Jurnal Fisika Unand (JFU)
Vol. 9, No. 4, Oktober 2020, hal. 472-478
ISSN: 2302-8491 (Print); 2686-2433 (Online)
https://doi.org/10.25077/jfu.9.4.472-478.2020

Open Access

Analisis Suseptibilitas Magnetik Tanah Permukaan sebagai Indikator Longsor di Bukit Karan Padang

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

Info Artikel

Histori Artikel:
Diajukan: 20 Agustus 2020
Direvisi: 21 September 2020
Diterima: 9 Oktober 2020

Kata kunci:
longsor
bulir superparamagnetik
suseptibilitas magnetik
Bukit Karan Padang

ABSTRAK

Penelitian mengenai analisis nilai suseptibilitas magnetik tanah permukaan daerah potensi longsor di Bukit Karan Padang telah dilakukan. Pengambilan sampel dilakukan pada sisi Bukit Karan yang berada di Kelurahan Rawang Kecamatan Padang Selatan dengan berjarak 10 m dari pemukiman penduduk. Sampel diambil pada empat lintasan yaitu lintasan A, B, C, dan D dengan jarak antar lintasan 20 m. Setiap lintasan terdiri dari 10 titik dengan jarak antar titik yaitu 10 m, sehingga membentuk grid yang terdiri dari 40 titik. Pengukuran suseptibilitas magnetik menggunakan MS2B *Bartington Susceptibility Meter* dengan dua frekuensi, yaitu frekuensi rendah (0,47 kHz) dan frekuensi tinggi (4,7 kHz). Hasil penelitian menunjukkan bahwa keseluruhan sampel memiliki nilai suseptibilitas magnetik pada frekuensi rendah (χ_{LF}) berkisar antara $120{,}2\times10^{-8}$ m^3/kg dan $458{,}5\times10^{-8} m^3/kg$ dengan rata-rata $208{,}2x10^{-8} m^3/kg$. Dari hasil tersebut diperkirakan bahwa mineral magnetik yang terkandung dalam sampel bersifat Paramagnetik dan Ferimagnetik dan jenis mineralnya diperkirakan mineral Hematit (Fe_2O_3). Hasil menunjukkan bahwa 87,5% sampel memiliki nilai χ_{FD} (%) antara 2,00% - 10,0%. Hal ini menunjukkan bahwa lokasi penelitian memiliki kandungan bulir superparamagnetik yang tinggi sehingga sampel-sampel tersebut bersifat halus dan mudah untuk menyerap air sehingga potensi longsor pada daerah tersebut cukup tinggi.

Keywords:
landslide
superparamagnetic grains
magnetic susceptibility
Bukit Karan Padang

Penulis Korespondensi:
Afdal
Email: afdal@sci.unand.ac.id

Research on the analysis of the magnetic susceptibility value of surface soil in landslide potential areas in Bukit Karan Padang has been done. Soil samples were collected from the hillside in Rawang Village South Padang 10 m away from the residential area. Samples were taken on four paths, namely lines A, B, C, dan D, with a distance between the path is 20 m. Each path consists of 10 points with a distance between the point is 10 m. Magnetic susceptibility measured using Bartington Susceptibility Meter MS2B with two frequencies, namely low frequency (0.47 kHz) dan high frequency (4.7 kHz). The results show that all samples have the value of low frequency magnetic susceptibility (χ_{LF}) ranged from 120.2×10^{-8} m^3/kg and $458.5\times10^{-8} m^3/kg$ and average of $208.2x10^{-8} m^3/kg$. From these results it is estimated that the magnetic minerals contained in the sample are Paramagnetic and Ferimagnetic and the mineral type is estimated to be the Hematite (Fe_2O_3). The result showed that 87.5% samples have a value of χ_{FD} (%) between 2.00% - 10.0%. The result indicates that the research location has a high Superparamagnetic grain content so that the samples are fine and easy to absorb water so have enough potential for landslides.

Copyright © 2020 Author(s). All rights reserved

Commons Attribution 4.0 License

I. PENDAHULUAN

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 dengan kerugian yang ditanggung akibat bencana tanah longsor sekitar Rp. 800 Miliar dan 1 juta jiwa penduduk terancam keselamatannya setiap tahunnya. Dampak akibat longsor dapat diminimalisir apabila peristiwa longsor dapat diprediksi sedini mungkin dengan menyelidiki prekursor atau tanda awal dari peristiwa longsor tersebut. Beberapa indikator yang dapat dijadikan prekursor longsor yang dapat diamati secara visual diantaranya : retakan-retakan pada lereng yang sejajar dengan arah tebing setelah terjadi hujan, bangunan yang mulai retak atau tiang listrik yang miring, serta munculnya mata air baru, indikator utama adalah curah hujan yang tinggi. Air hujan akan meningkatkan kadar air dalam tanah dan akan menyebabkan berat tanah meningkat sehingga kondisi fisik lereng pada bukit tidak stabil (Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG) pada tahun 2015.

Beberapa metode telah digunakan untuk mengetahui potensi longsor seperti metode geofisika dan magnetik. Metode paling sering diterapkan untuk prediksi 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. Metode geolistrik tahanan jenis telah dapat digunakan untuk menentukan letak bidang gelincir pada daerah yang diduga berpotensi longsor di Bukit Lantiak, Padang (Dona dkk., 2015). Potensi longsor juga dapat diketahui dari sifat fisis tanah seperti porositas dan densitas. Tanah dengan sifat fisis yang berbeda menunjukkan potensi longsornya berbeda (Fonseca dkk., 2016). Selain metode geofisika, metode magnetik juga dapat digunakan sebagai metode untuk analisis potensi tanah longsor. Pada metode ini potensi longsor dapat diketahui dari keberadaan bulir superparamagnetik yang dapat ditentukan dari nilai suseptibilitas bergantung frekuensi (*frequency dependent susceptibility),* χ_{FD} (%). χ_{FD} (%) merupakan selisih antara suseptibilitas frekuensi rendah (χ_{LF}) dengan frekuensi tinggi (χ_{HF}). Semakin banyak keberadaan bulir superparamagnetik pada tanah maka semakin tinggi nilai χ_{FD} (%) (Dearing, 1999). Tanah yang mengandung bulir superparamagnetik bersifat halus. Tanah dengan ukuran partikel yang lebih kecil, seperti lanau dan tanah liat memiliki luas permukaan lebih besar sehingga dapat menampung lebih banyak air dibandingkan dengan pasir yang memiliki ukuran partikel besar yang memiliki luas permukaan lebih kecil dan mudah menyerap air sehingga lebih berpotensi longsor (Acharya dkk., 2014).

Beberapa peneliti telah menggunakan nilai suseptibilitas ini dalam penelitian analisis tanah longsor di berbagai daerah karena suseptibilitas magnetik tidak membutuhkan waktu yang lama dan tenaga yang banyak dalam pelaksanaan di lapangan. Pratiwi dkk. (2016) melakukan penelitian di daerah Kecamatan Pangalengan, Provinsi Jawa Barat dengan membandingkan χ_{FD} (%) lokasi terdampak longsor dan lokasi yang tidak mengalami longsor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lokasi terdampak longsor memiliki nilai χ_{FD} (%) lebih tinggi (antara 2,65% hingga 3,33%) dari pada daerah yang tidak terdampak longsor (χ_{FD} (%) 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. 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 menunjukkan bahwa lokasi tanpa vegetasi berdampak longsor memiliki nilai χ_{FD} (%) (antara 2,65% hingga 3,33%), sementara lokasi bervegetasi tidak berdampak longsor memiliki nilai χ_{FD} (%) (antara 0,97% hingga 2,58%). Ramdhani dkk. (2016) melakukan penelitian tentang hubungan antara nilai suseptibilitas tanah dengan potensi longsor di daerah pasir Lembang, Bandung Barat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel didominasi oleh bahan ferimagnetik dan memiliki nilai χ_{FD} (%) yaitu 2,0 – 10% yang menunjukkan bahwa sampel mengandung bulir superparamagnetik dan berpotensi untuk terjadinya longsor.

Kota Padang merupakan salah satu daerah di Sumatera Barat yang sering terjadi longsor. Pada rentang 2015-2019 telah terjadi 162 kali longsor di Sumatera Barat (BNPB, 2015). Salah satu daerah yang rawan longsor adalah Bukit Karan yang terletak di Kelurahan Rawang Kecamatan Padang Selatan Kota Padang. Daerah ini memiliki topogafi berlereng dengan kemiringan lereng rata-rata 30°-65° (Bappeda Kota Padang, 2014). Namun daerah tersebut banyak terdapat perkebunan dan pemukiman masyarakat dan banyak dilakukan pembukaan lahan baru. Di samping itu, adanya batu-batu besar di puncak bukit yang sewaktu-waktu jika terjadi longsor batu tersebut jatuh sehingga sangat membahayakan masyarakat setempat. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian potensi longsor pada daerah tersebut melalui peta kontur untuk melihat daerah yang rawan longsor di daerah bukit Karan yang berpenduduk sekitar 2.200 jiwa. Hal ini juga akan memperkuat penjelasan BPBD-PK bahwa daerah tersebut rawan longsor dan juga penelitian tentang potensi longsor pada daerah tersebut belum pernah dilakukan sebelumnya.

II. METODE

Pengambilan sampel dilakukan pada sisi Bukit Karan yang berada di Kelurahan Rawang Kecamatan Padang Selatan dengan berjarak 10 m dari pemukiman penduduk. Sampel diambil pada empat lintasan yaitu lintasan A, B, C, dan D dengan jarak antar lintasan 20 m. Setiap lintasan terdiri dari 10 titik dengan jarak antar titik yaitu 10 m, sehingga membentuk grid yang terdiri dari 40 titik pengambil sampel dapat dilihat pada Gambar 1. Urutan pengambilan sampel dari daerah yang tertinggi hingga terendah. Sebelum pengambilan sampel, ditentukan koordinat titik pengambilan sampel menggunakan GPS. Sampel diambil menggunakan pipa PVC yang ditancapkan ke dalam tanah sejauh 20 cm. Tanah yang berada diujung pipa diambil 50 gram, lalu dimasukkan ke dalam plastik ziplock yang telah diberi tanda sesuai kode sampel (Gambar 2). Seluruh sampel dibawa ke laboratorium untuk proses selanjutnya.

Gambar 1 Titik titik pengambilan sampel di Bukit Karan

Gambar 2 Pengambilan sampel di Bukit Karan

Pengukuran nilai suseptibilitas magnetik dilakukan pada frekuensi rendah 0,47 kHz (χ_{LF}) dan frekuensi tinggi 4,7 kHz (χ_{HF}). Pengukuran nilai suseptibilitas menggunakan 15 arah pengukuran. Data dicatat, kemudian diolah menggunakan program matlab 2015a dan *microsoft excel.* Selanjutnya dihitung suseptibilitas magnetik bergantung frekuensi (χ_{FD} (%)) menggunakan persamaan :

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

Nilai χ_{FD} (%) dapat digunakan untuk mengetahui keberadaan bulir superparamagnetik yang terdapat pada sampel.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Hasil Perhitungan Nilai Suseptibilitas Magnetik Sampel

Posisi geografis dan ketinggian titik pengambilan sampel serta nilai suseptibilitas magnetik frekuensi rendah (χ_{LF}), frekuensi tinggi (χ_{HF}), dan bergantung frekuensi (χ_{FD} (%)) sampel tanah untuk lintasan A, B, C, dan D dapat dilihat pada Tabel 1, 2, 3, dan 4.

Tabel 1 Hasil pengolahan data suseptibilitas magnetik sampel Lintasan A

No	Kode Sampel	Koordinat Lintang (UTM)	Koordinat Bujur (UTM)	Ketinggian (mdpl)	χ_{LF} ($\times 10^{-8}$ m^3/kg)	χ_{HF} ($\times 10^{-8}$ m^3/kg)	χ_{FD} (%)
1	1A	-0,987283	100,373166	531	326,7	324,7	0,61
2	2A	-0,987363	100,373177	529	328,9	325,0	1,19
3	3A	-0,987442	100,373192	526	206,7	203,3	1,64
4	4A	-0,987529	100,373196	521	190,9	188,5	1,26
5	5A	-0,987624	100,373216	519	166,5	162,1	2,64
6	6A	-0,98773	100,373213	515	173,5	168,9	2,65
7	7A	-0,987855	100,373219	510	258,2	251,8	2,48
8	8A	-0,987913	100,373222	507	159,1	155,4	2,33
9	9A	-0,987988	100,373241	500	176,6	172,6	2,24
10	10A	-0,988084	100,373255	498	222,4	217,1	2,38

Tabel 2 Hasil pengolahan data suseptibilitas magnetik sampel Lintasan B

No	Kode Sampel	Koordinat Lintang (UTM)	Koordinat Bujur (UTM)	Ketinggian (mdpl)	χ_{LF} ($\times 10^{-8}$ m^3/kg)	χ_{HF} ($\times 10^{-8}$ m^3/kg)	χ_{FD} (%)
1	1B	-0,98808	100,373360	529	241,5	237,3	1,75
2	2B	-0,987984	100,373346	524	157,4	149,2	5,21
3	3B	-0,987896	100,373340	522	458,5	438,5	4,36
4	4B	-0,9878	100,373327	517	337,0	325,7	3,35
5	5B	-0,987704	100,373323	515	222,4	214,2	3,72
6	6B	-0,987617	100,373319	512	156,5	148,6	5,01
7	7B	-0,987529	100,373315	507	224,1	217,7	2,84
8	8B	-0,987422	100,373311	502	178,5	170,6	4,39
9	9B	-0,987342	100,373301	498	158,3	150,3	5,02
10	10B	-0,987258	100,373295	493	191,6	183,8	4,06

Tabel 3 Hasil pengolahan data suseptibilitas magnetik sampel Lintasan C

No	Kode Sampel	Koordinat Lintang (UTM)	Koordinat Bujur (UTM)	Ketinggian (mdpl)	χ_{LF} ($\times 10^{-8}$ m^3/kg)	χ_{HF} ($\times 10^{-8}$ m^3/kg)	χ_{FD} (%)
1	1C	-0,987185	100,373301	526	187,8	180,5	3,89
2	2C	-0,987172	100,373420	523	280,0	268,3	4,18
3	3C	-0,987256	100,373433	520	266,6	251,0	5,85
4	4C	-0,987329	100,373444	518	234,6	227,2	3,15
5	5C	-0,987421	100,373455	515	182,3	173,5	4,83
6	6C	-0,987509	100,373459	510	158,1	150,9	4,55
7	7C	-0,987596	100,373471	506	120,2	115,2	4,16
8	8C	-0,987665	100,373474	502	140,9	135,3	3,96
9	9C	-0,987665	100,373485	497	163,4	157,3	3,78
10	10C	-0,987665	100,373506	492	153,8	148,7	3,30

Tabel 4 Hasil pengolahan data suseptibilitas magnetik sampel Lintasan D

No	Kode Sampel	Koordinat Lintang (UTM)	Koordinat Bujur (UTM)	Ketinggian (mdpl)	χ_{LF} ($\times 10^{-8}$ m^3/kg)	X_{hf} ($\times 10^{-8}$ m^3/kg)	χ_{FD} (%)
1	1D	-0,987665	100,373512	523	149,6	144,2	3,63
2	2D	-0,987665	100,373507	520	205,9	200,0	2,89
3	3D	-0,987665	100,373521	517	225,8	219,6	2,74
4	4D	-0,987665	100,373688	512	188,6	182,2	3,39
5	5D	-0,987665	100,373682	507	185,8	179,6	3,33
6	6D	-0,987665	100,373676	502	158,3	151,9	4,05
7	7D	-0,987665	100,373662	500	188,1	181,8	3,35
8	8D	-0,987665	100,373647	495	182,5	177,2	2,87
9	9D	-0,987665	100,373641	490	214,2	207,8	2,99
10	10D	-0,987665	100,373635	485	206,9	199,4	3,64

Dari Tabel 1, 2, 3, dan 4 dapat dilihat pada semua sampel nilai χ_{LF} lebih besar dari nilai χ_{HF}. Nilai χ_{LF} yang lebih besar disebabkan pengukuran pada frekuensi rendah nilai suseptibilitasnya 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. Pengukuran frekuensi tinggi (χ_{HF}) nilai suseptibilitasnya dipengaruhi oleh momen-momen dipol mineral magnetik yang ada di dalam bahan kecuali bulir superparamagnetik. Hal ini dikarenakan perubahan medan magnetik sangat cepat 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 χ_{HF} (Thomson dan Oldfield, 1986 dalam Solomon, dkk.,2017).

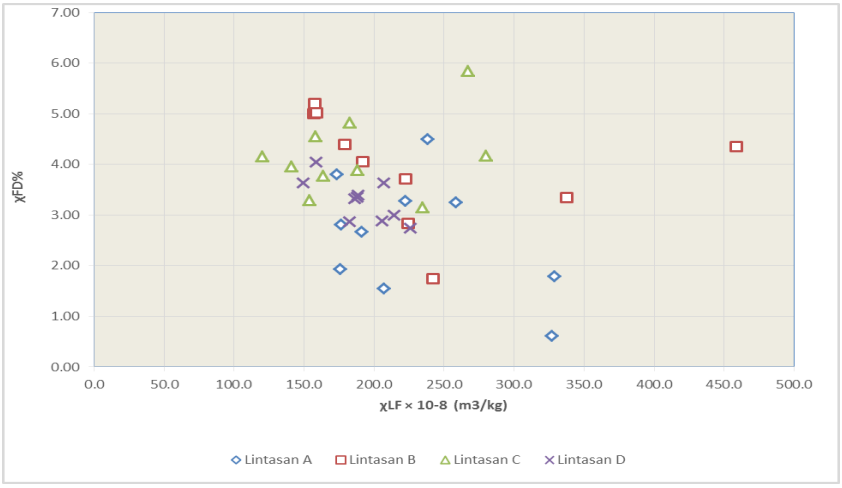
3.2 Hubungan Nilai Suseptibilitas dengan Mineral Magnetik pada Sampel

Menurut Mullins (1977) nilai suseptibilitas magnetik tanah bergantung pada kandungan mineral magnetik seperti magnetit, maghemit dan hematit. Jika nilai suseptibilitas sampel besar dari 5×10^{-3}(SI) atau > $810\times10^{-8}m^3kg^{-1}$suseptibilitas batuan dikontrol oleh mineral yang bersifat ferimagnetik. Jika suseptibilitas batuan kecil dari 5×10^{-4}(SI) atau < 81×10^{-8} m^3kg^{-1}, suseptibiltasnya dikontrol oleh mineral yang bersifat paramagnetik dan jika nilai suseptibilitas sampel antara 5×10^{-4}(SI) dan 5×10^{-3}(SI) atau < $81\times10^{-8}m^3kg^{-1}$dan > $810\times10^{-8}m^3kg^{-1}$, 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 (Fe_2O_3) dan nilai suseptibilitas magnetik pada frekuensi rendah (χ_{LF}) berkisar antara $120,2\times10^{-8}m^3kg^{-1}$dan $458,5\times10^{-8}m^3kg^{-1}$dengan rata-rata $208,2\times10^{-8}m^3kg^{-1}$.

3.3 Analisis Hubungan χFD (%) dengan Domain Magnetik

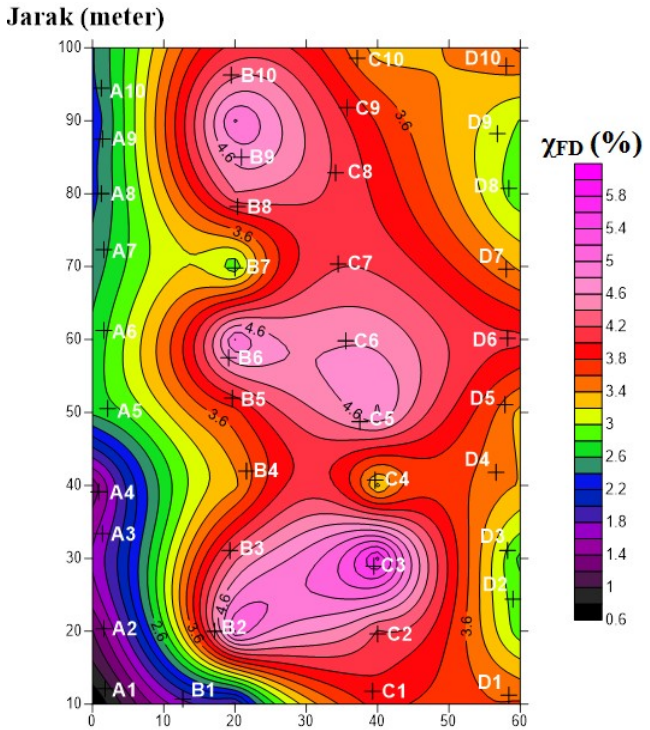
Grafik hubungan antara nilai suseptibilitas sampel terhadap nilai χ_{FD} (%) pada lokasi penelitian, seperti pada Gambar 3. Dari gambar terlihat bahwa hampir keseluruhan sampel 87,5% memiliki nilai χ_{FD} (%) antara 2,00% - 10,0%. Sisanya sebanyak 12,5% memiliki nilai χ_{FD} (%) antara 0,0% - 2,00%. Mengacu pada Tabel hubungan χ_{FD} (%) dengan kandungan bulir superparamagnetik (Dearing, 1999) terlihat bahwa sampel sebagian besar mengandung bulir superparamagnetik antara 10% sampai dengan 75% yang merupakan campuran antara bulir superparamagnetik yang berukuran halus dan kasar. Beberapa sampel lainnya (5 sampel) mengandung kurang dari 10 % bulir superparamagnetik. Berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik, sampel diduga mengandung mineral hematit (Fe_2O_3) yang bersifat paramagnetik dan ferimagnetik



Gambar 3 Grafik hubungan antara nilai suseptibilitas magnetik bergantung frekuensi (χ_{FD}) dengan suseptibilitas frekuensi rendah (χ_{LF})

3.4 Analisis Nilai Suseptibilitas MagnetikTerhadap PotensiLongsor

Peta kontur χ_{FD} (%) pada daerah pengambilan sampel ditampilkan pada Gambar 4. Lintasan A pada bagian atas memiliki nilai χ_{FD} (%) rentang 0,0% - 2,0% (1A, 2A, 3A, dan 4A). Sedangkan pada bagian bawah Lintasan B memiliki nilai χ_{FD} (%) rentang 2,0% - 10,0% (kecuali titik 1B). Pada Lintasan C dan D memiliki nilai χ_{FD} (%) yang berada di rentang 2,0% – 10,0%.



Gambar 4 Peta kontur sebaran χFD (%) pada daerah pengambilan sampel

Nilai χ_{FD} (%) yang lebih tinggi menunjukkan bahwa tanah mengandung bulir superparamagnetik (ukuran bulir halus) yang lebih banyak dan lebih mudah menyerap air dan lebih cepat mengalami kejenuhan air yang terserap ke dalam tanah dan terakumulasi di atas bidang gelincir (Dearing, 1999). Hal ini dapat menyebabkan timbulnya gerak lateral pada tanah atau longsor.

Lintasan A memiliki kandungan bulir superparamagnetik yang lebih sedikit dibandingkan dengan Lintasan B, C, dan D. Hal ini menunjukkan bahwa pada lintasan A lebih sulit untuk terjadinya longsor dibandingkan dengan Lintasan B, C, dan D. Hal ini dikarenakan tanah pada lintasan A memiliki butiran halus lebih sedikit yang menyebabkan tanah sulit untuk menyerap air dan tidak mudah untuk mengalami kejenuhan air yang terserap ke dalam tanah sehingga sulit untuk

terakumulasi di atas bidang gelincir yang mengakibatkan sulit timbulnya gerak lateral pada tanah atau longsor.

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai suseptibilitas magnetik pada frekuensi rendah (χ_{LF}) berkisar antara $120{,}2\times10^{-8}$ m^3kg^{-1} dan $458{,}5\times10^{-8}$ m^3kg^{-1} dengan rata-rata $208{,}2\times10^{-8}$ m^3kg^{-1}. Dari range nilai χ_{LF} tersebut diperkirakan bahwa mineral magnetik yang terkandung dalam sampel bersifat Paramagnetik dan Ferimagnetik dengan jenis mineralnya adalah Hematit (Fe_2O_3). Grafik hubungan antara nilai suseptibilitas magnetik terhadap χ_{FD} (%) menunjukkan bahwa hampir keseluruhan sampel memiliki nilai χ_{FD} (%) antara 2,00% - 10,0%. Berdasarkan hubungan suseptibilitas magnetik dan bulir superparamagnetik, terdapat lintasan yang memiliki tanah dengan bulir superparamagnetik tinggi yaitu sampel pada lintasan B, C dan D dengan nilai χ_{FD} (%) antara 2,00% - 10,0%, sedangkan Lintasan A dengan nilai χ_{FD} (%) lebih rendah yaitu antara 0,0% - 2,00%. Lintasan B, C, dan D mempunyai potensi longsor yang lebih tinggi karena mengandung lebih banyak bulir superparamagnetik, sehingga bersifat lebih halus dan lebih mudah menyerap air dibandingkan Lintasan A.

DAFTAR PUSTAKA

Acharya, M.S., Rauchecker, M. dan Wu, W., 2014, Determination Of Water Absorption and Water Holding Capacities Of Different Soil Mixtures With Minidrain System To Enhance The Plant Growth, *Geophysical Research*, Vol.16.

Dearing, J., 1999, *Environmental Magnetic Suseptibility Using the Bartington MS2 System*, Chi Publishing, England.

Dona, I. R., Akmam. dan Sudiar N.Y., 2015. Identifikasi Bidang Gelincir Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger di Bukit Lantiak Kecamatan Padang Selatan, *Pilar of physics*, Vol. 5, hal. 1-8.

Fonseca, L. d. M., Lani, J.J., Fernandes Filho, E.I., Marques, E. A. G. M. dan Ferreira, W. P. F., 2016, Avaliacao da erodibilidade de um Cambissolo em Juz de Fora, Minas Gerais, *Geotecnia*, Vol. 136, No.1, hal. 43-156.

Mullins, C., 1997, Magnetic Susceptibility of The Soil and Its Significant in Soil Science a Review, Sil Science*, British Society of Soil Science*, Vol. 28, hal. 223-246.

Naldi, F. dan Budiman, A., 2018, Analisis Suseptibilitas Magnetik Tanah Lapisan Atas Sebagai Indikator Bencana Longsor di Bukit Sula Kecamatan Talawi Kota Sawahlunto, *Jurnal Fisika Unand*, Vol. 7, No. 2, hal. 110-116.

Pratiwi, R. A., Prakoso, A. G., Darmasetiawan, R., Agustine, E., Kirana, K. H. dan Fitriani, D., 2016, Identifikasi Sifat Magnetik Tanah di Daerah Tanah Longsor*, Prosiding Seminar Nasional Fisika/2016*, Vol. 5, No. 1, hal. 182-187.

Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi., 2015, Prakiraan Wilayah Potensi Terjadi Gerakan Tanah/Tanah Longsor dan Banjir Bandang di Seluruh Indonesia, ESDM, Kementrerian, Bandung.

Ramdhani, R., Fitriani, D., Kirana, K. H., Wijatmoko, B. dan Sutanto, O., 2016, Magnetic Properties of Soils From Landslide Potential Area, *6th Asian Physics Symposium*, Bandung.

Solomon, J. S., Ahmed, A. L., Adamu, I. H. dan Dimu, O. O., 2017, Identifying Anthropogenic Metallic Pollutants Using Frequency Dependent Magnetic Susceptibility Measurements In Abuja Metropolis, *Currents Trends In Natural Sciences,* Vol. 6, No. 11, hal. 13-22.

BAPPEDA Kota Padang, 2014, Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Tahun 2014-2019, Padang BNPB, 2015, Waspada Masyarakat pada Bencana Angin Puting Beliung dan Banjir, Majalah GEMA BNPB, Vol. 3, No. 3.

BNPB, 2015, Waspada Masyarakat pada Bencana Angin Puting Beliung dan Banjir, Majalah GEMA BNPB, Vol. 3, No. 3.