

Pendugaan Kedalaman Erosi Melalui Analisis Nilai Susptibilitas Magnetik Tanah Di Salah Satu Daerah Lereng Nagari Bukik Limbuku

Elizabeth Giovanni Sitompul*, Arif Budiman

Laboratorium Fisika Bumi dan Atmosfer, Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas

Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia, melarahmadanibewmranal@gmail.com

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 14 September 2022

Direvisi: 12 Oktober 2022

Diterima: 14 Oktober 2022

Kata kunci:

daerah lereng

daerah acuan

erosi

suseptibilitas magnetik

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai pendugaan kedalaman erosi dan aliran air permukaan pada sebuah lereng di Nagari Bukik Limbuku melalui analisis nilai suseptibilitas magnetik tanah. Sampel tanah diambil dari dua lokasi yaitu daerah lereng dan daerah acuan yang berjarak 200 m dari daerah lereng. Pada daerah lereng sampel diambil pada lokasi seluas 3000 m² yang terdiri dari 40 titik dengan variasi kedalaman pada masing-masing titik yaitu 10, 20, 30, 40, dan 50 cm, sedangkan pada daerah acuan sampel diambil pada satu titik dengan variasi kedalaman yaitu 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 dan 100 cm. Pengukuran suseptibilitas magnetik sampel menggunakan *Magnetic Suseptibility Meter* dengan frekuensi rendah. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai suseptibilitas magnetik sampel bervariasi dari $211,3 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ sampai dengan $340,5 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ untuk daerah lereng dan dari $602,2 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ sampai $711,4 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ untuk daerah acuan. Hasil analisis nilai suseptibilitas magnetik sampel menunjukkan bahwa keseluruhan daerah lereng telah mengalami erosi dengan kedalaman erosi lebih 50 cm dan aliran air permukaan pada daerah lereng berawal dari bagian kiri atas menuju ke selatan melewati bagian tengah lalu bergerak ke arah barat.

Keywords:

slope area

reference area

erosion

magnetic susceptibilit

A research has been carried out on estimating depth of erosion and surface run-off on the slope area in Nagari Bukik Limbuku through the analysis of the value of magnetic susceptibility of the soil. The soil samples were taken from two locations, namely the slope area and the reference area which is 200 m from the slope area. In the slope area, samples were taken in an area of 3000 m² consisting of 40 points with depth variations at each point, namely 10, 20, 30, 40, and 50 cm, while in the reference area the sample was taken at one point with depth variations, namely 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 and 100 cm. Magnetic susceptibility of sample was measured by using Magnetic Suseptibility Meter with low frequency. The results of the measurement of magnetic susceptibility of the sample showed that the value of magnetic susceptibility of the sample varied from $211.3 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ to $340.5 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ for the slope area and from $602.2 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ to $711.4 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ for the reference area. The results of the analysis of the value of magnetic susceptibility of the samples showed that the entire slope area had been eroded with an erosion depth of more than 50 cm and surface run-off in the slope area started from the upper left to the south through the middle and then moved to the west.

Penulis Korespondensi:

Elizabeth Giovanni Sitompul

Email:

elizabethgiovanni1@gmail.com

Copyright © 2023 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Erosi merupakan suatu proses penguraian dan pengangkutan partikel-partikel tanah oleh angin dan air. Secara umum erosi dibagi menjadi dua yaitu erosi normal (*normal erosion*) dan erosi dipercepat (*accelerated erosion*). Erosi dikatakan normal jika laju erosi lebih kecil dari laju pembentukan tanah. Erosi yang dipercepat terjadi karena adanya faktor yang dapat mempercepat terjadinya erosi tersebut yaitu aktivitas manusia yang dapat menimbulkan masalah pada tanah (Arsyad, 2010). Manusia menebang pepohonan di hutan dan membuat lahan pertanian atau melakukan pengembangan lahan maka tanah akan menjadi rentan terhadap erosi. Erosi tanah secara besar-besaran akan menyebabkan tanah longsor, sedangkan air yang tidak meresap ke dalam tanah akan mengalir di atas tanah terbuka lalu menyebabkan banjir (Putri, 2019).

Pada dasarnya keerosian tanah suatu daerah penting untuk diketahui agar dapat dilakukan pencegahan sebelum terjadinya bencana erosi yang lebih besar. Pengamatan erosi dalam skala kecil suatu wilayah dapat dilakukan melalui perbandingan nilai suseptibilitas magnetik (SM) tanah pada wilayah tersebut dan tanah yang berasal dari daerah di sekitarnya yang diduga tidak mengalami erosi sebagai acuan. Daerah diamati dikatakan mengalami erosi jika tanahnya memiliki nilai SM yang lebih rendah dari tanah pada daerah acuan pada kedalaman yang sama. Sebaliknya, daerah yang diamati dikatakan mengalami pengendapan (Royall, 2001).

Nawar dan Budiman (2017) melakukan penelitian pendugaan erosi tanah berdasarkan nilai SM tanah lapisan atas di bumi perkemahan Universitas Andalas dan sampel yang dijadikan acuan berasal dari Arboretum Andaleh yang terletak sekitar 100 m dari daerah yang diamati. Pengambilan sampel dilakukan pada kedalaman 20 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai SM sampel daerah yang diteliti berkisar dari $326,6 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ hingga $1088,8 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ dan nilai SM sampel acuan pada berkisar dari $462,2 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ hingga $667,4 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$. Hasil analisis nilai SM menunjukkan bahwa 27,5% dari daerah penelitian telah mengalami erosi. Yu, dkk. (2019) melakukan penelitian untuk memperkirakan laju erosi dan sedimentasi jangka panjang di lahan pertanian Heshan yang telah dibudidayakan selama 60 tahun terletak di Provinsi Heilongjiang Timur Laut Cina menggunakan suseptibilitas magnetik. Sampel acuan diambil dari titik acuan yang terletak di hutan yang telah dibudidayakan selama 20 tahun tidak jauh dengan lahan pertanian tersebut. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa nilai SM sampel bervariasi dari $1,9 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ hingga $103,0 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ dengan nilai rata-rata $27,4 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hampir 64,0% dari luas lokasi penelitian telah mengalami erosi dan sisanya mengalami pengendapan. Sedimen yang diendapkan pada lereng secara keseluruhan sebanyak 36,0%. Kedalaman rata-rata tanah yang tererosi yaitu 44,5 cm dengan laju 1,1 cm/tahun dan ketebalan rata-rata pengendapan tanah sebesar 35,5 cm dengan laju 0,9 cm/tahun.

Nagari Bukik Limbuku merupakan sebuah desa yang terletak di Kecamatan Harau, Kabupaten Lima Puluh Kota, Provinsi Sumatera Barat. Wilayah Nagari Bukik Limbuku ini didominasi oleh wilayah berlereng, lahan pertanian, hutan dan jalan setapak. Lahan-lahan pertanian yang ada sebagian besar berasal dari pengalihan fungsi hutan yang diperkirakan telah berlangsung dalam waktu yang sangat lama. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk melakukan pendugaan kedalaman erosi dan aliran air permukaan pada sebuah lereng di Nagari Bukik Limbuku melalui mineral analisis nilai suseptibilitas magnetik sampel tanah.

II. METODE

Pengambilan sampel dilakukan di Nagari Bukik Limbuku, Kecamatan Harau Kabupaten Lima Puluh Kota pada dua tempat yaitu daerah lereng ($0^{\circ}11'26.02'' \text{ LS}$ dan $100^{\circ}41'44.03'' \text{ BT}$) dan daerah acuan ($0^{\circ}11'26.31'' \text{ LS}$ dan $100^{\circ}41'44.09'' \text{ BT}$) yang digunakan sebagai daerah pembanding. Untuk daerah lereng sampel diambil pada lokasi seluas 3000 m^2 yang terdiri dari empat lintasan dimana panjang masing-masing lintasan adalah 100 m dan jarak antar lintasan adalah 10 m. Pada masing-masing lintasan terdapat 10 titik pengambilan sampel dengan jarak antar titik sebesar 10 meter. Pada setiap titik sampel diambil pada kedalaman 10, 20, 30, 40 dan 50 cm. Untuk daerah acuan sampel diambil pada satu titik pada kedalaman 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, dan 100 cm. Jadi jumlah keseluruhan sampel yang diambil sebanyak 210 sampel.

Sebelum dilakukan pengambilan sampel pada daerah lereng dibuat grid lintasan sebagai penanda titik pengambilan sampel. Kemudian pada masing-masing titik ditentukan koordinat dan ketinggiannya dengan menggunakan aplikasi *Google Earth* pada Smartphone. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan bor belgi dengan cara menancapkan bor ke dalam tanah berdasarkan variasi kedalaman yang telah ditentukan. Lalu sampel tanah yang terdapat pada ujung bor dimasukkan ke dalam plastik *ziplock*. Sampel yang telah diambil dikeringkan menggunakan oven 40°C selama 48 jam untuk menghilangkan kadar air dalam sampel. Sampel yang telah kering digerus menggunakan lumpang dan alu, setelah itu diayak menggunakan ayakan 100 mesh lalu dimasukkan ke dalam sampel holder sebanyak 15 g. Selanjutnya dilakukan pengukuran suseptibilitas magnetik sampel menggunakan *Magnetic Susceptibility Meter MS2* dengan sensor MS2B dengan 15 arah pengukuran untuk masing-masing sampel dengan frekuensi rendah yaitu 0,465 kHz. Data suseptibilitas magnetik yang didapatkan diolah menggunakan program Matlab 2015a untuk memperoleh nilai suseptibilitas magnetik sampel.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Pendugaan Kedalaman Erosi

Hasil pengukuran posisi geografis, ketinggian titik pengambilan sampel dan pengolahan nilai suseptibilitas magnetik sampel pada daerah lereng dapat dilihat pada Tabel 1, sedangkan untuk sampel yang diambil pada titik acuan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1 Hasil pengolahan data suseptibilitas magnetik sampel daerah lereng

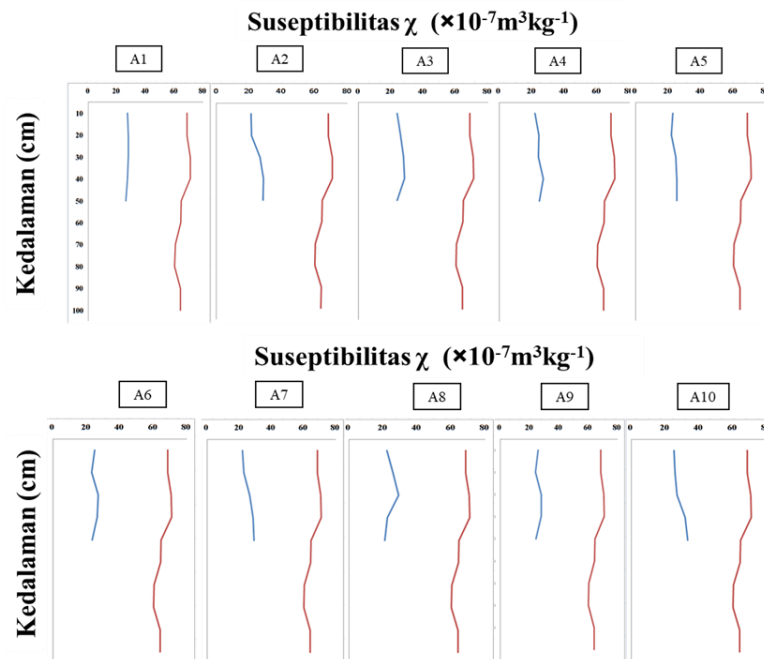
N0	Titik Sampe I	Koordinat Bujur (°)	Koordinat Lintang (°)	Ketinggian (m)	Nilai Suseptibilitas Sampel Perkedalaman ($\times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$)				
					10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm
1	A1	100,6956	0,1906	492,5	274,7	279,6	278,8	275,3	262,4
2	A2	100,6955	0,1906	491,1	212,7	215,6	268,0	290,8	288,0
3	A3	100,6955	0,1906	490,3	238,2	260,6	278,9	283,1	237,5
4	A4	100,6955	0,1906	489,9	220,7	243,0	241,9	270,6	248,2
5	A5	100,6955	0,1906	488,2	228,3	219,3	246,6	253,7	253,1
6	A6	100,6955	0,1906	487,8	249,7	232,3	272,1	266,1	234,3
7	A7	100,6955	0,1906	486,7	219,3	229,5	266,5	284,6	292,8
8	A8	100,6955	0,1906	485,4	224,0	260,5	292,0	226,5	210,6
9	A9	100,6955	0,1906	484,6	259,4	241,8	281,5	279,7	244,5
10	A10	100,6955	0,1905	483,9	251,7	259,3	269,0	318,8	334,7
11	B1	100,6956	0,1906	489,1	232,9	238,3	272,9	250,1	225,7
12	B2	100,6956	0,1906	488,2	258,9	279,1	306,5	253,4	253,8
13	B3	100,6956	0,1906	487,9	232,0	240,0	248,0	312,0	259,0
14	B4	100,6956	0,1906	486,1	221,3	228,0	251,2	298,9	253,7
15	B5	100,6956	0,1906	485,3	249,8	270,5	291,5	262,6	216,8
16	B6	100,6956	0,1906	484,8	260,4	270,8	297,4	255,2	270,2
17	B7	100,6956	0,1906	483,5	250,2	259,0	277,2	227,4	228,7
18	B8	100,6956	0,1905	482,7	231,0	219,9	246,7	260,4	296,0
19	B9	100,6955	0,1905	481,4	230,5	249,5	278,5	299,4	264,8
20	B10	100,6955	0,1905	480,6	212,2	231,0	253,7	276,0	236,1
21	C1	100,6956	0,1906	495,1	200,2	211,7	227,5	277,1	233,1
22	C2	100,6956	0,1906	494,6	250,2	270,1	295,2	258,3	287,0
23	C3	100,6956	0,1906	493,4	260,3	278,7	288,4	236,6	291,4
24	C4	100,6956	0,1906	492,3	228,3	258,2	338,6	264,3	282,9
25	C5	100,6956	0,1906	491,1	211,3	229,8	251,5	294,8	242,0
26	C6	100,6956	0,1906	490,3	262,1	231,4	294,9	246,7	251,4
27	C7	100,6956	0,1905	489,9	252,6	264,4	340,5	264,3	282,9
28	C8	100,6956	0,1905	488,5	287,7	223,4	251,5	294,8	242,3
29	C9	100,6956	0,1905	487,2	274,0	240,8	288,4	236,6	291,4
30	C10	100,6956	0,1905	486,1	265,2	307,8	338,6	264,3	282,9
31	D1	100,6956	0,1906	498,9	223,1	230,1	272,9	250,1	225,7
32	D2	100,6956	0,1906	497,5	248,6	248,8	253,4	253,8	306,5
33	D3	100,6956	0,1906	496,2	242,9	255,3	247,7	312,3	258,5
34	D4	100,6956	0,1906	495,1	241,0	265,7	258,7	261,7	255,0
35	D5	100,6956	0,1905	494,5	255,5	235,6	225,8	223,7	233,6
36	D6	100,6956	0,1905	493,3	282,6	275,0	223,7	217,7	219,2
37	D7	100,6956	0,1905	492,6	261,5	271,8	226,6	200,9	219,7
38	D8	100,6956	0,1905	491,4	242,5	256,7	246,7	260,4	296,0
39	D9	100,6956	0,1905	490,2	273,2	268,0	278,5	299,4	264,8
40	D10	100,6956	0,1905	489,5	214,8	233,4	253,7	276,0	236,1

Tabel 2 Hasil pengolahan data suseptibilitas magnetik sampel daerah acuan

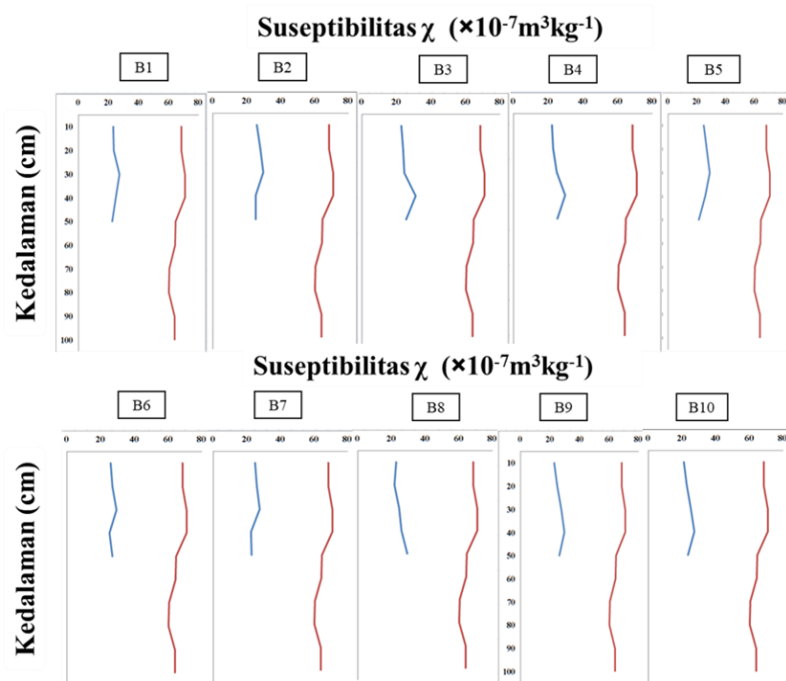
No	Koordinat Bujur (°)	Koordinat Lintang (°)	Ketinggian (m)	Nilai Suseptibilitas Sampel Perkedalaman ($\times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$)									
				10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm	90 cm	100 cm
1	100,6956	0,1906	499,1	686,1	687,5	709,4	711,4	648,6	645,2	606,0	602,2	641,5	641,2

Dari Tabel 1 dan Tabel 2 terlihat bahwa bahwa nilai SM sampel bervariasi. Sampel yang diambil dari daerah lereng berjumlah 200 sampel yang memiliki nilai SM berkisar dari $211,3 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ sampai dengan $340,5 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$, sedangkan sampel dari daerah acuan berjumlah 10 sampel dengan nilai SM berkisar dari $602,2 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$ sampai dengan $711,4 \times 10^{-8} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$. Nilai SM sampel ini lebih kecil dibandingkan dengan nilai SM sampel hasil penelitian Nawar dan Budiman (2017) dan lebih besar dibandingkan dengan nilai SM sampel hasil penelitian Yu, dkk. (2019) seperti yang telah disebutkan pada bagian pendahuluan. Perbedaan nilai SM sampel ini dikarenakan adanya perbedaan mineral magnetik yang terkandung di dalamnya.

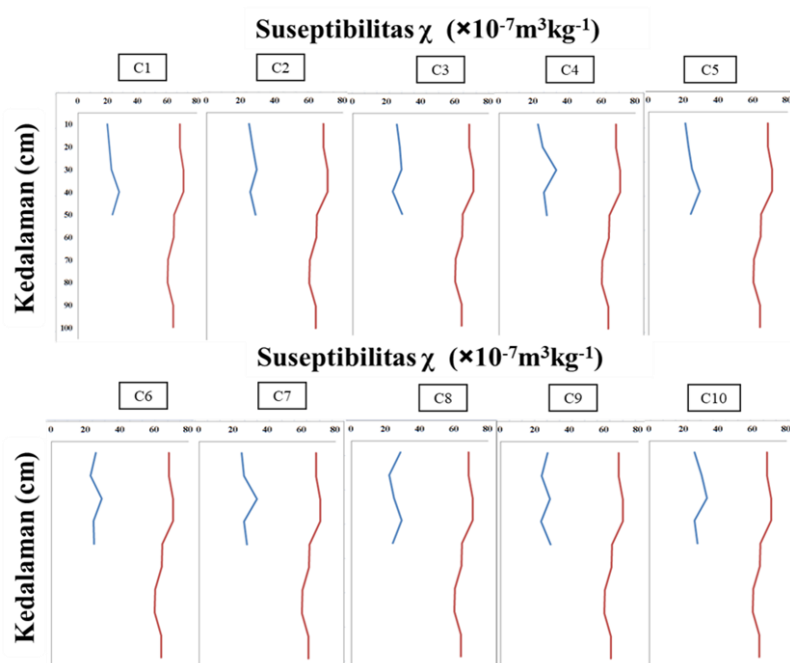
Grafik hubungan nilai suseptibilitas magnetik sampel yang berasal dari masing-masing titik untuk berbagai lintasan daerah lereng dan sampel acuan terhadap kedalaman dapat dilihat pada Gambar 1 untuk Lintasan A, Gambar 2 untuk Lintasan B, Gambar 3 untuk Lintasan C, dan Gambar 4 untuk Lintasan D. Dari Gambar 1 sampai dengan Gambar 4 terlihat bahwa keseluruhan sampel lereng mempunyai nilai SM lebih kecil nilai SM sampel acuan. Berdasarkan hal ini diduga bahwa pada daerah lereng telah erosi terjadi hingga kedalaman maksimum pengambilan sampel pada penelitian ini, yaitu 50 cm. Mengingat perbandingan rata-rata nilai SM sampel lereng kurang dari sepertiga dari rata-rata nilai SM sampel acuan, besar kemungkinan bahwa erosi telah terjadi pada kedalaman lebih dari 50 cm. Hal ini sekaligus menunjukkan bahwa tingkat erosi pada daerah penelitian ini sudah sangat mengkhawatirkan.



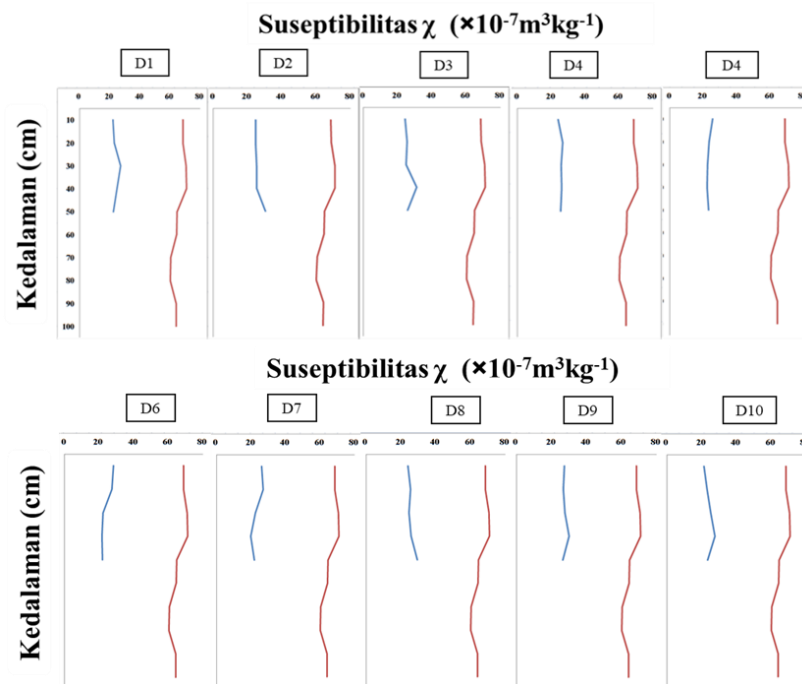
Gambar 1 Grafik hubungan nilai suseptibilitas magnetik sampel Lintasan A daerah lereng (warna biru) dan sampel acuan (warna merah).



Gambar 2 Grafik hubungan nilai suseptibilitas magnetik sampel Lintasan B daerah lereng (warna biru) dan sampel acuan (warna merah).



Gambar 3 Grafik hubungan nilai suseptibilitas magnetik sampel Lintasan C daerah lereng (warna biru) dan sampel acuan (warna merah).



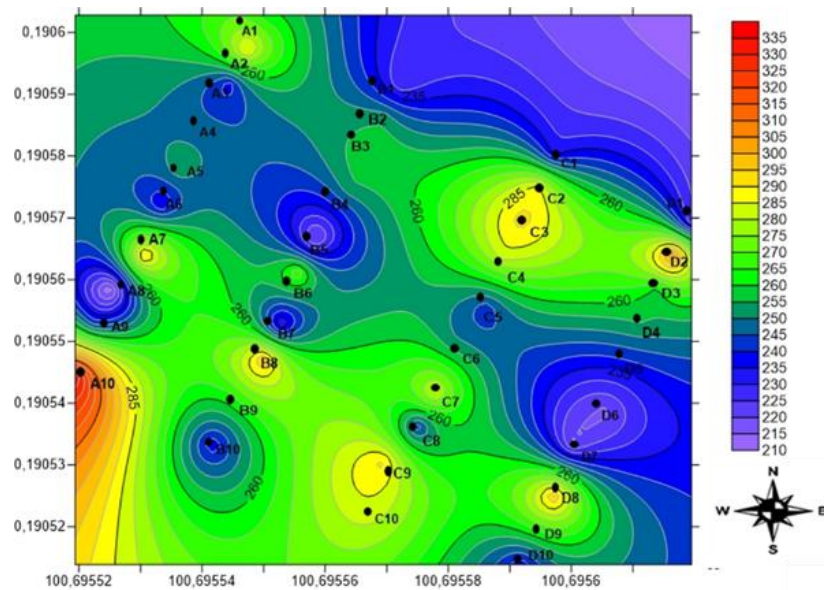
Gambar 4 Grafik hubungan nilai suseptibilitas magnetik sampel Lintasan D daerah lereng (warna biru) dan sampel acuan (warna merah).

Penyebab hal ini terjadi tentu saja berawal dari pengalihan fungsi hutan menjadi lahan pertanian yang diperkirakan terjadi dalam waktu yang sudah sangat lama. Pengalihan fungsi hutan menjadi lahan pertanian menyebabkan berubahnya kandungan bahan organik dan kehidupan organisme dalam tanah yang akhirnya berpengaruh terhadap struktur tanah baik lapisan atas maupun lapisan bawah. Kerusakan struktur tanah akan berdampak pada makroporositas tanah dan lebih lanjut akan diikuti dengan penurunan laju infiltrasi air pada permukaan tanah sehingga menyebabkan peningkatan limpasan air (*run-off*) pada permukaan (Hairiah dkk., 2004). Limpasan air permukaan inilah yang mempercepat terjadinya erosi pada tanah lapisan atas

3.2 Pendugaan Pola Aliran Air Permukaan

Dari analisis sebelumnya diduga bahwa erosi telah terjadi hingga kedalaman 50 cm bahkan lebih, sehingga menganalisis sebaran nilai SM per kedalaman tidak perlu untuk dilakukan cukup hanya difokuskan pada kedalaman 50 cm seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 5. Dari Gambar 5 terlihat bahwa sebaran nilai SM terendah (warna biru) berada pada daerah sekitar titik B1, C1 dan D1 yang merupakan titik-titik tertinggi untuk masing-masing lintasan daerah lereng. Sebaran nilai SM terendah juga terdapat di daerah sekitar titik A3, A6, dan A8 (Lintasan A); B4, B5, B7 dan B10 (Lintasan B); C8 (Lintasan C); dan D5, D6, D7 dan D10 (Lintasan D). Selanjutnya sebaran nilai SM tertinggi (warna jingga) berada pada daerah di sekitar A10 yang merupakan titik terendah di Lintasan A.

Akibat gaya gravitasi bumi aliran air akan bergerak ke daerah yang lebih rendah. Aliran air akan tersebut akan membawa mineral magnetik sehingga menyebabkan kandungan mineral magnetik di suatu daerah akan berkurang yang tergambar dari nilai SM yang lebih kecil dari daerah dimana mineral magnetiknya bertambah. Berdasarkan analisis tersebut, pola aliran air permukaan pada daerah lereng dimulai dari daerah bagian kiri atas (di sekitar titik-titik B1, C1 dan D1), kemudian menuju ke selatan melewati dari bagian tengah yaitu daerah antara Lintasan B dan Lintasan C, dan selanjutnya berbelok ke barat menuju daerah titik A10 melewati daerah titik B8.



Gambar 5 Peta kontur sebaran nilai SM pada kedalaman 50 cm.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis nilai suseptibilitas magnetik sampel dapat disimpulkan bahwa keseluruhan daerah lereng telah mengalami erosi dengan kedalaman erosi lebih 50 cm dan aliran air permukaan pada daerah lereng berawal dari bagian kiri atas menuju ke selatan melewati bagian tengah lalu bergerak ke arah barat.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S., (2010). *Konservasi Tanah dan Air*, IPB Press, Bogor.
- Hairiah, K., Suprayoga, D., Widiyanto, B., Suhara, E., Mardiasuning, A., Widodo, R. H., Prayogo, C., Rahayu, S., (2004). Alih guna lahan hutan menjadi lahan agroforestri berbasis kopi: ketebalan seresah, populasi cacing tanah dan makroporositas tanah, *Jurnal Agrivita*, Vol. 6 No. 1, Hal 68-80.
- Nawar, A., dan, Budiman, A., 2017, Pendugaan Keerosian Tanah Berdasarkan Nilai Suseptibilitas Magnetik Pada Tanah Lapisan Atas Di Bumi Perkemahan Universitas Andalas, *Prosiding Seminar Nasional Fisika Universitas Andalas (SNFUA) 2017*, Padang.
- Royall, D. (2001). Use Of Mineral Magnetic Measurements to Investigate Soil Erosion and Sediment Delivery in A Small Agricultural Catchment in Limestone Terrain. *Catena* 46(1), 15–34.
- Yu, Y., Keli, Z., Liang, L., Qianhong, M., dan Jianyong, L. (2019). Estimating Long-Term Erosion and Sedimentation Rate on Farmland Using Magnetic Susceptibility in Northeast China. *Soil and Tillage Research* 187, 41–49.
- Putri, A. S., (2019). Erosi: Jenis, Faktor Penyebab dan Proses, *Kompas*, <https://www.kompas.com>