

VISUALISASI DAN KARAKTERISASI TANAH LONGSORAN STUDI KASUS: KECAMATAN SINJAI TENGAH PROVINSI SULAWESI SELATAN

Handayani,Linda^{*)}, Latief, Fourir. D.E., Rustan., Acep, Purqon

Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganeca No.10 Bandung, Jawa Barat

^{*)} Email: linda.excellent@gmail.com

Abstrak

Sinjai Tengah adalah salah satu kecamatan di Kabupaten Sinjai Provinsi Sulawesi Selatan. Daerah Sinjai Tengah termasuk daerah yang rawan terhadap bencana longsor. Hal ini disebabkan oleh dominasi bentuk wilayah perbukitan dan pegunungan serta memiliki kemiringan lereng yang curam. Bencana longsor di Sinjai adalah salah satu bencana yang sulit untuk dihindari, karena hal tersebut adalah konsekuensi dari geografis lokasi. Meski sulit dihindari, namun bisa dicegah dan diminimalisir risikonya dengan melakukan penelitian mendasar mengenai tanah longsor tersebut. Tujuan penelitian ini adalah memvisualisasi dan mengkarakterisasi sampel tanah longsor yang telah di ambil dari daerah rawan longsor Sinjai. Penelitian ini penting dilakukan untuk melihat kondisi tanah longsor secara visual serta analisis kuantitasnya.

Penelitian ini akan menjadi penelitian yang mendasar dalam mengenali longsor di Sinjai, yang selanjutnya bisa menjadi rujukan dalam mengantisipasi dan mengurangi risiko longsor di Sinjai. Citra sampel diambil dengan menggunakan Micro-CT scanner perangkat Skyscan 1173. Proses scanning menggunakan sinar-X dengan tegangan 130kV, arus 60 μ A, resolusi kamera 1120 \times 1120 pixel. Selanjutnya, hasil rekonstruksi sampel divisualisasikan dengan perangkat lunak Data Viewer dan CT Vox. Hasil penelitian ini menggambarkan bahwa struktur tanah longsor sebagian besar butiran tanah dengan ukuran kecil dan berdensitas rendah. Besarnya porositas yang diperoleh dalam penelitian ini adalah 26,73%.

Abstract

Central Sinjai is one of the sub districts in Sinjai, South Sulawesi Province. Central Sinjai is an area that prone of landslide. This is caused by the dominance of the hills and mountains form and it has a steep slope. Landslide in Sinjai is one of the disasters that are difficult to avoid, because it is one of the consequences of geographic location. Nevertheless, it can be prevented and minimized risks by conducting fundamental research. The aims of this research are to visualize soil landslides samples in 3D. This samples were taken in prone area of landslides with different coordinates. In addition, in this research also analyze physis paramater of the samples. This reserach is very important to look up the real condition of the soil landslides.

This Research will be a fundamental research to understand the characteristic of landslides in Sinjai, then could be a refference to anticipate and reduce a risk of landslides. Image in 2D were taken by Micro-CT Scanner, Sky Scan 1173. Scanning Process use X-Ray with voltage 130 kV, current 60 μ A, and camera resolution 1120x1120 pixel. Then, reconstruction image will be visualized by Data Viewer and CT Vox. CT An is using to characterising physics parameter. The results of this research has showed that landslide soil structure is composed by small grain and the soil have low density. The porosity of soil lanslide is 26,73%.

Keywords: *Visualisation, Characterisation, Soil Landslides, South Sulawesi*

1. Pendahuluan

Longsor didefinisikan sebagai pergerakan massa tanah pada bidang miring atau lereng baik secara alami maupun buatan yang menyebabkan massa tanah tersebut berkurang[1]. Biasanya terjadi karena tanah di bagian bawahnya terdapat lapisan yang licin dan kedap air (sukar ditembus air) seperti batuan liat. Pada musim hujan, tanah di atasnya menjadi jenuh air sehingga berat, dan bergeser ke

bawah melalui lapisan yang licin tersebut dan didefinisikan sebagai tanah longsor[2]. Longsor menyebabkan hilangnya sekitar 1.000 jiwa dan harta senilai \$ 4 milyar per tahun. Setidaknya, 90% dari kerugian longsor dapat dihindari jika masalah dikenali sebelum longsor terjadi. Oleh karena itu, penting untuk memprediksi terjadinya longsor pada berbagai skala spasial [3].

Pada prinsipnya tanah longsor terjadi bila gaya pendorong pada lereng lebih besar daripada gaya penahan. Gaya penahan umumnya dipengaruhi oleh kekuatan batuan dan kepadatan tanah. Sedangkan gaya pendorong dipengaruhi oleh besarnya sudut lereng, air, beban serta berat jenis tanah batuan. Oleh karena itu, menjadi suatu hal yang sangat penting untuk menganalisis kondisi fisis tanah dari daerah longsor[4].

Pada penelitian ini, objek yang akan diteliti adalah daerah rawan longsor di Kecamatan Sinjai Tengah, Kabupaten Sinjai yang merupakan daerah yang rawan longsor. Beberapa penelitian yang terkait longsor di Sulawesi Selatan telah dilakukan, namun penelitian tersebut terfokus pada aktivitas zonasi dan tingkat bahayanya saja. Belum ada penelitian yang spesifik mengenai sifat propertis tanah di Sinjai Tengah. Aspek propertis tanah, yaitu aspek permeabilitas dan porositas terkait dengan kemampuan air melewati sela-sela tanah. Penelitian ini sangat penting dilakukan karena keberadaan air dan kemampuan air menerobos tanah adalah faktor dominan penyebab terjadinya longsor[5].

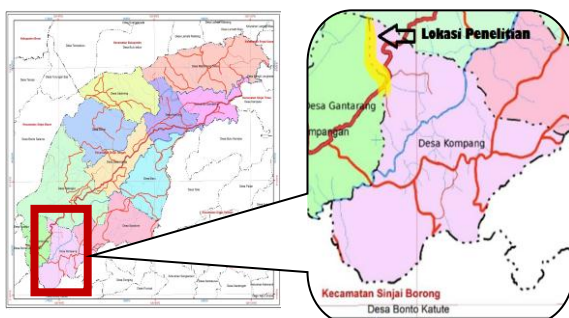
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memvisualisasi dan mengkarakterisasi sampel yang berasal dari Sinjai Tengah. Penelitian ini diharapkan bisa menjadi suatu penelitian dasar dan selanjutnya dapat mengetahui hubungan antara karakteristik tanah dan tingkat rawan longsor di suatu tempat, khususnya di Sinjai Tengah.

2. Metode Penelitian

A. Sampel dan Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini akan digunakan sampel tanah yang berasal dari daerah yang rawan longsor. Secara detail, lokasi pengambilan sampel adalah di koordinat S= 05°14'18,0; E= 120°03'15,2 dan pada ketinggian 731 mdpl, di sepanjang jalan

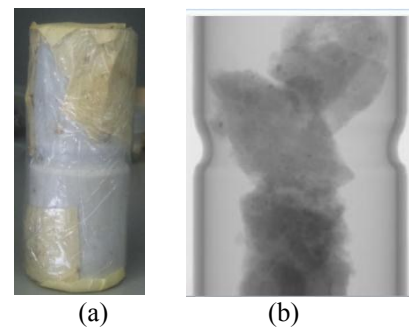
Poros Bulukumba-Sinjai desa Kompang Kecamatan Sinjai Tengah. Berikut ini peta lokasi pengambilan sampel;



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel [6]

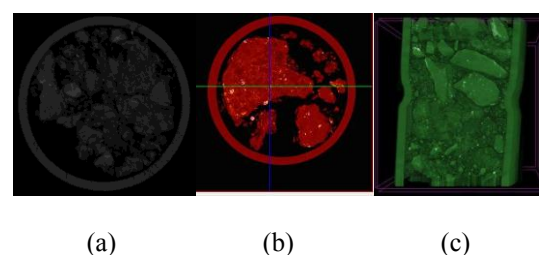
B. Analisis Citra

Prinsip kerja dari μ -CT Scan adalah adanya sumber sinar X yang dilewatkan pada sampel. Sinar X ini akan mengalami atenuasi ketika melewati sampel. Intensitas akhir setelah melewati sampel kemudian ditangkap oleh detektor sentilator. Detektor sintilator ini mendapat energi kinetik dari hasil interaksi sinar X dengan bahan sehingga dapat menghasilkan cahaya tampak. Cahaya tampak ini kemudian direkam melalui chip semikonduktor yang disebut CCD (*charge-coupled device*). Sensor CCD berfungsi mengubah cahaya menjadi elektron. Setelah itu sampel diputar sesuai keperluan kemudian dilakukan proses yang sama. Data dalam bentuk elektron tersebut diubah kedalam bentuk digital. Hasil keluaran awal dalam proses pemindaian ini adalah berupa *raw image* (Gambar 2.b).



Gambar 2. (a) Sampel Tanah (b) Sampel Tanah dan citra proyeksi sebagai keluaran awal

Selanjutnya, *raw image* direkonstruksi sehingga dapat menghasilkan citra proyeksi dengan menggunakan perangkat lunak rekonstruksi NRecon. Data keluaran akhir dari tahap ini berupa *Recon Image*, yaitu citra objek dengan kode warna yang menunjukkan *pseudo-density* (Gambar 3.a.). Proses visualisasi 2D sampel, dilakukan dengan menganalisis *Recon Image* dengan menggunakan Perangkat DataView. Proses ini menghasilkan proyeksi citra dalam potongan arah yang berbeda (horizontal pada arah *x* maupun *y*). Visualisasi 3D dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak CTvox. Pada proses ini, *Recon Image* dipetakan menjadi struktur 3D yang ditunjukkan dalam Gambar 3.c.



Gambar 3. (a) *Recon Image* (b) Citra 2D Sampel (C) Struktur 3D dari sampel yang telah di-scan^[7]

Nilai parameter fisis sampel tanah dianalisis dengan menggunakan perangkat lunak CTAn. Citra digital yang ditunjukkan pada Gambar 3.a diolah lebih lanjut dengan menggunakan berbagai metode analisis citradengan menggunakan perangkat lunak analisis CTAn. Karakterisasi dilakukan dengan perhitungan berbagai besaran fisis, di antaranya adalah porositas yang didefinisikan sebagai fraksi volume pori per unit volume total;

$$\phi = \frac{V \text{ Pori}}{V \text{ Total}} \quad (1)$$

Meski focus utama dalam penelitian ini adalah nilai porositas dan permeabilitas, namun parameter fisis yang akan dianalisis hanya nilai porositas dan dimensi fraktal. Dalam penelitian selanjutnya, nilai dimensi fraktal akan dikaitkan dengan permeabilitas tanah longsor.

Istilah fractal sendiri diperkenalkan pertama kali oleh Benoit Mandelbrot pada tahun 1977 dalam bukunya yang berjudul “*The Fractal Geometry of Nature*”. Fraktal berasal dari kata latin *fractus* yang artinya pecah atau tidak teratur. Jadi, fraktal adalah benda geometris yang kasar dan tidak teratur. Beberapa fraktal, apabila dipecah dan diambil beberapa bagian kecilnya jika diperbesar akan terlihat mirip dengan fraktal aslinya. Fraktal dikatakan memiliki detail yang tak hingga dan pada tingkat perbesaran yang berbeda, ia memiliki struktur serupa diri dengan fraktal aslinya (Ratri: 2014). Fraktal dikarakterisasi melalui parameter fraktal yang disebut dimensi fraktal. Dalam ilmu tanah, konsep fraktal telah diaplikasikan untuk menganalisis distribusi ukuran pori dan partikel tanah, gambar irisan tipis tanah, analisis struktur tanah liat, struktur pori dan matrik suatu media berpori di alam, kekuatan permukaan dan variabilitas spasial properti tanah. Parameter multifraktal dapat mengkuantifikasi susunan spasial pori-pori tanah sehingga dapat digunakan untuk mengklasifikasikan struktur tanah [8].

Dalam fraktal, dimensi biasa dilambangkan dengan D yang menyatakan dimensi topologi pada setiap objek fraktal. Banyaknya subunit atau subsegmen hasil iterasi dari suatu objek fraktal dilambangkan dengan N . Sedangkan panjangnya subsegmen tersebut dilambangkan dengan r , sehingga hubungan antara D dan r dinyatakan dengan persamaan $N=(1/r)^D$. Dengan mengambil logaritma dari kedua ruas persamaan tersebut, dimensi dapat dicari dengan persamaan (2) di bawah ini [9]:

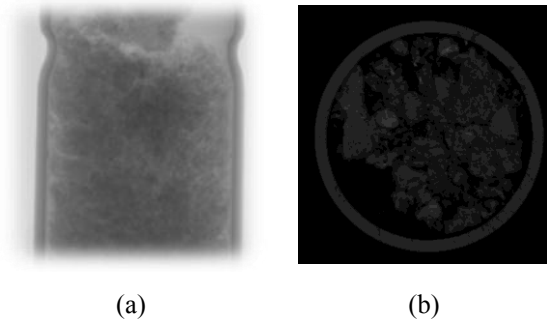
$$D = \frac{\log(N)}{\log(\frac{1}{r})} \quad (2)$$

3. Hasil dan Pembahasan

A. Visualisasi Sampel

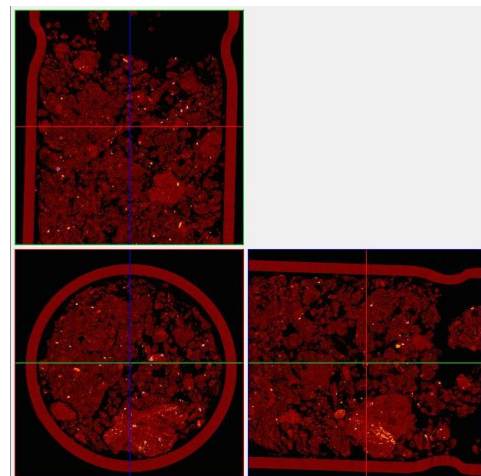
Visualisasi digital sangat diperlukan untuk memecahkan suatu masalah atau sistem yang rumit. Proses visualisasi ini bisa digunakan sebagai sarana untuk melakukan *up-scaling*, yaitu mengkaji suatu hal yang kecil untuk menganalisis suatu sistem yang kompleks atau besar. Pada penelitian ini, penulis melakukan visualisasi data dengan menggunakan μ -CT Scan. Pada proses *scanning*, sumber arus yang digunakan adalah 61 μ A, sumber tegangannya 130 kV, dan format gambar yang dihasilkan adalah berupa gambar vektor TIFF.

Hasil pemindaian menggunakan perangkat μ -CT Scan menghasilkan citra *raw image* dan selanjutnya dilakukan rekonstruksi pada *raw image* dan menghasilkan *image recon*. *Raw image* dan *image recon* dapat dilihat pada gambar 3;



Gambar 4. (a) *Raw Image* (b) *Recon Image*

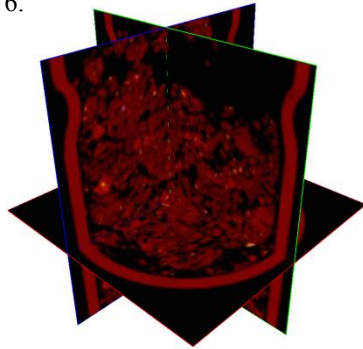
Hasil penggambaran yang lebih mampu menganalisis sampel didapat dengan menganalisis gambar secara 2D. Pada gambar 5, penampang 2D sampel mulai terlihat dapat menggambarkan struktur dari tanah longsor.



Gambar 5. Penampang sampel 2D

Penampang 2D ini menampilkan gambaran pada sumbu X, Y, dan Z. Jika dilihat dari penampang sumbu X, sampel terlihat terdiri dari seongkahan tanah yang besar namun ada beberapa rekahan. Tapi, jika kita lihat pada sumbu Y dan Z, tampak jelas bahwa struktur tanah terdiri dari fraksi tanah yang sebagian besar memiliki ukuran butir yang kecil. Selain itu, pada visualisasi tersebut tampak bahwa sampel memiliki kepadatan yang rendah. Oleh karena itu, diprediksi akan mudah terjadi *failure* pada tanah ini.

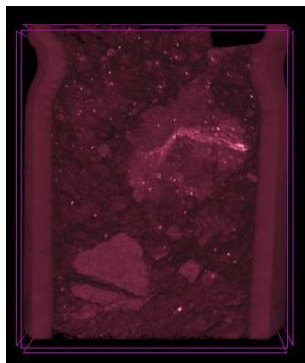
Itu pentingnya kita menganalisis dari 3 sumbu, karena jika kita tidak menganalisis dari beberapa sumbu, maka kita akan kehilangan informasi yang sesungguhnya sangat penting pada proses klasifikasi. Analisis 2D juga bisa menampilkan visualisasi *orthoslice* yang bisa memberikan informasi lintas sumbu seperti yang terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Penampang 2D *Orthoslice*

Pada penampang *orthoslice* tersebut, kita bisa melihat visualisasi pada berbagai variasi sumbu. Dari Gambar 6, kita bisa melihat bahwa sampel tanah didominasi oleh butiran tanah yang berukuran kecil.

Visualisasi 3D dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak CT-Vox. Perangkat lunak ini akan membangun penampang 3D dengan menyusun semua *slice* 2D. Berikut ini visualisasi 3D;

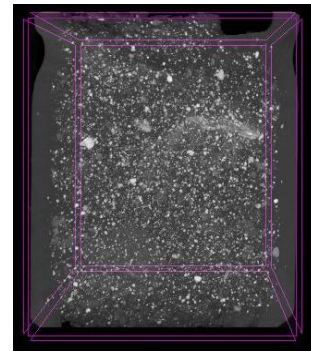


Gambar 7. Visualisasi 3D sampel

Pada penampang 3D tersebut, dapat terlihat jelas bahwa struktur tanah longsor terdiri dari

bongkahan tanah namun didominasi oleh butiran tanah yang berukuran kecil. Dari analisis 2D, telah kita lihat bahwa meski bongkahan tersebut besar, namun ada beberapa rekahan yang kita lihat sehingga kita bisa mengasumsikan bahwa struktur tanah longsor ini tersusun oleh matriks tanah yang tidak terlalu kuat sehingga mudah terjadi *failure*.

Analisis 3D juga bisa menganalisis densitas. Densitas dari sampel yang dianalisis dapat dilihat pada Gambar 8.



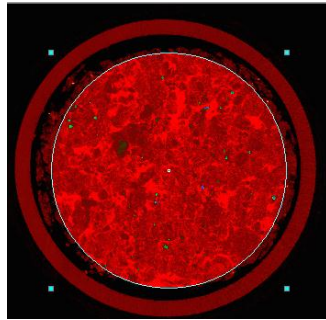
Gambar 8. Visualisasi densitas sampel

Semakin besar densitas suatu media berpori, maka analisis CT-Vox akan menggambarkan dengan warna putih tebal, sedangkan media yang memiliki densitas rendah, akan digambarkan dengan warna putih tipis. Pada gambar 8, dapat dilihat bahwa hampir keseluruhan struktur sampel terdeteksi sebagai media dengan densitas yang rendah. Artinya, sampel tanah longsor ini benar-benar tersusun dari tanah dengan ukuran kecil, mudah patah, dan berdensitas rendah.

B. Karakterisasi Sampel

Proses karakterisasi dilakukan dengan terlebih dahulu menentukan area yang akan ditentukan nilai parameter fisisnya. Selanjutnya, dianalisis menggunakan *Software* CT-An. Pada proses karakterisasi ini, parameter fisis yang akan dianalisis adalah nilai porositas total, porositas tertutup, dan porositas terbuka, dan juga nilai dimensi fraktal. Porositas total adalah total perbandingan antara jumlah pori per volum total sampel. Porositas terbuka adalah porositas yang dapat dilewati fluida sedangkan porositas tertutup adalah porositas yang tidak dapat dilewati fluida. Hal ini bisa terjadi karena pori sampel terisolasi oleh matriks sampel lainnya.

Region of Interest adalah area yang akan kita analisis nilai parameter fisisnya. *Region of Interest* dari sampel ini adalah 3D dari Gambar 9 sebagai berikut;



Gambar 9. *Region of Ineterest* sampel

Bagian yang gelap menunjukkan suatu pori/rekahan sedangkan bagian yang berwarna menunjukkan padatan. Semakin pekat warnanya, mengindikasikan bahwa sampel memiliki kepadatan yang tinggi. Berdasarkan hasil analisis menggunakan CT-Scan, besarnya porositas total dari sampel ini adalah sebesar 26,47% dengan rincian, porositas terbukanya adalah 25,93% dan Porositas terbukanya adalah 0,372%. Jika nilai ini dirujuk ke standar nilai porositas, maka nilai porositas sampel ini dikategorikan sebagai media berpori dengan porositas yang bagus sekali. Sedangkan, nilai dimensi fraktal yang didapatkan adalah sebesar 1,47988.

Bagaimana kaitannya dengan longsor? Belum ada parameter pasti yang menghubungkan nilai porositas dengan tingkat kerawanan longsor. Poin yang bisa dianalisis adalah mengenai struktur dari tanah longsor tersebut. Menurut Subagio, kriteria kelas kerawanan longsor adalah sebagai berikut[10];

No	Kelas Kerawanan	Kriteria
1	Tidak Rawan	a) Jarang atau tidak pernah longsor, kecuali di sekitar tebing sungai b) Topografi datar hingga landai bergelombang c) Vegetasi agak rapat d) Material bukan lempung ataupun rombakan(talus)
2	Rawan	a) Jarang terjadi longsor kecuali bila lerengnya terganggu b) Topografi landai hingga sangat terjal c) Vegetasi antara kurang hingga amat rapat d) Batuan penyusun lereng umumnya lapuk tebal
3	Sangat Rawan	a) Dapat dan sering terjadi longsor b) Topografi landai hingga sangat curam c) Vegetasi antara kurang hingga sangat kurang d) Batuan penyusun lereng lapuk tebal dan rapuh e) Curah hujan tinggi

Kondisi lereng yang curam di Sinjai, kemudian riwayat peristiwa, vegetasi yang jarang di daerah Sinjai tersebut, serta struktur komponen yang lapuk/lemah, membuat daerah Sinja layak dikategorikan sebagai daerah **rawan** akan bencana longsor.

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis pada visualisasi secara 2D dan 3D, tampak bahwa distribusi yang menyusun struktur tanah didominasi oleh ukuran butiran yang kecil sehingga menyebabkan tanah tidak terlalu kuat. Proses karakterisasi menghasilkan nilai porositas sebesar 26,47% sedangkan nilai dimensi fraktalnya adalah sebesar 1,47988.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih Kepada Chandra Winardi dan Leni atas waktu dan kesempatan yang telah diberikan, baik untuk diskusi maupun untuk turun langsung dalam membantu proses analisis.

Daftar Acuan

- [1]. Conforft, Derek. H. 2014. *Landslide In Practice*. John Wiley And Sons Publishing, New York. P.8-624.
- [2]. Sumarno. 2013. *Erosi Tanah. Bahan Kajian Mata Kuliah Dasar Ilmu Tanah*. Universitas Brawijaya. P.5-95.
- [3]. Brabb E. Proposal For Worldwide Landslide Hazard Maps. 7th International Conference And Field Workshop On Landslide. Czech And Slovak Republics(1993), P.15-27.
- [4]. Anonim.(2012). Faktor-Faktor Penyebab Longsor. Diperoleh 10 April Oktober Dari: www.esdm.go.id
- [5]. Hasnawir. Intensitas Curah Hujan Memicu Tanah Longsor Dangkal Di Sulawesi Selatan. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. 1.(2011). p. 62-73
- [6]. Anonim.(2013). Sinjai Tengah. Diperoleh 10 April Oktober Dari: www.Sanjaikab.Go.Id
- [7]. Sovian Nourdiana. 2014. Visualisasi Tiga-Dimensi dan Karakterisasi Struktur Rekahan Bantuan Reservoir Gheothermal Pada Sumurn KMJ 11 Lapangan Panas Bumi Kamojang Jawa Barat.p.46-66
- [8]. Sampurno, Joko., Azwar, Azrul., Latief, Fourier Dzar Eljabbar., Srigutomo, Wahyu.. Analisis Fraktal Tekstur Tanah Gambut Dengan Menggunakan Metode Minkowski-Bouligand. *Seminar Kontribusi Fisika (SKF). Bandung.*(2013). p. 2-3.
- [9]. Ratri, Arum Andary., Purnomo, Kosala Dwidja., Riwansia, Rafi'ulfath.R. Aplikasi Dimensi Fraktal Pada Bidang Biosains. *Seminar Nasional Matematika*, Universitas Jember. 2014. P. 3-5.
- [10]. Subagio, Habib. 2008. Model Spasial Penilaian Rawan Longsor Studi Kasus di Trenggalek. *Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional*. Jakarta

