

PEMODELAN TIGA DIMENSI DAERAH RAWAN LONGSOR DALAM MEMBANTU PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH

THREE-DIMENSIONAL MODELING OF LANDSLIDE-PRONE AREAS TO ASSIST THE PLANNING OF SOIL RESERVATION WALLS

Adhitya Surya Manggala¹, Septa Erik Prabawa², Ilanka Cahya Dewi³, Irawati⁴

^{1,3,4}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
²Program Studi Teknik Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo Surabaya

Email: ¹manggala@unmuhjember.ac.id, ³ilankadewi@unmuhjember.ac.id

Email : ²septaerik@gmail.com

ABSTRACT

Natural disaster-prone areas are areas that are included in the list of areas where disasters often occur, such as volcanic eruptions, landslides, floods, and tsunami waves that can cause general environmental damage. To anticipate disasters that can occur at any time, alertness is needed in efforts to detect earthquakes, preserve protected areas, and carry out disaster management activities from an early age. One of the areas that are prone to disasters, especially landslides in Jember Regency, is Kemuning Lor Village, Arjasa Subdistrict. By using contour mapping technology and 3-dimensional modeling, the resulting map is more communicative and facilitates infrastructure planning. Based on the results of the study, it is known that the slope of the land exceeds 60 degrees and the elevation value between the top and bottom surfaces is between 20 to 30 meters which has the potential to be prone to landslides in the local soil structure. Long - cross section modeling and 3 (three) dimensional visualization can give priority to critical land in the design of retaining walls.

Keywords: three-dimensional modeling, retaining walls, landslide prone

ABSTRAK

Daerah rawan bencana alam adalah daerah yang termasuk dalam daftar daerah yang sering terjadi bencana seperti letusan gunung berapi, tanah longsor, banjir, dan gelombang tsunami sehingga dapat menimbulkan kerusakan lingkungan secara umum. Untuk mengantisipasi bencana yang sewaktu-waktu dapat terjadi, diperlukan kesigapan dalam upaya mendeteksi gempa, melestarikan kawasan lindung, dan melakukan kegiatan penanggulangan bencana sejak dini. Salah satu daerah yang rawan bencana khususnya tanah longsor di Kabupaten Jember adalah Desa Kemuning Lor kecamatan Arjasa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan perbedaan ketinggian titik-titik utama yang telah diorientasikan dengan membagi jarak antara titik-titik poligon dalam sebuah rantai. Dengan menggunakan teknologi pemetaan kontur dan pemodelan 3 dimensi, peta yang dihasilkan lebih komunikatif dan memudahkan perencanaan infrastruktur. Berdasar hasil penelitian, diketahui bahwa kemiringan lahan melebihi 60 derajat dan nilai elevasi antara permukaan atas dan bawah antara 20 s/d 30 meter yang memiliki potensi rawan longsor pada struktur tanah setempat. Pemodelan long - cross section dan visualisasi 3 (tiga) dimensi dapat memberikan gambaran prioritas lahan kritis dalam perencanaan dinding penahan tanah.

Kata Kunci : pemodelan tiga dimensi, dinding penahan tanah, rawan longsor

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Daerah rawan bencana alam adalah daerah yang termasuk dalam daftar daerah yang sering terjadi bencana seperti letusan gunung berapi, tanah longsor, banjir, dan gelombang tsunami sehingga dapat menimbulkan kerusakan lingkungan secara umum. Untuk mengantisipasi bencana yang sewaktu-waktu dapat terjadi, diperlukan kesigapan dalam upaya mendeteksi gempa, melestarikan kawasan lindung, dan melakukan kegiatan penanggulangan bencana sejak dini. Salah satu daerah yang rawan bencana khususnya tanah longsor di Kabupaten Jember adalah Desa Kemuning Lor kecamatan Arjasa.

Salah satu perangkat lunak yang digunakan dalam pengukuran lahan yaitu Surfer 9. Pemanfaatan perangkat lunak ini dalam pembuatan peta kontur dan pemodelan 3D. Software ini mengubah data XYZ untuk membuat peta kontur, peta permukaan 3D, 3D gambar rangka peta, peta relief berbayang, warna pelangi “gambar” peta, peta posting, posting dikategorikan peta, vektor peta, dan peta dasar. Selain itu dapat menghitung salib bagian, wilayah, dan volume.

Pemanfaatan program ini dalam pengolahan data pengukuran dilapangan menghasilkan volume kubikasi *long and cross section* dengan didukung dengan pemodelan 3D (tiga dimensi) yang bisa memberikan gambaran lebih natural yang mendekati keadaan dilapangan. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan data lapangan pengukuran lahan tiga dimensi *long and cross section* yang relatif sama dengan kondisi di lapangan.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana merencanakan dinding penahan tanah dengan memanfaatkan data pengukuran

teritris pada lahan yang memiliki potensi tanah longsor?

2. Bagaimana melakukan pemodelan tiga dimensi data pengukuran teritris pada lahan yang memiliki potensi tanah longsor?

1.3. Maksud dan Tujuan

1. merencanakan dinding penahan tanah dengan memanfaatkan data pengukuran teritris pada lahan yang memiliki potensi tanah longsor
2. melakukan pemodelan tiga dimensi data pengukuran teritris pada lahan yang memiliki potensi tanah longsor

1.4. Batasan Masalah

1. Tidak melakukan desain konstruksi secara detail.
2. Lokasi pengukuran terbatas pada wilayah rawan longsor di Desa Kemuning Lor, Kabupaten Jember.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Data Umum

Salah satu desa wisata yang sudah digagas oleh Kantor Pariwisata Jember yaitu Desa Kemuning Lor - Kecamatan Arjasa dengan destinasi unggulan Desa Wisata Rembangan. Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa berlokasi utara kota Jember berjarak 12 km. Dengan luas lahan 45.161 m² serta Suhu udara berkisar antara 18 – 25 ° C disertai curah hujan rata – rata 4.626 mm / tahun menjadikan daerah ini cocok untuk mengembangkan ragam tanaman pertanian dan nyaman untuk tempat pariwisata.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

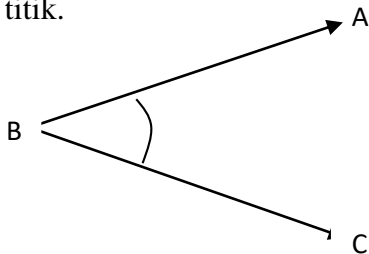
Desa ini memiliki ketinggian lokasi + 600 m dpl dengan akses jalan berupa jalan aspal yang bisa ditempuh menggunakan kendaraan motor, mobil atau menggunakan taksi maupun ojek menuju ke daya tarik wisata disana. Kondisi geografis ini menyebabkan struktur tanah tidak stabil, khususnya pada akses jalan yang memiliki tebing tanah yang rawan longsor.

2.2. Pengukuran Sudut

Pengukuran sudut adalah pembeda antara dua buah arah atau lebih dari suatu titik. Pengukuran sudut yang teliti dapat diukur dengan menggunakan alat ukur theodolit. Adapun metode pengukuran sudut dengan alat ukur theodolit, antara lain :

A. Metode Reiterasi

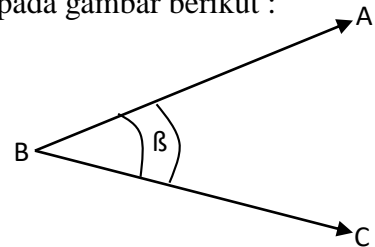
Pengukuran sudut dengan metode reiterasi disebut juga pengukuran sudut tunggal, karena pada pengukuran sudut dengan cara reiterasi hanya mengukur besar sudut satu kali saja antara dua buah jurusan titik.



Gambar 2. pengukuran sudut dengan metode Reiterasi

B. Metode Repetisi

Pada metode repetisi ini, sudut diukur lebih dari satu. Pengukuran dilakukan berlawanan arah dengan pengukuran yang pertama, sehingga pada dua titik jurusan di peroleh dua sudut, yang mana kedua sudut tersebut besarnya haruslah sama. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada gambar berikut :



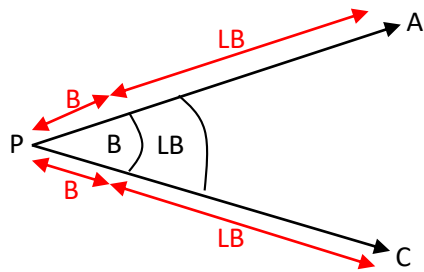
Gambar 3. Pengukuran sudut dengan metode Repetisi

C. Metode Kombinasi

Pengukuran besar sudut dengan metode kombinasi ini, mempunyai dua bacaan sudut, yakni bacaan sudut biasa (B) dan bacaan sudut luar biasa (LB). Data ukur sudut yang diperoleh dari cara ini adalah data sudut ganda (seri), adapun macam-macam sudut ganda antara lain :

- » Data ukur sudut 1 seri , yakni 2 data ukur sudut, 1 bacaan sudut biasa dan 1 bacaan sudut luar biasa.
- » Data sudut ukur 1 seri rangkap, yakni 4 data ukur sudut, 2 bacaan sudut biasa dan 2 bacaan sudut luar biasa.
- » Data ukur sudut 2 seri rangkap, yakni 8 data ukur sudut, 4 bacaan sudut biasa dan 4 bacaan sudut luar biasa.

Contoh pengukuran sudut 1 seri :



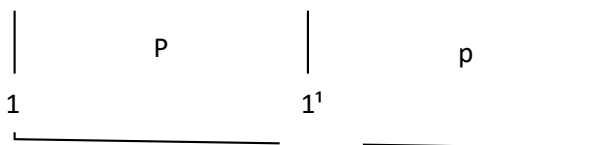
Gambar 4. pengukuran sudut dengan metode kombinasi

4.2.2 Pengukuran Jarak

Pengukuran jarak untuk kerangka kontrol peta, dapat dilakukan dengan cara langsung menggunakan alat sederhana yaitu roll meter / dengan sipat datar yaitu jarak optis, sedangkan untuk mendapatkan jarak data yang lebih teliti dibandingkan dengan dua cara yang ada, data jarak didapat juga dengan alat pengukur jarak elektronik EDM (Elektro Distance Measurement).

a. Pengukuran Jarak Langsung

Dalam pengukuran kerangka kontrol horizontal yang digunakan adalah jarak langsung dalam pengukuran, jarak langsung perlu dilakukan pelurusan apabila roll meter yang digunakan tidak menjangkau 2 buah titik yang sedang diukur.



Gambar 5. Pengukur jarak langsung

Keterangan :

1 : 2 = titik kontrol yang akan diukur

1¹ : 2¹ = titik bantuan untuk pelurusan

b. Pengukuran Jarak Optis

Pengukuran jarak optis adalah pengukuran jarak secara tidak langsung, karena di bantu dengan alat sipat datar atau theodolit dan rambu ukur. Dimana pada teropong alat terdapat 3 benang silang, benang atas (ba), benang tengah (bt), dan benang bawah (bb) yang merupakan data untuk mendapatkan jarak.

Pengukuran ini kurang teliti dan menggunakan rumus :

$$D_m = (ba - bb) \cdot k \cdot \sin^2 Z$$

$$D_d = (ba - bb) \cdot k \cdot \sin^2 Z$$

$$D_d = (ba - bb) \cdot k \cdot \cos^2 Z$$

Keterangan :

D_m = Jarak miring

K = Konstanta = 100

D_d = Jarak datar

Z = Zenith

B_a = Benang atas

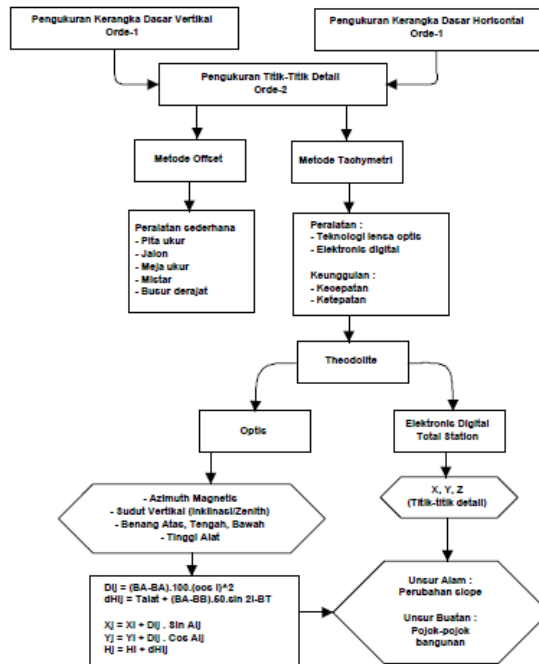
A = Helling

B_b = Benang bawah

4.2.3 Surfer 9

Perangkat lunak Surfer 9 perangkat lunak yang digunakan untuk pembuatan peta kontur dan pemodelan 3D. Surfer 9 mengubah data XYZ untuk membuat peta kontur, peta permukaan 3D, 3D gambar rangka peta, peta relief berbayang, warna pelangi “gambar” peta, peta posting, posting dikategorikan peta, vektor peta, dan peta dasar. Surfer 9 dapat menghitung salib bagian, wilayah, dan volume.

2.3. Flowchart Tahap Penelitian



Gambar 6. Flowchart Tahapan Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Pengambilan data lapangan diawali dengan penentuan titik pengamatan. Titik ini akan dijadikan acuan dalam pengambilan data berikutnya sehingga dalam pengolahan data yang berikutnya bisa dilakukan koreksi dan validasi data. Dalam pelaksanaannya, tim mengalami banyak kesulitan karena kontur tanah yang ekstrim dan tidak beraturan. Tebing yang berpotensi longsor harus diambil datanya dengan meletakkan alat ukur tepat ditengah lahan kritis tersebut.



Gambar 7. Pengambilan Data Lapangan

Dalam pengolahan data lapangan perlu dilakukan pemeriksaan data yang ditulis dalam form survey agar diketahui data yang tidak atau kurang tercatat dengan baik. Data dalam form survey ini selanjutnya dilakukan tabulasi seperti format berikut

PENGUKURAN SITUASI DETAIL.

Titik Dari	Titik Ke	Tinggi Alat (mm)	Bacaan Sudut				Benang (mm)		Selisih Rambu (mm)	Jarak Miring (m)	Koreksi Tinggi	Jarak datar (m)	koreksi tinggi	beda tinggi (m)	Beda Tinggi (m)		
			Horizontal		Vertikal		Tengah	Bawah									
P12	P10	1580	101	1	55	90	0	5	375	525	0	30.00	0.00	30.000	0.00	1.204	1.204
	A12	1580	90	0	0	148	56	10	920	1180	0	52.00	-44.54	26.832	-22.98	-22.324	-43.883
	Bh12	1580	180	0	0	90	0	0	1846	1831	0.5	1.50	0.00	1.500	0.00	-0.266	-0.266
	P3	1580	0	0	0	90	0	0	1129	1169	0	8.00	0.00	8.000	0.00	0.451	0.451
	P9	1580	0	0	0	90	0	0	475	410	0	27.00	0.00	27.000	0.00	1.105	1.105
	As12	1580	180	2	5	90	0	0	1907	1925	0	3.60	0.00	3.600	0.00	-0.327	-0.327
	Pond ast1	1580	90	0	0	150	43	25	2290	2450	0	32.00	-27.91	15.649	-13.65	-14.360	-28.623
	P3	1560	0	0	0	90	0	0	1970	2130	0	9.00	0.00	9.000	0.00	-0.410	-0.410
	Pond ast P3	1560	0	0	0	149	45	5	2030	2260	0	46.00	-39.74	23.173	-20.02	-20.488	-40.207
	As3	1560	90	0	0	90	0	0	1789	1802	0	2.60	0.00	2.600	0.00	-0.229	-0.229
	Bh3	1560	90	0	0	90	0	0	1760	1765	0	1.00	0.00	1.000	0.00	-0.200	-0.200
	PS	1560	180	0	0	90	0	0	1337	1367	0	6.00	0.00	6.000	0.00	0.223	0.223

Gambar 8. Tabulasi Data Lapangan

Tabulasi data berisikan data pengukuran berupa notasi dan angka yang menunjukkan urutan skema pengambilan data dan pembacaan angka jarak maupun sudut rambu survey. Data ini dikoreksi dengan selisih pembacaan rambu batas atas dan bawah yang diharuskan memiliki toleransi hingga 2 mm. Koreksi ketinggian diperhitungkan untuk pengambilan data menggunakan sudut vertikal. Dimungkinkan ada pengurangan atau penambahan dari perhitungan rambu yang diambil dilapangan, sehingga akan menghasilkan angka yang terkoreksi dengan baik. Selanjutnya didapat angka beda tinggi yang menunjukkan selisih tinggi antara tempat berdiri alat dengan rambu survey secara lokal. Elevasi diperhitungkan berdasarkan penambahan beda tinggi dengan elevasi tempat berdiri alat yang menjadi acuan pada awal pengukuran. Angka elevasi ini yang akan digunakan menunjukkan kontur tanah sebenarnya seperti gambar berikut.

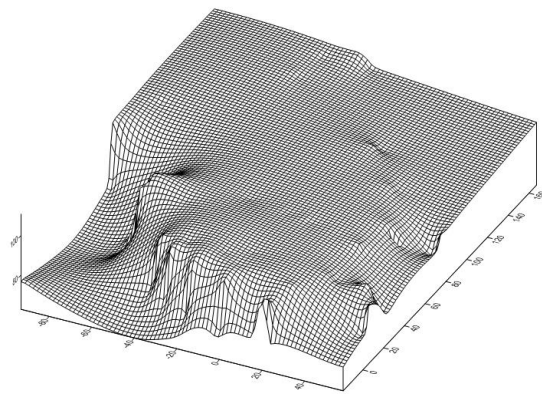
Secara umum langkah penggunaan Surfer adalah sebagai berikut:

- Input data base map, post map, dan contour map dari soal ke worksheet di microsoft excel,
- Pindahkan data dalam format (.xls) ke program Surfer 9,
- Mengolah data menjadi bentuk base map, post map, contour map, dan untuk hasil yang lebih padu dan baik, grafik yang dihasilkan dapat disatukan atau disajikan dalam bentuk 3D.

Berikut secara singkat menjelaskan langkah pemodelaan Kontur menjadi 3D

- Masukan data kontur yang telah dibuat, untuk membuat kontur di surver akan saya jelaskan pada posting lain.
- Kemudian akan keluar peta kontur yang telah dibuat sebelumnya dan silahkan ganti warna sesuka kalian.

3. kemudian kita akan membuat dalam bentuk 3Dimensi. klik Map pada tool, kemudian klik New dan kemudian klik 3D Surface.

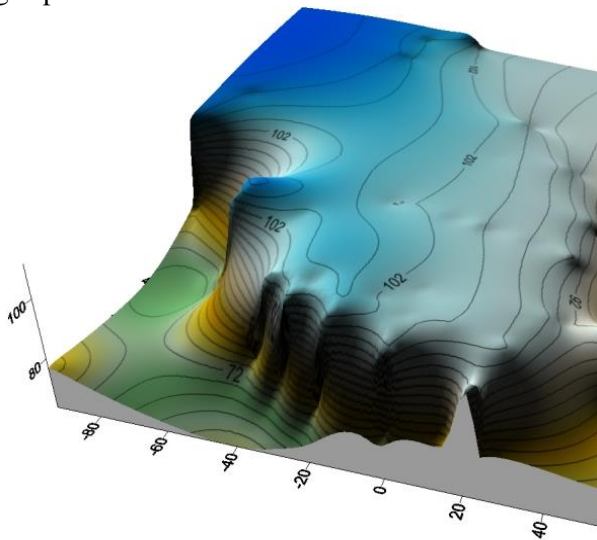


Gambar 9. Kontur Tanah dengan Visualisasi Gridding

Untuk bisa digambarkan secara 3 (tiga) dimensi, diperlukan gabungan data vertikal dan horizontal dalam bentuk koordinat kartesian (x,y,z). Pengukuran jarak dengan perhitungan trigonometri akan menghasilkan koordinat masing-masing absis (x) dan ordinat (y) yang sesuai dengan lokasi sebenarnya. Nilai elevasi (z) selanjutnya digabungkan dengan tabulasi angka absis dan ordinat sebelumnya sehingga menjadi kesatuan data yang bisa ditampilkan dalam bentuk 3 (tiga) dimensi.

Kontur tanah bisa divisualisasikan dengan pemanfaatan software Surfer sebagai aplikasi yang secara mudah bisa merepresentasikan data lapangan seperti kondisi lahan yang sebenarnya. Data pengukuran akan terlihat nyata dengan perubahan warna cerah yang menandakan

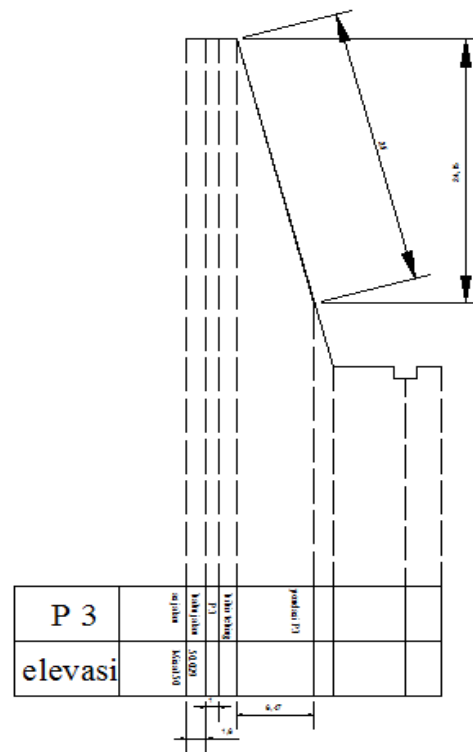
ketinggian tanah lebih rendah daripada warna gelap.



Gambar 10. Kontur Tanah dengan Visualisasi Gradasi Warna

Untuk tahap berikutnya, kontur tanah yang sudah di visualisasikan dengan gradasi warna akan menggambarkan kondisi kemiringan maupun luasan tanah yang dianggap berpontensi terjadi kelongsoran baik ringan maupun berat. Penilaian ini akan mempermudah dalam perencanaan pembuatan dinding penahan tanah yang akan ditindaklanjuti dengan pembuatan potongan melintang maupun memanjang yaitu long-cross section yang tepat pada bagian tanah yang memiliki resiko kelongsoran tinggi.

Penggambaran cross section didasarkan atas data lapangan yang ditabulasikan dan di sinkronkan dengan data penampakan 3 (tiga) dimensi menurut perubahan warna. Terdapat 2 (dua) cross section yang dinilai memiliki kerentanan longsor yang tinggi. Sedangkan long section ditunjukkan dengan profil memanjang dari site plan yang akan direncanakan dinding penahan tanahnya. Kedua profil diperlukan keakuratan dalam pengolahan dan penyajian data yang komunikatif agar pengguna data tidak kesulitan dalam memahami dan mencocokkan dengan kondisi lapangan.



CROSS SECTION P3-PONDASI 3
Skala 1 : 500

Gambar 11. Cross Section pada Daerah Tebing yang Beresiko Longsor

Dari lahan yang paling kritis, di dapatkan data bahwa kemiringan lereng mencapai 25 meter dari lahan atas menuju lahan paling bawah. Secara vertical memiliki kedalaman hingga 22 meter dan mempunyai parit di dasar tebingnya. Dari data juga menunjukkan bahwa kemiringan tebing mencapai 75 derajat dari bidang atas menuju bidang yang bawah dengan jarak horizontal sepanjang 6,47 meter.

4. Kesimpulan

Berdasar hasil penelitian, diketahui bahwa kemiringan lahan melebihi 60 derajat dan nilai elevasi antara permukaan atas dan bawah antara 20 s/d 30 meter yang memiliki potensi rawan longsor pada struktur tanah setempat. Pemodelan *long - cross section* dan visualisasi 3

(tiga) dimensi yang dilakukan dapat memberikan prioritas lahan kritis dalam perencanaan dinding penahan tanah.

Untuk penelitian berikutnya, diharapkan ada penambahan titik pengamatan yang lebih banyak lagi untuk bisa menghitung lebih baik banyaknya timbunan atau urukan tanah yang diperlukan untuk menangani lahan kritis rawan longsor.

Daftar Pustaka

- Arif, G. W., Eko, N., & Azizah, R. (2018). Studi Perencanaan Dinding Penahan Tanah pada Tebing Sungai Brantas di Area Kampus Universitas Muhammadiyah Malang (UMM) Kota Malang. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 58.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2013). *Indeks Rawan Bencana Indonesia : Bencana Tanah Longsor*. Jakarta : BNPB.
- Golden Software. 2010. SURFER 9 for windows. Golden, Colorado. Available from URL: <http://www.goldensoftware.com/products/surfer/surfer.shtml>.
- Priyono. 2014. Hubungan Klasifikasi Longsor, Klasifikasi Tanah Rawan Longsor Dan Klasifikasi Tanah Pertanian Rawan Longsor. *GEMA*, Th. XXVII/49. <http://download.portalgaruda.org/article.php> diakses 20 Desember 2016.
- Junaidi, H, H., & Zulfan, S. (2017). Perencanaan Dinding Penahan Tanah Pada Penanganan Longsoran Jembatan Lesan Kabupaten Berau Povinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Teknik Sipil*, 3.