

ANALISIS SUSEPTIBILITAS MAGNETIK TANAH LAPISAN ATAS SEBAGAI INDIKATOR BENCANA LONGSOR DI BUKIT SULA KECAMATAN TALAWI KOTA SAWAH LUNTO

Arif Budiman*, Dwi Puryanti, Febri Naldi

Laboratorium Fisika Bumi, Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163 Indonesia

*E-mail korespondensi: arifbudiman@sci.unand.ac.id

ABSTRACT

Landslide is a disaster that can harm properties and souls. Losses due to landslide can be minimized if there are known signs of landslide.. In this research, the landslide indicator is known through the analysis of the magnetic susceptibility of topsoil. This research is a case study conducted at Bukit Sula, Talawi District, Sawahlunto City. Soil samples were taken from two locations in Sula Hill, which are vegetated location (location A) and unvegetated location (location B). This research's samples took with downward vertical of each 100 m was taken with a space range of 5 m, so that is obtained 21 sampling points at each of these locations. Measurement of magnetic susceptibility value using Bartington Magnetic Susceptibility Meter measured at two frequencies, namely low frequency of 0.465 kHz (f_{LF}) and high frequency of 4.65 kHz (f_{HF}). At location A the obtained average value of f_{LF} is $804.05 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ while the average value of f_{HF} is $804.25 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$. At location B the obtained average value of f_{LF} is $9.85 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$, while the average value of f_{HF} is $9.64 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$. XRF test result showed that magnetic minerals in samples at both locations a hematit (Fe_2O_3). Based on the comparison of susceptibility value and concentration of hematite and quartz minerals between sample of location A and location B, it can be said that location B has been eroded. Based on the presence of superparamagnetic grain, the samples taken from location B have finer grains than the samples at location A. Scanning Electron Microscope (SEM) also shows that sample B has finer grains than the sample B. These are because location B is an area without vegetation, causing rain drop directly into the soil and can decrease the level of soil grain attachment. Therefore, location B more likely occurred landslide than location A.

Keywords: magnetic susceptibility, landslide, superparamagnetic grain.

ABSTRAK

Longsor merupakan bencana yang dapat merugikan banyak harta benda dan jiwa. Kerugian akibat longsor dapat diminimalisasi jika diketahui tanda-tanda akan terjadinya longsor. Pada penelitian ini, indikator longsor diketahui melalui analisis suseptibilitas magnetik tanah lapisan atas. Penelitian ini merupakan studi kasus yang dilakukan di Bukit Sula Kecamatan Talawi Kota Sawahlunto. Sampel tanah diambil dari dua lokasi di Bukit Sula, yaitu lokasi bervegetasi (lokasi A) dan lokasi tanpa vegetasi (lokasi B). Pengambilan sampel dilakukan secara vertikal ke bawah masing-masing sepanjang 100 m dengan jarak spasi 5 m, sehingga diperoleh 21 titik pengambilan sampel pada masing-masing lokasi tersebut. Pengukuran nilai suseptibilitas magnetik menggunakan Bartington Magnetic Suseptibility Meter yang diukur pada dua frekuensi, yaitu low frequency 0,465 kHz (f_{LF}) dan high frequency 4,65kHz (f_{HF}). Pada lokasi A nilai f_{LF} rata-rata yang diperoleh yaitu $804,05 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$, sedangkan nilai f_{HF} rata-rata yaitu $804,25 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$. Pada lokasi B nilai f_{LF} rata-rata yang diperoleh yaitu $9,85 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$, sedangkan nilai f_{HF} rata-rata yaitu $9,64 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$. Hasil pengujian XRF menunjukkan bahwa mineral magnetik yang terdapat pada sampel di kedua lokasi yaitu hematit (Fe_2O_3). Berdasarkan perbandingan nilai suseptibilitas dan konsentrasi mineral hematit dan kuarsa antara sampel lokasi A dan lokasi B, dapat dikatakan bahwa lokasi B telah mengalami erosi. Berdasarkan keberadaan bulir superparamagnetik, sampel lokasi B memiliki butiran lebih halus dibandingkan sampel lokasi A. Hasil Scanning Electron Microscope (SEM) juga menunjukkan bahwa sampel lokasi B memiliki butiran lebih halus dibandingkan sampel lokasi A. Hal ini disebabkan karena lokasi B merupakan daerah tanpa vegetasi, sehingga menyebabkan air hujan langsung masuk ke dalam tanah dan dapat menurunkan tingkat kelekatan butiran tanah. Oleh karena itu, lokasi B lebih besar kemungkinan terjadinya bencana longsor dibandingkan dengan lokasi A.

Kata kunci: suseptibilitas magnetik, longsor, bulir superparamagnetik.

PENDAHULUAN

Menurut data Badan Nasional Penanggulangan Bencana Tahun 2016, Indonesia merupakan negara yang sering mengalami bencana longsor. Terdapat 918 lokasi rawan longsor yang tersebar di berbagai wilayah, diantaranya Jawa Tengah 327 lokasi, Jawa Barat 276 lokasi, Sumatera Barat 100 lokasi, Sumatera Utara 53 lokasi, Yogyakarta 30 lokasi, Kalimantan Barat 23 lokasi, sisanya tersebar di NTT, Riau, Kalimantan Timur, Bali, dan Jawa Timur. Provinsi Sumatera Barat termasuk daerah yang sangat rawan terjadinya bencana longsor, karena topografi sebagian wilayahnya yang didominasi oleh perbukitan dan pergunungan.

Bencana longsor tidak hanya menyebabkan kerugian harta benda yang sangat besar, tetapi juga dapat menelan korban jiwa yang banyak. Akibat dari bencana ini dapat diminimalisasi apabila peristiwa longsor dapat diketahui sedini mungkin dengan menyelidiki prekursor atau tanda awal dari peristiwa longsor tersebut. Beberapa indikator yang dapat dijadikan sebagai prekursor dari longsor antara lain kenaikan kapasitas air dalam tanah, guguran material tanah dan debit curah hujan yang terserap oleh tanah [1]. Air hujan seringkali menjadi pemicu terjadinya longsor. Hujan dapat meningkatkan kadar air dalam tanah dan akan menyebabkan kondisi fisik lereng tidak stabil sehingga memperlemah faktor keamanan lereng [2].

Metode geolistrik tahanan jenis merupakan salah satu metode yang banyak digunakan berkaitan dengan longsor. Metode ini dapat memberikan informasi mengenai letak dan kedalaman bidang gelincir pada daerah yang diduga berpotensi longsor. Di samping itu metode ini juga dapat digunakan untuk mengetahui prekursor longsor dari perubahan nilai tahanan jenis batuan pada waktu yang berbeda [3]. Selain metode ini, metode kemagnetan batuan dapat digunakan sebagai metode untuk mengetahui indikator longsor. Besaran fisika yang dipakai dalam metode ini adalah suseptibilitas magnetik.

Pada metode ini potensi longsor diketahui melalui keberadaan bulir superparamagnetik yang terdapat pada tanah permukaan. Keberadaan bulir tersebut dapat diketahui dari nilai suseptibilitas bergantung frekuensi (*frequency dependent susceptibility*), F_D (%). F_D (%) merupakan perbedaan relatif antara suseptibilitas frekuensi rendah L_F dengan frekuensi tinggi H_F . Semakin tinggi nilai F_D (%) maka semakin banyak keberadaan bulir superparamagnetik pada tanah. Tanah yang mengandung bulir superparamagnetik bersifat halus dan mudah menyerap air. Penambahan massa tanah akibat air mengakibatkan tanah lebih mudah mengalami longsor apabila berada di lereng yang terjal. Di samping itu, metode kemagnetan batuan lebih efisien dibandingkan dengan metode geolistrik tahanan jenis karena metode ini tidak membutuhkan waktu yang lama dan tenaga yang banyak dalam pelaksanaan di lapangan.

Beberapa peneliti telah menggunakan metoda suseptibilitas magnetik ini dalam penelitian tanah longsor. Pratiwi dkk. (2016) melakukan penelitian di daerah Kecamatan Pangalengan, Provinsi Jawa Barat dengan membandingkan lokasi terdampak longsor dan lokasi yang tidak mengalami longsor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lokasi terdampak longsor memiliki nilai F_D (%) antara 2,65% hingga 3,33%, sementara lokasi yang tidak terdampak longsor memiliki nilai F_D (%) antara 0,97% hingga 2,58%. Hasil ini menunjukkan bahwa lokasi terdampak longsor memiliki bulir superparamagnetik yang lebih tinggi dibandingkan lokasi yang tidak terdampak longsor [4]. Ramdhani dkk. melakukan penelitian tentang hubungan antara nilai suseptibilitas tanah dengan potensi longsor di daerah Pasir Lembang, Bandung Barat [5]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel didominasi oleh bahan ferimagnetik dan memiliki nilai F_D (%) yaitu 2,0 - 10% yang menunjukkan bahwa sampel mengandung bulir superparamagnetik dan berpotensi untuk terjadinya longsor [5].

Bukit Sula terletak di Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto yang termasuk daerah

dengan curah hujan tinggi yaitu 200-300 mm/bulan. Wilayah Bukit Sula merupakan wilayah berlereng dengan kemiringan 45°. Di daerah tersebut terdapat perkebunan, hutan, rumah penambang dan pemukiman masyarakat. Namun, karena kebutuhan pertambangan, banyak dilakukan pembukaan lahan baru sehingga lahan yang lama dialihfungsikan dan memungkinkan terjadinya longsor di kawasan ini. Di samping itu, penelitian tentang potensi longsor pada daerah tersebut belum pernah dilakukan sebelumnya. Penelitian ini merupakan studi kasus untuk mengetahui indikator bencana longsor melalui analisis suseptibilitas tanah lapisan atas di daerah Bukit Sula. Studi kasus dilakukan pada dua lokasi, yaitu yaitu daerah bervegetasi (lokasi A) dan daerah tanpa vegetasi (lokasi B). Lokasi tanpa vegetasi tentu lebih rentan akan terjadinya longsor dibandingkan lokasi dengan vegetasi.

METODE PENELITIAN

Lokasi pengambil sampel yaitu lokasi A terletak pada titik koordinat 0° 34' 10" LS-100° 47' 54" BT berada pada ketinggian 523-573 mdpl (lokasi A) dan lokasi B terletak pada titik koordinat 0° 36' 54" LS-100° 45' 56" BT berada pada ketinggian 207-253 mdpl. Pengambilan sampel pada tiap lokasi dilakukan vertikal ke bawah masing-masing sepanjang 100 m dengan jarak spasi 5 m, sehingga diperoleh 21 titik pengambilan sampel pada masing-masing lokasi tersebut. Sampel diambil menggunakan pipa *poly vinil chlorida* (PVC). Pipa tersebut ditancapkan ke dalam tanah sejauh 20 cm. Tanah yang berada di ujung pipa diambil secukupnya, lalu dimasukkan ke dalam plastik *ziplock* yang telah diberi tanda.

Sampel yang telah diambil dikeringkan pada temperatur kamar selama 24 jam. Pengeringan sampel dilakukan agar uap air yang terkandung pada sampel tanah berkurang. Sampel tanah yang sudah dikeringkan tersebut lalu digerus dan kemudian diayak menggunakan saringan 100 mesh. Sebanyak

10 g sampel tanah tersebut dimasukkan ke dalam *sample holder*. Pengukuran suseptibilitas magnetik menggunakan MS2B *Bartington Susceptibility Meter* dengan dua frekuensi, yaitu 0,465 kHz *low frequency* (LF) dan 4,65 kHz *high frequency* (HF). Pengukuran nilai suseptibilitas menggunakan 15 arah pengukuran. Data dari hasil pengukuran dicatat, kemudian diolah menggunakan program Matlab 2015a dan *microsoft excel*.

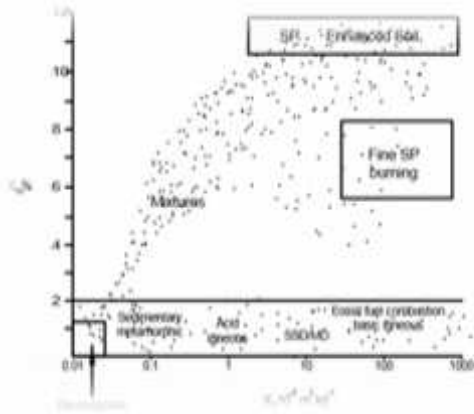
Pengukuran nilai suseptibilitas magnetik dalam dua frekuensi dimaksudkan untuk memperoleh nilai *frequency dependent susceptibility* t_{FD} (%). t_{FD} (%) merupakan perubahan suseptibilitas dengan frekuensi rendah t_{LF} dan frekuensi tinggi t_{HF} seperti yang ditunjukkan sesuai Persamaan (1).

$$t_{FD} \% = \frac{|t_{LF} - t_{HF}|}{t_{LF}} \times 100 \quad (1)$$

Nilai t_{FD} (%) dapat digunakan untuk mengetahui keberadaan bulir superparamagnetik yang terdapat pada sampel. Interpretasi nilai t_{FD} (%) terhadap keberadaan bulir superparamagnetik dapat dilihat pada Tabel 1 [6].

Tabel 1 Interpretasi nilai t_{FD} (%) [6].

Nilai t_{FD} (%)	Keterangan
0,0 – 2,0	Tidak ada atau mengandung kurang dari 10% bulir superparamagnetik
2,0 – 10,0	Mengandung bulir superparamagnetik antara 10% sampai dengan 75% yang merupakan campuran antara bulir superparamagnetik yang berukuran halus dan kasar
10,0 – 14,0	Keseluruhan atau mengandung lebih dari 75% bulir superparamagnetik



Gambar 1. Scattergram domain magnetic.

Tabel 1 tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai FD (%), maka semakin tinggi pula kandungan bulir superparamagnetiknya, namun nilai yang lebih besar dari 14% adalah sangat jarang dan sering dianggap kesalahan pengukuran [6]. Penentuan jenis bulir magnetik melalui sebaran nilai FD (%) menggunakan scattergram yang ditunjukkan oleh Gambar 1 [6].

Selanjutnya diambil dua sampel dari kedua lokasi yang memiliki nilai LF tertinggi untuk dilakukan pengujian menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF) dan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Uji XRF bertujuan untuk menentukan jenis dan konsentrasi mineral yang terkandung pada sampel, sedangkan Uji SEM dilakukan untuk mengetahui morfologi permukaan sampel yang bertujuan membandingkan ukuran partikel kedua sampel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hubungan Nilai Suseptibilitas dengan Mineral Magnetik Pada Sampel

Hasil pengolahan data suseptibilitas magnetik sampel yang berasal dari lokasi A (bervegetasi) dapat dilihat pada Tabel 2 dan yang berasal dari lokasi B (tanpa vegetasi) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Hasil pengolahan data suseptibilitas magnetik sampel di daerah bervegetasi (lokasi A).

No	Kode sampel	LF $\times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ 1)	HF $\times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ 1)	FD %
1	A-01	858,3	857,4	0,10
2	A-02	909,9	911,2	0,14
3	A-03	879,1	880,9	0,20
4	A-04	944,0	943,9	0,01
5	A-05	1100,1	1099,5	0,05
6	A-06	998,6	999,4	0,08
7	A-07	1146,2	1147,2	0,09
8	A-08	723,3	724,2	0,12
9	A-09	844,0	844,5	0,06
10	A-10	1260,8	1258,9	0,15
11	A-11	1001,6	1003,4	0,18
12	A-12	923,0	919,7	0,36
13	A-13	329,0	328,4	0,18
14	A-14	617,1	617,7	0,10
15	A-15	754,1	753,3	0,11
16	A-16	689,1	692,9	0,55
17	A-17	646,6	647,9	0,20
18	A-18	693,1	693,8	0,10
19	A-19	804,7	802,8	0,24
20	A-20	590,6	590,9	0,05
21	A-21	171,9	171,4	0,29

Tabel 3. Hasil pengolahan data suseptibilitas magnetik sampel di daerah tanpa vegetasi (lokasi B).

No	Kode sampel	LF $(\times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1})$	HF $(\times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1})$	FD %
1	B-01	10,1	9,9	1,98
2	B-02	10,6	10,2	3,78
3	B-03	8,6	8,5	1,16
4	B-04	9,6	9,4	2,08
5	B-05	9,3	9,0	3,23
6	B-06	9,7	9,8	1,03
7	B-07	9,6	9,7	1,04
8	B-08	12,8	12,3	3,90
9	B-09	9,6	8,9	7,29
10	B-10	15,4	15,7	1,95
11	B-11	9,9	9,6	3,03
12	B-12	7,1	6,6	7,04
13	B-13	11,7	11,4	2,56

14	B-14	9,4	9,0	4,26
15	B-15	8,6	8,4	2,33
16	B-16	8,6	8,3	3,49
17	B-17	8,2	8,1	1,22
18	B-18	9,4	9,5	1,06
19	B-19	9,0	9,1	1,11
20	B-20	9,3	9,1	2,15
21	B-21	10,3	10,0	2,91

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa nilai L_F yang diperoleh pada lokasi A berkisar antara $171,9 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ dan $1260,8 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$, dengan rata-rata $804,05 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$, sedangkan H_F berkisar antara $171,4 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ dan $1258,9 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$, dengan rata-rata $804,25 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$. Dari Tabel 3 juga dapat dilihat bahwa nilai L_F yang diperoleh pada lokasi B berkisar antara $7,1 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ dan $15,4 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$, dengan rata-rata $9,85 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$, sedangkan H_F berkisar antara $6,6 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ dan $15,7 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$, dengan rata-rata $9,64 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$. Berdasarkan nilai-nilai suseptibilitas di atas, diperkirakan bahwa sampel-sampel dari kedua lokasi mengandung mineral magnetik yaitu hematit (Fe_2O_3) [7,8]. Untuk sampel yang mengandung mineral magnetik dan non magnetik nilai suseptibilitasnya sebagian besar dikontrol oleh sifat dan konsentrasi mineral magnetik yang terkandung di dalamnya. Nilai suseptibilitas sampel-sampel A sebagian dikontrol oleh mineral yang bersifat ferimagnetik dan paramagnetik dan sebagian lagi dikontrol oleh mineral yang bersifat ferimagnetik, sedangkan semua sampel-sampel B dikontrol oleh mineral paramagnetik [9].

Penentuan jenis dan konsentrasi mineral yang terkandung pada sampel dilakukan menggunakan uji XRF. Pengujian ini dilakukan terhadap dua sampel yang memiliki nilai L_F tertinggi pada masing-masing lokasi, yaitu A10 untuk lokasi A dan B10 untuk lokasi B. Jenis dan konsentrasi mineral yang terkandung pada kedua sampel dapat dilihat pada Tabel 4. Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa kedua sampel memiliki mineral non magnetik lebih dari 90% yang terdiri dari kuarsa (SiO_2), magnesium oksida (MgO), aluminium oksida

(Al_2O_3), kalsium oksida (CaO), sedangkan mineral magnetik hanya kurang dari 10% yaitu hematit (Fe_2O_3).

Tabel 4. Jenis dan konsentrasi mineral sampel pada lokasi A dan B.

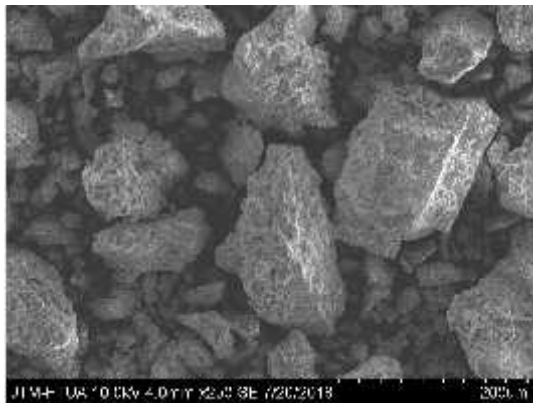
No	Mineral	Sifat	Konsentrasi	
			Sampe I A (%)	Sampe I B (%)
1	MgO	Para-magnetik	3,695	1,856
2	Al_2O_3	Para-magnetik	21,049	23,131
3	SiO_2	Dia-magnetik	56,103	65,844
4	CaO	Para-magnetik	5,302	0,354
5	Fe_2O_3	Feri-magnetik	8,145	3,393

Dari uji XRF ini terbukti bahwa mineral magnetik yang terdapat pada sampel yaitu hematit. Walaupun hematit kurang dari 10%, mineral inilah yang mengontrol nilai suseptibilitas magnetik. Dari uji XRF juga didapatkan bahwa sampel B mengandung mineral yang bersifat ferimagnetik. Oleh karena itu, nilai suseptibilitas sebagian sampel B dikontrol oleh mineral yang bersifat paramagnetik dan ferimagnetik. Dari konsentrasi hematit terlihat bahwa sampel dari lokasi A lebih tinggi (8,145%) dibandingkan sampel dari lokasi B (3,393%). Hal inilah yang menyebabkan nilai suseptibilitas magnetik pada lokasi A jauh lebih tinggi dibandingkan pada lokasi B.

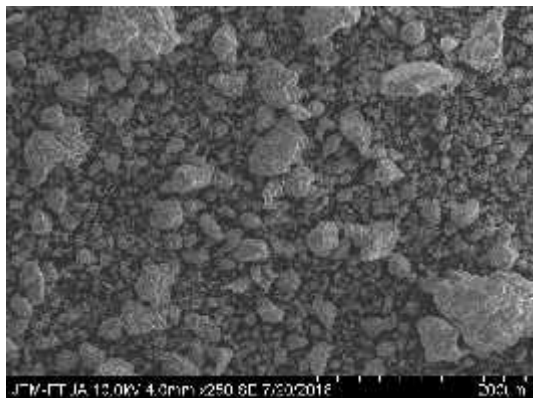
Hubungan F_D % dengan Domain Magnetik

Tabel 2 dan Tabel 3 berturut-turut menunjukkan bahwa nilai F_D % yang diperoleh pada lokasi A berkisar antara 0,01–0,55%, dengan rata-rata 0,16%, sedangkan pada lokasi B berkisar antara 1,03–7,29%, dengan rata-rata 2,79%. Berdasarkan nilai F_D % tersebut dapat diketahui bahwa sampel-sampel lokasi B memiliki bulir-bulir

superparamagnetik lebih banyak dibandingkan sampel-sampel lokasi A (Tabel 1). Berdasarkan nilai χ_{FD} % dapat dikatakan secara umum bahwa sampel-sampel lokasi B mempunyai ukuran partikel lebih halus dibandingkan sampel-sampel lokasi A. Hal ini sesuai dengan hasil SEM untuk kedua sampel yang berasal dari kedua lokasi, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.



(a)

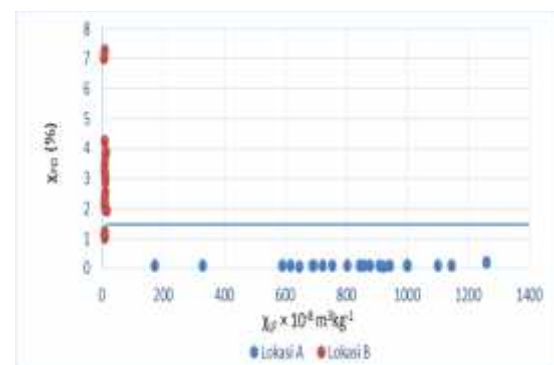


(b)

Gambar 2 Morfologi permukaan sampel menggunakan SEM (a) sampel lokasi A dan (b) sampel lokasi B.

Sebaran domain magnetik yang terkandung dalam sampel dapat dilihat dari *scattergram* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Dari *scattergram* terlihat bahwa semua sampel lokasi A memiliki nilai χ_{FD} % kecil dari 2%, sehingga dapat diperkirakan bahwa domain magnetik yang terdapat pada sampel sebagian besar terdiri dari bulir *Single Domain* (SD) dan *Multi Domain* (MD) dan tidak ada atau mengandung kurang dari 10% bulir superparamagnetik. Pada lokasi B

sebagian besar sampel memiliki nilai χ_{FD} % besar dari 2%, (16 sampel). Hal ini menunjukkan bahwa domain magnetik pada sampel sebagian besar terdiri dari bulir superparamagnetik antara 10% sampai dengan 75% yang merupakan campuran antara bulir superparamagnetik yang berukuran halus dan kasar dan beberapa sampel lainnya (6 sampel) terdiri dari bulir *Single Domain* (SD) dan *Multi Domain* (MD).



Gambar 3. Grafik hubungan antara nilai suseptibilitas sampel terhadap χ_{FD} % pada lokasi A dan lokasi B

Analisis Nilai Suseptibilitas Magnetik dengan Erosi dan Longsor

Menurut Badan Pusat Statistik Kota Sawahlunto Tahun 2017, geologi batuan yang terkandung di daerah Bukit Sula yaitu batuan pasir, batuan lempung dan batuan lanau, dimana pada daerah tersebut lebih didominasi oleh batuan lanau. Batuan lanau merupakan batuan dengan kandungan pasir atau kuarsa (SiO_2) 45-80 % dan sisanya lempung (*clay*). Karakteristik batuan ini memiliki partikel-partikel yang halus (diameter butiran sekitar 0,07 mm) dan memiliki struktur masif. Hal ini terbukti dari uji XRF, dimana sampel yang diambil pada lokasi A mengandung SiO_2 yaitu 56,103 % dan sampel yang diambil pada lokasi B mengandung SiO_2 yaitu 65,844 %.

Suseptibilitas magnetik memiliki hubungan statistik yang erat dengan indeks erosi, yaitu semakin rendah nilai L_F maka keerosian tanah akan meningkat. Jika dibandingkan kedua lokasi, sampel lokasi B memiliki nilai suseptibilitas yang jauh lebih

kecil dibandingkan sampel pada lokasi A. Hal ini dapat dikatakan bahwa pada lokasi B tersebut telah terjadi erosi tanah [10]. Dari segi kandungan mineral yang terdapat pada kedua sampel terlihat adanya perubahan konsentrasi. Sampel lokasi B memiliki kandungan hematit yang lebih rendah dibandingkan sampel lokasi A. Berkurangnya kadar hematit pada sampel lokasi B diduga karena air yang menghanyutkan mineral tersebut (erosi). Di samping itu, erosi yang telah terjadi pada lokasi B ditandai dengan meningkatnya persentase kandungan pasir atau kuarsa pada sampel. peningkatan ini disebabkan oleh mineral-mineral yang lebih ringan terbawa oleh air yang melewati tanah tempat pengambilan sampel.

Keberadaan bulir superparamagnetik pada tanah mengindikasikan bahwa keseluruhan tanah memiliki butiran yang halus. Semakin banyak bulir superparamagnetik yang terkandung dalam tanah, semakin banyak butiran halus yang dimiliki oleh tanah tersebut [4]. Berdasarkan nilai F_D %, sampel lokasi B memiliki bulir superparamagnetik lebih banyak dibandingkan sampel lokasi A. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa sampel lokasi B memiliki butiran yang lebih halus. Lokasi B merupakan daerah tanpa vegetasi, sehingga air hujan langsung masuk ke dalam tanah. Air hujan tersebut dapat menurunkan tingkat kelekatan butiran tanah, sehingga menyebabkan butiran tanah menjadi lebih halus [11].

Tanah yang memiliki butiran halus lebih mudah menyerap air dibandingkan dengan tanah yang memiliki butiran yang kasar. Hal ini dikarenakan tanah yang lebih halus memiliki luas permukaan yang lebih besar. Air yang terserap ke dalam tanah akan terakumulasi di atas bidang gelincir, sehingga dapat menyebabkan timbulnya gerak lateral pada tanah atau longsor [4]. Berdasarkan hal tersebut lokasi B lebih besar kemungkinan terjadinya bencana longsor dibandingkan dengan lokasi A, walaupun kedua lokasi terletak pada daerah dengan tingkat kemiringan yang hampir sama.

KESIMPULAN

Berdasarkan keberadaan bulir superparamagnetik, sampel lokasi B memiliki butiran lebih halus dibandingkan sampel lokasi A. Tanah yang memiliki butiran halus lebih mudah menyerap air karena memiliki luas permukaan yang lebih besar. Air yang terserap ke dalam tanah akan terakumulasi di atas bidang gelincir, sehingga dapat menyebabkan timbulnya gerak lateral pada tanah atau longsor. Berdasarkan hal tersebut lokasi B lebih besar kemungkinan terjadinya bencana longsor dibandingkan dengan lokasi A.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dekan FMIPA Universitas Andalas yang telah menyetujui dan menetapkan penelitian ini untuk didanai dalam skim Dosen Pemula 2018. Di samping itu, penulis juga mengucapkan terima kasih Kepala Laboratorium Fisika Bumi FMIPA Universitas Andalas yang telah mengizinkan pemakaian *Susceptibility Meter*, Teknisi Laboratorium Material Jurusan Teknik Mesin FT Universitas Andalas yang telah membantu dalam uji SEM, dan Analis Laboratorium Kimia Instrumen FMIPA Universitas Negeri Padang dalam uji XRF.

REFERENSI

1. Jamil, M. & Togubu, J. (2016), Implementasi Teknologi Wireless Sensor Network (WSN) untuk Monitoring Pergeseran Tanah. *Jurnal PROtek*, 3(2), 46-89.
2. Zakaria, Z. (2009). *Analisis Kestabilan Lereng*, Geologi Teknik FTG-UNPAD, Bandung.
3. Pratama, R. K. & Akmam, M. (2018), Identifikasi Prekursor Tanah Longsor Berdasarkan Perubahan Nilai Tahanan Jenis Batuan Menggunakan Metode Geolistrik Time-Lapse Konfigurasi

- Dipole-Dipole di Bukik Lantiak Kecamatan Padang Selatan. *Pillar of Physics*, **11**(1), 41-48.
4. Pratiwi, R. A., Prakoso, A. G., Darmasetiawan, R., Agustine, E., Kirana, K. H., & Fitriani, D. (2016), Identifikasi Sifat Magnetik Tanah di Daerah Tanah Longsor. *Seminar Nasional Fisika*, Universitas Negeri Jakarta, UNJ, Jakarta, 9 April 2015, 182-187.
 5. Ramdhani, R., Fitriani, D., Kirana, K. H., Wijatmoko, B., & Sutanto, O. (2016), Magnetic Properties of Soils From Landslide Potential Area, *Journal of Physics: Confrence Series* 739 01217, 1-5.
 6. Dearing, J. (1999), *Environmental Magnetic Suseptibility Using the Bartington MS2 System*, England.
 7. Mullins, C. (1977), Magnetic Susceptibility of The Soil and Its Significant in Soil Science a Review, *Soil Science*, **28**, 223-246.
 8. Hunt, C. P., Moskowitz, B. M., & Barnerje, S. K. (1995), *Magnetic Properties of Rocks and Mineral*, London.
 9. Tarling, D. H. & Hrouda, F. (1993), *The Magnetic Anisotropy of Rocks*, Chapman & Hall, London.
 10. Nazarov, P., Kruglov, O., Menshov, O., Kutsenko, M., & Sukhorada, A. (2014), Mapping Soil Erosion Using Magnetic Susceptibility. A Case study in Ukraine. *Solid Earth Discuss*, **6**, 831-848.
 11. Mualifah, F. (2009), Perancangan dan Pembuatan Alat Ukur Tahanan Jenis Tanah. *Jurnal Neutrino*, **1**(2), 10-15.