

## PEMETAAN ZONA KERENTANAN PADA LERENG

### *SUSCEPTIBILITY LANDSLIDES ZONE MAPPING ON THE SLOPES*

Asri Pangesthi Nugrahanti Putri  
R. Harya Dananjaya Hesti i., S.T., M. Eng  
Dr. Niken Silmi S., S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta,  
[Asripnputri@yahoo.com](mailto:Asripnputri@yahoo.com)

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta,  
[dananjaya.harya@gmail.com](mailto:dananjaya.harya@gmail.com)

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta,  
[nikensilmisurjandari@gmail.com](mailto:nikensilmisurjandari@gmail.com)

#### **Abstrak**

Tanah longsor atau gerakan *massa* tanah merupakan salah satu bencana alam yang sering melanda daerah perbukitan. Penelitian ini melakukan analisis terhadap lereng yang berada di Jl. Cijeungjing – Situraja lama Kabupaten Sumedang. Analisis ini untuk mengetahui hasil pemetaan longsor berdasar lebar klaster, pengaruh lebar klaster peta *safety factor* (*SF*) dan lapisan tanah pada analisis *SF*. Metode *Morgenstern-Price* untuk perhitungan nilai *SF* dengan bantuan *software* Geoteknik dan *software Geographic Information System* (GIS). Data untuk analisis ini berupa data parameter tanah hasil tespit, borlog dan data kontur tanah sebelum pembangunan bendung. Hasil akhir yang didapat dari analisis tersebut adalah peta elevasi berdasarkan lapisan tanah, sudut kemiringan lereng, dan peta *SF* berdasarkan lebar klaster. Peta lokasi penelitian didominasi dengan daerah lereng stabil. Perbedaan analisis pada klaster dengan lebar 15 dan 30 meter mempengaruhi ketelitian penyajian peta dan analisis perhitungan. Kondisi lereng dengan tanah yang berlapis lapis menghasilkan lereng dengan perbedaan nilai parameter lapisan tanah. Kedalaman lapisan tanah yang bervariasi menyebabkan letak pertemuan antar lapisan tanah yang beragam dan akan menghasilkan perbedaan nilai *SF*.

**Kata Kunci:** Klaster, Angka Aman, Lereng

#### **Abstract**

*Landslides or mass movements of the ground was one of natural disasters which often surge hills area. This research analysis of the slope that is located in Jl Cijeungjing - old Situraja Sumedang. This research had done an analysis towards the effects of the cluster width on map, the influence of the width of the map cluster safety factor (SF) and soil layer on the analysis of the SF. This research applied Morgenstern-Price method for the calculation of SF with the aid of Geoteknik and Geographic Information System (GIS) software. The data being used in this analysis is the land parameter data as in tespit results, borlog and the ground contour data before the dam construction. The final divided from the analysis is the elevation map based on a layer of the ground, the tilt angle of the slope, and the SF mapping based on the cluster width. The research location map is dominated by the stable slope area. The analysis difference of the cluster with 15 and 30 meters affect the perfecting presentation of the map and analysis calculation. The slope condition with the layered ground produced the slopes with different ground layers parameter. The variety of ground layers depth cause the junction spot between ground layers and will lead to different safety factor results*

**Key Words:** Cluster, Safety Factor, Slope

#### **PENDAHULUAN**

Kontur umum yang dijumpai di wilayah Indonesia adalah pegunungan dengan kondisi intensitas hujan pegunungan yang tinggi. Menurut BNPB (4 April 2016) sepanjang 10 tahun terakhir kejadian tanah longsor paling banyak terjadi di daerah Jawa Tengah, Jawa Barat, Jawa Timur, Sumatera Barat, dan

Kalimantan Timur. Longsoran lereng terdiri dari 2 penyebab, yaitu pengaruh dalam akibat bertambahnya tekanan air pori di dalam lereng dan pengaruh luar akibat perbuatan manusia mempertajam kemiringan tebing. Perubahan struktur tanah pada lereng akan menyebabkan lereng rentan mengalami pergerakan massa tanah. Gerakan massa (*mass movement*) tanah atau sering disebut tanah longsor (*landslide*) merupakan salah satu bencana alam yang sering melanda daerah perbukitan di daerah tropis basah (Hardiyatmo, 2006).

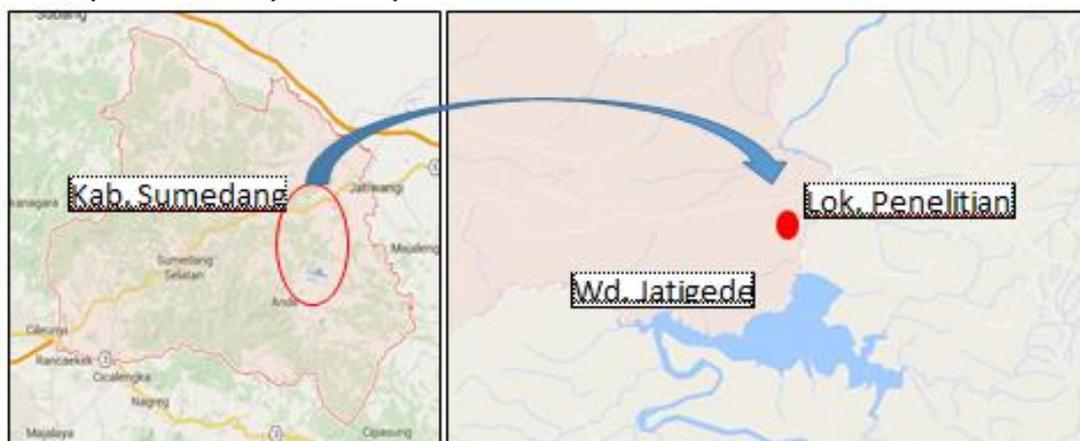
Pada permukaan tanah yang tidak horisontal atau miring, komponen gravitasi cenderung untuk menggerakkan tanah ke bawah. Analisis stabilitas pada permukaan tanah miring ini, disebut Analisis Stabilitas Lereng (Hardiyatmo, 2010). Penelitian ini melakukan analisis terhadap pengaruh lebar klaster dan variasi kedalaman lapisan tanah pada peta kemiringan lereng. Klaster ini dimaksudkan untuk lebar grid 15 meter dan 30 meter. Perbedaan klaster dan variasi kedalaman lapisan tanah ini kemudian dianalisis untuk mencari kestabilan lereng. Analisis stabilitas lereng ini dimodelkan secara 2D dengan *Software* Geoteknik. Analisis permodelan ini menghasilkan nilai *safety factor* (*SF*) pada lereng. Nilai *SF* ini kemudian dimasukkan pada peta kerentanan longsor dengan Sistem Informasi Geografis (*GIS*).

## METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian ini terletak di lereng sebelah kiri Jl. Cijeungjing – Sukaraja lama KM 04+250 – 04+800 Kecamatan Jatigede, Kabupaten Sumedang. Lokasi penelitian ini berupa bukit seluas  $\pm 35,75$  ha, dengan batas administratif berupa:

Sebelah Utara : Jl. Cijeungjing – Situraja lama  
Sebelah Timur : Persawahan dan Jl. Cijeungjing – Situraja lama  
Sebelah Selatan : Sungai Cimanuk  
Sebelah Barat : Persawahan

Letak lokasi penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

Metode yang digunakan dalam analisis ini adalah perhitungan nilai angka keamanan (*SF*) dengan bantuan *software* Geoteknik dan bantuan *software* *GIS*. Data kontur tanah dan data properti tanah kemudian diolah dengan menggunakan *software* *GIS* untuk mendapatkan variasi kedalaman lapisan tanah dan sudut kemiringan lereng. Hasil analisis ini digunakan untuk mencari nilai *SF* dengan menggunakan *software* Geoteknik. Nilai *SF* yang didapat kemudian dimasukkan kembali ke dalam *software* *GIS*. Hasil akhir yang didapat adalah peta nilai *SF* berdasarkan kedalaman lapisan tanah, sudut kemiringan lereng dan klaster 15 meter dan 30 meter.

## Alat Bantu Penelitian

Penelitian ini menggunakan beberapa alat bantu, yaitu:

1. *Software* pemetaan digunakan untuk menganalisis sudut kemiringan lereng dan elevasi lapisan tanah.
2. *Software* geoteknik digunakan untuk menganalisis stabilitas lereng dengan metode *Morgenstern-Price*.
3. *AutoCAD* 2007 digunakan untuk pembuatan peta elevasi lapisan tanah, peta kemiringan lereng, dan peta *Safety Factor* (*SF*).

## Data

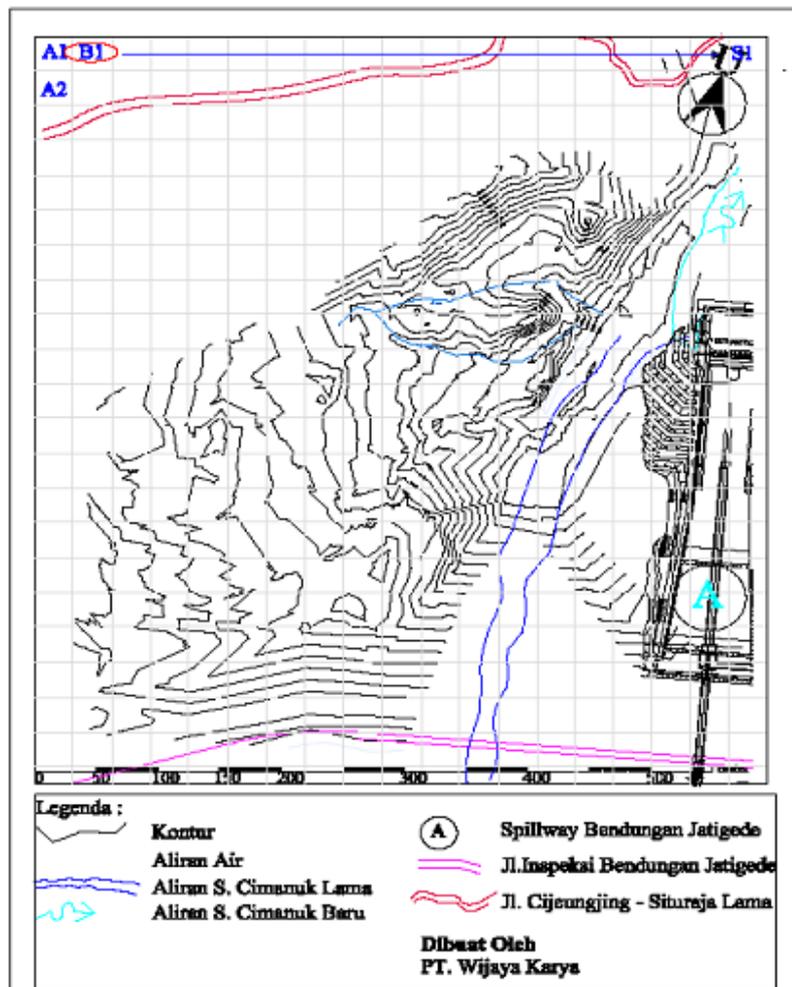
Data penelitian ini berupa data parameter tanah hasil tespit, dan data kontur tanah sebelum pembangunan bendung. Data parameter tanah ini diambil pada 6 lokasi titik pengambilan sampel yang telah dirata-rata dan tersebar sepanjang lereng. Data parameter tanah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Parameter Tanah

Lapisan	Material Tanah	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$c$ (kN/m <sup>2</sup> )	$\varphi$ (°)
1	Top Soil	14.868	0.215	16.07
2	Breksi Tuffaan	22	5	30
3	Claystone	21	1.5	30
4	Volcanic Breccia	26	11	35

(Sumber : Proyek Perkuatan Lereng Kiri Kaki Bendungan Jatigede, Sumedang)

Data ini juga dapat digunakan untuk penentuan elevasi lapisan tanah dan sudut kemiringan lereng. *Groundline* berupa data ketinggian wilayah atau biasa disebut dengan kontur tanah. Wilayah terendah berada pada ketinggian 160 meter dari permukaan laut (mdpl) dan tertinggi pada ketinggian 265 mdpl. Data tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.

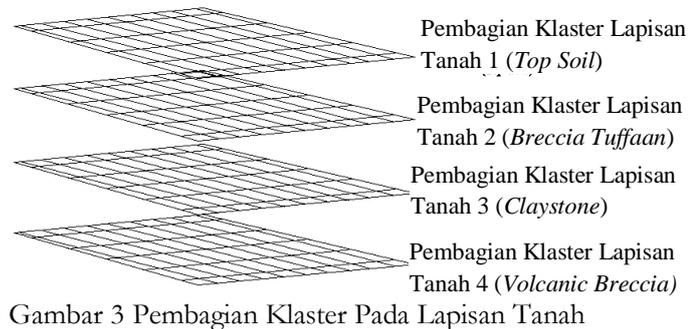


Gambar 2 Data Kontur Tanah Yang Dibagi Dengan Klaster 30 meter  
(Sumber : Proyek Perkuatan Lereng Kiri Kaki Bendungan Jatigede, Sumedang)

## Analisis Elevasi Lapisan Tanah

Analisis ini dilakukan dengan menginterpolasi kedalaman lapisan tanah dari setiap titik *bore hole* menggunakan *software* pemetaan. Interpolasi dilakukan pada setiap jenis lapisan tanah. Interpolasi ini memperhitungkan jarak interpolasi sesuai dengan klaster yang digunakan. Klaster 30 meter menggunakan

jarak interpolasi lapisan tanah tiap 30 meter, begitu juga dengan klaster 15 meter. Variasi ini memungkinkan terjadinya perbedaan analisis untuk lokasi dengan sudut kemiringan yang sama pada klaster tersebut. Pembagian klaster lapisan tanah dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Pembagian Klaster Pada Lapisan Tanah

### Peta Elevasi Lapisan Tanah

Hasil dari analisis tersebut, kemudian dimasukkan secara manual ke dalam peta kontur yang telah terklaster sesuai lebar klaster menggunakan bantuan *software AutoCAD*. Hasil penempatan ini menghasilkan grid dengan beberapa variasi angka elevasi tanah. Elevasi tanah tersebut kemudian diberi gradasi warna untuk membedakan ketinggian tiap daerah. Hal ini berguna untuk memberitahukan elevasi tanah.

## PEMBAHASAN

### Analisis Elevasi Lapisan Tanah

Proses analisis elevasi (kedalaman) lapisan tanah dilakukan dengan menginterpolasi kedalaman tiap lapisan tanah dari hasil *boring log*. Kedalaman ini diinterpolasi menggunakan bantuan *software* pemetaan. Hasil interpolasi ini dilakukan dengan jarak interpolasi 15 m dan 30 m sesuai dengan klaster yang ditentukan. Elevasi tanah Layer 1 dan layer 2 dapat di lihat dalam Tabel 2. Hasil analisis elevasi lapisan tanah tiap kotak klaster dapat dilihat dalam Lampiran B.

Tabel 2 Hasil analisis elevasi lapisan tanah

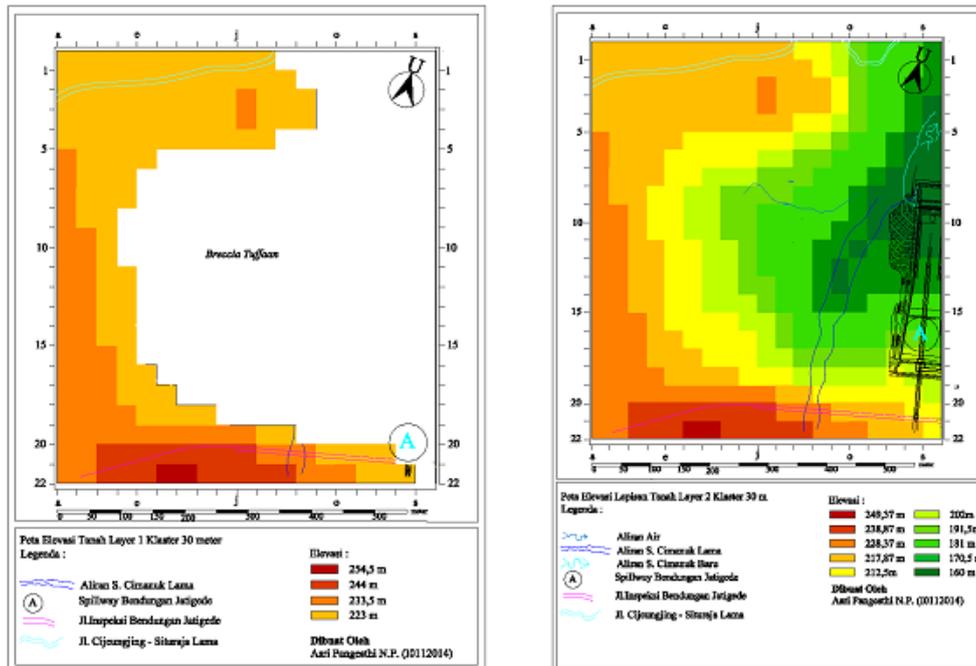
ELEVASI TANAH	
Layer 1	Layer 2
254.5 m	249.37 m
244 m	238.87 m
233.5 m	228.37 m
223 m	217.87 m
	212.5 m
	202 m
	191.5 m
	181 m
	170.5 m
	160 m

### Pemetaan Lereng

#### Peta Elevasi Lapisan Tanah

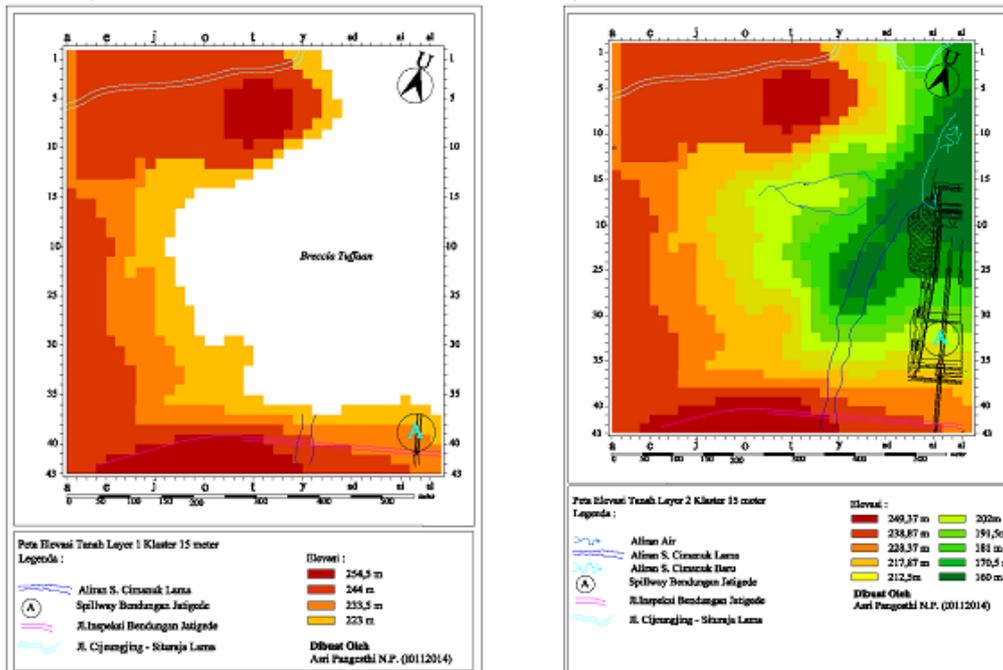
Peta ini dibuat menggunakan hasil analisis elevasi tiap lapisan tanah. Elevasi tersebut kemudian diplotkan secara manual pada peta kontur yang telah terklaster. Hasil tersebut kemudian diberi gradasi warna sesuai dengan kedalaman tiap lapisan tanah. Gradasi warna dari elevasi tertinggi hingga terendah ditampilkan dalam warna coklat tua hingga hijau tua. Lapisan *top soil* memiliki empat gradasi warna. Hal ini dikarenakan permukaan tanah yang miring dan tidak menutup lereng secara keseluruhan.

Peta elevasi lapisan tanah ini menampilkan elevasi tanah pada layer 1 (*top soil*) dan layer 2 (*breccia tuffaan*). Hal ini dikarenakan kedalaman permodelan analisis hanya sampai pada kedalaman 20 - 28 meter, sehingga tanah *layer 3* dan *layer 4* tidak ditampilkan. Peta elevasi lapisan tanah dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4 a) Peta Elevasi Tanah 1 Klaster 30 m

b) Peta Elevasi Tanah 2 Klaster 30 m



Gambar 5 a) Peta Elevasi Tanah 1 Klaster 15 m

b) Peta Elevasi Tanah 2 Klaster 15 m

Peta elevasi lapisan tanah klaster 30 meter menampilkan daerah tertinggi berada pada bagian bawah zona F. Zona ini berada pada daerah sekitar Jalan Inspeksi bendungan. Daerah terendah berada pada zona C dan zona D. Zona tersebut merupakan daerah sekitar aliran sungai dan ujung *spillway*. Daerah dengan elevasi tertinggi pada klaster 15 meter mengalami pengembangan. Hal ini di tunjukkan dengan ditampilkannya elevasi tertinggi pada Zona A, Zona B, Zona E dan Zona F. Daerah terendah terletak di dalam Zona C dan Zona D.

Peta elevasi tanah *top soil* ditampilkan pada elevasi 254,5 m sampai dengan 223 m. Hal ini dikarenakan kondisi lapisan tanah yang miring dan tidak menutupi lereng secara menyeluruh. Ketebalan lapisan ini dianggap sama sepanjang lereng, yaitu sebesar 5,313 m. Ketebalan ini digunakan untuk mendapatkan elevasi lapisan tanah *breccia tuffaan* yang tertutupi oleh lapisan *top soil*. Jadi elevasi *breccia tuffaan* yang tertutupi didapat dari hasil pengurangan elevasi *top soil* dengan 5,13 m. Elevasi tanah *breccia tuffaan* yang berada pada permukaan elevasinya sama dengan hasil analisis elevasi lapisan tanah.

## KESIMPULAN & SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan pada peta *safety factor*, penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil penyajian peta secara detail ditampilkan pada klaster (resolusi)  $15 \times 15$  meter. Penggunaan peta ini akan menghasilkan daerah inventarisasi sumber daya alam, bencana, dll yang lebih akurat.
2. Lebar klaster (resolusi) mempengaruhi dalam ketelitian penyajian peta dan perhitungan analisis. Semakin kecil lebar klaster (resolusi) maka semakin teliti hasil penelitian.
3. Peta elevasi lapisan tanah mengalami perubahan wilayah, lokasi yang memiliki ketinggian 254,5 m pada klaster 15 berada pada daerah sebelah Jalan Ciejunging – Situraja dan sekitar Jalan Inspeksi.

### Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya antara lain:

1. Gunakan kedalaman lapisan tanah yang berbeda untuk hasil kedalaman lapisan tanah yang beragam.
2. Perhitungkan adanya muka air tanah dan menggunakan data hujan.
3. Lakukan perhitungan analisis manual.
4. Lakukan hasil perhitungan setelah diberikan perlakuan perkuatan.

## DAFTAR PUSATAKA

- Ambramson, L., W., *et.al.*, 2001. *Slope Stability And Stabilization Methods*. John Wiley & Sons, Inc: New York.
- Ang, A., H., S., and Tang H., W., 1975. *Probability Concepts In Engineering Planning And Design*. John Wiley and Sons, Inc: New York.
- Arifin, S., Carolina I., dan Winarso (2006). "Implementasi Penginderaan Jauh & SIG Untuk Inventarisasi Daerah Rawan Bencana Longsor (Propinsi Lampung)". *Jurnal C (Penginderaan Jauh Vol 3Nb. 1 Juni 2006:77-86*
- Bowles, E.J. 1989. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Erlangga: Jakarta.
- Bermana, I. (2006). "Klasifikasi Geomorfologi Untuk Pemetaan Geologi yang Telah Dibakukan". *Buletin of Scientific Contribution, Volume 4*, nomor 2, Agustus 2006: hal. 164.
- Das, B., M., 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 2*. Erlangga: Jakarta.
- Doyle., F., J. (1978). "*Digital Terrain Model: An Overview*". Dalam Setyo Adhi N., Arwan Putra W., dan Abdi Sumono. (2016). "Analisis Pengaruh Perubahan vegetasi Terhadap Suhu Permukaan Di Wilayah Kabupaten Semarang Menggunakan Metode Penginderaan Jauh". *Jurnal Geodesi Undip*, vol 5 No. 1, Januari 2016. Hal. 253 – 263

- Fiorucci, F., Cardinal, M., Carlà, R., Rossi, M., Mondini, A., C., Santurri, L., Ardizzone, F., Guzzetti, F. (2011). "Seasonal Landslide Mapping And Estimation Of Landslide Mobilization Rates Using Aerial And Satellite Images". *Geomorphology*. vol. 129 (2011) 59-70
- Hardiyatmo, H., C., 2006. *Mekanika Tanah 1 (Edisi Revisi)*. Gajah Mada University Press:Yogyakarta.
- \_\_\_\_\_, 2007. *Mekanika Tanah 2*. Gajah Mada University Press:Yogyakarta.
- \_\_\_\_\_, 2010. *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan*. Gajah Mada University Press :Yogyakarta.
- Harmon, J., E., and Anderson, S., J., 2003. *Geographic Information Systems*. John Wiley & Sons, Inc:New York.
- Hikmat, 2003. *Pengembangan Peta Bencana Longsoran Pada Rencana Waduk Manikin Di Nusa Tenggara Timur*. Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha. Bandung.
- <http://dibi.bnpb.go.id/data-bencana/grafik> (diakses 12 Februari 2016)
- <http://www.uav-indonesia.com/single-post/2014/01/18/Pembuatan-DEM-dari-UAV-Fotogrametri> (diakses 8 Desember 2016)
- Lashari, 2011. *Memilih Lokasi Untuk Bangunan Pada Lereng Perbukitan Aman Longsor (Studi Kasus Di Sekaran Semarang)*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Lihawa, F., Patuti, Indriati, M., Nurfaika, 2013. *Pemetaan Zona Kerentanan Longsoran Di Daerah Aliran Sungai Alo Gorontalo*. Universitas Gorontalo. Gorontalo
- Murdiyanto, S., 2012. *Analisis Stabilitas Lereng Metode Fellenius dengan Variasi Bidang Longsor Berdasarkan Teori Probabilitas*. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah. Surakarta.
- Oswald, P., dan Retno A., 2013. *Tutorial Quantum GIS Tingkat Dasar*. Bappeda NTB: Mataram.
- Rahman, A. (2010). "Penggunaan Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Kerawanan Longsor di Kabupaten Purworejo". *Jurnal Bumi Lestari*, vol. 10 No. 2, Agustus 2010, hal. 191-199
- Tempfli, K., 1991. *DTM and differential modeling*. Dalam Suharyadi, R. Saptia, B., Purwanto, T.H., Rosyadi, R.I., Farda, N.M., Wijaya, M. S., 2012. *PETUNJUK Praktikum Sistem Informasi Geografis: Permodelan Spatial*. Yogyakarta.: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Wicaksono, N., M. 2016. *Pemanfaatan Data DEM Untuk Pemetaan Angka Keamanan Berdasarkan Resiko Longsor Dari Tinjauan Geoteknik*. Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.