

Pengaruh Kuat Tarik Geosintetik terhadap Mechanically Stabilized Earth (MSE) pada Tol Yogyakarta-Bawen STA 70 + 349 menggunakan Plaxis 3D

TASYA KAMILA RACHMAN¹, INDRA NOER HAMDHAN²

1. Mahasiswa, Institut Teknologi Nasional Bandung
2. Dosen, Institut Teknologi Nasional Bandung

Email : tasyaakamilaa2@gmail.com

ABSTRAK

Pembangunan Jalan Tol Yogyakarta-Bawen terdapat timbunan lereng hingga ketinggian 20 meter pada STA 70 + 349 yang terdapat pada bagian seksi 5. Sebagai solusinya, stabilitas lereng pada timbunan dengan kemiringan yang relatif tegak dapat menggunakan sistem dinding penahan tanah efektif untuk tanah timbunan adalah sistem Mechanically Stabilized Earth Wall (MSE Wall). Penelitian ini membahas tentang mengetahui pengaruh kuat tarik dari geosintetik yang paling efektif dan aman agar mendapatkan nilai faktor keamanan dan nilai deformasi dinding yang memenuhi persyaratan SNI 8460 - 2017. Hasil analisis pemodelan Plaxis 3D yang memvariasikan kuat tarik geosintetik mendapatkan hasil kuat tarik geosintetik 80 kN merupakan variasi yang aman dan efektif memiliki nilai faktor keamanan sebesar 1.922 dan deformasi lateral dinding sebesar 0.147 m yang mana nilai – nilai tersebut sudah memenuhi persyaratan SNI 8460 - 2017.

Kata kunci: Tol Yogyakarta – Bawen, Dinding MSE, Plaxis 3D , Faktor Keamanan, Deformasi Lateral

1. PENDAHULUAN

Desain geometris lereng pada konstruksi Jalan Tol Yogyakarta – Bawen memerlukan timbunan dengan kemiringan tertentu untuk mencapai elevasi tanah sesuai dengan perencanaan. Jalan Tol Yogyakarta – Bawen sebagai jalur alternatif perjalanan dari Semarang menuju Yogyakarta yang semula 3 jam menjadi 1,5 jam (2024, *Newsletter* Kantor Bersama KPBU edisi 211). Terdapat timbunan lereng pada konstruksi jalan tol ini hingga ketinggian 20 meter pada STA 70 + 349 yang terdapat pada bagian seksi 5. Keterbatasan lahan pada konstruksi jalan tol ini mengakibatkan timbunan tidak bisa mencapai kemiringan yang direncanakan. Sebagai solusinya, stabilitas lereng pada timbunan dengan kemiringan yang relatif tegak dapat menggunakan sistem dinding penahan tanah efektif untuk tanah timbunan adalah sistem *Mechanically Stabilized Earth Wall (MSE Wall)* yang menggunakan geosintetik untuk meningkatkan friksi pada tanah dan mencegah tanah timbunan runtuh.

Mechanical Stabilized Earth Wall (MSE Wall) merupakan salah satu jenis struktur penahan tanah yang dapat digunakan pada lereng dengan kemiringan muka 70° sampai dengan 90° sebagai perkuatan lereng agar tidak terjadi longsor. *Mechanical Stabilized Earth Wall (MSE Wall)* lebih fleksibel dibandingkan dinding penahan tanah biasa seperti dinding kantilever beton atau dinding penahan tanah tipe gravitasi (Departemen Pekerjaan Umum, 2009). Perkuatan

(*reinforcement*) pada *Mechanical Stabilized Earth Wall (MSE Wall)* dapat berupa perkuatan dari bahan metalik atau dari bahan non-metalik seperti geosintetik. Perkuatan ini memiliki fungsi utama yakni menghasilkan tegangan tarik untuk memperkecil pergerakan aktif tanah timbunan dan menjaga kestabilan dinding. Oleh karena itu, penelitian ini menganalisis pada Jalan Tol Yogyakarta – Bawen STA 70 + 349 dengan variasi kuat tarik dari geosintetik agar mendapatkan desain geosintetik pada *Mechanically Stabilized Earth Wall (MSE Wall)* yang efektif menggunakan Plaxis 3D. Hasil analisis akan menampilkan perkiraan bidang runtuh kelongsoran pada lereng dengan kemiringan timbunan menggunakan *Mechanically Stabilized Earth Wall (MSE Wall)* agar tidak memakan lahan yang banyak pada Jalan Tol Yogyakarta – Bawen. Hasil berupa deformasi lateral yang terjadi pada dinding MSE dan faktor keamanan yang mengacu pada peraturan SNI 8460 - 2017.

2. METODOLOGI

Pada metodologi penelitian ini dilakukan beberapa tahapan. Tahapan yang pertama yaitu tahapan rumusan masalah dimana tahapan ini dilakukan rumusan dan Batasan dari permasalahan yang dibahas dalam kemudian tahapan kajian Pustaka yaitu mencari referensi literatur dari berbagai sumber yang berkaitan dengan topik penelitian ini. Berikutnya tahapan pengumpulan data dalam tahap ini dilakukan pengumpulan data yang dibutuhkan untuk pemodelan dinding MSE yang akan dilakukan analisis. Data yang digunakan untuk penelitian ini merupakan data hasil penyelidikan di lapangan berupa SPT sebanyak 1 titik sesuai dengan SNI 4153 - 2008, data topografi, dan data perkuatan dinding MSE. Selanjutnya yaitu tahap pemodelan menggunakan Program PLAXIS 3D. Pemodelan dinding MSE dibuat dalam 3 variasi kuat tarik geosintetik dengan parameter lainnya yang dikunci yaitu panjang geosintetik 15 m dan spasi vertikal geosintetik 70 cm. Di akhir dilakukan tahapan analisis pengaruh geosintetik pada dinding MSE dan pembahasan dimana analisis hasil dari pemodelan dinding MSE yang dilakukan adalah untuk memperoleh nilai faktor keamanan dan nilai deformasi lateral dinding yang termasuk pada kriteria aman dan efektif dari beberapa variasi sebelumnya sesuai dengan SNI 8460 - 2017.

3. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dalam tugas akhir ini berada di kawasan lereng timbunan Jalan Tol Yogyakarta – Bawen STA 70 + 349 yang terdapat pada bagian seksi 5. Pada lereng timbunan tersebut akan diberi perkuatan menggunakan dinding MSE. Titik lokasi penelitian seperti yang terlihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Sumber : Ferdian Ignatius, 2021)

3.2 Pengumpulan Data

Pada penelitian ini data yang digunakan merupakan data yang akan mempengaruhi proses analisis. Peneliti dapat menentukan penelitian atas keefektifan perhitungan serta mengevaluasi keadaan eksisting terhadap analisis serta pemodelan berdasarkan data yang terkumpul. Data ini berupa data sekunder seperti data *boring log*. Data *boring log* tersebut didapatkan berdasarkan penyelidikan langsung di lapangan pada titik STA 70+375.

3.2.1 Data Parameter Tanah

Data yang digunakan pada pemodelan Plaxis 3D merupakan pendekatan melalui persamaan dan nilai korelasi yang mengacu pada literatur terkait sesuai dengan jenis tanah dan nilai N-SPT yang dimodelkan. Berikut ini merupakan data parameter tanah dari hasil korelasi yang disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Data Parameter Tanah Eksisting dan Tanah Timbunan

	Tanah Eksisting					Tanah Timbunan	Unit
Soil Parameter	Sand 1 (Lapis 1)	Boulder (Lapis 2)	Sand 2 (Lapis 3)	Gravel (Lapis 4)	Sand 3 (Lapis 5)	Sand	-
Soil Model	Hardening Soil	Hardening Soil	Hardening Soil	Hardening Soil	Hardening Soil	Hardening Soil	-
Drainage type	Drained	Drained	Drained	Drained	Drained	Drained	-
Kedalaman	-0.5 s.d. -7.8	-7.8 s.d. -8.3	-8.3 s.d. -10.9	-10.9 s.d. -20.5	-20.5 s.d. -30.45	-	m
Tebal Lapisan	7.3	0.5	2.6	9.6	9.95	23	m
N-SPT	42	60	44	60	32	-	-
γ unsat	20.5	22	20.5	22	20.5	19	kN/m ³
γ sat	21.5	23	21.5	23	21.5	20	kN/m ³
E'	41000	60000	43000	60000	31000	100000	kN/m ²
E_{sed}	32800	48000	34400	48000	24800	80000	kN/m ²
E_{ur}	123000	180000	129000	180000	19840	64000	kN/m ²
c'	4	25	5	25	3	1	kN/m ²
ϕ'	36	43	37	43	35	40	°
ψ	6	13	7	13	5	10	°
Kx,Ky,Kz	0.864	86.4	0.864	86.4	0.0864	7.128	m/day

3.2.2 Data Perkuatan Dinding MSE

Data yang digunakan pada pemodelan Plaxis 3D terdapat pada katalog perusahaan yang memproduksi dinding MSE yang digunakan dan terdapat dimensi yang ada pada gambar desain kerja. Pada **Tabel 2** dan **Tabel 3** merupakan data parameter dari dinding MSE berikut dengan perkuatannya yaitu *GI Belt*.

Tabel 2. Data Parameter GSRW dan *Leveling Pad*

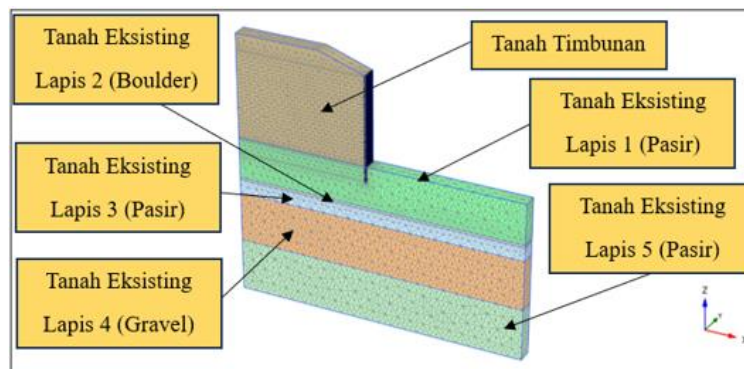
Parameter	Leveling Pad	GSRW (K350)	Unit
Material Model	<i>linear elastic</i>	<i>plate</i>	-
Mutu Beton (fc)	20	29	MPa
Modulus Elastisitas (E)	21019.039	25310.275	kN/m ²
Berat Jenis (γ)	24		kN/m ³

Tabel 3. Data Parameter *GI Belt*

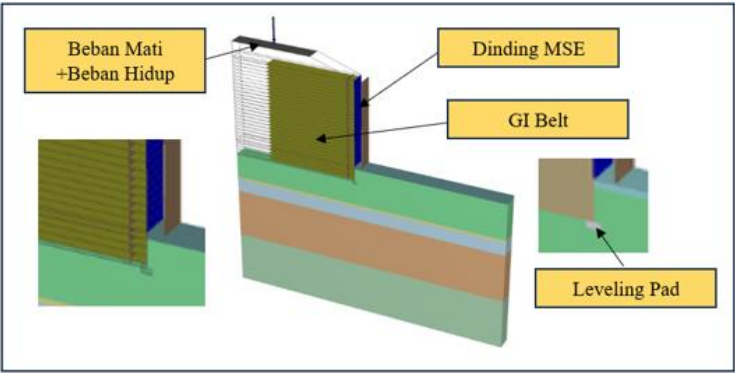
<i>GI Belt</i>							
Kuat Tarik (kN)	<i>Installation Damage</i>	<i>Creep</i>	<i>Chemical/Biological Degradation</i>	T_{allow} (kN)	Ekuivalensi (kN/m)	Elongasi	EA (kN/m)
50	1.1	1.6	1.15	24.704	61.759	5%	1235.178
80				39.526	98.814	5%	1976.285
100				49.407	123.518	5%	2470.356

3.3 Analisis Kuat Tarik Geosintetik terhadap Dinding MSE

Hasil pemodelan menunjukkan nilai SF dan nilai deformasi pada dinding MSE, berikut adalah lokasi dari parameter – parameter yang digunakan pada pemodelan penelitian ini ditunjukkan pada **Gambar 2** dan **Gambar 3**.



Gambar 2. Lokasi Per Lapisan Tanah dalam Pemodelan Plaxis 3D



Gambar 3. Lokasi Elemen dari Dinding MSE dalam Pemodelan Plaxis 3D

Berikut adalah hasil dari pemodelan Plaxis 3D dengan variasi kuat tarik dapat dilihat pada metode perkuatan lereng timbunan yang aman dan efektif pada penelitian ini didapatkan berdasarkan hasil – hasil pemodelan Plaxis 3D dengan melihat nilai FK dan nilai deformasi terhadap dinding MSE yang dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Hasil Pemodelan Plaxis 3D Variasi Kuat Tarik Geosintetik

Variasi Kuat Tarik Geosintetik		
100 kN	80 kN	50 kN
FK = 1.933 Deformasi Lateral = 0.142 m	FK = 1.922 Deformasi Lateral = 0.147 m	FK = 1.885 Deformasi Lateral = 0.149 m

Berdasarkan hasil dari penelitian ini, metode perkuatan yang direkomendasikan dalam meningkatkan faktor keamanan dan memperkecil deformasi pada Jalan Tol Yogyakarta – Bawen STA 70+349 adalah metode dinding MSE dengan panjang geosintetik 15 m, nilai kuat tarik

geosintetik 80 kN, dan jarak spasi vertikal antar geosintetik 70 cm. Hasil dari pemodelan variasi tersebut memiliki nilai FK sebesar 1.922 dan nilai deformasi lateral dinding MSE sebesar 0.147 m. untuk rekapitulasi hasil dari penelitian ditunjukkan pada **Tabel 4**. Pemilihan ini berdasarkan variasi yang paling efektif dengan tingkat keamanan yang sudah memenuhi persyaratan SNI 8460 - 2017.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Penelitian

Variasi		Nilai FK	Kriteria FK (Sumber: SNI 8460-2017)	Keterangan	Perubahan FK (%)	Nilai Deformasi (m)	Keterangan	Kriteria Deformasi Lateral < H/75 (Sumber : SNI 8460 - 2017)	Perubahan Deformasi (%)
Kuat Tarik Geosintetik	50 kN	1.885	1.5	OK	-	0.142	OK	0.269	-
	80 kN	1.922	1.5	OK	1.96	0.147	OK	0.269	1.63
	100 kN	1.933	1.5	OK	0.57	0.149	OK	0.269	3.27

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis di Jalan Tol Yogyakarta - Bawen STA 70 + 349 dari pemodelan yang memvariasikan kuat tarik geosintetik mendapatkan hasil bahwa panjang geosintetik 15 m, kuat tarik geosintetik 80 kN, dan jarak spasi vertikal geosintetik 70 cm merupakan pilihan variasi yang aman dan juga efektif yang mana didapatkan nilai faktor keamanan sebesar $1.922 > 1.5$ dan deformasi lateral dinding sebesar $0.147 \text{ m} < H/75$ yang mana nilai – nilai tersebut sudah memenuhi persyaratan SNI 8460 - 2017.

UCAPAN TERIMA KASIH

National Geotechnic Center Institut Teknologi Nasional Bandung yang telah memberi akses lisensi akademik software PLAXIS.

DAFTAR RUJUKAN

- Badan Standarisasi Nasional. (2008). Cara uji penetrasi lapangan dengan SPT, SNI 4153. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2017). Persyaratan Perancangan Geoteknik, SNI 8460. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2009). Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah dengan Geosintetik, Pedoman Konstruksi Bangunan No.003/BM/2009. Jakarta Selatan : Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, Direktorat Bina Teknik.
- Ferdian, Ignatius. (2021). Proyek Tol Yogyakarta-Bawen Dikebut, Akan Ada 6 Seksi Berikut Rinciannya. Dipetik Maret 20, 2021, dari : <https://otomotifnet.gridoto.com/read/232587808/>
- Newsletter. (2024). Kantor Bersama KPBU edisi 211. <https://kpbu.kemenkeu.go.id/berita/read/1689/jalan-tol-yogyakarta-bawenseksi-1-sudah-70>.