa teori dan pendekatan untuk menghitung angka keamanan. Angka keamanan adalah nilai banding antara gaya yang menahan dan gaya yang menggerakkan, metode Bishop:

$$SF = \frac{M_{restoring}}{M_{disturbing}}$$

SF = Angka keamanan  
*M<sub>restoring</sub>* = Momen yang menahan  
*M<sub>disturbing</sub>* = Momen yang menggerakkan

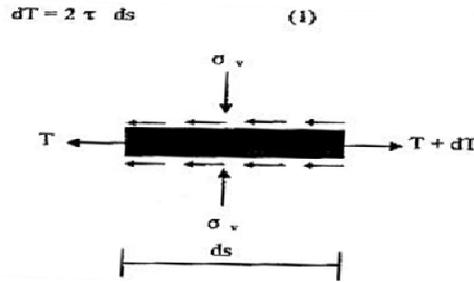
Apabila terdapat geotekstil sebagai perkuatan maka *M<sub>restoring</sub>* bertambah.

$$SF = \frac{M_{restoring} + N_3 y}{M_{disturbing}}$$

*N<sub>3</sub>* = Kuat tarik geotekstil  
*y* = Jarak dari titik pusat lingkaran bidang longsor yang ditinjau ke lokasi perletakan geotekstil.

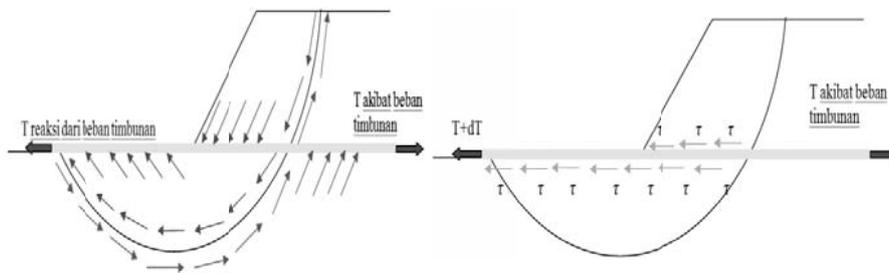
### 2.5. Anchorage Behavior

*Anchorage behavior* adalah terdiri dari gaya geser di sepanjang geotekstil. Dari **Gambar 1** dapat dilihat bahwa gaya geser di permukaan geotekstil ( $\tau$ ) disamakan dengan gaya kuat tarik yang arahnya berlawanan dengan gaya yang mengakibatkan geser (*dT*).



**Gambar 1. Persamaan Mengenai Anchorage Behavior dari Elemen Geotekstil.**  
**Sumber: (Lee et.al, 2003)**

Oleh karena *anchorage behavior* tersebut perkuatan geotekstil dipasang sepanjang pola keruntuhan dengan harapan yakni memanfaatkan gaya dari kelongsoran dari tanah untuk memperkuat gaya tarik geotekstil dan melindungi geotekstil juga dari *slope failure*. Pada **Gambar 2.a.** dapat dilihat gaya-gaya yang terjadi pada tanah saat terjadi longsor. Pada **Gambar 2.b.** gaya dalam pada geotekstil turut berperan dalam menambah kuar tarik geotekstil agar dapat mempertahankan kedudukan geotekstil.



**Gambar 2. Gaya-gaya Dalam yang Terjadi pada Tanah (a) .**  
**Gaya-gaya Dalam yang Terjadi pada Geotekstil (b).**

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah meliputi perbandingan antara timbunan yang menggunakan geosintetik dan timbunan yang tidak menggunakan geosintetik untuk menentukan pola keruntuhan dan penurunan yang terjadi pada tanah tersebut dengan menggunakan program komputer yang disediakan. Ada tiga tahap pengujian yang dilakukan. Tahap yang pertama, melakukan percobaan untuk kondisi tanah awal yaitu untuk timbunan yang tidak menggunakan geotekstil. Tahap yang kedua, melakukan pengujian untuk menentukan panjang yang akan digunakan untuk pengujian dengan menggunakan geotekstil. Tahap yang ketiga, melakukan pengujian untuk timbunan yang menggunakan geotekstil dengan panjang yang ditentukan dari hasil pengujian kedua.

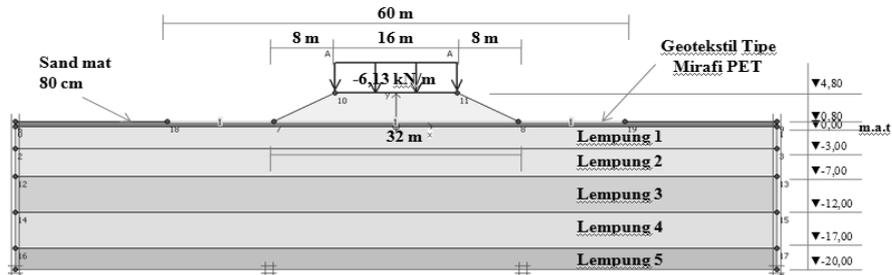
#### 3.1. Program yang Digunakan :

Program yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah program PLAXIS 8.2. Program PLAXIS adalah program analisa geoteknik, terutama untuk analisa stabilitas tanah dengan menggunakan metode elemen hingga yang mampu melakukan analisa hingga mendekati perilaku sebenarnya. Geometri tanah yang akan dianalisa memungkinkan untuk diinput dan diteliti. Program ini menyediakan berbagai analisa seperti penurunan, tegangan-tegangan yang terjadi pada tanah, angka keamanan, pola keruntuhan, dan lain-lain.

### 3.2. Input pada PLAXIS

#### 3.2.1. Geometri Pemodelan

Geometri pemodelan yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperti pada **Gambar 3**.



**Gambar 3. Geometri Pemodelan**

#### 3.2.2. Beban Timbunan

Beban kendaraan 10 ton yang diperoleh dari data dijadikan beban merata, jadi besarnya beban timbunan yang dimasukkan ke program PLAXIS adalah  $6.13 \text{ kN/m}^2$

#### 3.2.3. Material Tanah

Pada analisis ini digunakan model *Mohr-Coulomb*, parameter-parameter material tanah yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada **Tabel 1**.

**Tabel 1. Material Tanah**

No	Material	$\gamma_{\text{unsat}}$	$\gamma_{\text{sat}}$	$E_{\text{ref}}$	$C$	$\phi$	$\psi$
		( $\text{kN/m}^3$ )	( $\text{kN/m}^3$ )	( $\text{kN/m}^2$ )	( $\text{kN/m}^2$ )	( $^\circ$ )	( $^\circ$ )
1	Timbunan	18	18	50000	1	33	3
2	Sand Mat	18	23	30000	1	33	3
3	Lempung 1	16.6	17.31	2000	33.02	1	0
4	Lempung 2	16.6	17.31	2000	12.01	1	0
5	Lempung 3	16.6	17.31	2000	47.07	1	0
6	Lempung 4	16.6	17.31	2000	118.66	1	0
7	Lempung 5	16.6	17.31	2000	163.45	1	0

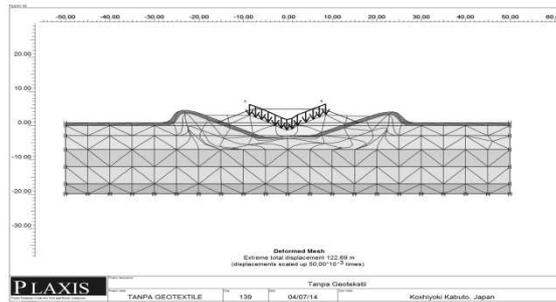
#### 3.2.4. Material Geotekstil

Untuk data geotekstil, nilai EA yang digunakan adalah 100-1000 kN/m sesuai dengan kuat tarik geotekstil yang digunakan.

## 4. HASIL DAN ANALISA PENGUJIAN

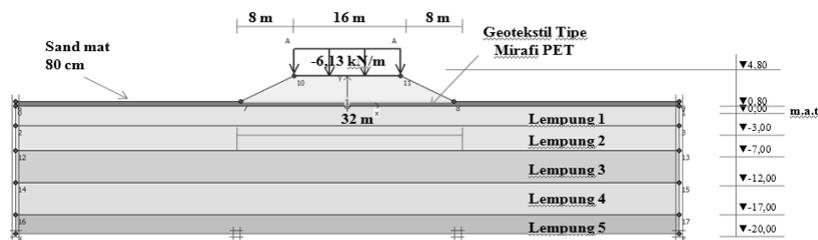
### 4.1. Pola Keruntuhan

Pada pengujian tahap pertama, dilakukan pengujian untuk timbunan tanpa geotekstil. Dari pengujian tersebut, dapat dilihat pola keruntuhan yang terjadi (**Gambar 4**). Keruntuhan yang terjadi mencapai lapisan kedua dari tanah lunak. Oleh karena itu dengan adanya pemasangan geotekstil diharapkan keruntuhan yang terjadi semakin berkurang.

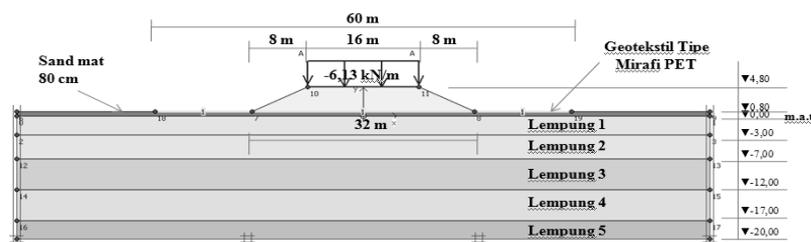


**Gambar 4. Hasil Pola Keruntuhan untuk Timbunan Tanpa Geotekstil**

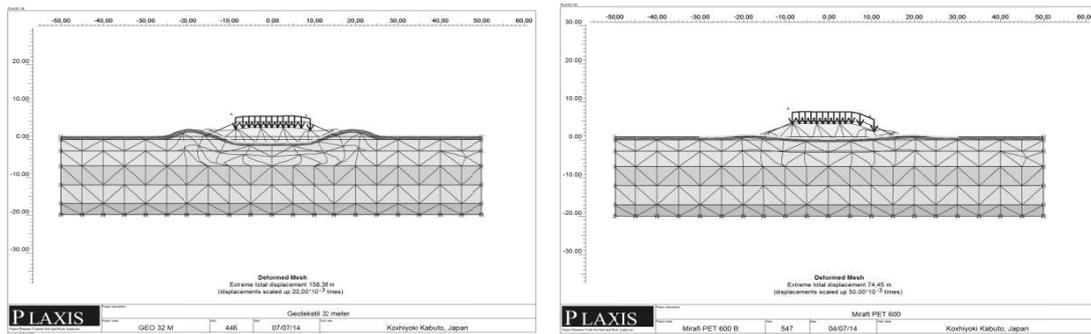
Pada tahap kedua, pengujian dilakukan untuk menentukan panjang geotekstil yang akan digunakan. Pada pengujian ini dilakukan dua pengujian. Pengujian yang pertama, panjang geotekstil dipasang selebar dasar timbunan (**Gambar 5.a**) yaitu sepanjang 32 meter. Yang kedua, panjang geotekstil dipasang berdasarkan pola keruntuhan yang terjadi pada tahap pertama (**Gambar 5.b**) yaitu sepanjang 60 meter. Hasil pola keruntuhan yang terjadi dari kedua pengujian ini kemudian dibandingkan untuk menentukan panjang yang akan digunakan. Jika dilihat dari hasil yang ada, penggunaan panjang geotekstil 32 meter masih menghasilkan keruntuhan timbunan yang mencapai tanah lunak. Hasil pola keruntuhan ditunjukkan pada **Gambar 6.a**, sedangkan untuk pemasangan geotekstil sepanjang 60 meter keruntuhan yang terjadi hanya pada timbunan saja. Hasil pola keruntuhan ditunjukkan pada **Gambar 6.b**. Oleh karena itu, penulis memilih panjang geotekstil 60 meter yang digunakan untuk pengujian tahap tiga.



**Gambar 5.a. Pemodelan untuk Geotekstil dengan Panjang 32 Meter**



**Gambar 5.b. Pemodelan untuk Geotekstil dengan Panjang 60 Meter**

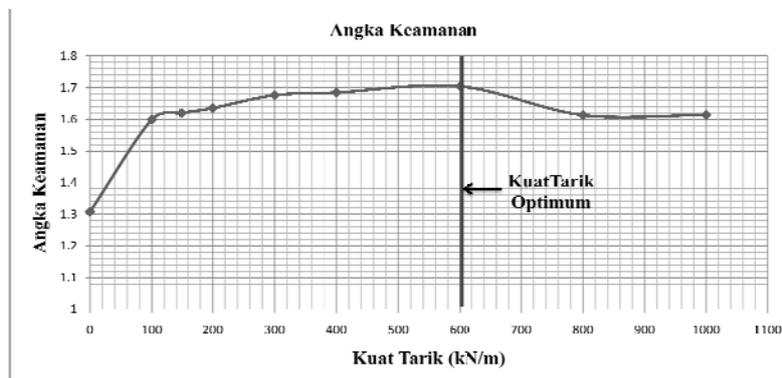


**Gambar 6. Hasil Pola Keruntuhan untuk Pemasangan Geotekstil Sepanjang 32 Meter (a) dan Sepanjang 60 Meter (b)**

Pada tahap ketiga, setelah menentukan panjang yang akan digunakan selanjutnya adalah melakukan pengujian untuk timbunan yang menggunakan geotekstil dengan panjang 60 meter. Setelah melakukan pengujian untuk timbunan yang menggunakan geotekstil diperoleh hasil seperti pada **Gambar 6.b.** dari hasil tersebut bisa dilihat pola keruntuhan yang terjadi, kerusakan yang terjadi pada timbunan tersebut akan semakin berkurang saat menambahkan geotekstil yaitu pada hasil tersebut dapat dilihat keruntuhan yang terjadi hanya pada daerah timbunan saja.

#### 4.2. Angka Keamanan

Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat dilihat nilai angka keamanan yang diperoleh untuk timbunan tanpa menggunakan geotekstil adalah 1.308, dimana tidak memenuhi nilai angka keamanan minimum yaitu 1,5. Setelah menambahkan geotekstil pada tanah yang ada, nilai angka keamanan yang diperoleh melebihi batas minimum. Dengan menggunakan nilai kuat tarik yang beragam pada setiap geotekstil yang digunakan, dapat diperoleh masing-masing nilai angka keamanan untuk setiap kuat tarik tersebut. Dari **Gambar 7** dilakukan perbandingan untuk menentukan nilai optimum dengan memperhatikan angka keamanan dari variasi kuat tarik geotekstil yang diperoleh. Jika dilihat dari grafik yang ada nilai kuat tarik optimum yang dapat ditentukan adalah nilai kuat tarik 600 kN/m karena dengan meningkatkan kuat tarik geotekstil tidak menghasilkan angka keamanan yang lebih tinggi.

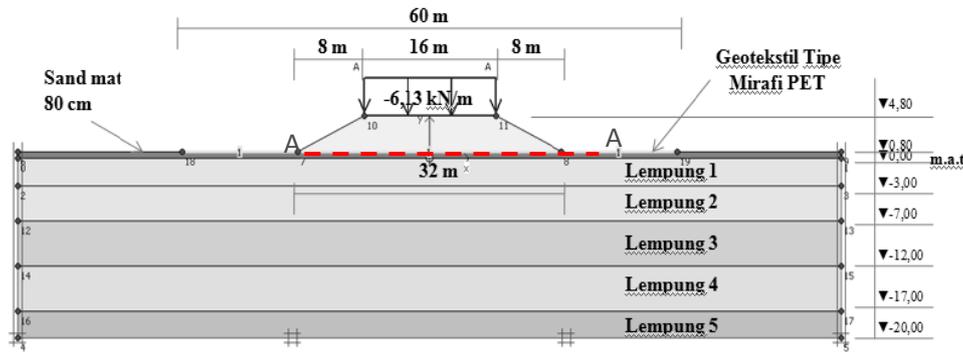


**Gambar 7. Hasil Perbandingan antara Kuat Tarik dan Angka Keamanan**

#### 4.3. Penurunan

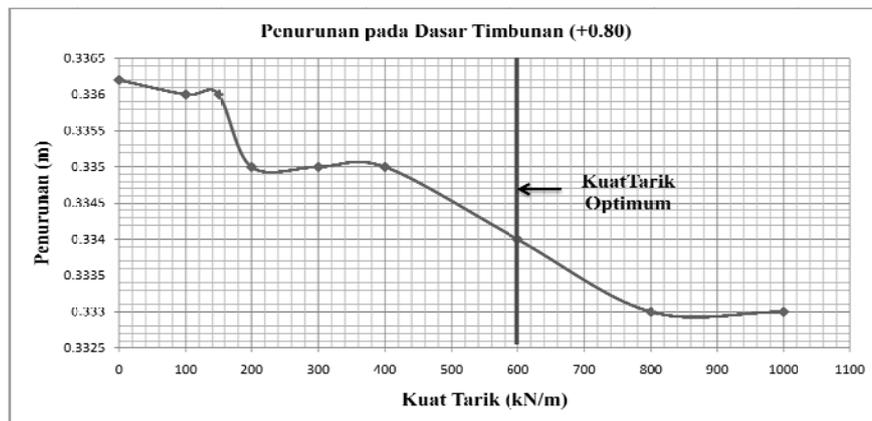
Hasil berikutnya yang diperoleh dari program PLAXIS untuk menentukan kuat tarik optimum adalah besarnya penurunan yang terjadi pada timbunan dengan menggunakan geotekstil dengan nilai kuat tarik yang bervariasi. Diharapkan setelah geotekstil timbunan menggunakan geotekstil penurunan yang terjadi lebih kecil dibandingkan dengan timbunan yang tidak menggunakan geotekstil. Dari pengujian yang dilakukan, diperoleh nilai penurunan untuk setiap nilai kuat tarik yang digunakan. Nilai

penurunan diperoleh dari nilai penurunan pada lokasi yang ditunjukkan pada **Gambar 8**.digaris A-A, tepat pada elevasi +0.8 meter pada dasar timbunan sepanjang 32 meter.



**Gambar 8.**Lokasi Pengambilan Nilai Penurunan (A-A)

Dari setiap nilai penurunan yang diperoleh tersebut akan dipilih nilai maksimum dari setiap geotekstil yang dicoba untuk dibandingkan dengan kuat tarik untuk menentukan nilai kuat tarik optimum. Dari **Gambar 9** dapat dilihat nilai penurunan yang terjadi akan semakin kecil. Pada kuat tarik 800 kN/m dan 1000 kN/m, nilai penurunan yang terjadi tidak lagi mengecil tetapi akan berubah konstan. Dengan selisih yang sangat kecil antara setiap penurunan yang terjadi.Oleh karena itu maka dipilih kuat tarik 600 kN/m sebagai nilai kuat tarik optimum, karena tidak terjadi penurunan yang signifikan dengan adanya peningkatan kuat tarik.



**Gambar 9.** Hasil Perbandingan antara Kuat Tarik dan Penurunan

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 KESIMPULAN

Untuk menggunakan geosintetik sebagai perkuatan pada tanah lunak, diperlukan geosintetik dengan nilai kuat tarik yang paling optimum.Dari analisa perbandingan antara angka keamanan dengan kuat tarik, dan perbandingan antara penurunan dan kuat tarik, penulis dapat menentukan nilai kuat tarik optimum yang dapat digunakan. Dari perbandingan antara angka keamanan dan kuat tarik dipilih nilai kuat tarik 600 kN/m sebagai kuat tarik optimum, karena semakin besar nilai kuat tarik geotekstil yang digunakan, nilai angka keamanan yang diperoleh tidak lagi bertambah besar. Untuk perbandingan antara penurunan dan kuat tarik, terlihat bahwa penurunan yang terjadi hanya memiliki selisih yang sangat kecil, maka pada perbandingan ini juga dipilih nilai kuat tarik optimum yaitu 600 kN/m. karena perbedaan antara nilai penurunan kuat tarik 600 kN/m dan 800 kN/m tidaklah besar. Oleh karena itu, dari hasil analisa tersebut penulis menentukan kuat tarik 600 kN/m sebagai nilai kuat tarik optimum yang dapat digunakan sebagai perkuatan.

### 5.1 SARAN

1. Perlu adanya perbandingan antara hasil analisa PLAXIS dengan perhitungan manual kestabilan timbunan dengan perkuatan geotekstil.
2. Perlu dilakukan perbandingan pemodelan dengan pengujian di laboratorium.

## **6. DAFTAR REFERENSI**

- Endrayana, M. (2008). *Pengaruh Geotekstil terhadap Lempung Lunak*. FT UI. Jakarta.
- Lee, K. Y., Chung, C. G., Hwang, J. H., Hong, J. W., & Ahn, Y. S. (2003). Geosynthetic Embankment Stability on Soft Soil Ground Considering Reinforcement Strain. *Proceedings of the Thirteenth (2003) International Offshore and Polar Engineering Conference* (p. 573). The International Society of Offshore and Polar Engineers. Honolulu, Hawaii, USA
- Indonesia. Departemen Pekerjaan Umum. (2009). *Pedoman Konstruksi dan Bangunan: Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah dengan Geosintetik*. Jakarta.
- Indonesia. Departemen Pekerjaan Umum. (2005). *Pedoman Konstruksi dan Bangunan: Stabilitas Dangkal Tanah Lunak untuk Konstruksi Timbunan Jalan*. Jakarta.