

## ANALISIS TINGGI MUKA AIR PADA PERKUATAN TANAH DAS NIMANGA

Ellisa Tuerah, O. B. A. Sompie, Alva N. Sarajar  
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi

### ABSTRAK

Pada tahun 2006 bendung sepanjang 35 meter yang terletak di Desa Sulu dan Desa Paslaten Kecamatan Tatapaan serta Desa Lelema Kecamatan Tumpaan Kabupaten Minahasa Selatan hanyut karena terbawa banjir bandang Sungai Nimanga yang menimbulkan kerugian besar masyarakat sekitar akibat abrasi lereng sungai yang sangat besar, yang dibuktikan dengan bentang sungai yang semula 35 meter saat ini menjadi 65 meter. Sehubungan dengan hal itu, kemudian di analisis kestabilan tanah lereng sungai terhadap MAT. Untuk membuat tanah mampu memikul beban maka dilakukan berbagai cara untuk menstabilkannya, dengan langkah awal mencari faktor keamanan dan penurunan. Hasil analisis terhadap lereng sungai dilakukan dengan menggunakan perkuatan Geotextil yang kemudian dimodelkan kedalam program PLAXIS V.8.2. Dari permodelan pada program PLAXIS V.8.2 diperoleh faktor keamanan terbesar yaitu 1,972 yang terjadi pada puncak lereng (5 meter), dan faktor keamanan terkecil yakni 1,256 terjadi pada kaki lereng. Sedangkan untuk penurunan (Uy) diperoleh penurunan terbesar yaitu 66,26 milimeter terjadi pada kaki lereng dan penurunan terkecil 8,96 milimeter terjadi pada puncak lereng (5 m). Setelah ditambah perkuatan geotextile di dapat faktor keamanan (Msf) terbesar 2,549 pada puncak lereng (5 m) dan faktor keamanan terkecil 1,623 pada kaki lereng, serta penurunan (Uy) terbesar yaitu 52,88 milimeter pada kaki lereng dan penurunan terkecil yaitu 9,04 milimeter pada puncak lereng (5 meter). Dari data-data yang di dapat terlihat dari penambahan geotextil terjadi peningkatan sebesar 22,63 % pada faktor keamanan.

Kata kunci : DAS Nimanga, bendung, penurunan, faktor keamanan, Plaxis V.8.2

### 1. Pendahuluan

#### Latar Belakang

Pada tahun 2006 bendung sepanjang 35 meter yang terletak di Desa Sulu dan Desa Paslaten Kecamatan Tatapaan serta Desa Lelema Kecamatan Tumpaan Kabupaten Minahasa Selatan hanyut karena terbawa banjir bandang Sungai Nimanga, yang menimbulkan kerugian besar masyarakat sekitar akibat abrasi lereng sungai yang sangat besar, yang dibuktikan dengan bentang sungai yang semula hanya 35 meter saat ini telah menjadi 65 meter. Sehubungan dengan hal itu kemudian di analisis kestabilan tanah lereng sungai terhadap MAT. Untuk membuat tanah mampu memikul beban maka dilakukan berbagai cara untuk menstabilkannya, dengan langkah awal mencari faktor keamanan dan penurunan. Hasil analisis terhadap lereng sungai dilakukan dengan menggunakan perkuatan geotextil yang kemudian dimodelkan kedalam program Plaxis V.8.2 .

#### Rumusan Masalah

Gerakan tanah merupakan peristiwa yang akhir-akhir ini kerap terjadi di sekitar kita. Lebih-lebih kondisi alam saat ini dengan faktor-faktor penyebab seperti hujan, gempa, pengrusakan hutan serta hal-hal lainnya seringkali membawa bencana yang menyebabkan kerugian yang tidak sedikit, baik berupa harta benda, sarana prasarana dan yang terpenting jiwa manusia. Hal itu pula yang

terjadi di Desa Sulu dan Desa Paslaten Kecamatan Tatapaan serta Desa Lelema Kecamatan Tumpaan Kabupaten Minahasa Selatan, di mana pada tahun 2006 bendung sepanjang 35 meter hanyut karena terbawa banjir bandang Sungai Nimanga. Oleh sebab itu penulis mencoba mengambil studi kasus di daerah ini untuk menganalisis tinggi muka air, faktor keamanan, penurunan, kekuatan tanah dan perkuatan yang dapat digunakan. Dari uraian di atas dapat dirumuskan masalahnya yaitu : "Bagaimana Analisis Tinggi Muka Air pada Perkuatan Tanah di DAS (Daerah Aliran Sungai) Nimanga".

#### Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan faktor keamanan dan penurunan lewat program Plaxis V.8.2.
2. Mengetahui kekuatan tanah pada setiap variasi muka air tanah (MAT) yang ditetapkan.
3. Mengetahui kekuatan tanah pada setiap variasi pembebanan.
4. Mengetahui faktor keamanan dan penurunan sebelum dan sesudah menggunakan perkuatan tanah (geotextil).

### Batasan Masalah

1. Tidak memperhitungkan pengaruh abrasi aliran sungai terhadap daerah yang ditinjau.
2. Tidak memperhitungkan pengaruh gempa.
3. Hanya memperhitungkan tinggi muka air terhadap daerah yang ditinjau.

### Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang di dapat dari penelitian ini, yaitu :

1. Sebagai bahan masukan bagi pengembangan ilmu dan teknologi khususnya di bidang geoteknik yang ada hubungan dengan perkuatan tanah.
2. Sebagai bahan masukan bagi perencanaan dalam membangun tanggul di DAS Nimanga.
3. Sebagai bahan perbandingan dengan metode-metode yang lain.

## 2. Tinjauan Pustaka

### Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah merupakan cara untuk menentukan jenis tanah. Untuk menghindari kesulitan dalam klasifikasi tanah maka digunakan sistem yang sederhana dengan beberapa kategori saja, sehingga suatu tanah tertentu biasanya digambarkan dengan beberapa nilai numerik dari beberapa pengujian fisik tertentu, yang disebut sebagai pengujian klasifikasi. Klasifikasi tanah terbagi atas beberapa bagian diantaranya :

1. Analisa Saringan.  
Analisa ini dapat digunakan melalui uji saringan yang dapat dihasilkan suatu bentuk *grain size distribution curve* untuk memberikan informasi gradasi tanah yang akan digunakan.
2. Batas Konsistensi Tanah.  
Atterberg adalah seorang ilmuwan dari Swedia yang berhasil mengembangkan suatu metode untuk menjelaskan sifat konsistensi tanah berbutir halus pada kadar air yang bervariasi, sehingga batas konsistensi tanah disebut Atterberg Limits. Kegunaan batas Atterberg dalam perencanaan adalah memberikan gambaran secara garis besar akan sifat-sifat tanah yang bersangkutan.
3. Klasifikasi Tanah USCS (*Unified soil classification system*).  
Sistem klasifikasi tanah ini pertama kali diperkenalkan oleh Casagrande pada tahun 1942 untuk dipergunakan dalam pekerjaan pembuatan lapangan terbang yang dilaksanakan oleh *The Army Corps Engineers*, dan merupakan sistem klasifikasi tanah paling terkenal dikalangan para ahli teknik tanah dan pondasi.

### Geotextil

Geotextil merupakan bagian dari geosintetik yang berupa bahan sintesis menyerupai bahan tekstil berupa

lembaran serat buatan (*syntetic fibers*) tenunan antiultraviolet yang dibuat untuk menanggulangi masalah pembuatan jalan, timbunan, tanah pondasi dan sebagainya pada tanah lunak atau pasir lepas. Geotextil dibagi menjadi 2 macam, yaitu :

1. Geotextil Woven.

Sejumlah besar *geosynthetics* adalah jenis woven (anyaman) dapat dibagi menjadi beberapa kategori berdasarkan metodemanufaktur, yang pertama dikembangkan oleh serat sintesis. Seperti namanya Geotextil woven, materi ini diproduksi dengan mengadopsi teknik-teknik menyerupai tenun tekstil pakaian biasa.

2. Geotextil non Woven.

Jenis *geosynthetic* berikutnya adalah Geotextil non woven dapat diproduksi baik dari serat stapel pendek atau benang filamen terus menerus. Geotextil non woven diproduksi melalui proses mekanik atau saling kimia atau ikatan termal serat / filamen. Termal terikat non woven mengandung berbagai keterbukaan ukuran serta ketebalan khas sekitar 0.5-1 mm sedangkan kimia terikat Geotextil non woven adalah relatif tebal biasanya di urutan 3 mm. Disisi lain mekanis terikat geotextil non woven memiliki ketebalan yang khas dalam kisaran 2-5 mm, juga cenderung relatif berat.

### Program Plaxis

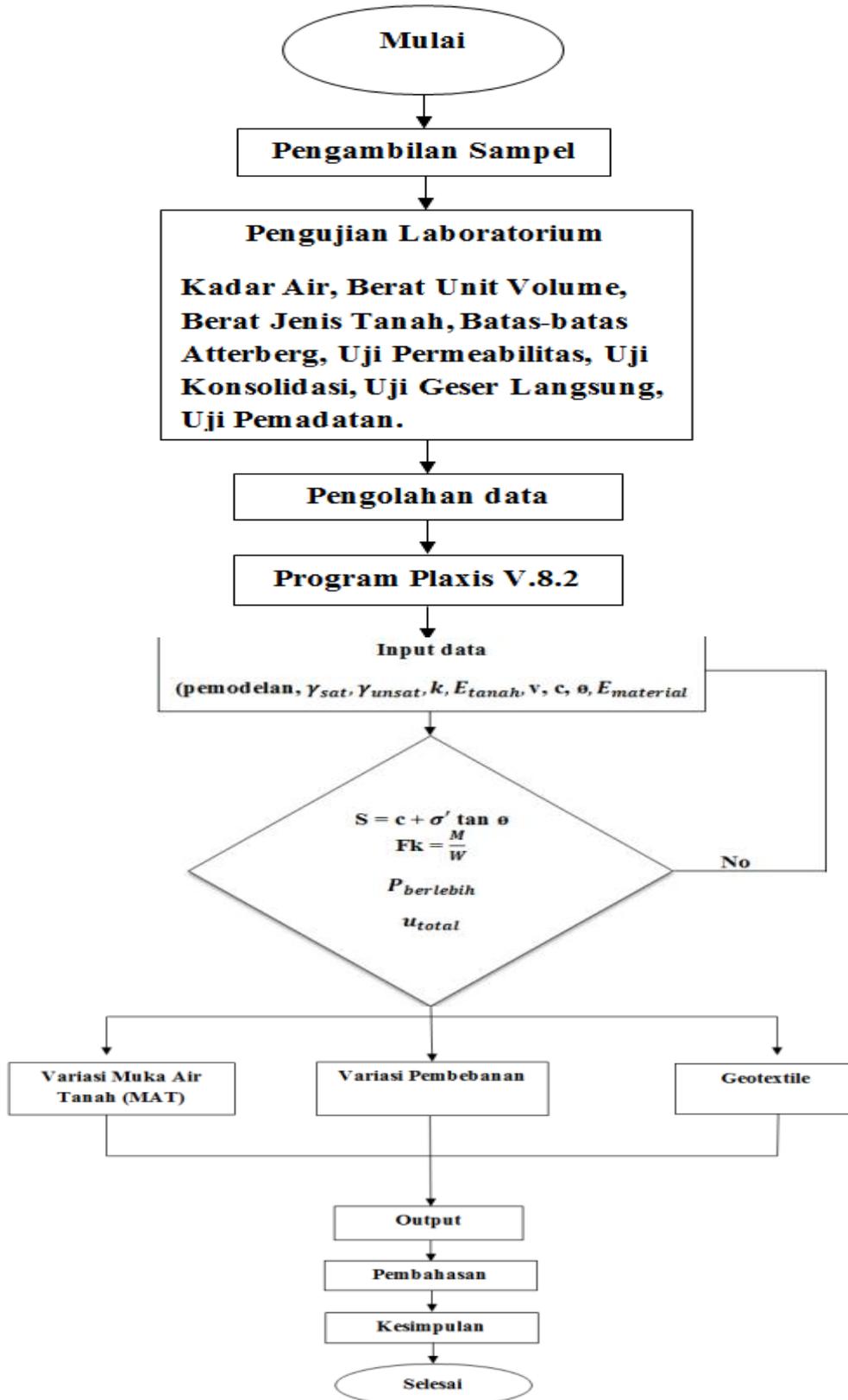
Plaxis adalah salah satu program aplikasi komputer berdasarkan metode elemen hingga dua dimensi yang digunakan secara khusus untuk menganalisis deformasi dan stabilitas untuk berbagai aplikasi dalam bidang geoteknik, seperti daya dukung tanah. Kondisi sesungguhnya dapat dimodelkan dalam regangan bidang maupun secara *axisymetris*. Program ini menerapkan metode antar muka grafis yang mudah digunakan sehingga pengguna dapat dengan cepat membuat model geometri dan jaring elemen berdasarkan penampang melintang dari kondisi yang ingin dianalisis. Program ini terdiri dari empat buah sub-program yaitu masukan, perhitungan, keluaran, dan kurva.

### Bagan Alir Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilakukan dengan urutan pekerjaan seperti yang digambarkan dalam bagan alir penelitian (Gambar 1).

## 3. Hasil Penelitian

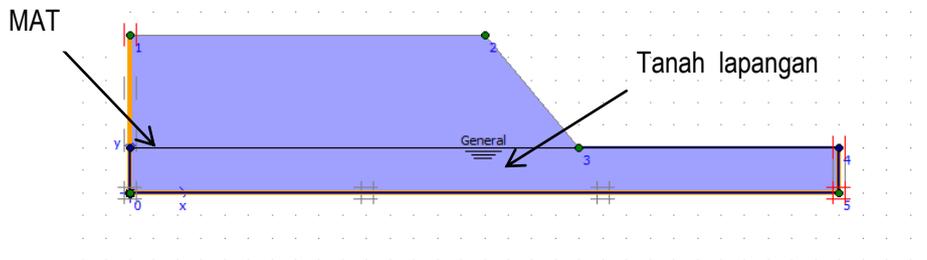
Seluruh kegiatan pengujian sifat-sifat fisik tanah dilakukan di laboratorium menurut standar ASTM. Sifat-sifat fisik tanah tersebut digunakan sebagai masukan pada program Plaxis. Sifat-sifat fisik tanah hasil pengujian laboratorium dirangkum pada Tabel 1.



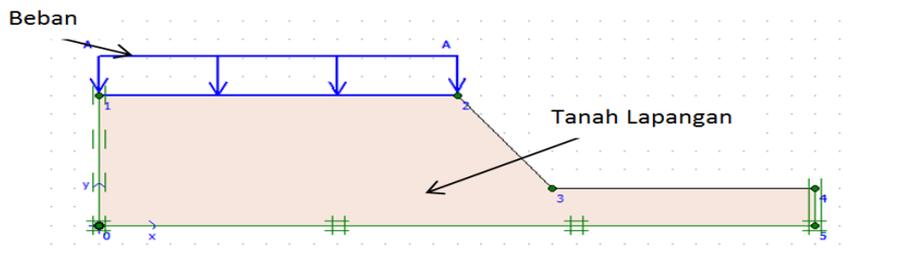
Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Tabel 1. Data Tanah Yang Dimasukan Pada Plaxis V.8.2

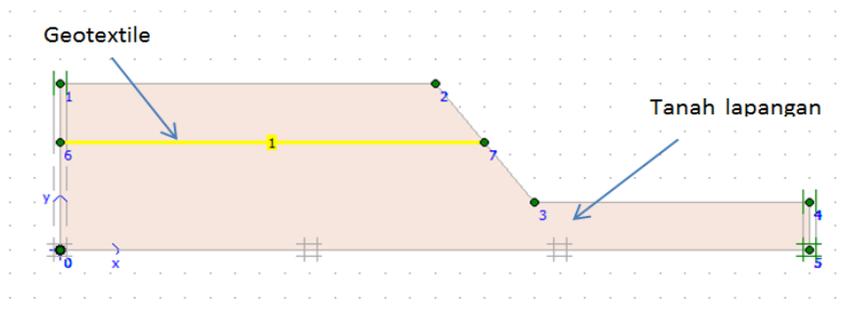
Parameter Tanah	Satuan	Nilai
Berat vol. basah ( $\gamma_{sat}$ )	kN/m <sup>3</sup>	19,50
Berat vol. kering ( $\gamma_d$ )	kN/m <sup>3</sup>	19,20
Angka pori (e)	-	1,324
Permeabilitas (k)	m/det	1,23*10 <sup>-5</sup>
Modulus Young (E)	kN/m <sup>2</sup>	848,5
Poisson Ratio ( $\nu$ )	-	1,0
Kohesi (C)	kN/m <sup>2</sup>	11
Sudut Geser Dalam ( $\phi$ )	°	22,12



Gambar 2. Pemodelan Dengan Variasi Muka Air Tanah



Gambar 3. Pemodelan Dengan Variasi Pembebanan



Gambar 4. Pemodelan Dengan Variasi Perkuatan Geotextil

*Pemodelan Menggunakan Program Plaxis V.8.2*

Pemodelan menggunakan contoh tinggi lereng 5 m dan kemiringan lereng 50° terhadap variasi muka air tanah, variasi pembebanan dan variasi dengan geotekstil (Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4).

*a. Variasi muka air tanah*

Dengan menggunakan program Plaxis V.8.2 untuk contoh pemodelan ini, diperoleh hubungan antara muka air tanah, penurunan dan faktor keamanan yang ditampilkan pada Tabel 2, Gambar 5 dan Gambar 6.

*b. Variasi pembebanan*

Untuk variasi pembebanan, hasil perhitungan dengan menggunakan program Plaxis memberikan hubungan

antara beban, penurunan dan faktor keamanan, yang ditampilkan pada Tabel 3, Gambar 7 dan Gambar 8.

*c. Variasi muka air tanah dengan perkuatan geotekstil*

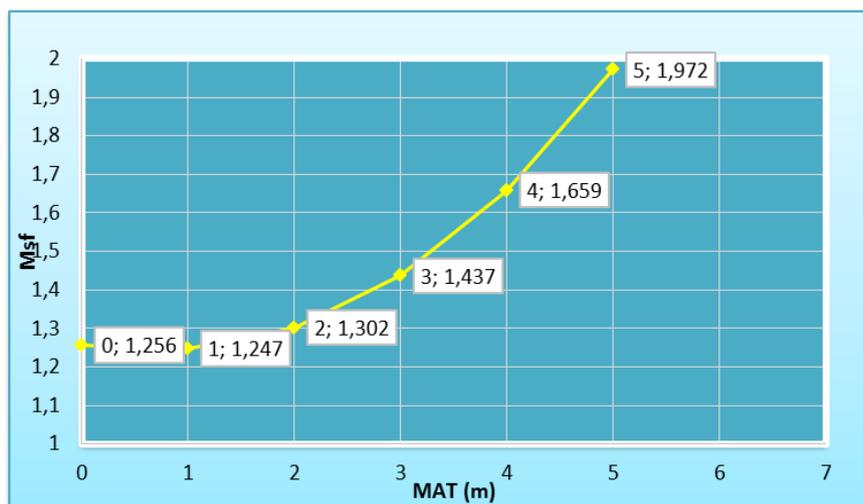
Untuk variasi muka air tanah dengan perkuatan geotekstil terhadap lereng, hasil perhitungan dengan menggunakan program Plaxis ditampilkan pada Tabel 4, Gambar 9 dan Gambar 10.

*d. Variasi pembebanan dengan perkuatan geotekstil*

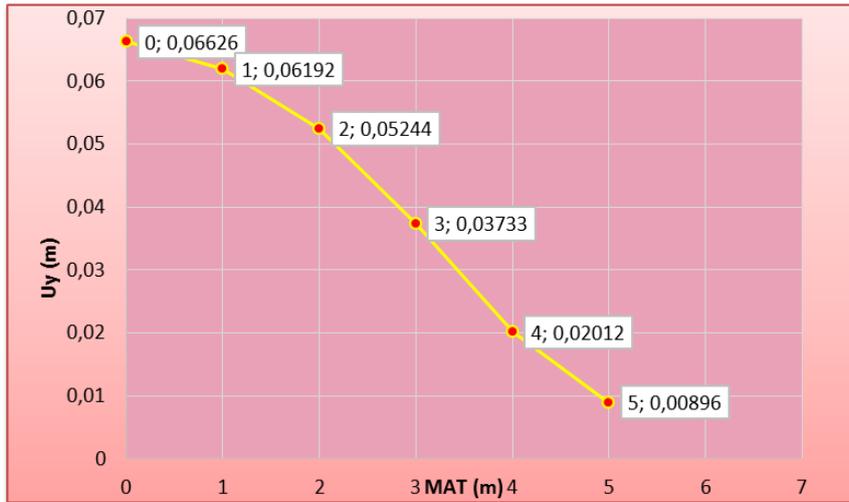
Hasil perhitungan Plaxis untuk variasi pembebanan dengan perkuatan geotekstil pada lereng ditampilkan pada Tabel 5, Gambar 11 dan Gambar 12.

Tabel 2 .Hubungan antara MAT, Penurunan, dan Faktor Keamanan

MAT (m)	Msf (FK)	Uy (m)
0	1,256	0,06626
1	1,247	0,06192
2	1,302	0,05244
3	1,437	0,03733
4	1,659	0,02012
5	1,972	0,00896



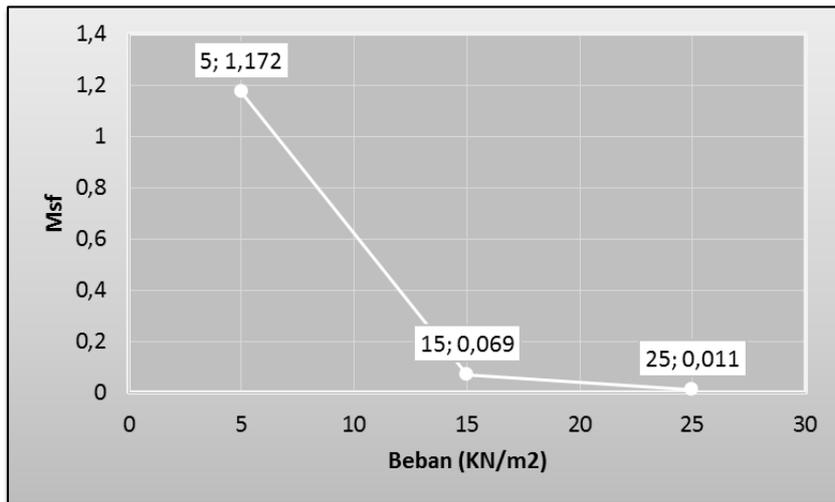
Gambar 5. Grafik Hubungan antara MAT dan Msf (Faktor Keamanan)



Gambar 6. Grafik Hubungan antara MAT dengan Uy (Penurunan)

Tabel 3. Hubungan antara Beban, Faktor Keamanan, dan Penurunan

Beban (kN/m <sup>2</sup> )	Msf (Faktor Keamanan)	Uy (m)
5	1,172	0,10152
15	0,069	1410
25	0,011	2680



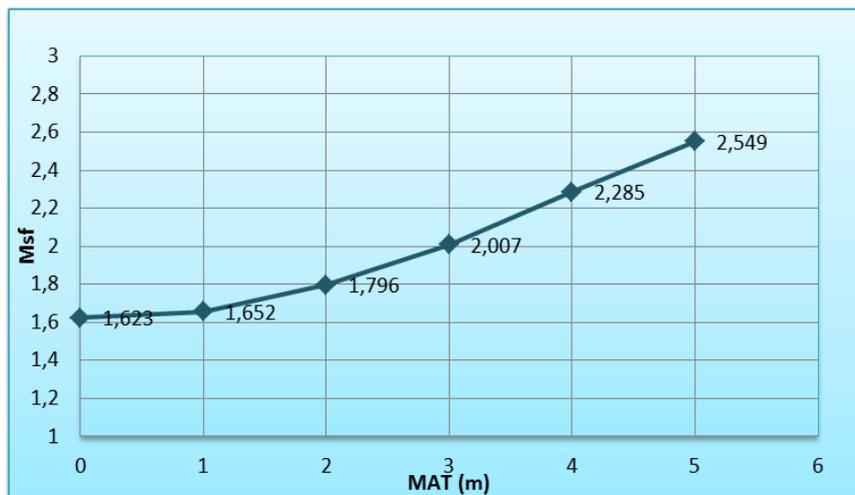
Gambar 7. Grafik Hubungan antara Beban dan Faktor Keamanan



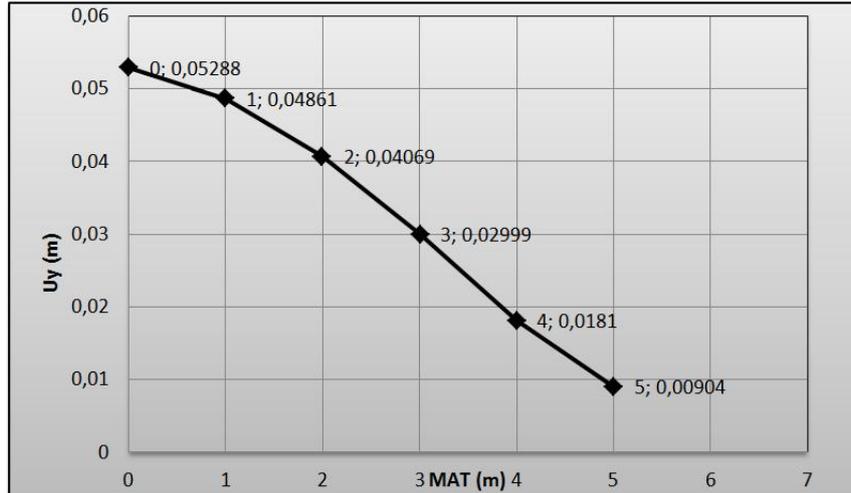
Gambar 8. Grafik Hubungan antara Beban dan Penurunan Tanah

Tabel 4. Hubungan antara MAT, Penurunan, dan Faktor keamanan pada Lereng dengan Perkuatan Geotextil

MAT (m)	Msf (FK)	Uy (m)
0	1,623	0,05288
1	1,652	0,04861
2	1,796	0,04069
3	2,007	0,02999
4	2,285	0,01810
5	2,549	0,00904



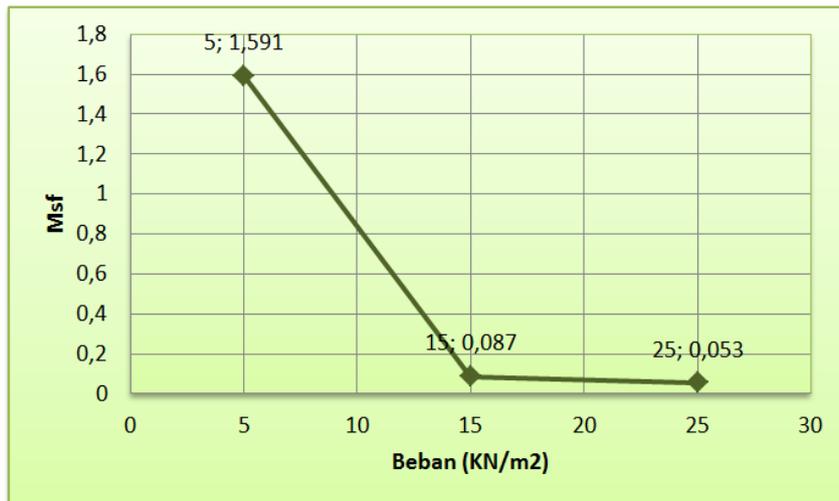
Gambar 9. Grafik Hubungan antara MAT dan Faktor Keamanan pada Lereng dengan Perkuatan Geotextil



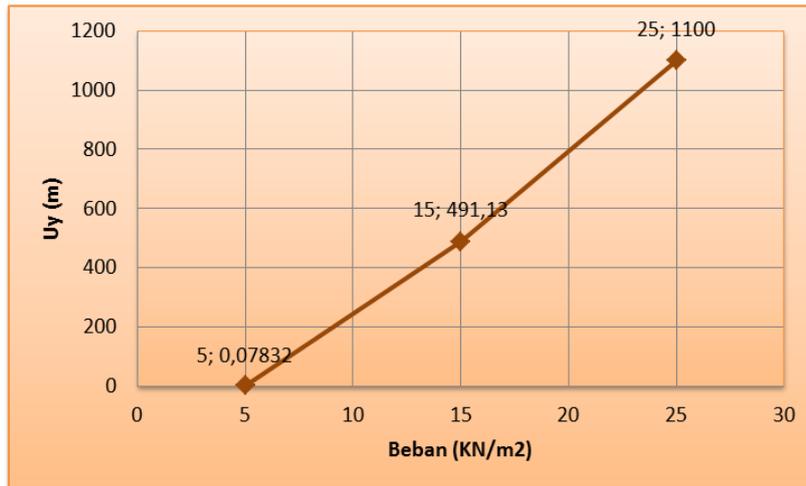
Gambar 10. Grafik Hubungan antara MAT dan Uy (Penurunan) pada Lereng dengan Perkuatan Geotextil

Tabel 5. Hubungan antara Beban, Faktor Keamanan, dan Penurunan pada Lereng dengan perkuatan Geotextil

Beban (kN/m <sup>2</sup> )	Msf (Faktor Keamanan)	Uy (m)
5	1,591	0,07832
15	0,087	491,13
25	0,053	1100



Gambar 11. Grafik Hubungan antara Beban dan Faktor Keamanan (Msf) pada Lereng dengan Perkuatan Geotextil



Gambar 12. Grafik Hubungan antara Beban dan Uy (Penurunan) pada Lereng dengan Perkuatan Geotextil

#### 4. Kesimpulan dan Saran

##### Kesimpulan

1. Faktor keamanan (Msf) terbesar 1,972 terjadi pada puncak lereng (5 meter) dan faktor keamanan terkecil 1,256 terjadi pada kaki lereng.
2. Penurunan (Uy) terbesar yaitu 66,26 mm terjadi pada kaki lereng dan penurunan terkecil 8,96 mm terjadi pada puncak lereng (5 meter).
3. Faktor keamanan (Msf) terbesar yaitu 1,172 terjadi pada pembebanan 5 kN/m<sup>2</sup> dan faktor keamanan terkecil yaitu 0,011 (longsor) terjadi pada pembebanan sebesar 25 .
4. Penurunan (Uy) terbesar yaitu 2680 m terjadi pada pembebanan sebesar 25 kN/m<sup>2</sup>, sedangkan penurunan terkecil yaitu 0,10152 m terjadi pada pembebanan sebesar 5 .
5. Setelah ditambah perkuatan geotextil di dapat faktor keamanan (Msf) terbesar 2,549 pada puncak lereng (5 m) dan faktor keamanan terkecil 1,623 pada kaki lereng, serta penurunan (Uy) Terbesar yaitu 52,88 mm pada kaki lereng dan penurunan

terkecil yaitu 9,04 mm pada puncak lereng (5 meter).

6. Setelah di tambah perkuatan Geotextil faktor keamanan terbesar yaitu 1,591 terjadi pada pembebanan sebesar 5 kN/m<sup>2</sup>, sedangkan faktor keamanan terkecil yaitu 0,053 (longsor) terjadi pada pembebanan sebesar 25 kN/m<sup>2</sup>. Penurunan terbesar yaitu 1100 m terjadi pada pembebanan sebesar 25 kN/m<sup>2</sup>, sedangkan penurunan terkecil yaitu 78,32 mm terjadi pada pembebanan sebesar 5 kN/m<sup>2</sup>.
7. Terjadi peningkatan sebesar 22,63 % pada faktor keamanan setelah menggunakan geotextil pada daerah yang di tinjau.

##### Saran

1. Hasil penelitian di atas hanya dapat digunakan pada tanah di sekitar kawasan Daerah Aliran Sungai (DAS) Nimanga.
2. Dianjurkan harus di lakukan perbaikan dengan cara menambah perkuatan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E. 1997, Sifat-sifat Fisik & Geoteknis Tanah, Erlangga, Jakarta.  
Bowless. J. E. 1989. Sifat – sifat Fisis Dan Geoteknis Tanah. Edisi Kedua. Penerbit Erlangga, Jakarta.  
Das.Braja. M. 1993, *Mekanika Tanah*, Jilid 1, Penerbit Erlangga, Jakarta.  
Das Braja. M. 1995, *Mekanika Tanah*, jilid 2, Penerbit Erlangga, Jakarta.  
Hirnawan, R.F., 1993, *Ketanggapan Stabilitas Lereng, Hujan, Disertasi*.UNPAD, Bandung.  
Verhoef, P.N.W., 1989, *Geologi untuk Teknik Sipil*, Penerbit Erlangga, Jakarta.  
Terzaghi, K., Peck, R. B. 1987. *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*. Penerbit Erlangga, Jakarta.