

## Analisis Nilai Suseptibilitas Magnetik Tanah Permukaan Daerah Potensi Longsor di Bukit Gado-Gado Padang

Anna Tiyurma\*, Arif Budiman

Laboratorium Fisika Bumi, Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas

Kampus Unand LimauManis, Padang, 25163 Indonesia

### Info Artikel

#### Histori Artikel:

Diajukan: 3 Januari 2020

Direvisi: 9 Januari 2020

Diterima: 14 Januari 2020

#### Kata kunci:

Longsor

Bulir Superparamagnetik

Suseptibilitas magnetik

Bukit Gado-Gado Padang

#### Keywords:

Avalanches

Superparamagnetic Grains

Magnetic Susceptibility

Gado-Gado Hill Padang

#### Penulis Korespondensi:

Anna Tiyurma

Email:

annatiyurma061196@gmail.com

### ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai analisis nilai suseptibilitas magnetik tanah permukaan daerah potensi longsor di Bukit Gado-Gado Padang. Pengambilan sampel dilakukan pada lokasi perbukitan yang pernah terjadi longsor dengan jarak 15 m dari pemukiman penduduk. Sampel diambil pada empat lintasan dengan jarak 10,0 m dan luas 100 m<sup>2</sup>, sehingga diperoleh 40 titik sampel. Pengukuran suseptibilitas magnetik menggunakan MS2B *Bartington Susceptibility Meter* dengan dua frekuensi, yaitu 0,47 kHz *lowfrequency* (LF) dan 4,7 kHz *highfrequency* (HF). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai suseptibilitas magnetik pada frekuensi rendah ( $\chi_{LF}$ ) berkisar antara  $120,2 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  dan  $458,5 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  dengan rata-rata  $209,86 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ . Dari range nilai  $\chi_{LF}$  tersebut diperkirakan bahwa mineral magnetik yang terkandung dalam sampel bersifat Paramagnetik dan Ferimagnetik dan jenis mineralnya diperkirakan adalah Hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Grafik hubungan antara nilai suseptibilitas magnetik terhadap  $\chi_{FD}$  (%) menunjukkan bahwa hampir keseluruhan sampel memiliki nilai  $\chi_{FD}$  (%) di atas 2,00 %. Hal ini menunjukkan bahwa lokasi penelitian memiliki kandungan bulir superparamagnetik yang tinggi sehingga sampel-sampel tersebut bersifat halus dan mudah untuk menyerap air sehingga lebih besar kemungkinan terjadinya longsor.

*A research on the analysis of the magnetic susceptibility of surface soil in the landslide potential area in Gado-Gado Hill Padang has been conducted. Sampling was carried out at 40 points in the location of the hills that had occurred landslides with a distance of 15 m from residential areas. Samples were taken of four trajectories on a 10.0 m space with an area of 100 m<sup>2</sup>. Magnetic susceptibility measured using Bartington Susceptibility Meter MS2B with two frequencies, namely 0.47 kHz low frequency (LF) and 4.7 kHz high frequency (HF). The results show that the magnetic susceptibility value at low frequency ( $\chi_{LF}$ ) ranged from  $120.2 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  dan  $458.5 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  with an average of  $209.86 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ . The range of  $\chi_{LF}$  values indicated that the sampel contain Paramagnetic and Ferrimagnetic and the mineral type is estimated to be Hematite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).  $\chi_{FD}$  (%) of almost all samples are above 2.00 %. This shows that the location of the study has a high Superparamagnetic grain content so that the sampel are smooth and easy to absorb water so there is a greater chance of landslides.*

Copyright © 2020 Author(s). All rights reserved

## I. PENDAHULUAN

Tanah longsor adalah suatu konsekuensi fenomena dinamis alam untuk mencapai kondisi baru akibat gangguan keseimbangan lereng yang terjadi baik secara alamiah maupun akibat ulah manusia (Anwar, dkk., 2003). Terjadinya tanah longsor pada suatu lereng menyebabkan keadaan tidak setimbang yang merupakan suatu proses mekanis mengakibatkan sebagian dari lereng bergerak mengikuti gaya gravitasi.

Indonesia merupakan negara yang sering mengalami bencana longsor. Setidaknya terdapat 918 lokasi rawan longsor yang tersebar luas di wilayah Indonesia. Penyebaran lokasi ini terdapat di Propinsi Jawa Tengah sebanyak 327 lokasi, Jawa Barat 276 lokasi, 100 titik lokasi di Sumatera Barat, 53 lokasi di Sumatera Utara dan sisanya tersebar di Yogyakarta, Kalimantan Barat, Nusa Tenggara Timur, Riau, Kalimantan Timur, Bali dan Jawa Timur. Berdasarkan data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) pada tahun 2015 tercatat 1.681 kejadian bencana alam di Indonesia dengan 501 kejadian diantaranya merupakan kejadian tanah longsor dan kerugian yang ditanggung akibat bencana tanah longsor sekitar Rp. 800 Miliar dan 1 juta jiwa penduduk terancam keselamatannya setiap tahunnya.

Peristiwa longsor dapat diprediksi sedini mungkin melalui dampak yang ditimbulkan berdasarkan penyelidikan prekursor atau tanda awal dari peristiwa longsor tersebut. Melalui indikator-indikator yang dijadikan sebagai prekursor melalui beberapa gejala yang dapat diamati secara visual diantaranya adalah terjadi setelah hujan yang menimbulkan retakan-retakan pada lereng yang sejajar dengan arah tebing, bangunan yang mulai retak atau tiang listrik yang miring, serta menyebabkan munculnya mata air baru. Indikator utama yaitu air hujan yang menjadi pemicu terjadinya longsor dapat meningkatkan kadar air dalam tanah dan akan menyebabkan kondisi fisik lereng pada bukit tidak stabil (Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG), 2015).

Metode yang paling sering digunakan untuk mengetahui bencana longsor dari sekian banyak metode geofisika adalah metode geolistrik tahanan jenis. Metode ini digunakan untuk menginvestigasi bidang gelincir pada daerah yang diduga berpotensi longsor yang meliputi ketebalan lapisan yang berpotensi longsor serta litologi perlapisan batuan bawah permukaan. Selain metode ini, metode kemagnetan batuan dapat digunakan sebagai metode untuk analisis tanah longsor berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik tanah permukaan. Melalui metode ini, potensi longsor dapat diketahui melalui keberadaan bulir superparamagnetik (SP) dari nilai suseptibilitas bergantung frekuensi (*frequency dependent susceptibility*),  $\chi_{FD}(\%)$ .  $\chi_{FD}(\%)$  merupakan selisih antara suseptibilitas frekuensi rendah ( $\chi_{LF}$ ) dengan frekuensi tinggi ( $\chi_{HF}$ ). Semakin tinggi nilai  $\chi_{FD}(\%)$  maka semakin banyak bulir superparamagnetik pada tanah. Tanah yang mengandung bulir superparamagnetik bersifat halus dan mudah menyerap air dalam jumlah yang banyak. Penambahan massa tanah akibat air mengakibatkan tanah lebih mudah mengalami longsor apabila berada di lereng yang terjal (Pratiwi dkk., 2016).

Dalam selang waktu yang berturut-turut, para peneliti telah banyak menggunakan metode kemagnetan batuan ini dalam penelitian analisis tanah longsor di berbagai daerah. Pratiwi dkk (2016) melakukan penelitian di daerah Kecamatan Pangalengan, Provinsi Jawa Barat dengan membandingkan lokasi yang mengalami longsor dan lokasi yang tidak mengalami longsor. Hasil penelitian disimpulkan bahwa tanah pada lokasi longsor memiliki bulir superparamagnetik yang lebih tinggi dibandingkan tanah pada lokasi yang tidak mengalami longsor. Naldi dan Budiman (2018) melakukan penelitian analisis suseptibilitas magnetik tanah lapisan atas pada dua lokasi berbeda yaitu lokasi bervegetasi dan tanpa vegetasi di Bukit Sula Kecamatan Talawi Kota Sawahlunto. Hasil penelitian disimpulkan bahwa lokasi tanpa vegetasi memiliki nilai  $\chi_{FD}(\%)$  lebih tinggi dibandingkan tanah lokasi bervegetasi. Effendi dan Budiman (2018) melakukan penelitian mengenai identifikasi bulir superparamagnetik sebagai prekursor longsor di Bukit Lantiak Kecamatan Padang Selatan, Kota Padang. Hasil dari penelitian ini menunjukkan lokasi rawan longsor dapat diidentifikasi melalui keberadaan kandungan bulir superparamagnetik yang tinggi pada lokasi yang berpotensi longsor di daerah tersebut.

Kota Padang salah satu daerah di Sumatera Barat yang sering terjadi longsor, dari rentang tahun 2013-2016 telah terjadi 25 kali longsor di Kota Padang. Daerah Bukit Gado-Gado yang terletak di Kecamatan Padang Selatan merupakan salah satu daerah yang rawan longsor. Menurut Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah (BAPELDALDA) Kota Padang (2006), Bukit Gado-Gado merupakan kawasan yang tidak memungkinkan untuk dijadikan daerah pemukiman dikarenakan

daerah tersebut memiliki topografi dengan lereng yang curam. Hal tersebut tidak dijadikan perhatian bagi penduduk, bahkan penduduk masih tetap mendirikan bangunan untuk dijadikan daerah pemukiman serta pemakaman. Faktor topografi, jumlah penduduk, pembukaan lahan untuk pembangunan permukiman dan berkurangnya kawasan konservasi yang dapat menambah berat massa tanah akan memberikan sumbangan yang sangat besar dalam proses terjadinya longsor. Hal ini diperkuat dengan penelitian yang dilakukan Dumasari (2008) di Kelurahan Bukit Gado-Gado untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab longsor berdasarkan sifat-sifat dan jenis tanah di daerah tersebut, menunjukkan bahwa tanah lokasi penelitian mempunyai sifat yang tidak stabil dikarenakan tanah tersebut merupakan tanah podsolik merah kuning dengan tekstur tanah yang didominasi oleh kandungan liat dan struktur gumpal. Hal ini untuk menyakinkan bahwa daerah Bukit Gado-Gado merupakan daerah dengan topografi yang curam, struktur tanah dan ditambah lagi dengan jumlah penduduk yang banyak inilah menjadi faktor daerah ini rawan longsor.

Berdasarkan informasi-informasi penjelasan BAPELDALDA Kota Padang, 2006 dan penelitian yang dilakukan oleh Dumasari (2008) di Daerah Bukit Gado-Gado, maka perlu dilakukan penelitian untuk memperkuat lagi berdasarkan informasi-informasi yang ada dengan menggunakan metoda kemagnetan batuan untuk menganalisis nilai suseptibilitas magnetik tanah permukaan daerah potensi longsor di Bukit Gado-Gado dikarenakan daerah tersebut telah pernah terjadi longsor dan tidak menutup kemungkinan daerah yang pernah mengalami longsor akan lebih rentan terhadap kejadian longsor selanjutnya.

## II. METODE

Pengambilan sampel dilakukan pada 40 titik di lokasi perbukitan yang pernah terjadi longsor dengan berjarak 15 m dari pemukiman penduduk (Gambar 1) yang terdiri dari empat lintasan yaitu lintasan pertama (kode sampel A), lintasan kedua (kode sampel B), lintasan ketiga (kode sampel C), dan lintasan keempat (kode sampel D). Jarak antar lintasan adalah 10,0 m dengan luas 100 m<sup>2</sup>. Sampel diambil dengan pipa PVC yang ditancapkan ke tanah dengan kedalaman 20 cm. Tanah yang berada di ujung pipa diambil sebanyak 200 g lalu dimasukkan ke dalam plastik *ziplock* yang telah diberi tanda. Sampel yang telah diambil dikeringkan pada temperatur kamar selama 24 jam. Pengerangan sampel dilakukan agar uap air yang terkandung pada sampel tanah berkurang. Sampel tanah yang sudah dikeringkan tersebut lalu digerus dan diayak menggunakan saringan 100 mesh. Sebanyak 10,24 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 hasil pengukuran nilai suseptibilitas magnetik dari alat MS2 dengan sensor MS2B dicatat, kemudian diolah menggunakan program Matlab 2015a untuk mencari hasil pengukuran komponen tensornya lalu dengan *microsoft excel* untuk proses perhitungan nilai suseptibilitas magnetik dan nilai  $\chi_{FD}$  (%) yang terukur.



Gambar 1 Titik koordinat pengambilan sampel

Pengukuran nilai suseptibilitas magnetik dalam dua frekuensi dimaksudkan untuk memperoleh nilai *frequency dependent susceptibility*  $\chi_{FD}$  (%) melalui aplikasi *surfer* dalam pembuatan peta kontur untuk melihat daerah berpotensi terhadap bencana longsor.  $\chi_{FD}$  (%) merupakan selisih antara suseptibilitas dengan frekuensi rendah  $\chi_{LF}$  dan frekuensi tinggi  $\chi_{HF}$  seperti yang ditunjukkan sesuai Persamaan (1).

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

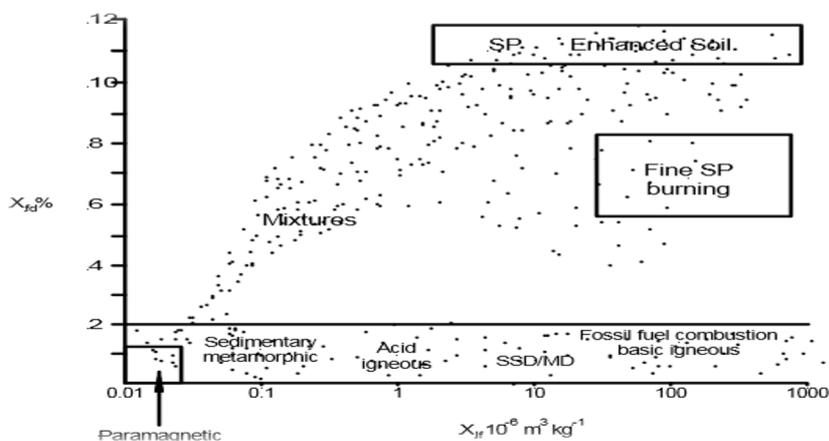
Nilai  $\chi_{FD}$  (%) dapat digunakan untuk mengetahui keberadaan bulir superparamagnetik yang terdapat pada sampel. Interpretasi nilai  $\chi_{FD}$  (%) terhadap keberadaan bulir superparamagnetik dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1** Interpretasi nilai  $\chi_{FD}$  (%)

Nilai $\chi_{FD}$ (%)	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

(Sumber: Dearing, 1999)

Tabel 1 tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai  $\chi_{FD}$  (%), maka semakin tinggi pula kandungan bulir superparamagnetiknya, namun nilai yang lebih besar dari 14% adalah sangat jarang dan sering dianggap kesalahan pengukuran (Dearing, 1999), sedangkan hubungan antara nilai  $\chi_{FD}$  (%) terhadap bulir magnetik dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2** Scattergram domain magnetic  
(Sumber : Dearing, 1999)

### III. HASIL DAN DISKUSI

#### 3.1 Hasil Perhitungan Nilai Suseptibilitas Magnetik Sampel

Hasil pengolahan data yang berasal dari posisi geografis dan ketinggian titik pengambilan sampel serta hasil pengolahan data suseptibilitas magnetik sampel tanah dapat dilihat pada Tabel 2, 3, 4, dan 5.

**Tabel 2** Hasil pengolahan data suseptibilitas magnetik sampel Lintasan A

No	Kode Sampel	Koordinat Lintang (UTM)	Koordinat Bujur (UTM)	Ketinggian (mdpl)	$\chi_{LF}$ ( $\times 10^{-8}$ m <sup>3</sup> /kg)	$\chi_{HF}$ ( $\times 10^{-8}$ m <sup>3</sup> kg <sup>-1</sup> )	$\chi_{FD}$ (%)
1	1A	-0,96823	100,36032	101	326,7	324,7	0,61
2	2A	-0,96809	100,36032	98	328,9	323,0	1,79
3	3A	-0,96804	100,36032	95	206,7	203,5	1,55
4	4A	-0,96798	100,36031	91	190,9	185,8	2,67
5	5A	-0,96791	100,36030	86	175,5	172,1	0,94
6	6A	-0,96784	100,36029	81	219,8	215,4	2,00
7	7A	-0,96779	100,36028	78	258,2	249,8	3,25
8	8A	-0,96775	100,36028	75	238,1	227,4	4,49
9	9A	-0,96770	100,36027	72	173,5	166,9	3,80
10	10A	-0,96765	100,36023	68	222,4	215,1	3,28

**Tabel 3** Hasil pengolahan data suseptibilitas magnetik sampel Lintasan B

No	Kode Sampel	Koordinat Lintang (UTM)	Koordinat Bujur (UTM)	Ketinggian (mdpl)	$\chi_{LF}$ ( $\times 10^{-8}$ m <sup>3</sup> /kg)	$\chi_{HF}$ ( $\times 10^{-8}$ m <sup>3</sup> /kg)	$\chi_{FD}$ (%)
1	1B	-0,96824	100,36025	103	231,6	228,3	1,42
2	2B	-0,96814	100,36024	98	154,3	150,7	2,33
3	3B	-0,96807	100,36024	94	458,5	438,5	4,36
4	4B	-0,96801	100,36024	91	337,0	325,7	3,35
5	5B	-0,96797	100,36025	88	219,5	209,7	4,46
6	6B	-0,96791	100,36024	84	153,4	146,8	4,30
7	7B	-0,96785	100,36023	80	220,9	209,1	5,34
8	8B	-0,96781	100,36023	77	175,5	168,9	3,76
9	9B	-0,96775	100,36023	73	155,3	148,8	4,19
10	10B	-0,96768	100,36022	69	188,4	180,2	4,35

**Tabel 4** Hasil pengolahan data suseptibilitas magnetik sampel Lintasan C

No	Kode Sampel	Koordinat Lintang (UTM)	Koordinat Bujur (UTM)	Ketinggian (mdpl)	$\chi_{LF}$ ( $\times 10^{-8}$ m <sup>3</sup> /kg)	$\chi_{HF}$ ( $\times 10^{-8}$ m <sup>3</sup> /kg)	$\chi_{FD}$ (%)
1	1C	-0,96823	100,36015	100	187,8	180,5	3,89
2	2C	-0,96813	100,36014	96	280,0	268,3	4,18
3	3C	-0,96807	100,36014	92	266,6	251,0	5,85
4	4C	-0,96801	100,36015	89	238,4	230,2	3,44
5	5C	-0,96796	100,36015	85	182,3	173,5	4,83
6	6C	-0,96790	100,36014	80	158,1	150,9	4,55
7	7C	-0,96784	100,36014	76	120,2	115,2	4,16
8	8C	-0,96779	100,36015	73	137,9	130,7	5,22
9	9C	-0,96773	100,36016	69	160,5	152,8	4,80
10	10C	-0,96767	100,36016	66	151,3	145,4	3,90

**Tabel 5** Hasil pengolahan data suseptibilitas magnetik sampel Lintasan D

No	Kode Sampel	Koordinat Lintang (UTM)	Koordinat Bujur (UTM)	Ketinggian (mdpl)	$\chi_{LF}$ ( $\times 10^{-8}$ m <sup>3</sup> /kg)	$\chi_{HF}$ ( $\times 10^{-8}$ m <sup>3</sup> /kg)	$\chi_{FD}$ (%)
1	1D	-0,96828	100,36009	101	146,7	142,4	2,93
2	2D	-0,96820	100,36009	97	203,0	197,9	2,51
3	3D	-0,96812	100,36009	94	222,8	211,6	5,03
4	4D	-0,96803	100,36010	90	185,7	181,5	2,26
5	5D	-0,96780	100,36009	88	182,9	176,1	3,72
6	6D	-0,96795	100,36009	83	155,3	150,7	2,96
7	7D	-0,96787	100,36010	78	185,1	180,9	2,27
8	8D	-0,96782	100,36010	73	179,5	172,4	3,96
9	9D	-0,96776	100,36010	69	211,2	206,2	2,37
10	10D	-0,96769	100,36010	65	204,0	198,9	2,50

Dari Tabel 2, 3, 4, dan 5 dapat dilihat semua sampel memiliki nilai suseptibilitas pada  $\chi_{LF}$  lebih besar dari nilai  $\chi_{HF}$ . Nilai  $\chi_{LF}$  yang lebih besar karena dipengaruhi oleh momen-momen dipol mineral magnetik yang ada di dalam bahan mulai dari single domain (SD), multi domain (MD), pseudo domain (PSD) dan bulir superparamagnetik. Nilai  $\chi_{HF}$  dipengaruhi oleh momen-momen dipol mineral magnetik yang ada di dalam bahan kecuali bulir superparamagnetik. Hal ini dikarenakan perubahan medan magnetik sangat cepat terjadi pada  $\chi_{HF}$  sehingga tidak memungkinkan bagi bulir superparamagnetik berinteraksi dengan medan magnetik luar yang digunakan dan bulir superparamagnetik tidak bisa mengikuti perubahan medan bolak baliknya dan juga dapat dikatakan waktu relaksasi bulir superparamagnetik lebih lama dan butuh waktu cepat untuk mengikuti perubahan medan bolak balik dari frekuensi tinggi  $\chi_{HF}$  (Solomon, dkk., 2017).

### 3.2 Hubungan Nilai Suseptibilitas dengan Mineral Magnetik pada Sampel

Tarling dan Hrouda (1993) menyatakan bahwa nilai suseptibilitas magnetik suatu batuan dikontrol oleh sifat magnetik mineral yang terkandung di dalamnya. Jika nilai suseptibilitas sampel besar dari  $5 \times 10^{-3}$  (SI) atau  $> 810 \times 10^{-8} \text{m}^3 \text{kg}^{-1}$  suseptibilitas batuan dikontrol oleh mineral yang bersifat ferimagnetik. Jika suseptibilitas batuan kecil dari  $5 \times 10^{-4}$  (SI) atau  $< 81 \times 10^{-8} \text{m}^3 \text{kg}^{-1}$  suseptibilitasnya dikontrol oleh mineral yang bersifat paramagnetik dan jika nilai suseptibilitas sampel antara  $5 \times 10^{-4}$  (SI) dan  $5 \times 10^{-3}$  (SI) atau  $< 81 \times 10^{-8} \text{m}^3 \text{kg}^{-1}$  dan  $> 810 \times 10^{-8} \text{m}^3 \text{kg}^{-1}$  suseptibilitasnya dikontrol oleh mineral yang bersifat ferrimagnetik dan paramagnetik.

Jadi, mineral magnetik yang terkandung untuk keseluruhan sampel pada lokasi penelitian bersifat paramagnetik dan ferimagnetik dengan jenis mineral magnetiknya adalah hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) dan nilai suseptibilitas magnetik pada frekuensi rendah ( $\chi_{LF}$ ) berkisar antara  $120,2 \times 10^{-8} \text{m}^3 \text{kg}^{-1}$  dan  $458,5 \times 10^{-8} \text{m}^3 \text{kg}^{-1}$  dengan rata-rata  $209,86 \times 10^{-8} \text{m}^3 \text{kg}^{-1}$ .

### 3.3 Analisis Hubungan $\chi_{FD}$ (%) dengan Domain Magnetik

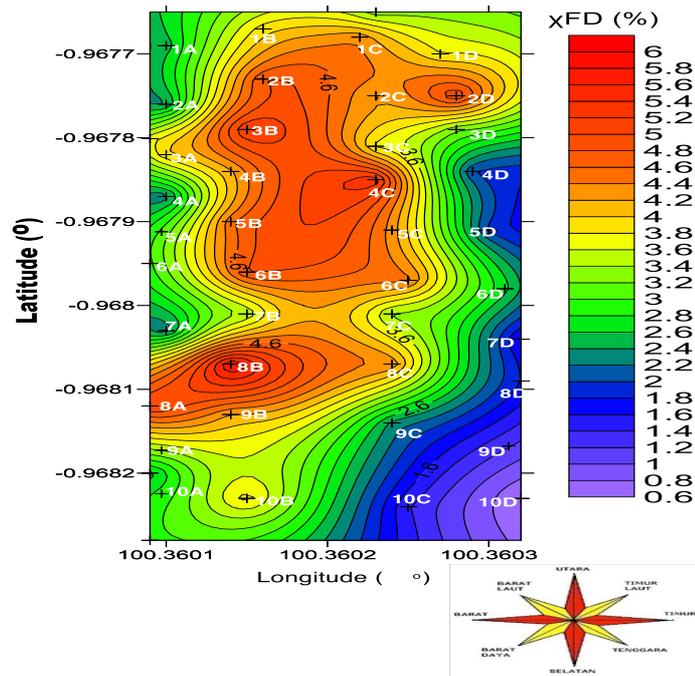
Grafik hubungan antara nilai suseptibilitas sampel terhadap nilai  $\chi_{FD}$  (%) pada lokasi penelitian, seperti pada Gambar 3. Dari gambar terlihat bahwa hampir keseluruhan sampel memiliki nilai  $\chi_{FD}$  (%) di atas 2,00 %. Terdapat 35 sampel dari 40 sampel yang mempunyai nilai  $\chi_{FD}$  (%) yang bernilai besar atau sama dengan 2,00 % dan sisanya memiliki kurang dari 2,00 %. Jika mengacu pada *Scattergram* domain magnetik yang terdapat pada Gambar 2, terlihat bahwa untuk ke 35 sampel tersebut nilai  $\chi_{FD}$  (%) lebih besar atau sama besar dari 2,00 %. Kemudian mengacu pada Tabel 1 terlihat bahwa domain magnetik pada sampel sebagian besar mengandung bulir superparamagnetik antara 10 % sampai dengan 75 % yang merupakan campuran antara bulir superparamagnetik yang berukuran halus dan kasar berdasarkan rentang nilai  $\chi_{FD}$  (%) antara 2,0-10,0 % dan untuk beberapa sampel lainnya (5 sampel) mengandung kurang dari 10 % bahwa domain magnetik yang terkandung dalam sampel terdiri dari bulir single domain (SD) dan multi domain (MD). Keberadaan bulir superparamagnetik pada tanah mengindikasikan bahwa keseluruhan tanah memiliki butiran yang halus dan kasar. Semakin banyak bulir superparamagnetik yang terkandung dalam tanah, semakin banyak butiran halus yang dimiliki oleh tanah tersebut (Pratiwi dkk., 2016). Selain itu, jika  $\chi_{FD}$  (%) di atas 2,00 % menunjukkan hilangnya kandungan mineral yang membuat karakteristik tanah berubah dan kehilangan unsur hara.

Tanah yang halus bersifat superparamagnetik apalagi pada daerah lintasan perbukitan lebih cenderung mengandung butiran halus, yang menyebabkan tingkat kelekatan mineral tanah oleh air berkurang. Dikarenakan tanah yang halus akan lebih mudah menyerap air dan lebih cepat mengalami kejenuhan air yang terserap ke dalam tanah dan terakumulasi di atas bidang gelincir, kerap dapat menyebabkan timbulnya gerak lateral pada lereng sehingga menimbulkan longsor.

**Gambar 3** Grafik hubungan antara nilai suseptibilitas magnetik terhadap  $\chi_{FD}$  (%)

### 3.4 Analisis Nilai Suseptibilitas Magnetik Terhadap Potensi Longsor

Peta kontur sebaran  $\chi_{FD}$  (%) pada lintasan pengambilan sampel, seperti pada Gambar 4. Nilai sebaran  $\chi_{FD}$  % digambarkan pada peta kontur persebaran  $\chi_{FD}$  % pada lintasan sampel seperti Gambar 4. Pada lokasi yang berdampak longsor memiliki nilai  $\chi_{FD}$  (%) berada direntang nilai 2,00 %, bahwa dapat dikatakan nilai  $\chi_{FD}$  (%) di atas 2,00% rawan terjadinya longsor, berdasarkan analisis dari hasil nilai yang terukur dapat dilihat pada peta kontur dari bagian tengah di lintasan B dan C terletak pada zona merah yang rawan terhadap bencana longsor, sedangkan bagian bawah pada lintasan D nilai  $\chi_{FD}$  (%) lebih rendah dan masih termasuk daerah aman dari bencana longsor sehingga diperkirakan longsor terjadi pada daerah atas. Berdasarkan hal ini, maka pada peta suseptibilitas dapat diinterpretasikan bahwa titik yang mempunyai nilai suseptibilitas magnetik tinggi menunjukkan tanah permukaan titik tersebut mempunyai kandungan bulir superparamagnetik jauh lebih tinggi dibandingkan daerah sekitarnya, sehingga mempengaruhi daerah tersebut dan berpotensi terhadap bencana longsor.



**Gambar 4** Peta kontur sebaran  $\chi_{FD}$  (%) pada lokasi pengambilan sampel.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai suseptibilitas magnetik pada frekuensi rendah ( $\chi_{LF}$ ) berkisar antara  $120,2 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  dan  $458,5 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  dengan rata-rata  $209,86 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$  dan dari range nilai  $\chi_{LF}$  tersebut diperkirakan bahwa mineral magnetik yang terkandung dalam sampel bersifat Paramagnetik dan Ferimagnetik dengan jenis mineralnya adalah Hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Grafik hubungan antara nilai suseptibilitas magnetik terhadap  $\chi_{FD}$  (%) menunjukkan bahwa hampir keseluruhan sampel memiliki nilai  $\chi_{FD}$  (%) di atas 2,00 %. Keberadaan bulir superparamagnetik dengan hubungannya terhadap nilai suseptibilitas magnetik, terdapat lintasan yang memiliki tanah dengan bulir superparamagnetik tinggi yaitu sampel pada lintasan B dan C dengan rata-rata  $\chi_{FD}$  (%) berada di atas 2,00% terlihat pada bagian tengah di lintasan B dan C terletak pada zona merah yang rawan terhadap bencana longsor sedangkan bagian bawah pada lintasan D dengan nilai  $\chi_{FD}$  (%) lebih rendah dan masih termasuk daerah aman dari bencana longsor sehingga diperkirakan longsor terjadi pada daerah atas. Dari analisis bulir superparamagnetik dengan longsor, bahwa lintasan nilai suseptibilitas magnetik tinggi (warna merah) dengan bulir superparamagnetik menandakan tingkat kerawanan yang tinggi terjadinya longsor.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, H.Z., Sutanto, E.S., Praptisih dan Rukmana, I., "Model Mitigasi Bencana Gerakan Tanah di Daerah Tropis (Studi Kasus di Daerah Sambeng Kebumen)", *Laporan Penelitian Pusat Penelitian Geoteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Bandung*, Bandung, 2003.
- Dearing, J., *Environmental Magnetic Suseptibility Using the Bartington MS2 System*, (Chi Publishing, England, 1999).
- Dumasari., "Identifikasi Longsor Di Daerah Pemukiman Kelurahan Bukit Gado-Gado (Studi Kasus Di Kecamatan Padang Selatan Kota Padang)", *Skripsi*, Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Andalas, Padang, 2008.
- Effendi, S.F., dan Budiman, A., "Identifikasi Bulir Superparamagnetik Sebagai Prekursor Longsor di Daerah Bukit Lantiak Kecamatan Padang Selatan Kota Padang", *Jurnal Fisika Unand*, 7(4), 312-319 (2018).
- Mullins, C., "Magnetic Susceptibility of The Soil and Its Significant in Soil Science a Review, *Soil Science*", British Society of Soil Science, 28, 223-246 (1977).
- Naldi, F., dan Budiman, A., "Analisis Suseptibilitas Magnetik Tanah Lapisan Atas Sebagai Indikator Bencana Longsor di Bukit Sula Kecamatan Talawi Kota Sawahlunto", *Jurnal Fisika Unand*, 7(2), 110-116 (2018).
- Pratiwi, R. A., Prakoso, A. G., Darmasetiawan, R., Agustine, E., Kirana, K. H., Fitriani, D., "Identifikasi Sifat Magnetik Tanah di Daerah Tanah Longsor", *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-journal) SNF2016*, 5(1), 182-187 (2016).
- Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi., *Prakiraan Wilayah Potensi Terjadi Gerakan Tanah/Tanah Longsor dan Banjir Bandang di Seluruh Indonesia*, (ESDM, Kementreirian, Bandung, 2015).
- Solomon, J. S., Ahmed, A. L., Adamu, I. H., Dimu, O. O., "Identifying Anthropogenic Metallic Pollutants Using Frequency Dependent Magnetic Susceptibility Measurements In Abuja Metropolis", *Currents Trends In Natural Sciences*, 6(11), 13-22 (2017).
- Tarling, D.H. dan Hrouda, F., *The Magnetic Anisotropy of Rock*, (Chapman & Hall, London, United Kingdom, 1993).
- Bapeldalda Kota Padang., *Pengkajian Kerusakan Alam dan Lingkungan Kota Padang*, (CV Parades Karya Consultant, Padang, 2006).
- BNPB., *Waspada Masyarakat pada Bencana Angin Puting Beliung dan Banjir*, *Majalah GEMA BNPB*, 3(3), (2015).