

Studi Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah dan Tiang Bor dalam Penanggulangan Longsoran Jalan (Studi Kasus: Longsoran Jalan Pada Ruas Bogor – Cianjur STA 17+950)

R M MUHAMMAD TAUFAN ADHITYA PUTRA, BENNY MOESTOFA

Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional, Bandung
Email: taufanaditya524@gmail.com

ABSTRAK

Ruas jalan Bogor-Puncak-Cianjur merupakan jalur yang terletak pada daerah perbukitan dan pegunungan bergelombang dengan lereng curam dan terjal, sehingga berpotensi menimbulkan terjadinya gerakan tanah. Gerakan tanah yang terjadi pada ruas jalan yang menghubungkan Bogor-Cianjur STA 17+950 ini merupakan longsoran bahan rombakan yang diakibatkan adanya kondisi morfologi yang tidak menguntungkan serta diperburuk dengan tingginya intensitas curah hujan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kombinasi efektifitas dinding penahan tanah dan tiang bor dalam mencegah longsor dengan membandingkan faktor keamanan lereng menggunakan software 2D berbasis metode elemen hingga. Hasil analisis kondisi lereng eksisting menunjukkan bahwa nilai faktor keamanan (FK) sebesar 1.057, sedangkan setelah digunakan kombinasi dinding penahan dan tiang bor, nilai faktor keamanan naik menjadi 1,306. Kesimpulannya, kombinasi dinding penahan dan tiang bor dapat secara efektif meningkatkan faktor keamanan lereng hingga 24,9% dari kondisi eksisting.

Kata kunci: longsoran, kombinasi dinding penahan tanah dan tiang bor, faktor keamanan.

1. PENDAHULUAN

Ruas jalan Raya Puncak adalah salah satu sarana jalan penting yang menghubungkan 2 (dua) kota besar, yaitu kota Bogor dan kota Cianjur yang melewati daerah wisata puncak, Ruas jalan ini memiliki morfologi berupa perbukitan dan pegunungan bergelombang dengan lereng yang terjal dan curam sehingga memiliki potensi atau rawan terjadinya gerakan tanah atau longsoran yang dapat membahayakan pengguna jalan dan memutuskan konektivitas ruas jalan menuju objek Wisata Puncak tersebut.

Lokasi penelitian dalam tugas akhir ini terletak pada lokasi jalan yang longsoran di daerah Riung Gunung pada ruas jalan Bogor-Cianjur STA 17+950 seperti tampak pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Lokasi Penelitian longsor di Riung Gunung pada ruas jalan Bogor-Cianjur STA 17+950 (Sumber : Pusjatan 2018)

Kegiatan penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini berupa penanggulangan longsoran tebing jalan dengan penanggulangan kombinasi antara DPT dan Tiang Bor. Adapun evaluasi stabilitas lereng dilakukan dengan simulasi model menggunakan perangkat lunak Plaxis 2D.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Metode Penyelidikan Lapangan

Penyelidikan tanah di lapangan dimaksudkan untuk memperoleh gambaran tentang bentuk susunan lapisan tanah/batuan, letak/kedalaman muka air tanah, dan data parameter tanah dasar seperti nilai Modulus Elastisitas, nilai Poisson Ratio, Nilai Sudut Geser, dan nilai Kohesi pada lokasi penelitian ini.

2.3 Plaxis 2D

Plaxis 2D yaitu program yang berbasis elemen hingga yang digunakan untuk memodelkan sejumlah besar masalah geoteknik antara lain menghitung deformasi, stabilitas tanah, konsolidasi dan berbagai macam permasalahan geoteknik lainnya.

2.4 Faktor Keamanan

Dalam menentukan kestabilan lereng dikenal istilah faktor keamanan (*safety factor*) yang merupakan perbandingan antara gaya-gaya yang menahan gerakan terhadap gaya-gaya yang menggerakkan tanah tersebut dianggap aman. Hal ini disebabkan karena ada beberapa faktor yang perlu diperhitungkan dalam analisis Faktor Keamanan (*FK*) lereng, antara lain kekurangan jumlah contoh tanah yang diuji di laboratorium serta contoh tanah yang diambil belum mewakili kondisi lapangan sebenarnya atau tidak representatif, tinggi atau letak kedalaman muka air tanah pada lereng yang longsor, getaran akibat kegiatan peledakan, beban alat mekanis yang beroperasi, gempa, getaran kendaraan yang melintas pada ruas jalan tersebut dan lain-lain.

Berdasarkan SNI 8460-2017 dalam Persyaratan Perancangan Geoteknik syarat minimum nilai FK dapat dilihat pada **Tabel 6** dibawah ini.

Tabel 6. Nilai faktor keamanan untuk lereng tanah

Biaya dan konsekuensi dari kegagalan lereng	Tingkat ketidakpastian kondisi analisis	
	Rendah ^a	Tinggi ^b
Biaya perbaikan sebanding dengan biaya tambahan untuk merancang lereng yang lebih konservatif	1,25	1,5
Biaya perbaikan lebih besar dari biaya tambahan untuk merancang lereng yang lebih konservatif	1,5	2,0 atau lebih

^a Tingkat ketidakpastian kondisi analisis dikategorikan rendah, jika kondisi geologi dapat dipahami, kondisi tanah seragam, penyelidikan tanah konsisten, lengkap dan logis terhadap kondisi lapangan.

- ^b Tingkat ketidakpastian kondisi analisis dikategorikan tinggi, jika kondisi geologi sangat kompleks, kondisi tanah bervariasi, dan penyelidikan tanah tidak konsisten dan tidak dapat diandalkan

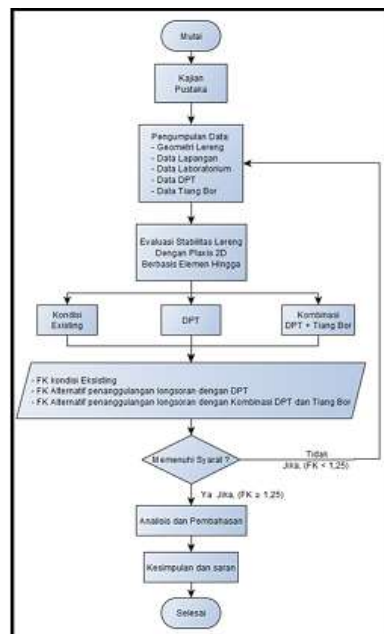
(SNI 8460-2017 Perancangan Geotek)

2.5 Metode Elemen Hingga (FEM)

Metode elemen hingga adalah prosedur perhitungan yang digunakan untuk mendapatkan pendekatan dari permasalahan matematis yang sering muncul pada rekayasa teknik inti dari metode tersebut adalah membuat persamaan matematis dari berbagai pendekatan dan rangkaian persamaan aljabar yang melibatkan nilai-nilai pada titik-titik diskrit pada bagian yang dievaluasi.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas tentang tahapan kegiatan penelitian yang dilakukan dalam Tugas Akhir ini, maka dibuat Bagan Alir Penelitian yang disajikan pada **Gambar 2** berikut di bawah ini.

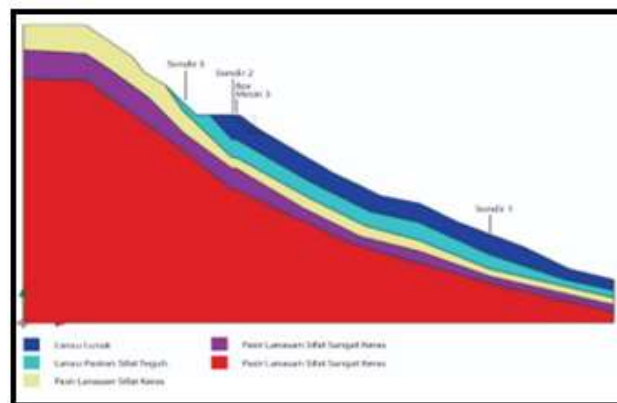


Gambar 2. Bagan alir penelitian

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Geometri Lereng Existing

Hasil penyelidikan lapangan yang digunakan untuk menginterpretasi stratigrafi pada lokasi penelitian adalah hasil pemboran mesin (BM3). Hasil interpretasi tersebut digunakan untuk simulasi model kondisi lereng eksisting dengan parameter hasil korelasi dari nilai N-SPT. Rangkuman hasil interpretasi stratigrafi tersebut ditunjukkan pada **Gambar 3** dan **Tabel 7**.



Gambar 3. Model geometri lereng dan titik-titik penyelidikan

Tabel 7. Rangkuman hasil pengeboran mesin BM-3

Kedalaman [m]	NSPT	Deskripsi
0-6,5	4,5	Lanau Lunak
6,5-11,5	13,4	Lanau Pasiran
11,5-14,5	24	Pasir Lanauan keras
14,5-20	40,8	Pasir Lanauan sangat keras
20-30	52,8	Pasir Lempungan sangat keras

4.2 Parameter Tanah Dasar

Parameter tanah dasar pada lokasi penelitian berupa hasil korelasi nilai N-SPT dari titik bor BM-3. Adapun parameter hasil korelasi $N - SPT$ dapat dilihat pada **Tabel 8**, **Tabel 9** dan **Tabel 10** di bawah ini

Tabel 8. Parameter tanah kondisi *Short-Term* yang Digunakan

Jenis	Kedalaman (m)	Material Model	Drainage Type	NSPT	γ Unsat (kN/m ³)	γ sat (kN/m ³)
Lanau Lunak	0 - 6,5	Mohr-Coulomb	Undrained A	4,5	16	18
Lanau Pasiran Sifat Teguh	6,5 - 11,5	Mohr-Coulomb	Undrained A	13,4	17	19
Pasir Lanauan Sifat Keras	11,5 - 14,5	Mohr-Coulomb	Drained	24	18	20
Pasir Lanauan Sifat Sangat Keras	14,5 - 20	Mohr-Coulomb	Drained	40,8	20	22
Pasir Lanauan Sifat Sangat Keras	20 - 30	Mohr-Coulomb	Drained	52,8	20	22

Tabel 9. Parameter tanah kondisi *Short-Term* yang Digunakan (Lanjutan)

Jenis	ν (Poisson Ratio)	C (kohesi) (kN/m ²)	ϕ' (Sudut Geser)(°)	E (kN/m ²)
Lanau Lunak	0,3	25	25	3150
Lanau Pasiran Sifat Teguh	0,3	25	31	5820
Pasir Lanauan Sifat Keras	0,2	30	36	19500
Pasir Lanauan Sifat Sangat Keras	0,2	5	41	27900

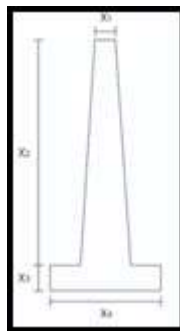
Pasir Lanauan Sifat Sangat Keras	0,2	5	45	33900
----------------------------------	-----	---	----	-------

Tabel 10. Parameter tanah kondisi *Long-Term* yang Digunakan

Jenis	Drainage Type	v (Poisson Ratio)	C' (kohesi) (kN/m ²)	Ø'(Sudut Geser)(°)	E (kN/m ²)
Lanau Lunak	Drained	0.3	5	25	3150
Lanau Pasiran Sifat Teguh	Drained	0.3	5	31	5820
Pasir Lanauan Sifat Keras	Drained	0.2	10	36	19500
Pasir Lanauan Sifat Sangat Keras	Drained	0.2	10	41	27900
Pasir Lanauan Sifat Sangat Keras	Drained	0.2	10	45	33900

4.6 Parameter Dinding Penahan Tanah (DPT)

Data parameter untuk DPT yang di gunakan dalam permodelan Plaxis 2D yaitu *Linier Elastic* untuk mendukung peningkatan factor keamanan pada stabilitas lereng. Dimensi DPT bisa dilihat pada **Gambar 3** dan **Tabel 11**, sedangkan parameter DPT diuraikan pada **Tabel 12** di bawah ini.

**Gambar 3. Dimensi Dinding Penahan Tanah (DPT)****Tabel 11. Dimensi Dinding Penahan Tanah(DPT)**

Notasi	Dimensi [m]
X1	1
X2	5
X3	0,5
X4	3,85

Tabel 12. Parameter Dinding Penahan Tanah yang digunakan

Tipe DPT	Jenis	Material Model	Drainage Type	v (Poisson Ratio)	γ beton	E (kN/m ²)
Gravity Retaining Wall	Mutu Beton K-300	Elastic Linear	Non- Porous	0,15	24	23480

4.8 Parameter Tiang Bor

Parameter tiang bor yang digunakan dalam simulasi model disajikan pada **Tabel 13**.

Tabel 13. Parameter Tiang Bor

Jenis	Model	Tipe Tiang bor	Diameter[m]	Lspacing[m]	E[kN/m ²]
Tiang Bor	<i>Embedded Beam Row</i>	<i>Massive Circular Beam</i>	0,8	2	23480

4.11 Rangkuman Nilai FK Hasil Analisis Stabilitas Lereng

Rangkuman hasil nilai FK untuk lereng kondisi eksisting, Tahapan galian, kondisi DPT, Tahapan kombinasi DPT dan tiang Bor dan kondisi Timbunan disajikan pada **Tabel 14**.

Tabel 14. Rangkuman Nilai FK Hasil Simulasi Model

Analisis Stabilitas	Nilai Faktor Keamanan	
Kondisi Eksisting	1.057	
Tipe Penanggulangan	Short-Term	Long-Term
Tahapan Galian	1.213	-
Kondisi DPT	1.035	-
Tahapan Kombinasi tanpa Timbunan	1.296	-
Kondisi Kombinasi dan Timbunan (<i>Short-Term</i>)	1.306	1.150

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat dibuat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Analisis stabilitas lereng dengan simulasi model Plaxis 2D menunjukkan bahwa kondisi lereng eksisting memiliki faktor keamanan sebesar 1,057 yang berarti lereng pada lokasi penelitian ini dalam kondisi tidak aman atau kritis. Adapun hasil simulasi model penanggulangan dengan Dinding Penahan Tanah (DPT) menghasilkan FK 1,035, sedangkan nilai FK untuk penanggulangan kombinasi DPT dan tiang bor menghasilkan peningkatan nilai FK cukup signifikan, yaitu 1,306 untuk kondisi *short-term*, sedangkan nilai FK untuk kondisi *long-term* dengan asumsi penambahan beban kendaraan sebesar 15 kN/m² menunjukkan penurunan nilai FK yaitu 1,150. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa penanggulangan dengan kombinasi DPT dan tiang bor untuk kondisi *short-term* menunjukkan bahwa lereng dalam keadaan aman/stabil/mantap atau tidak akan terjadi bencana longsor, karena nilai FK lebih besar dari batas toleransi yang di izinkan ($FK > 1,25$). Walaupun demikian penanggulangan kombinasi DPT dan tiang bor untuk kondisi *long-term* menunjukkan bahwa lereng dalam kondisi kritis atau berpotensi terjadinya longsor sebagai akibat nilai FK yang diperoleh masih berada di bawah batas toleransi yang di izinkan ($FK < 1,25$).
2. Berdasarkan hasil simulasi model analisis stabilitas lereng pada lokasi penelitian dengan penanggulangan kombinasi antara DPT dan tiang bor untuk kondisi short-term mampu meningkatkan nilai FK sebesar 24,9% dibandingkan dengan nilai FK kondisi lereng eksisting.

DAFTAR RUJUKAN

SNI 8460-2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik

Ameratunga, J. S. (2016). *Correlations of Soil and Rock Properties in Geotechnical Engineering*.

Brinkgreve, R. (2007). *Manual Plaxis 2D - Versi 8*. Belanda: Delf University of Technology.

Laporan Advis Teknis Pusjatan. (2018). Bandung: Pusjatan

Lee, W. A., Thomas, S. L., Sunil, S., & Glenn, M. (2002). Slope stability and stabilization methods. *John Wiley & Sons, Inc., New York*.