

ANALISIS STABILITAS LERENG DAN UPAYA PENCEGAHAN KELONGSORAN DI DESA WIROTAMAN KABUPATEN MALANG JAWA TIMUR

Yelvi¹, Aisyah Salimah²✉

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kota Depok, Jawa

✉aisyah.salimah@sipil.pnj.ac.id

ABSTRAK

Kemajuan dalam bidang komunikasi di tanah air terlihat dengan semakin banyaknya pembangunan tower telekomunikasi sampai ke pelosok-pelosok. Namun pembangunan ini juga perlu diwaspadai pada daerah-daerah rawan longsor. Perlu dilakukan kajian secara menyeluruh mengenai kondisi geologis wilayah setempat agar pembangunan tower tidak mendatangkan bencana di kemudian hari. Seperti halnya di Desa Wirotaman, Malang yang akan dibangun tower telekomunikasi. Kontur daerah berbukit dan banyak sumber/ resapan air menjadikan Desa Wirotaman rawan longsor bila intensitas hujan tinggi. Pemukiman penduduk berada di tebing sehingga kerap menjadi korban longsor. Tentu saja rencana pembangunan tower telekomunikasi meresahkan penduduk setempat, karena tower tersebut akan di bangun di atas lereng yang cukup curam. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis upaya pencegahan kelongsoran. Studi analisis dilakukan dalam tiga tahap. Tahap pertama melakukan investigasi mengenai kondisi lereng sekaligus penyelidikan tanah untuk mendapatkan data tanah. Selanjutnya tahap kedua analisis terhadap data tanah dan dilanjutkan dengan rencana penanggulangan yang akan dilakukan yaitu merencanakan dinding penahan tanah, terasering, serta rencana galian timbunan. Tahap ketiga adalah melakukan analisis stabilitas guling, geser dan daya dukung dari dinding penahan tanah. Dimensi retaining wall yang diperoleh yaitu tinggi 2,8m dan lebar 1,25m, dimensi retaining stairs yaitu tinggi 1,8m dan lebar 1,45m.

Kata kunci: kelongsoran, stabilitas lereng, *retaining wall*, *retaining stairs*, terasering

ABSTRACT

Progress in the field of communication in the country can be seen with the increasing number of telecommunication tower constructions to remote areas. However, this development also needs to be watched out for in areas prone to landslides. It is necessary to do a thorough study of the geological conditions of the local area so that tower construction does not cause disasters in the future. As in Wirotaman Village, Malang, a telecommunications tower will be built. The contours of the hilly area and many water sources/infiltrations make Wirotaman Village prone to landslides when the rain intensity is high. Settlements are on cliffs so they often become victims of landslides. Of course, the plan to build a telecommunication tower is unsettling to local residents, because the tower will be built on a fairly steep slope. Based on these problems, this study was conducted to analyze efforts to prevent landslides. The analytical study was carried out in three stages. The first stage is investigating slope conditions as well as soil investigations to obtain soil data. Furthermore, the second stage is an analysis of soil data and is followed by a countermeasure plan that will be carried out, namely planning the retaining wall, terracing, and planning the excavation of the heap. The third stage is to analyze the rolling stability, shear, and bearing capacity of the retaining wall. The dimensions of the retaining wall obtained are 2.8m high and 1.25m wide, the dimensions of the retaining stairs are 1.8m high and 1.45m wide.

Keyword: *landslide, slope stability, retaining wall, retaining stairs, terracing*

PENDAHULUAN

Dunia telekomunikasi selular semakin meningkat perkembangannya di Indonesia. Lonjakan pertumbuhan pelanggan dan trafik penggunaan layanan selular, memaksa operator selular untuk terus menerus melakukan penambahan infrastruktur baru dan peningkatan kapasitas network. Penambahan infrastruktur baru seperti Base Transceiver Station (BTS) dilakukan merata seluruh daerah di Indonesia. Salah satu kriteria teknis yang menjadi pertimbangan dalam pembangunan tower BTS adalah kondisi lahan yang mencakup luas lahan yang tersedia dan kerawanan terhadap bencana alam [1]. Pembangunan tower BTS di daerah rawan bencana seperti tanah longsor terkadang sulit untuk dihindari, sementara perkembangan telekomunikasi selular sampai ke pelosok tanah air sudah sangat dibutuhkan. Hal inilah yang menjadi permasalahan bagi masyarakat yang ada di Desa Wirotaman Kabupaten Malang ketika pihak telekomunikasi selular akan membangun BTS di wilayah mereka.

Desa Wirotaman terletak di wilayah Ampel Gading, Malang, Jawa Timur. Letaknya berada di lereng Gunung Semeru. Luas wilayah 7,5 km². Jumlah penduduk berkisar 4.100 orang. Kondisi topografi desa Wirotaman yang terletak di dataran tinggi, berbukit, dan mempunyai kemiringan mengakibatkan daerah ini sering terjadi bencana longsor terutama pada saat penghujan. Beberapa kejadian longor yang menimpa desa ini yaitu terjadi pada bulan September 2016 [2]. Sebuah gedung SD dan beberapa rumah warga di desa Wirotaman terkena longsor. Ada 2 tembok ruang kelas yang jebol dan rumah warga rusak berat. Kejadian longsor kembali melanda pada bulan juni tahun 2018 [3]. Kali ini dua rumah warga yang terkena longsor. Kejadian ini membuat warga deasa Wirotaman menjadi khawatir apabila musim hujan tiba, apalagi adanya rencana pembangunan BTS di wilayah mereka. Mereka menyampaikan penolakan terhadap rencana tersebut melalui pemerintahan setempat. Pihak BTS mengusulkan adanya kajian terlebih dahulu atas bahaya longsor dan akan menerima apapun hasil dari kajian tersebut. Pihak yang akan

melakukan kajian diserahkan kepada pemerintahan setempat dalam menentukannya.

Penelitian ini merupakan bagian dari kajian terhadap studi kelongsoran di wilayah Desa Wirotaman. Ruang lingkup penelitian ini berupa studi analisis kekuatan di lereng sehingga dapat diterapkan untuk mengantisipasi kelongsoran. Ada beberapa tahapan yang akan dilakukan dalam merencanakan penanggulangan kelongsoran yaitu investigasi awal, analisis rencana kekuatan yang akan diberikan, dan analisis stabilitas terhadap kekuatan yang diberikan. Longsor adalah adanya gerakan material sebagai pembentuk lereng yang diakibatkan karena kegagalan geser di sepanjang satu atau lebih bidang longsor [4]. Pergerakan massa tanah dapat menyatu atau terpecah-pecah. Pada umumnya tanah longsor disebabkan meningkatnya tegangan tanah berkurangnya parameter kuat geser tanah. Kuat geser berkurang karena adanya penambahan kadar air di dalam tanah dan meningkatnya ikatan antar butir tanah.

Sudah banyak studi yang dilakukan terkait penanggulangan kelongsoran di suatu wilayah terutama yang terjadi di Indonesia [5,6,7]. Metode yang digunakan dalam mengatasi kelongsoran selalu disesuaikan dengan kondisi wilayah setempat. Menurut [8], penanggulangan kelongsoran 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. Pelandaian dapat dilakukan pada lereng yang curam, dengan melakukan usaha galian dan timbunan. Sedangkan mengendalikan sistem drainase air tanah dapat mengurangi infiltrasi. *Restrain work* adalah usaha untuk menangani longsor dengan menambahkan gaya penahan longsor. Untuk menahan longsor, biasanya digunakan beberapa konstruksi, diantaranya adalah dinding penahan tanah (*retaining wall*) dinding turap, angkur maupun pondasi tiang.

Dinding penahan tanah dan dinding turap pada umumnya di Indonesia menjadi pilihan konstruksi penahan longsor yang banyak digunakan. Pertimbangan dalam pemilihan dinding penahan tanah karena material yang

relatif mudah didapat sedangkan dinding turap banyak dipilih karena kecepatan dan kemudahan dalam pelaksanaan. material pembuat konstruksi ini relatif mudah di dapat. Sedangkan pertimbangan pemilihan dinding turap adalah kecepatan dan kemudahan pemasangan konstruksi. Kedua macam konstruksi tersebut masing-masing memiliki kekurangan dan kelebihan, sehingga dalam memilih konstruksi disesuaikan dengan kondisi yang ada dilapangan [6].

Hardiyatmo, H.C. (2002), menjelaskan bahwa kemampuan dinding penahan tanah dalam mencegah terjadinya kelongsoran ditentukan dari beberapa faktor stabilitas yaitu, geser, guling dan kapasitas dukung [9]. Baik factor geser, guling maupun daya dukung, bergantung pada beban yang bekerja dan kemampuan dinding penahan tanah. Konstruksi dinding penahan tanah dapat dikatakan stabil apabila geser, guling dan daya dukungnya memiliki nilai *safety factor (SF)* lebih dari yang disyaratkan [10].

METODE

Lokasi penelitian berada di wilayah Desa Wirotaman, Ampel Gading, Malang, Jawa Timur. Lokasi penelitian dilakukan di sekitar daerah yang akan dibangun tower BTS. Metode pengujian tanah di lapangan, pengujian tanah di laboratorium dan analisis stabilitas perkuatan lereng dilakukan untuk penanggulangan kelongsoran. Beberapa tahapan penyelidikan dilakukan dalam menentukan penanggulan yang tepat untuk mencegah kelongsoran dijelaskan berikut ini.

Investigasi awal

Pada tahap ini dilakukan beberapa penyelidikan untuk mengetahui kondisi lereng pada lokasi kelongsoran. Hal ini penting untuk dilakukan karena dapat menentukan pengujian apa saja yang harus dilakukan dan juga merumuskan hipotesis awal tentang penyebab kelongsoran. Selain itu juga dapat memberikan gambaran mengenai perkuatan tanah yang akan diberikan dalam mencegah kelongsoran [11]. Pengukuran bentuk geometri lereng juga dilakukan pada tahap ini.

Pengujian tanah

Pengujian tanah yang akan dilakukan berdasarkan hasil investigasi awal adalah pengujian sondir (dua titik) dan pengambilan sample tanah dengan uji bor (hand boring). Pengujian sondir dimaksudkan untuk mengetahui kapasitas dukung tanah sedangkan pengambilan sample tanah dilakukan untuk mendapatkan parameter tanah. Sample tanah di bawa ke laboratorium untuk dilakukan beberapa pengujian seperti pengujian berat isi, berat jenis, kadar air tanah, analisa butiran, konsistensi tanah, dan pengujian kuat geser tanah. Pengujian laboratorium mengacu pada standard ASTM.

Analisis penanggulangan kelongsoran

Beberapa metode penanggulangan kelongsoran tanah direncanakan terlebih dahulu seperti mengurangi kemiringan lereng dengan adanya galian dan timbunan, pembuatan terasering, dan memberi perkuatan dengan konstruksi dinding penahan tanah. Masing-masing metode dianalisis menggunakan bantuan Ms Excel dengan metode keseimbangan batas. Pemodelan geometrik diambil dari data hasil pengukuran yang dilakukan pada saat investigasi awal. Parameter tanah diperoleh dari hasil pengujian sample tanah di laboratorium dan korelasi dari nilai pengujian sondir. Perkuatan menggunakan dinding penahan tanah di analisis hingga memenuhi syarat stabilitas daya dukung, geser, dan guling. Stabilitas lereng dari masing-masing metode juga dilakukan hingga faktor keamanan memenuhi yang disyaratkan.

Pelaporan Hasil Perencanaan

Ketiga metode digambarkan sedemikian rupa sehingga memudahkan pihak-pihak yang terkait memahaminya. Semua perhitungan dilampirkan sesuai dengan hasil yang diperoleh. Hasil penelitian ini tidak menjadi penentu terlaksananya pembangunan tower BTS, karena nanti akan dilengkapi lagi dari beberapa kajian lain.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut kondisi lokasi di sekitar pembangunan BTS Tower digambarkan seperti pada Gambar 1.



(a)



(b)

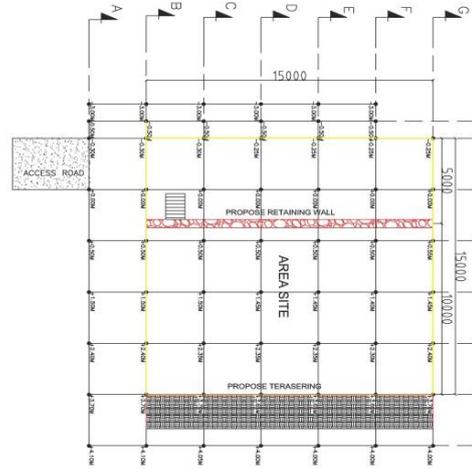


(c)

Gambar 1. (a), (b), (c) Kondisi Wilayah Desa Wirotaman

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa terdapat kemiringan lereng yang cukup tajam dan ada rumah yang terletak persis di atas lereng. Kondisi ini cukup mengkhawatirkan untuk terjadi longsor. Pada saat investigasi awal sudah dilakukan pengukuran tanah untuk menentukan ketinggian titik di lokasi yang hasilnya berupa peta kontur. Peta kontur ini dapat digunakan untuk menentukan ukuran lereng. Selain itu juga digunakan untuk membuat gambar potongan yang diperlukan dalam menghitung galian dan timbunan. Galian dan timbunan direncanakan untuk mengurangi kemiringan lereng yang cukup curam. Pada ketinggian sekitar 3.6m – 3.8m dibuat terasering supaya resapan air ke dalam tanah meningkat dan jumlah aliran pada permukaan menurun, sehingga diharapkan mampu memperkecil resiko pengikisan akibat air. Selain itu juga dengan adanya terasering, perawatan atau konservasi lereng lebih mudah, serta memperkecil tingkat

kemiringan lereng. Pembangunan dinding penahan tanah direncanakan disebelah sisi jalan berjarak kurang dari 0.5m. Pada Gambar 2 menunjukkan site plan pembuatan terasering.



Gambar 2. Site Plan

Hasil pengujian tanah

Pengambilan sample tanah pada waktu uji bor dibawa ke laboratorium uji tanah untuk mengetahui parameter tanah. Parameter tanah yang digunakan untuk analisis perencanaan dinding penahan tanah antara lain kohesi (c), sudut geser dalam tanah (ϕ), dan berat volume tanah (γ). Pada lapisan ke-1 diperoleh berat volume tanah (γ) sebesar 1.6 t/m^3 , kohesi (c) 1 t/m^2 , dan sudut geser dalam (ϕ) 3.75° . Pada lapisan ke-2 diperoleh berat volume tanah (γ) sebesar 1.6 t/m^3 , kohesi (c) 2.4 t/m^2 , dan sudut geser dalam (ϕ) 9° . Pada lapisan ke-3 diperoleh berat volume tanah (γ) sebesar 1.6 t/m^3 , kohesi (c) 4 t/m^2 , dan sudut geser dalam (ϕ) 15° .

Pengujian sondir dilakukan 2 titik, yaitu S1 dan S2. Pengujian sondir dilakukan untuk mengetahui kuat dukung tanah. Hasil pengujian sondir dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sondir S1

Kedalaman (m)	Qc rerata Kg/cm ²	fs Kg/cm ²	Klasifikasi Tanah
0 - 2.0	15.6	0.53	Lempung kelanauan lembek
2 - 3.4	39.4	0.55	Lempung Kelanauan kenyal

3.4 – 4.8	55.9	0.65	Lempung Kelanauan Kenyal
4.8 – 5.8	78.3	1.25	Lempung Kelanauan Padat
5.8 – 7.0	105.7	0.86	Lempung Kelanauan Padat
7.0 – 7.6	128.8	1.5	Lempung kelanauan Padat
7.6 – 8.2	187.5	2.5	Pasir Kelanauan sangat padat

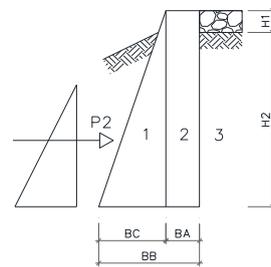
Tabel 2. Hasil Uji Sondir S2

Kedalaman (m)	Qc rerata Kg/cm ²	fs Kg/cm ²	Klasifikasi Tanah
0 - 1.2	10.2	0.28	Lempung kelanauan
1.2 – 2.2	25.7	0.57	Lempung Kelanauan
2.2 – 3.0	43	0.72	Lempung Kelanauan Kenyal
3.0 – 3.6	58.8	0.58	Lempung Kelanauan Kenyal
3.6 – 5.6	89	0.83	Lempung Kelanauan Padat
5.6 – 6.4	103	1.3	Lempung kelanauan Padat
6.4 – 7.2	123	2.2	Pasir Kelanauan sangat padat
7.2 - 8	149	2	Pasir Kelanauan sangat padat
8.0 - 10	206.4	1.1	Pasir Kelanauan sangat padat

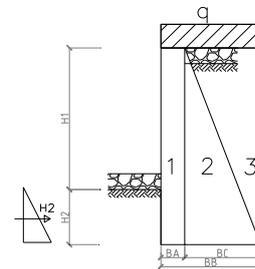
Pada Tabel 1. terlihat bahwa lapisan tanah keras terdapat pada kedalaman 7.6 - 8.2 m, dan jenis tanah sampai kedalaman 7.6 m adalah lempung kelanauan. Sedangkan untuk titik S2, kedalaman tanah keras ditemui pada kedalaman 8 m. Jenis tanah sampai kedalaman 6.4 m adalah lempung kelanauan. Selanjutnya 6.4 m – 10 m adalah pasir kelanauan.

Hasil analisis penanggulangan longsor

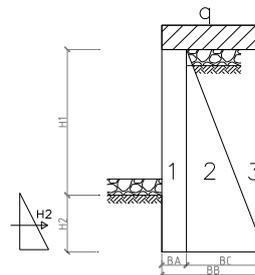
Ada tiga tipe dinding penahan tanah yang direncanakan yaitu tipe RW1, RW2, dan RW3 (lihat Gambar 3.). Perbedaan tipe karena disesuaikan dengan lokasinya, sehingga ada perbedaan jenis tanahnya. Ketiga tipe dinding penahan tersebut ditentukan terlebih dahulu dimensinya dan selanjutnya dihitung masing-masing gaya yang bekerja. Kekuatan dari dinding penahan tanah ditentukan dengan menganalisis stabilitasnya terhadap geser, guling dan juga daya dukungnya. Beberapa trial & error dilakukan terhadap dimensi untuk mendapatkan faktor keamanan yang memenuhi.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3. Tipe Retaining Wall, (a) RW1, (b) RW2, (c) RW3

Data tanah dan dimensi masing-masing tipe dinding penahan tanah dapat dilihat pada

Tabel 3.

Tabel 3. Parameter tanah dan dimensi dinding penahan tanah

Wall ID	Parameter Tanah						q	Kp	Ka	H1	H2	Bb	Ba	Bc
	ϕ_1	c_1	γ_1	ϕ_2	c_2	γ_2								
	°	t/m ²	t/m ³	°	t/m ²	t/m ³								
RW1	3.75	1	1.6	3.75	1	1.6	0.757	1.14	0.88	0.20	1.60	0.9	0.30	0.6
RW2	9	2.4	1.6	9	2.4	1.6	0.757	1.37	0.73	1.80	0.70	1.25	0.30	0.95
RW3	15	4	1.6	15	4	1.6	0.757	1.70	0.59	1.50	0.80	1.15	0.30	0.85

Selanjutnya ditentukan gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah dan ditinjau stabilitas terhadap geser, guling dan

daya dukungnya. Hasil perhitungan gaya-gaya tersebut dapat dilihat pada Tabel 4, Tabel 5, dan juga Tabel 6.

Tabel 5. Stabilitas terhadap geser

Wall ID	Gaya Tahan Geser				Gaya Geser			Safety Factor	Safety Check
	Pc	Pw	FR	P	Pc	Ph			
	ton	ton	ton	ton	ton	ton			
RW1	0.9	0.31	1.21	2.80	-5.71	-2.90	2.47	ok!	
RW2	3	0.91	3.91	4.49	-10.25	-5.76	3.16	ok!	
RW3	4.6	1.31	5.91	2.65	-14.12	-11.47	7.57	ok!	

Stabilitas terhadap geser mempunyai syarat untuk angka keamanan harus lebih besar dari 1.5.

Dari ketiga tipe dinding penahan tanah semuanya memenuhi syarat aman terhadap faktor geser.

Tabel 4. Stabilitas terhadap guling

Wall ID	Momen Akibat Beban Gravitasi				Momen Akibat Tekanan Tanah				SF	safety check
	Momen				Momen					
	Mw ₁	Mw ₂	Mw ₃	Mw ₄	Mp ₁	Mp ₂	Mp ₃	Mp ₄		
RW1	0.16	0.54	0.00	-	0.96	-1.25	-3.03	1.08	2.45	ok!
RW2	0.23	1.46	-	1.77	6.08	1.73	-0.25	-12.81	2.12	ok!
RW3	0.21	1.14	-	1.36	3.82	1.18	-0.46	-16.24	3.89	ok!

Untuk mendapatkan kondisi stabil terhadap guling faktor keamanan harus lebih besar dari 2, karena jenis tanahnya adalah lempung. Dari ketiga tipe dinding penahan

tanah semua memenuhi syarat faktor keamanan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semua tipe dinding penahan tanah terhadap faktor guling bersifat aman.

Tabel 6. Stabilitas tanah terhadap daya dukung

Wall ID	Parameter tanah						Tegangan tanah					check
	ϕ_1	c_1	γ_1	N_c	N_q	N_γ	H2	Bb	Q _{ult.}	Q _{all}	Q _{aktual}	
	°	t/m ²	t/m ³				m	ton	ton	ton	ton	
RW1	3.75	1	1.6	6.70	1.40	0.20	1.60	0.90	10.43	5.21	4.75	ok!
RW2	9	2.4	1.6	6.7	1.4	0.2	0.7	1.25	17.85	5.95	3.88	ok!
RW2	15	4	1.6	9.7	2.7	0.9	0.8	1.15	43.08	14.36	3.34	ok!

Untuk stabilitas terhadap daya dukung, Q_{aktual} yang didapatkan lebih kecil Q_{all}. Sehingga ketiga tipe dinding penahan tanah aman terhadap daya dukung.

KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil pengamatan, pengujian serta hasil perhitungan, maka dapat disimpulkan bahwa penanggulangan

longsor di Desa Wirotaman dapat dilakukan dengan cara antara lain melakukan galian dan timbunan untuk mengurangi kemiringan lereng, membuat terasering untuk meningkatkan penyerapan air kedalam tanah serta membuat perkuataan menggunakan dinding penahan tanah. Tiga macam tipe dari dinding penahan tanah dibuat sesuai dengan kondisi tanah yang ada. Dari ketiga tipe dinding penahan tanah semuanya memenuhi syarat stabilitas terhadap guling, geser, dan daya dukung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jawad, A, Murinto (2015), Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Lokasi Pembangunan Tower Base Transceiver Station (BTS) Menggunakan Kriteria Bayes yang Disertai Letak Geografisnya, Jurnal Sarjana Teknik Informatika, Volume 3 Nomor 1, Februari 2015, 20-31
- [2] http://m.beritajatim.com/peristiwa/277056/tertimpa_longsor_tembok_sd_wirotaman_malang_jebol.html, dikases pada 18 Mei 2020
- [3] <http://tabloidjawatimur.com/2-rumah-warga-wirotaman-tertimbun-longsor/>, diakses pada 18 Mei 2020
- [4] Hardiyatmo, H.C. (2006), Penanganan Tanah Longsor dan Erosi, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- [5] Rahman, A. Z., (2015), Kajian Mitigasi Bencana Tanah Longsor Di Kabupaten Banjarnegara, Jurnal Manajemen dan Kebijakan Publik, Vol. 1, No. 1, Oktober 2015, 1-14
- [6] Apriyono, A., Sumiyanto, dan Wariyatno, N.G., (2016), Analisis Penanggulangan Kelongsoran Tanah pada Ruas Jalan Gunung Tugel Patikraja Banyumas, Jurnal Teknik Sipil, Volume 14, No. 1, Oktober 2016, 53 – 61
- [7] Ciptaning, K., Yunus, Y., dan Saleh, S. M., (2018), Analisis Stabilitas Lereng dengan Kontruksi Dinding Penahan Tanah Tipe Counterfort, Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan, Volume 1(2):58-68
- [8] Fathani, T. F., (2007), Longsor dan Gerakan Tanah, Bahan Kuliah MPBA FTSLUGM, Yogyakarta
- [9] Hardiyatmo, (2002), Teknik Pondasi 1, Beta Offset, Yogyakarta
- [10] Fadhilah, L., Sudarno, (2017), Perencanaan Dinding Penahan Tanah Untuk Perbaikan Longsor Di Ruas Jalan Balerejo Kalegen, jurnal.untidar.ac.id, v.01, n.1, p.25-28
- [11] Ramia, I. N., (2017), Analisis Dinding Penahan untuk Perkuatan Kelongsoran Lereng di Jalan Bedugul Singaraja, Jurnal Matrix, Vol. 7, No. 3, November 2017, 64 – 67

