

ANALISIS PENANGGULANGAN KELONGSORAN TANAH PADA RUAS JALAN GUNUNG TUGEL PATIKRAJA BANYUMAS

Arwan Apriyono¹, Sumiyanto², Nanang Gunawan Wariyatno³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Universitas Jenderal Soedirman, Jln Mayjend Sungkono Km.5 Purbalingga
email: arwan.unsoed@gmail.co, masumiyanto@yahoo.com, nanang_g@gmail.com

Abstract : Gunung Tugel is an area that located Patikraja Region, Southern Banyumas. The topography of the area is mostly mountainous with a slope that varies from flat to steep. This condition makes to many areas of this region potentially landslide. In 2015, a landslide occurred in Jalan Gunung Tugel. The Landslide occurred along 70 meters on the half of the road and causing traffic Patikraja-Purwokerto disturbed. To repair the damage of the road and avoid further landslides, necessary to analyze slope stability. This study is to analyze landslide reinforcement that occurred at Gunung Tugel and divides into 3 step. The first step is field investigation to determine the condition of the location and dimensions of landslides. The second step is to know the soil parameters and analyzes data were obtained from the field. And the final step is analyzed of the landslide reinforcement by using data obtained from the preceding step. In this research, will be applied three variations of reinforcement i.e. retaining wall, pile foundation and combine both of pile foundations and retaining wall. Slope stability analysis was conducted using limit equilibrium method. Based on the analysis conducted on the three variations reinforcement, combine both of pile foundations and retaining wall more recommended. Application of and combine both of pile foundations and retaining wall is the most realistic option in consideration of ease of implementation at the field. From the calculations have been done, in order to achieve stable conditions need retaining wall with dimensions of 2 meters high with 2,5 meters of width. DPT is supported by two piles of each cross-section with 0.3 meters of diameter along 10 meters with 1-meter in space.

Kata kunci: landslide, soil reinforcement, limit equilibrium method

Abstrak: Gunung Tugel adalah salah satu daerah yang terletak di Kecamatan Patikraja Kabupaten Banyumas bagian selatan. Kondisi topografi daerah tersebut sebagian besar berupa pegunungan dengan kemiringan yang bervariasi dari landai sampai curam. Hal ini menyebabkan banyak daerah di wilayah Gunung Tugel yang berpotensi terjadi bencana tanah longsor. Pada tahun 2015, peristiwa longsor kembali terjadi di ruas Jalan Gunung Tugel. Kelongsoran yang terjadi sepanjang 70 meter pada separuh badan jalan tersebut menyebabkan arus lalu lintas patikraja-purwokerto menjadi terganggu. Untuk memperbaiki kerusakan jalan dan mencegah kelongsoran kembali, diperlukan analisis kekuatan tanah terhadap lereng tersebut. Studi analisis penanggulangan kelongsoran jalan yang terjadi di Gunung Tugel ini dilakukan dengan tiga tahapan. Tahapan pertama adalah investigasi lapangan untuk mengetahui kondisi lokasi dan dimensi longsor serta mengambil sampel tanah di lapangan. Tahap kedua adalah melakukan pengujian parameter tanah dan analisis data yang diperoleh dari lapangan. Tahapan yang terakhir adalah analisis penanggulangan longsor dengan menggunakan data yang diperoleh dari tahapan sebelumnya. Pada penelitian ini, akan diterapkan tiga variasi kekuatan lereng yaitu dinding penahan tanah (DPT), turap dan DPT yang dikombinasikan dengan pondasi tiang. Analisis stabilitas lereng dilakukan dengan metode keseimbangan batas. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan terhadap ketiga variasi kekuatan, DPT dengan kombinasi tiang pancang lebih direkomendasikan. Penerapan DPT yang dikombinasikan dengan minipile merupakan pilihan yang paling realistis dengan pertimbangan tingkat kemudahan pelaksanaan di lapangan. Dari perhitungan yang telah dilakukan, untuk mencapai kondisi stabil diperlukan DPT dengan dimensi tinggi 2 meter dengan lebar bawah 2,5 meter. DPT tersebut ditopang oleh dua tiang tiap penampang melintang dengan diameter 0,3 meter sepanjang 10 meter dengan jarak antar tiang 1 meter.

kata kunci: tanah longsor, kekuatan tanah, metode keseimbangan batas

PENDAHULUAN

Tanah longsor merupakan salah satu bencana yang sering mengancam keselamatan sebagian warga Indonesia. Topografi menjadi faktor yang paling dominan sebagai penyebab kejadian longsor. Tanah dengan kemiringan curam apabila dipicu oleh air hujan akan menyebabkan lereng menjadi tidak stabil sehingga menyebabkan longsor. Menurut Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (2006), terdapat sekitar 918 daerah rawan longsor di Indonesia. Rata-rata lebih dari seratus orang meninggal dunia akibat bencana tanah longsor ini (Surono, 2010).

Seperti kebanyakan daerah di Pulau Jawa, sebagian wilayah di daerah Banyumas juga terdapat area rawan bencana longsor. Menurut Widodo (2012), berdasarkan data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Banyumas, 14 dari 27 kecamatan di wilayah banyumas memiliki area rawan longsor. Disebutkan juga bahwa setiap tahun terjadi lebih dari 100 kejadian longsor di wilayah Kabupaten Banyumas. Hal tersebut mengindikasikan bahwa kejadian longsor merupakan ancaman yang serius bagi sebagian warga di wilayah Kabupaten Banyumas.

Gunung Tugel merupakan satu diantara beberapa daerah di wilayah Kabupaten Banyumas yang rawan terhadap bencana longsor. Salah satu titik longsor di wilayah gunung tugel terjadi pada ruas jalan Pegalangan-Purwokerto. Sejak dilebarkan pada tahun 2012, terjadi beberapa kali gerakan tanah pada sebagian ruas jalan tersebut. Pada tahun 2015, longsor kembali terjadi di salah satu ruas jalan di Gunung Tugel (Irawadi, 2015). Kejadian longsor yang terjadi di ruas jalan gunung tugel memutus jalur transportasi daerah banyumas bagian selatan. Hal tersebut sangat mengganggu perekonomian di Kabupaten Banyumas. Agar

tidak menimbulkan kerugian yang semakin besar, diperlukan usaha penanganan terhadap kerusakan jalan di ruas jalan tersebut.

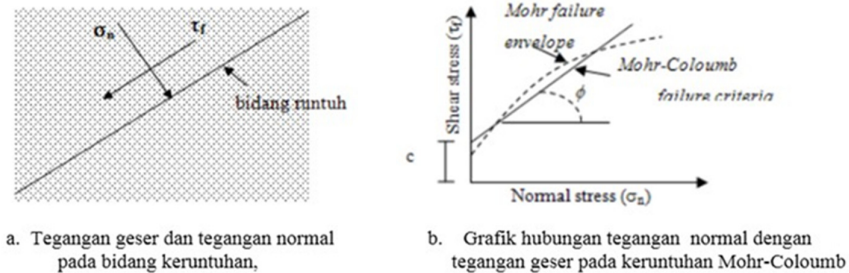
Artikel ini menyampaikan hasil studi tentang analisis perkuatan lereng yang dapat diterapkan untuk menanggulangi kelongsoran tanah di ruas jalan Gunung Tugel. Untuk mendapatkan tipe perkuatan yang paling sesuai, dilakukan analisis terhadap tiga tipe perkuatan yaitu dinding penahan tanah (DPT), dinding turap dan kombinasi antara DPT dan pondasi tiang. Pada masing-masing tipe perkuatan, dilakukan analisis stabilitas sehingga mendapatkan dimensi yang dapat menahan longsor. Dari analisis tersebut dapat ditentukan tipe perkuatan yang paling sesuai.

TINJAUAN PUSTAKA

Tanah Longsor

Menurut Suryolelono (2002), Tanah longsor merupakan fenomena alam yang berupa gerakan massa tanah dalam mencari keseimbangan baru akibat adanya gangguan dari luar yang menyebabkan berkurangnya kuat geser tanah dan meningkatnya tegangan tanah. Secara umum, tanah longsor disebabkan karena pengurangan parameter kuat geser tanah dan meningkatnya tegangan tanah. Pengurangan parameter kuat geser tanah disebabkan karena bertambahnya kadar air tanah dan menurunnya ikatan antar butiran tanah.

Gaya penahan tanah dalam mendukung stabilitas lereng ditentukan oleh kekuatan gesernya. Kekuatan geser tanah adalah kekuatan intenal tanah dalam menahan geseran di sepanjang bidang keruntuhannya Das (1998) mengungkapkan bahwa keruntuhan material tanah disebabkan oleh kombinasi kritis dari tegangan normal (σ_n) dan tegangan gesernya (τ_f). Secara lebih jelas, kondisi diatas dapat digambarkan dalam Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Kondisi keruntuhan massa tanah berdasarkan model Mohr-Coloumb.

Hubungan antara tegangan geser dan tegangan normal pada kriteria keruntuhan Mohr-Coloumb dapat dinyatakan dalam Persamaan 1 sebagai berikut ini.

$$\tau_f = c + \sigma_n \tan \phi \quad (1)$$

dengan,

- τ_f : tegangan geser tanah (kg/cm^2)
- c : kohesi tanah (kg/cm^2)
- σ_n : tegangan normal tanah (kg/cm^2)
- ϕ : sudut gesek internal tanah ($^\circ$)

Secara umum, analisis stabilitas lereng dilakukan dengan menghitung nilai faktor keamanan (SF) daripada lereng (Das, 1998). Faktor keamanan lereng dapat didefinisikan dengan Persamaan 2 sebagai berikut ini.

$$SF = \frac{\tau_f}{\tau_d} \quad (2)$$

dengan,

- SF: faktor keamanan
- τ_f : tegangan geser tanah (kg/cm^2)
- τ_d : tegangan geser tanah pada bidang keruntuhan (kg/cm^2)

Berdasarkan persamaan 1, nilai tegangan geser tanah adalah fungsi dari nilai kohesi tanah (c) dan sudut gesek internal (ϕ), maka Persamaan 3 dapat menjadi sebagai berikut ini.

$$SF = \frac{c + \sigma_n \tan \phi}{c_d + \sigma_n \tan \phi_d} \quad (3)$$

dengan,

- c_d : kohesi tanah pada bidang keruntuhan (kg/cm^2)
- ϕ_d : sudut gesek internal tanah pada bidang keruntuhan ($^\circ$)

Secara teoritis, lereng mulai bergerak pada bidang keruntuhannya apabila nilai angka keamanan (SF) suatu lereng bernilai 1. Untuk keperluan perencanaan suatu lereng, para

engineer biasanya mengambil nilai SF sama dengan 1,5.

Penanggulangan Longsor

Fathani (2007) menyebutkan bahwa penanggulangan tanah longsor dapat dibagi menjadi dua kategori yaitu *control work* dan *restrain work*. *Control work* adalah usaha penanggulangan longsor dengan mengendalikan faktor penyebab longsor seperti kemiringan lereng dan air tanah. Kemiringan lereng dapat dilandaikan dengan melakukan usaha galian dan timbunan. Sedangkan air tanah dapat dikendalikan dengan sistem drainase untuk mengurangi infiltrasi. *Restrain work* merupakan usaha untuk menangani longsor dengan menambahkan gaya penahan longsor. Konstruksi yang biasa digunakan untuk menahan longsor diantaranya DPT, dinding turap, angkur maupun pondasi tiang.

Di Indonesia, konstruksi yang paling sering digunakan sebagai penahan longsor adalah DPT dan dinding turap. DPT banyak dipilih karena material pembuat konstruksi ini relatif mudah di dapat. Sedangkan pertimbangan pemilihan dinding turap adalah kecepatan dan kemudahan pemasangan konstruksi. Masing-masing jenis konstruksi tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan sehingga pemilihannya tergantung dari kondisi lapangan.

Menurut Hardiyatmo (2002), kemampuan DPT dalam menahan longsor ditentukan dari tiga faktor stabilitas yaitu kapasitas dukung, geser dan guling. Masing-masing faktor tersebut tergantung dari beban yang bekerja dan kemampuan DPT dalam menahan beban tersebut. Konstruksi DPT dikatakan stabil apabila nilai safety factor (SF) dari masing-masing faktor stabilitas tersebut lebih dari yang disyaratkan. Adapun nilai SF untuk

ketiga faktor stabilitas dapat dilihat pada Persamaan 4, 5 dan 6.

$$SF_{kap\ dukung} = \frac{q_{ult}}{\sigma} > 3 \tag{4}$$

$$SF_{geser} = \frac{H_{pasif}}{H_{aktif}} > 1,5 \tag{5}$$

$$SF_{geser} = \frac{\Sigma M_{pasif}}{\Sigma M_{aktif}} > 1,5 \tag{6}$$

dengan,

q_{ult} : kapasitas dukung tanah (kN/m²)

σ : tegangan kontak tanah (kN/m²)

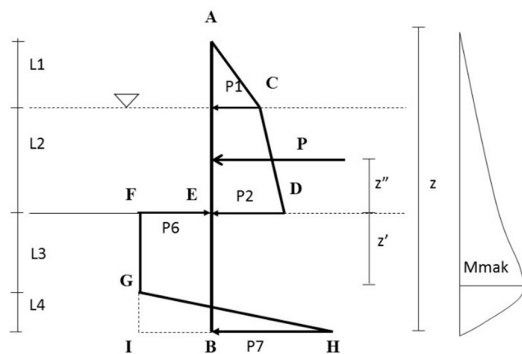
H_{pasif} : gaya lateral pasif (kN)

H_{aktif} : gaya lateral aktif (kN)

ΣM_{pasif} : jumlah momen pasif (kNm)

ΣM_{aktif} : jumlah momen aktif (kNm)

Perbedaan mendasar stabilitas DPT dengan stabilitas dinding turap terletak pada gaya penahannya. Apabila DPT lebih mengandalkan beratnya dalam mendukung tanah, stabilitas turap ditentukan dari gaya kantilever dari kedalaman pemancangannya. Hal tersebut disebabkan karena turap mempunyai bentuk geometri yang tipis sehingga beratnya tidak terlalu signifikan. Oleh karena itu, perancangan turap hanya melibatkan gaya lateral pasif dan aktif dari tanah di sampingnya. Gaya-gaya yang bekerja pada turap dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tegangan tanah pasif dan aktif pada turap kantilever (Apriyono dkk, 2015).

Berdasarkan gaya penahannya, dinding turap dibedakan menjadi dua tipe yaitu turap kantilever dan turap berjangkar. Gaya penahan pada turap kantilever hanya mengandalkan tekanan tanah pasif sepanjang kedalaman turap pada area galian (*dredge*

line). Sedangkan untuk turap berjangkar, selain gaya pasif tanah juga terdapat jangkar yang dapat menambah stabilitas turap. Pemilihan tipe turap sangat tergantung dari kondisi-kondisi yang ada di lapangan. (4)

METODE (5)

Kajian penanggulangan longsor di Gunung Tugel ini dilakukan dengan metode pengujian di lapangan, pengujian di laboratorium dan analisis stabilitas lereng. Untuk dapat menentukan tipe perkuatan yang paling tepat pada kasus kelongsoran di ruas jalan Gunung Tugel diperlukan beberapa tahapan sebagai berikut ini. (6)

Investigasi Awal

Investigasi awal dilakukan untuk mengetahui kondisi kelongsoran tanah. Tahapan ini diperlukan untuk menentukan pengujian-pengujian yang harus dilakukan untuk dapat melakukan kajian selanjutnya. Disamping itu, peninjauan lapangan dilakukan untuk merumuskan hipotesis awal tentang penyebab kelongsoran.

Pengukuran Topografi

Pengukuran topografi diperlukan untuk mengetahui bentuk geometri lereng. Bentuk geometri lereng ini selanjutnya akan digunakan untuk membuat model lereng yang akan dianalisis. Pengukuran dilakukan dengan alat ukur tanah seperti *total station* dan *GPS geodetic*. Peralatan ukur tanah diperoleh dari laboratorium pemetaan Jurusan Teknik Sipil Universitas Jenderal Soedirman (Unsoed).

Pengujian Tanah

Untuk mendapatkan parameter-parameter tanah diperlukan pengujian baik lapangan ataupun laboratorium. Pengujian lapangan dengan melakukan uji bor dangkal (*boring*) dan uji pengambilan sampel (*sampling*). Disamping itu, untuk mengetahui kapasitas dukung tanah juga dilakukan pengujian sondir. Sampel tanah selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian laboratorium. Uji parameter tanah yang dilakukan di laboratorium diantaranya adalah kadar air, berat satuan, berat jenis, batas konsistensi, gradasi butiran dan uji kuat geser tanah. Semua pengujian dilakukan di

Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Unsoed.

Analisis Perkuatan Tanah

Untuk mendapatkan tipe perkuatan yang paling sesuai diperlukan analisis perhitungan terlebih dahulu. Analisis perkuatan pada kajian ini dilakukan dengan metode keseimbangan batas dengan bantuan software Ms Excel. Model geometri lereng diperoleh dari hasil pengukuran lapangan dan topografi. Sedangkan parameter tanah dan struktur diperoleh dari hasil pengujian dan asumsi. Terdapat tiga tipe perkuatan yang akan dianalisis pada tahapan ini yaitu DPT, dinding turap dan kombinasi antara DPT dan pondasi tiang. Masing-masing tipe perkuatan akan dilakukan coba banding terhadap lima variasi dimensi sehingga diperoleh nilai SF yang aman.

Analisis Hasil

Penentuan tipe perkuatan yang paling sesuai dilakukan dengan memperhatikan hasil analisis dari tahapan sebelumnya. Nilai SF akan dipakai sebagai dasar utama pemilihan tipe perkuatan. Disamping itu, kemudahan pelaksanaan di lapangan juga akan digunakan dalam memilih tipe perkuatan.

Secara lebih jelas, metode penelitian dapat ditampilkan dalam bagan alir seperti pada Gambar 3.

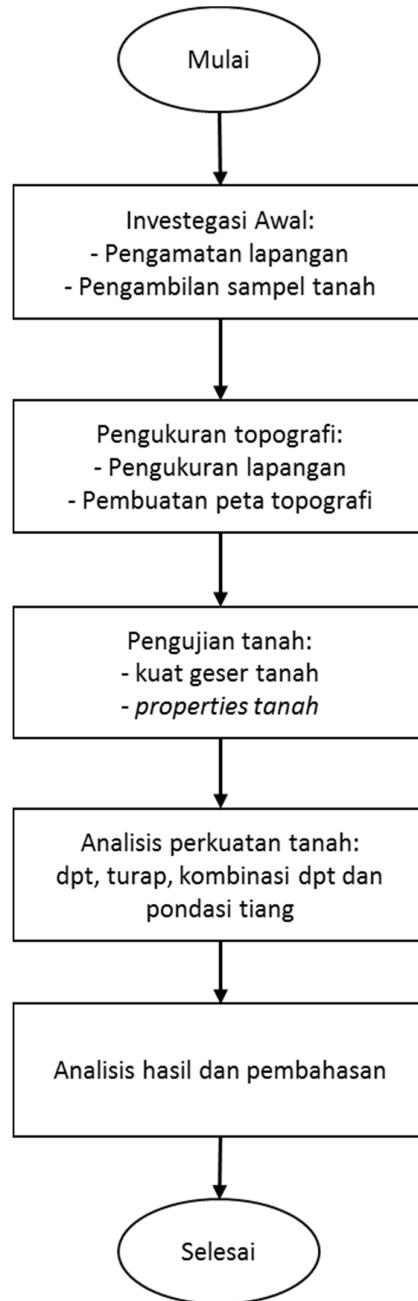
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum melakukan analisis perkuatan tanah, diperlukan pengujian lapangan dan laboratorium. Hasil dari kajian ini adalah sebagai berikut ini.

Kondisi Longsor

Tanah longsor di Gunung Tugel terjadi pada badan jalan sepanjang 76.94 m. Jalan dibangun diatas tanah timbunan dengan tinggi timbunan sekitar 2 meter yang ditahan oleh struktur dinding penahan tanah (DPT). DPT dan hampir separuh badan jalan pada area tersebut bergeser sebesar 5,5 m. Kondisi

keruntuhan lereng dapat dilihat pada Gambar 4 (Apriyono dkk, 2015).



Gambar 3. Bagan alir penelitian

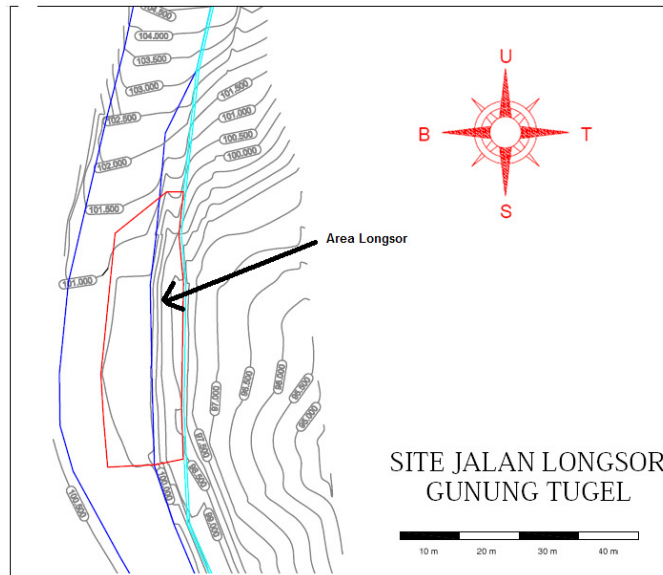


Gambar 4. Kondisi tanah longsor di ruas jalan Gunung Tugel Banyumas.

Topografi

Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan, dapat disampaikan bahwa kondisi topografi di lokasi proyek berupa pegunungan dengan kemiringan 25 – 30%. Badan jalan

yang mengalami pergeseran terletak pada punggung sebuah bukit. Perbedaan elevasi muka jalan rencana dengan muka tanah asli berkisar 2 meter. Peta topografi lokasi dapat dilihat pada Gambar 5 (Apriyono dkk, 2015).



Gambar 5. Peta topografi lokasi longsor Gunung Tugel.

Hasil Uji Tanah

Pengujian tanah dilakukan untuk mengetahui parameter-parameter tanah. Pengujian ini meliputi uji lapangan dan uji laboratorium. Uji lapangan dengan sondir diperlukan untuk

mengetahui parameter kuat dukung tanah. Sedangkan uji laboratorium diperlukan untuk mengetahui properties tanah. Uji laboratorium dilakukan pada tanah timbunan dan tanah asli. Hasil uji sondir dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian sondir

No	Kedalaman (m)	qc rerata (Kg/cm ²)	Kap dukung tanah ijin (T/m ²)	Kekuatan
1	0.00 - 5.40	8.96	2.24	Lunak
2	5.40 - 9.80	47.00	11.75	Sedang
3	9.80 - 10.60	135.00	33.75	Keras

Hasil uji laboratorium pada tanah timbunan

dan tanah asli dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian laboratorium

Lap	Ket	Kedalaman (D)	Ket	γ (kN/m ³)	ω (%)	c (kPa)	ϕ (°)
1	Timbunan	-	Sandy Clay	17	45	7	8.51
2	Tanah asli	2 m	Soft Clay	16.9	49	1	10.96

Analisis Perkuatan Tanah

Terdapat tiga variasi perkuatan yang akan dianalisis untuk mencegah kelongsoran yaitu DPT, dinding turap dan kombinasi DPT dengan tiang. Dari ketiga tipe perkuatan tersebut dilakukan *trial and error* (coba banding) terhadap beberapa variasi dimensi sehingga diperoleh nilai SF. Lereng dinyatakan dalam kondisi aman apabila memiliki angka keamanan lebih dari 1,5. Hasil analisis terhadap masing-masing tipe perkuatan adalah sebagai berikut ini.

a. DPT

Kekuatan DPT ditentukan dengan menganalisis stabilitas gesernya. Tipe keruntuhan geser dipilih sebagai acuan berdasarkan kondisi existing dilapangan dimana DPT mengalami kegagalan geser.

Dimensi DPT yang digunakan di lapangan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Dimensi DPT existing di lapangan

Paramater	Simbol	Nilai	Satuan
Tinggi DPT	H	2	m
Lebar atas DPT	Ba	0.3	m
Lebar bawah DPT	Bb	0.6	m
Berat satuan DPT	γ -DPT	23	kN/m ³

Gaya penyebab longsor DPT berasal dari tanah timbunan pada badan jalan. Sedangkan kuat geser ditentukan dari berat DPT dan parameter tanah di bawah DPT. Hasil dari coba banding dari lima variasi dimensi DPT diperoleh nilai nilai SF sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil analisis perkuatan tanah dengan DPT

Tipe DPT	Tinggi (m)	Lebar Atas (m)	Lebar Bawah (m)	Ea (kN)	Ep (kN)	SF	Kondisi
1	2	0.3	0.5	26.877	2.844	0.11	Tidak Aman
2	2	0.3	1	26.877	4.753	0.18	Tidak Aman
3	2	0.3	5	26.877	20.025	0.75	Tidak Aman
4	2	0.3	10	26.877	39.114	1.46	Tidak Aman
5	2	0.3	15	26.877	58.203	2.17	Aman

Dari Tabel 4 dapat disampaikan untuk mencapai nilai SF lebih dari 1,5 diperlukan DPT dengan lebar atas dan lebar bawah

sebesar 0,3 m dan 15 m. Apabila digunakan tipe perkuatan tanah DPT, diperlukan lebar bawah yang sangat besar. Hal tersebut

disebabkan karena tidak adanya tekanan tanah pasif di depan DPT. Disamping itu, tanah dibawah DPT memiliki kekuatan yang sangat kecil. Penerapan DPT pada perkuatan lereng akan membuat biaya penanggulangan menjadi sangat besar.

b. Dinding Turap

Jenis perkuatan kedua yang dianalisis adalah dinding turap. Stabilitas dinding turap

ditentukan oleh kedalaman pemancangan turap. Untuk mendapatkan kedalaman pemancangan yang aman, dilakukan coba banding terhadap lima variasi kedalaman turap. Setiap variasi kedalaman akan menghasilkan SF tertentu. Hasil analisis untuk masing-masing variasi kedalaman dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil analisis perkuatan tanah dengan Dinding Turap

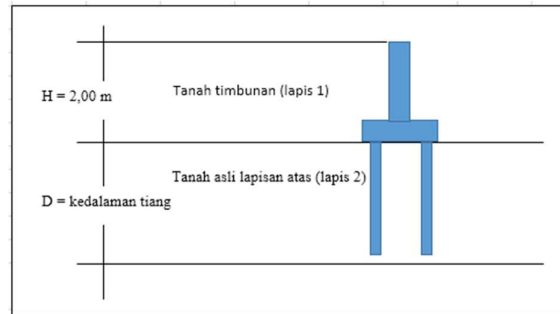
Tipe DPT	Tinggi Timbunan (m)	Kedalaman Turap (m)	Ea (kN)	Ep (kN)	SF	Kondisi
1	2	5	470.231	447.557	0.95	Tidak Aman
2	2	10	1451.094	1765.983	1.22	Tidak Aman
3	2	15	2969.469	3955.278	1.33	Tidak Aman
4	2	20	5025.353	7015.443	1.40	Tidak Aman
5	2	40	18623.993	27964.791	1.50	Aman

Hasil analisis perkuatan dengan menggunakan dinding turap menunjukkan bahwa untuk mencapai nilai SF diatas 1,5 diperlukan kedalaman turap lebih dari 40 m. Dapat disampaikan bahwa dibutuhkan kedalaman dinding turap yang sangat dalam untuk membuat tanah menjadi stabil.

c. DPT dan Pondasi Tiang

Alternatif perkuatan lainnya yang direncanakan pada usaha penanganan longsor adalah kombinasi DPT dan pondasi tiang. Pertimbangan pemilihan alternatif perkuatan ini adalah tanah keras baru terletak pada kedalaman yang cukup dalam. Sket konstruksi kombinasi DPT dengan pondasi tiang dapat dilihat pada Gambar 6.

Dimensi DPT yang direncanakan pada analisis ini memiliki lebar atas 0,3 m dan lebar bawah 2 m. DPT ditopang oleh 2 pondasi tiang dengan diameter 0,25 m dan jarak antar tiang 1 m.



Gambar 6. Skets konstruksi kombinasi DPT dan pondasi tiang.

Untuk mendapatkan kondisi stabil dilakukan coba banding terhadap 5 variasi kedalaman pemancangan tiang. Hasil analisis untuk masing-masing kedalaman dapat dilihat pada Tabel 6

Tabel 6. Hasil analisis perkuatan tanah dengan DPT dan pondasi tiang.

Tipe DPT-Pile	Diameter Pile (m)	Jml Pile Melintang	Kedalaman Pile (m)	Ea (kN)	Ep (kN)	SF	Kondisi
1	0.25	2	2	26.877	19.480	0.72	Tidak Aman
2	0.25	2	4	26.877	28.480	1.06	Tidak Aman
3	0.25	2	6	26.877	37.480	1.39	Tidak Aman
4	0.25	2	8	26.877	46.480	1.73	Tidak Aman
5	0.25	2	10	26.877	55.480	2.00	Aman

Berdasarkan hasil analisis yang ditampilkan pada Tabel 5 dapat disampaikan bahwa untuk mencapai kondisi aman diperlukan pondasi tiang dengan kedalaman 10 m. Nilai SF yang pada konstruksi tersebut bernilai 2,00 dan telah memenuhi syarat keamanan tanah longsor.

KESIMPULAN

Dari analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut ini.

- a. Penggunaan DPT tidak cocok diterapkan untuk menangani kerusakan jalan di Gunung Tugel karena membutuhkan dimensi yang sangat besar.
- b. Diperlukan dinding turap dengan kedalaman yang sangat dalam untuk memperkuat lereng diruas jalan Gunung Tugel, sehingga tipe perkuatan ini juga tidak sesuai.
- c. Jenis perkuatan yang paling cocok diterapkan pada ruas jalan Gunung Tugel adalah DPT yang dikombinasikan dengan pondasi tiang.

DAFTAR PUSTAKA

Apriyono A, Sumiyanto, Nanang G.W, (2015), Laporan Analisis Stabilitas Lereng pada Jalan Gunung Tugel Patikraja Banyumas, Laboratorium Mekanika Tanah UNSOED : Purwokerto

Das B.M., (1994), Principle of Foundation Engineering, PWS-KENT Publishing Company, Boston

Fathani, T. F., (2007), Longsor dan Gerakan Tanah, Bahan Kuliah MPBA FTSL-UGM, Yogyakarta.

Hardiyatmo, (2002), Teknik Pondasi 1, Beta Offset, Yogyakarta

Irawadi, (2015), Bahaya, Jalur Alternatif Purwokerto-Cilacap Ambles Sepanjang 50 Meter, <http://jateng.tribunnews.com/2013/12/27/bahaya-jalur-alternatif-purwokerto-cilacap-ambles-sepanjang-50-meter> download : 4 Juli 2016

Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi, (2006), Pengenalan Gerakan Tanah, <http://merapi.vsi.esdm.go.id/vsi> download: 16 April 2008.

Surono, (2010), Workshop Penguatan Kemampuan Daerah dalam Pengurangan Resiko Bencana Tanah Longsor di Indonesia, Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.

Suryolelono K.B., (2002), Bencana Alam Tanah Longsor Perspektif Ilmu Geoteknik, Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar, Yogyakarta: Fakultas Teknik UGM.

Widodo,P.B, (2012), Musim Hujan, 78 Desa di Wilayah Banyumas Rawan Terkena Longsor, ["http://jateng.tribunnews.com/2014/11/02/musim-hujan-78-desa-di-banyumas-rawan-terkena-longsor"](http://jateng.tribunnews.com/2014/11/02/musim-hujan-78-desa-di-banyumas-rawan-terkena-longsor) download : 4 Juli 2016.