

# **ANALISA KESTABILAN TIMBUNAN TINGGI PADA RUAS JALAN TOL BOGOR-CIAWI-SUKABUMI (BOCIMI) STA 10+375 s/d STA 10+400 DENGAN MENGGUNAKAN GEOTEKSTIL BERDASARKAN PERMODELAN NUMERIKAL 2 DIMENSI**

**SENDI BARKAH DWIPAYANA<sup>1</sup>, ADRIN TOHARI<sup>2</sup>, FADLI ASH-SIDIQQY<sup>3</sup>**

1Mahasiswa Teknik Sipil & Dosen Teknik Sipil (Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Bandung), Kota Bandung, Indonesia.

Email : [sendicadabra@gmail.com](mailto:sendicadabra@gmail.com)

## **ABSTRAK**

*Pada proyek Jalan Tol Bogor-Ciawi-Sukabumi (Bocimi), diperlukan timbunan tanah setinggi 17 m guna meratakan elevasi muka tanah atau biasa disebut sebagai levelling. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa penurunan dan stabilitas lereng timbunan dengan mempertimbangkan beban gempal berdasarkan permodelan Plaxis 2D. Timbunan menggunakan geotekstil woven VT 250 tiap lapisan 0,5 m, dan geotekstil non woven PET 200S pada lapisan drainase. Untuk nilai FK pada kondisi tanpa penanganan, lapisan drainase, perkuatan geotekstil, perkuatan geotekstil dengan beban gempal adalah sebesar 1,169, 1,233, 1,843, dan 1,155. Berdasarkan hasil tersebut, timbunan dengan perkuatan geotekstil sudah memenuhi syarat sesuai ketentuan SNI 8460 : 2017 yaitu  $FK > 1,5$  kondisi statis, dan  $FK > 1,1$  kondisi dengan beban gempal (pseudostatik).*

**Kata kunci :** Penurunan, Stabilitas Lereng, Geotekstil, Beban Gempal, Plaxis 2D

## **1. PENDAHULUAN**

Semakin berkembangnya pembangunan konstruksi, khususnya dalam pembangunan jalan yang memiliki kontur yang berbeda-beda pada tiap daerah yang dilaluinya. Contohnya Proyek Pembangunan Jalan Tol Bogor-Ciawi-Sukabumi (Bocimi), Jawa Barat, dimana jalan tol ini memerlukan timbunan yang bertujuan untuk meratakan elevasi suatu muka tanah, atau biasa disebut sebagai *levelling*. Untuk itu, kestabilan timbunan tinggi ini perlu diketahui sehingga konstruksi timbunan tinggi tersebut dapat memenuhi faktor keamanan yang diperlukan dalam jangka panjang. Proyek pembangunan Jalan Tol Bogor-Ciawi-Sukabumi melibatkan konstruksi bangunan jembatan dan timbunan badan jalan. Kontruksi timbunan tinggi umumnya berada pada daerah-daerah yang tersusun oleh tanah lunak hingga ketebalan mencapai 7 m. Salah satu konstruksi timbunan tinggi terletak pada STA 10+350 s/d STA 10+400, dengan ketinggian mencapai 17 m dari permukaan tanah dasar dan ketebalan lapisan tanah lunak mencapai 5,0 m. Seperti pada tugas akhir ini, timbunan tinggi ini akan diperkuat dengan geotekstil.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penurunan

*Normally consolidated* (terkonsolidasi secara normal), dimana tegangan efektif *overburden* saat ini merupakan tegangan maksimum yang pernah dialami oleh tanah itu sendiri. Secara umum, rumus penurunan untuk konsolidasi normal adalah sebagai berikut.

$$S_c = \frac{C_c H}{1+e_0} \log \frac{P_o + \Delta P}{P_o} \dots\dots\dots 1$$

Dimana :

Cc = Indeks kompresi

H = Ketebalan tanah lempung (m)

e0 = Angka pori awal

Po = Tegangan efektif (kN/m<sup>2</sup>)

ΔP = Tambahan tegangan efektif (kN/m<sup>2</sup>)

### 2.2 Stabilitas Lereng

Stabilitas tanah tidak lepas kaitannya dengan faktor keamanan (*safety factor*). Dimana faktor keamanan merupakan perbandingan antara gaya-gaya yang menahan, terhadap gaya-gaya yang menggerakkan tanah tersebut. Adapun kriteria desain untuk faktor keamanan lereng seperti terlihat pada **Tabel 1** berikut.

**Tabel 1. Rekomendasi Nilai Faktor Keamanan Lereng Tanah**

Kondisi lereng tanah	Rekomendasi nilai faktor keamanan	
	Statis	Gempa
Jangka panjang	1,5	1,1
Jangka pendek	1,3	1,1

(Sumber : SNI 8460 : 2017)

### 2.3 Geotekstil

Geotekstil merupakan bahan tekstil. Namun, ia terbuat dari serat sintetis, bukan serat alami seperti sutra, katun, atau wol. Geotekstil memiliki kuat tarik yang berfungsi sebagai stabilisasi tanah. Geotekstil dibagi menjadi dua jenis, yaitu geotekstil *woven* dan *non woven*. Geotekstil *woven* berfungsi sebagai material perkuatan dan filtrasi untuk perbaikan dan stabilisasi tanah lunak. Sedangkan. Geotekstil *non woven* memiliki fungsi sebagai pemisah (separator), perkuatan, drainase, filter, sebagai proteksi (pelindung), pengontrol erosi dan lain sebagainya yang memiliki kuat tarik cukup tinggi serta memiliki ketahanan akan temperature, suhu, cuaca, mikroorganisme dan juga bahan-bahan kimia.

## 2.4 Metode Elemen Hingga

Pada metode ini, parameter kuat geser tanah yang tersedia, direduksi secara otomatis sampai kelongsoran terjadi. Sehingga faktor keamanan (FK) menjadi seperti berikut.

$$SF = \frac{\text{Kekuatan Geser Yang Tersedia}}{\text{Kekuatan Geser Saat Longsor}} \dots\dots\dots 2$$

$$\sum Msf = \frac{\tan\phi_{input}}{\tan\phi_{reduksi}} = \frac{c_{input}}{c_{reduksi}} \dots\dots\dots 3$$

Dimana :

$C_{input}$  = Kohesi tanah (kN/m<sup>2</sup>)

$\Phi_{input}$  = Sudut geser dalam tanah (°)

$C_{reduksi}$  = Kohesi tanah tereduksi (kN/m<sup>2</sup>)

$\Phi_{reduksi}$  = Sudut geser dalam tereduksi (°)

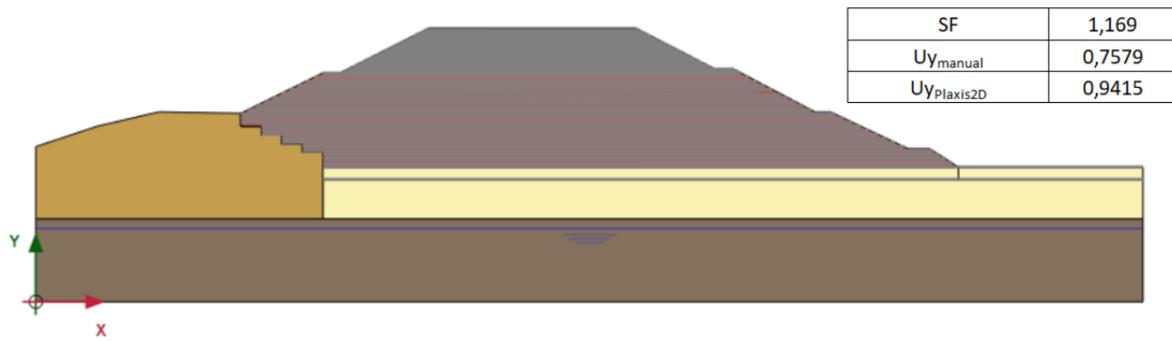
## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, pengumpulan data yang dilakukan yaitu meliputi data topografi, data hasil laboratorium parameter tanah, dan lain-lain. Tetapi secara umum, data yang digunakan yaitu data gambar potongan melintang timbunan ruas jalan tol Bogor-Ciawi-Sukabumi (Bocimi) pada STA 10+375 dan STA 10+400, Bogor, Jawa Barat. Kemudian data gempa didapatkan mengacu pada lokasi penelitian dan dengan melakukan perhitungan berdasarkan RSA Binary yang dibuat oleh Pusat Studi Gempa Nasional (PuSGeN) yang mengacu pada Persyaratan Perancangan Geoteknik yaitu SNI 8460 : 2017.

### 3.2 Kondisi Eksisting

Pada kondisi eksisting atau tanpa penanganan didapatkan nilai faktor keamanan (*safety factor*) sebesar 1,169 dan penurunan tanah dasar yang terjadi yaitu sebesar 0,7579 m untuk perhitungan manual, dan 0,9415 m untuk perhitungan dengan permodelan Plaxis 2D. Dimana hasil tersebut belum memenuhi kriteria desain berdasarkan SNI 8460 : 2017. Maka dari itu diperlukan lapisan drainase dan perkuatan geotekstil untuk timbunan tersebut. Kondisi eksisting atau tanpa penanganan dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1. Kondisi Eksisting atau Tanpa Penanganan**

#### 4. PEMBAHASAN

##### 4.1 Parameter Tanah

Pada penelitian ini parameter tanah yang digunakan yaitu parameter tanah dasar lunak, tanah dasar medium, tanah dasar sangat kaku, tanah timbunan dan lapisan drainase (*gravel*). Parameter tanah tersebut dapat dilihat pada **Tabel 2**, **Tabel 3**, dan **Tabel 4**

**Tabel 2. Parameter Tanah Dasar**

Tanah Dasar				
Jenis Tanah	Berat Isi, $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Nilai N-SPT	Kohesi Cu (kPa)	Sudut Geser $\Phi$ (°)
Tanah Dasar Lunak	17	3	10	20
Tanah Dasar Medium	18	7	30	28
Tanah Dasar Sangat Kaku	19	>16	100	30

Tanah Dasar						
Modulus Elastis, E (kN/m <sup>2</sup> )				Poisson Ratio, $\nu$	Permeabilitas, k	
$E_u$	$E' / E_{50 \text{ ref}}$	$E_{oed \text{ ref}}$	$E_{ur \text{ ref}}$		m/s	m/day
5000	4000	3200	9600	0,2	$10^{-11}$	$8,64 \times 10^{-7}$
15000	12000	9600	28800	0,2	$10^{-11}$	$8,64 \times 10^{-7}$
50000	40000	32000	96000	0,4	$10^{-11}$	$8,64 \times 10^{-7}$

**Tabel 3. Parameter Tanah Timbunan**

Tanah Timbunan				
Tinggi H (m)	Lebar Dasar B (m)	Berat Isi, $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Nilai CBR	Kohesi, Cu (kPa)
17	61,2	19	6	66

Tanah Timbunan							
Modulus Elastis, E (kN/m <sup>2</sup> )				Poisson Ratio,	Sudut Geser,	Permeabilitas, k	
E <sub>u</sub>	E' / E <sub>50 ref</sub>	E <sub>oed ref</sub>	E <sub>ur ref</sub>	v	Φ (°)	m/s	m/day
33000	26400	21120	63360	0,2	25	10 <sup>-11</sup>	8,64x10 <sup>-7</sup>

**Tabel 4. Parameter Lapisan Drainase (Gravel)**

Tanah Dasar (Gravel)				
Jenis Tanah	Berat Isi, γ (kN/m <sup>3</sup> )	Nilai N-SPT	Kohesi Cu (kPa)	Sudut Geser Φ (°)
Tanah Dasar Gravel	20		50	43

Tanah Dasar (Gravel)				
Modulus Elastis, E	Sudut Dilatasi, ψ	Poisson Ratio,	Permeabilitas, k	
E		v	m/s	m/day
150000	13	0,15	10 <sup>1</sup>	86400

#### 4.2 Parameter Geotekstil

Parameter geotekstil yang digunakan yaitu geotekstil *woven* VT 250 dan geotekstil *non woven* (200) seperti terlihat pada **Tabel 5** dan **Tabel 6** berikut.

**Tabel 5. Parameter Geotekstil Woven VT (250)**

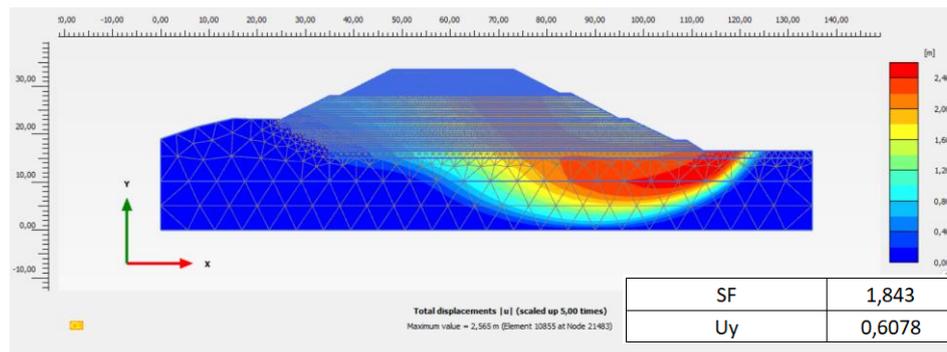
Profil Geotekstil Woven						
Property	Test Method	Unit	VT 100/50	VT 150/50	VT 200/50	VT 250/50
<i>Initial Mechanical Properties</i>						
Polymer	EN ISO 10319		PET	PET	PET	PET
Tensile Strength	EN ISO 10320	kN/m	100/50	150/50	200/50	250/50
Elongation (MD)	EN ISO 10321	%	10±2	10±2	10±2	10±2
Strength @5% Strain	EN ISO 10322	KN/m	50	70	90	115
CBR Puncture Strength	EN ISO 12236	N	6500	7000	9000	10000

**Tabel 6. Parameter Geotekstil Non Woven (200)**

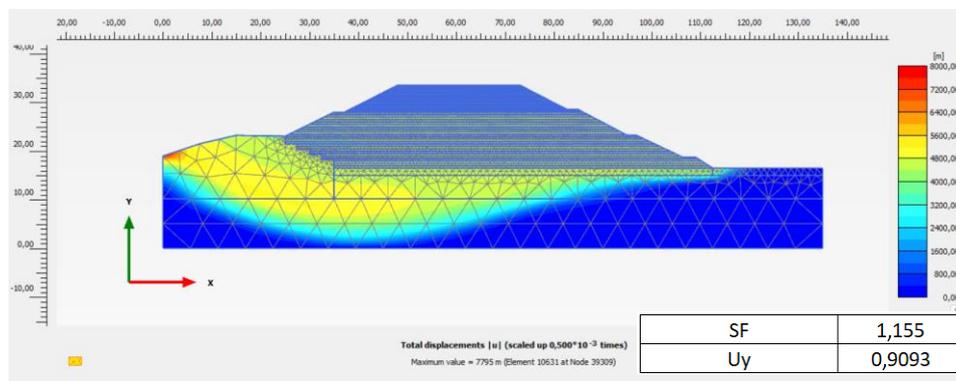
Profil Geotekstil Non Woven					
Test Method	Unit	150 Gr	200 Gr	250 Gr	300 Gr
ASTM D5199-12	mm	1,1	1,5	1,7	2,1
ASTM D4595-11	kN/m	7,1	8,4	10,5	13,6
ASTM D4595-11	%	≥50	≥50	≥50	≥50
ASTM D6241-14	N	1017,3	1255,7	1399	2385
ASTM D4533-15	N	280	370	479	552
ASTM D4833-07	N	170	225	315	420

#### 4.3 Analisis Penurunan dan Stabilitas Lereng

Hasil analisis setelah menggunakan lapisan drainase dan perkuatan geotekstil beserta beban gempa dapat dilihat pada **Gambar 2** dan **Gambar 3** berikut.



**Gambar 2. Faktor Kemanan Lereng Timbunan Kondisi Setelah Diberikan Perkuatan Geotekstil**



**Gambar 3. Faktor Kemanan Lereng Timbunan Kondisi Setelah Diberikan Perkuatan Geotekstil dan Beban Gempa**

Analisa permodelan dengan Plaxis 2D sudah sesuai dengan SNI 8460 : 2017, baik kondisi dengan perkuatan dengan geotekstil, maupun pada kondisi dengan perkuatan geotekstil beserta beban gempa.

### KESIMPULAN

Berdasarkan permodelan Plaxis 2D, untuk kondisi dengan perkuatan geotekstil didapatkan besar penurunan tanah dasar sebesar 0,6078 m dan FK sebesar 1,843. Dan untuk kondisi dengan perkuatan geotekstil beserta beban gempa didapatkan besar penurunan tanah dasar sebesar 0,9093 m dan FK sebesar 1,155. Dimana nilai FK sudah sesuai dengan SNI 8460 : 2017, yaitu >1,5 untuk kondisi statis dan >1,1 untuk kondisi dengan beban gempa (pseudostatis).

### DAFTAR RUJUKAN

- PU, Departemen (2009). "Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah dengan Geosintetik". Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga.
- Das B. M. (2016). "Principles of Foundation Engineering, Eight Edition"., Boston: Cengage Learning.
- SNI 8460:2017. (2017). Persyaratan Perancangan Geoteknik. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1726:2019. (2019). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.