

Identifikasi Pola Redistribusi Tanah Yang Tidak dan Telah Mengalami Longsor Berdasarkan Nilai Suseptibilitas Magnetik Di Daerah Batu Busuk Kota Padang

Rosyie Sahara Putri, Arif Budiman*

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

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 18 Juli 2023
Direvisi: 08 Oktober 2023
Diterima: 30 November 2023

Kata kunci:

Erosi
Longsor
Redistribusi Tanah
Suseptibilitas Magnetik

Keywords:

Erosion
Landslide
Soil Redistribution
Magnetic Susceptibility

Penulis Korespondensi:

Arif Budiman
Email: arifbudiman@sci.unand.ac.id

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi pola redistribusi tanah berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik pada daerah Batu Busuk, Kelurahan Lambung Bukit, Kecamatan Pauh, Kota Padang. Pengambilan sampel dilakukan pada tiga lokasi yaitu Lokasi A (telah mengalami longsor), Lokasi B (tidak mengalami longsor) dan Lokasi C (tidak mengalami longsor) dengan panjang lintasan masing-masing lokasi adalah 40 meter yang memiliki 5 titik dengan variasi kedalaman 10, 20, 30, 40 dan 50 cm. Pengukuran suseptibilitas magnetik sampel dilakukan dengan menggunakan *Bartington Magnetic Susceptibility Meter* dengan menggunakan frekuensi rendah yaitu 0,465 kHz dan frekuensi tinggi yaitu 47 kHz. Hasil penelitian menunjukkan sebagian besar sampel Lokasi A dan Lokasi C mempunyai nilai χ_{fd} (%) kurang dari 4,0%, sedangkan untuk Lokasi B sebaliknya. Sampel Lokasi B memiliki pola bahwa nilai χ_{fd} semakin bertambah dengan meningkatnya nilai χ_{lf} , tidak demikian untuk sampel Lokasi A dan C. Nilai suseptibilitas sampel Lokasi B dan Lokasi C berkurang dengan bertambahnya kedalaman pengambilan sampel, sedangkan sampel Lokasi A berfluktuatif. Pola redistribusi tanah berdasar sebaran nilai suseptibilitas magnetik sampel, untuk Lokasi B dan Lokasi C relatif lebih merata, sebaliknya Lokasi A. Lokasi A dan Lokasi C diduga telah mengalami erosi, dimana tingkat erosi di Lokasi A lebih tinggi dibandingkan Lokasi C, sedangkan keadaan tanah Lokasi B relatif stabil.

The research has been carried out to identify patterns of soil redistribution based on magnetic susceptibility values in the Batu Busuk area, Lambung Bukit Village, Pauh District, Padang City. The sample was carried out at three locations, namely Location A (experienced landslides), Location B (not experienced landslides), and Location C (not experienced landslides), with a track length of 40 meters for each location, which has 5 points with variations in depth of 10, 20, 30, 40 and 50 cm. The magnetic susceptibility of the sample was measured using a Bartington Magnetic Susceptibility Meter with a low frequency of 0.465 kHz and a high frequency of 47 kHz. The results showed that most of the samples from Location A and Location C had χ_{fd} (%) value of less than 4.0%, while for Location B, it was the opposite. The sample Location B has a pattern where the value of χ_{fd} increases with increasing χ_{lf} value, not so for the samples for Locations A and C. The susceptibility values for the samples for Location B and Location C decrease with increasing sampling depth, while the sample for Location A fluctuates. The pattern of soil redistribution based on the distribution of sample magnetic susceptibility values for Location B and Location C is relatively more even. On the contrary, Location A. Location A and Location C have experienced erosion, where the erosion rate in Location A is higher than in Location C. In contrast, the soil conditions in Location B are relatively stable.

Copyright © 2024 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Erosi tanah adalah perpindahan tanah dari tempat pembentukannya oleh suatu penyebab seperti hujan, angin, gravitasi dan berbagai hal lainnya. Erosi oleh air hujan dimulai dengan masuknya air melalui permukaan ke dalam tanah yang disebut sebagai infiltrasi. Setelah infiltrasi, air di dalam tanah akan bergerak lebih jauh bersama material-material tanah yang dilewatinya, sehingga terjadi perubahan kuantitas dari material tanah antara bagian satu dengan lainnya yang disebut dengan redistribusi tanah (Pennock, 1997). Oleh karena itu dari pola redistribusi tanah suatu wilayah dapat diketahui tingkat erosi yang terjadi. Menurut Liu dkk. (2015) redistribusi tanah telah diidentifikasi sebagai akibat dari erosi dan banyak penelitian telah dilakukan untuk memahami fenomena ini.

Metode yang digunakan untuk mengetahui pola redistribusi tanah di antaranya adalah metode ^{137}Cs (Caesium-137) pola redistribusi tanah akibat erosi diketahui dengan melacak keberadaan radionuklida ^{137}Cs (Fulajtar dkk., 2017). Selanjutnya metode *Soil Organic Carbon* (SOC) redistribusi tanah didasarkan pada perubahan kandungan bahan organik tanah akibat dari erosi (Thomazini et al., 2015). Terakhir, metode Suseptibilitas Magnetik merupakan metode yang dapat dijadikan alternatif dalam mengetahui pola redistribusi tanah. Metode ini dapat mengetahui nilai Suseptibilitas Magnetik (SM) tanah yang dengan cepat dapat mengalami perubahan, sehingga sangat efektif untuk digunakan dalam melacak proses panjang dari erosi dan pengendapan di suatu lereng bukit (Liu dkk., 2015).

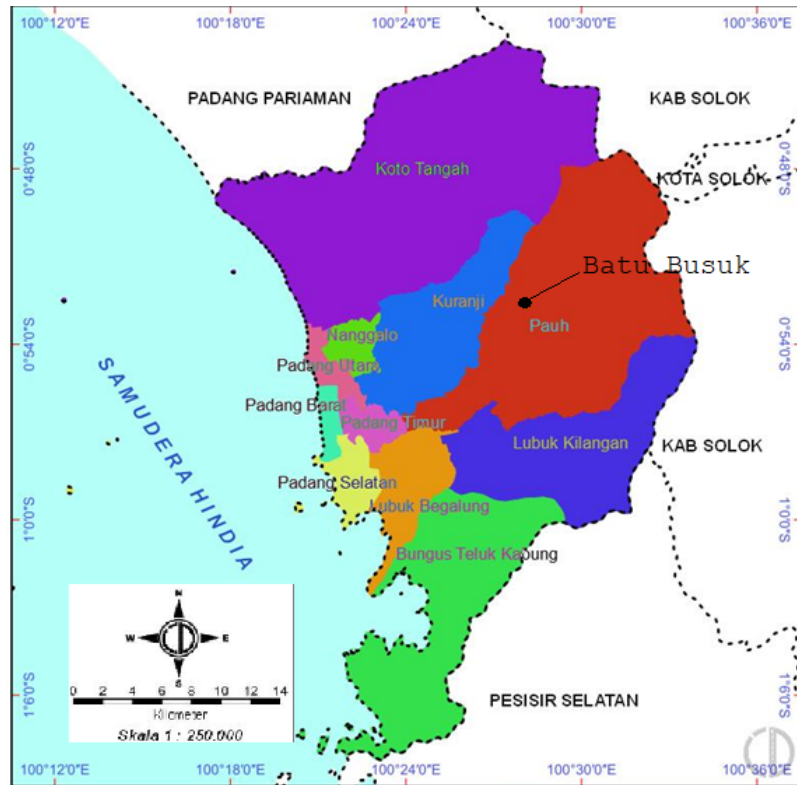
Beberapa penelitian terkait hubungan redistribusi tanah dan erosi dengan menggunakan metode suseptibilitas magnetik telah banyak dilakukan. Liu dkk. (2015) melakukan penelitian pola redistribusi terhadap tanah hitam melalui nilai SM pada dua lereng berbeda yang satu berupa lahan budi daya dan yang lainnya adalah lahan pertanian yang telah direboisasi selama lebih dari 50 tahun di China Timur Laut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai SM tanah pada lereng lahan budi daya lebih kecil dibandingkan lereng reboisasi dan profil sebaran nilai SM pada lereng reboisasi lebih stabil dibandingkan lereng budi daya. Ding dkk. (2020) melakukan penelitian untuk mengkarakterisasi nilai SM tanah pada lereng lahan pertanian dan padang rumput yang mengalami erosi oleh angin dan air serta pengaruhnya terhadap pola redistribusi tanah. Lokasi penelitian berjarak 14 km dari Kota Datan, Kabupaten Otonom Fengning Manchu, Provinsi Hebei, China. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata SM sampel dari tanah pertanian dua kali lebih besar dan distribusi nilai SM secara spasial lebih merata dibandingkan padang rumput. Ayoubi dan Dehaghani (2020) melakukan identifikasi redistribusi tanah pada empat posisi sebuah lereng yang mengalami pengalihan fungsi dari hutan menjadi lahan pertanian di daerah perbukitan Pegunungan Zagros Iran Barat menggunakan metode suseptibilitas magnetik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai SM pada keempat posisi lereng lahan pertanian secara signifikan lebih rendah dibandingkan dengan lereng hutan alam.

Batu Busuk merupakan daerah yang terletak di Kelurahan Lambung Bukit, Kecamatan Pauh, Kota Padang berjarak sekitar 15 km dari pusat kota Padang. Daerah Batu Busuk berjarak kurang lebih 3 km dari Universitas Andalas, jalan menuju daerah Batu Busuk adalah jalan yang digunakan untuk menuju pemukiman warga dan juga lokasi wisata. Jalan ini sebagian besar melewati daerah dengan lereng yang cukup curam dan Batu Busuk memiliki curah hujan yang tinggi yaitu 384,88 mm/bulan (BPS, 2022). Hal ini sangat memungkinkan daerah di sekitar jalan tersebut mengalami erosi. Tanah yang mengalami erosi terus-menerus akan memicu terjadinya longsor yang menyebabkan terputusnya jalur transportasi pada daerah tersebut. Sejauh ini diketahui belum ada penelitian yang berhubungan dengan keerosian atau kondisi tanah di daerah Batu Busuk. Berdasarkan hal di atas, perlu dilakukan penelitian tentang keerosian tanah di daerah Batu Busuk.

II. METODE

Pengambilan sampel dilakukan pada daerah Kelurahan Batu Busuk, Kecamatan Pauh, Kota Padang (Gambar 1). Sampel diambil pada tiga lokasi yaitu Lokasi A merupakan lereng yang telah mengalami longsor (0,907178 LS, 100,455237 BT), kedua Lokasi B adalah lereng yang tidak mengalami longsor berjarak 20 m dari Lokasi A (0,906991 LS, 100,455348 BT), dan ketiga Lokasi C adalah lereng yang tidak mengalami longsor yang berjarak 50 m dari Lokasi A (0,906985 LS, 100,455449 BT). Lokasi ini dipilih karena bagian lerengnya berbatasan langsung dengan bahu jalan. Di

setiap lokasi sampel diambil pada sebuah lintasan dengan panjang adalah 40 m, dimana pada masing-masing lintasan terdapat 5 titik dengan jarak antar titik sebesar 10 meter. Di setiap titik, sampel diambil pada kedalaman 10, 20, 30, 40 dan 50 cm. Hal ini dikarenakan bahwa erosi hanya terjadi pada tanah lapisan atas, dimana rata-rata tanah lapisan atas terletak hingga kedalaman 50 cm (Sutanto, 2005). Jadi jumlah keseluruhan sampel yang diambil sebanyak 75 sampel.



Gambar 1 Lokasi pengambilan sampel di Kelurahan Batu Busuk Kecamatan Pauh Kota Padang

Tahapan pengambilan sampel dimulai dengan membuat garis lintasan yang menandakan titik pengambilan sampel, menentukan koordinat dan ketinggian titik lokasi pengambilan sampel dengan menggunakan aplikasi *google earth* pada *smartphone*, mengambil sampel tanah menggunakan bor belgi sebanyak 100 g, lalu memasukkannya ke dalam plastik yang telah diberi tanda. Setelah itu, dilakukan preparasi sampel dengan mengeringkan sampel tanah menggunakan *oven* dengan suhu 40°C selama 48 jam. Pengeringan sampel bertujuan untuk menghilangkan kadar air yang terdapat pada tanah (Cao dkk., 2021). Sampel yang telah kering digerus menggunakan mortal dan alu hingga halus, kemudian diayak menggunakan ayakan 100 mesh. Selanjutnya, dilakukan pengukuran pada sampel Tanah yang telah diayak dimasukkan ke dalam sampel holder sebanyak 15 g. Setelah itu dilakukan pengukuran suseptibilitas magnetik tanah menggunakan *magnetic susceptibility meter* dengan 15 arah menggunakan *Low Frequency* (LF) yaitu 0,465 kHz dan *High Frequency* (HF) yaitu 47 kHz (Dearing, 1999). Hasil pengukuran nilai SM melalui dua frekuensi ini digunakan untuk menentukan *frequency-dependent susceptibility* χ_{fd} (%). Data dari hasil pengukuran dicatat, kemudian diolah menggunakan program *Python* dan *Microsoft excel*.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Hubungan Nilai χ_{fd} dengan χ_{lf} dan kaitannya dengan erosi

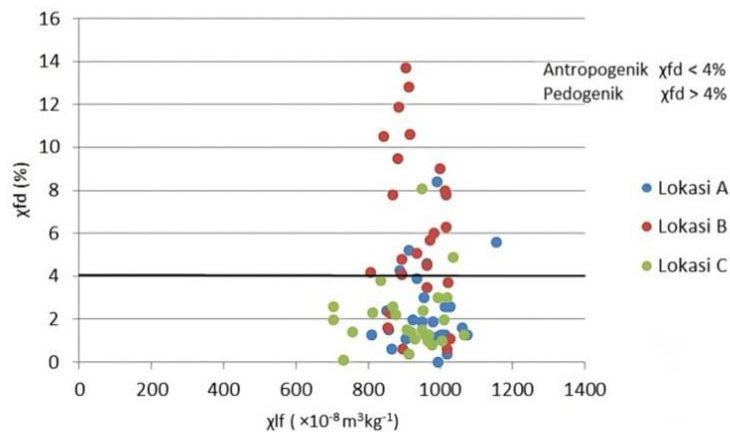
Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa sampel Lokasi A mempunyai nilai χ_{fd} (%) berkisar antara 0,3% sampai dengan 8,4%, dimana 16 dari 25 sampel memiliki χ_{fd} (%) kurang dari 4,0%, sedangkan sampel Lokasi B mempunyai nilai χ_{fd} (%) dari 0,6% sampai 13,7%, dimana 18 dari 25 sampel mempunyai χ_{fd} (%) besar dari 4,0% dan sampel Lokasi C mempunyai nilai χ_{fd} (%) berkisar antara 0,1% sampai 4,9%,

dimana 23 dari 25 sampel memiliki χ_{fd} (%) kurang dari 4,0%. Pada tanah yang mengalami gangguan (antropogenik) sebagian besar sampel mempunyai nilai χ_{fd} (%) kurang dari 4,0%, sementara tanah dengan sumber magnetis alami didominasi oleh sampel dengan nilai χ_{fd} (%) besar dari 4,0% (Bijaksana & Huliselan, 2010). Semakin tinggi nilai χ_{fd} (%) maka semakin banyak bulir superparamagnetik di dalam tanah yang menunjukkan bahwa perubahan mineral magnetik dalam tanah berlangsung secara alami (pedogenik) (Kanu et al., 2014). Berdasarkan nilai χ_{fd} (%) diduga bahwa tanah di Lokasi A dan Lokasi C telah mengalami gangguan, sebaliknya untuk tanah di Lokasi B.

Tabel 1 Hasil pengolahan data nilai suseptibilitas magnetik sampel untuk masing-masing lokasi

No	Titik Sampel	Pengukuran Suseptibilitas Per kedalaman														
		10 cm			20 cm			30 cm			40 cm			50 cm		
		χ_{fr}	χ_{hf}	χ_{fd}	χ_{fr}	χ_{hf}	χ_{fd}	χ_{fr}	χ_{hf}	χ_{fd}	χ_{fr}	χ_{hf}	χ_{fd}	χ_{fr}	χ_{hf}	χ_{fd}
1	A1	850,0	829,9	2,4	864,9	859,3	0,6	893,8	857,5	4,1	886,0	847,5	4,3	809,4	798,7	1,3
2	A2	935,9	899,0	3,9	1073,2	1058,8	1,3	1025,6	998,6	2,6	978,4	960,0	1,9	912,5	864,9	5,2
3	A3	855,6	843,2	1,5	1002,0	989,3	1,3	1059,9	1043,3	1,6	948,2	930,6	1,9	902,9	893,4	1,1
4	A4	990,1	1001,8	1,2	1012,7	999,2	1,3	992,4	992,4	0,3	954,6	925,9	3,0	922,4	903,6	2,0
5	A5	1018,0	1014,0	0,4	1154,6	1089,4	5,6	1013,2	986,8	2,6	963,8	919,4	4,6	989,3	905,9	8,4
6	B1	1022,0	984,0	3,7	1016,3	952,4	6,3	1015,2	936,0	7,8	1011,6	930,3	8,0	971,2	916,3	5,7
7	B2	916,3	1013,3	10,6	911,9	795,2	13,0	903,6	779,4	13,7	884,2	778,7	11,9	882,6	798,7	9,5
8	B3	982,5	923,5	6,0	961,9	918,5	4,5	868,4	800,5	7,8	854,4	868,0	1,6	807,3	841,3	4,2
9	B4	896,2	901,8	0,6	893,2	856,9	4,1	892,7	849,8	4,8	860,4	840,4	2,3	843,8	755,1	10,5
10	B5	1027,0	1037,8	1,1	1018,6	1025,0	0,6	1000,0	910,4	9,0	963,9	930,2	3,5	933,6	886,1	5,1
11	C1	1064,0	1050,2	1,3	966,3	956,4	1,0	968,0	955,1	1,3	929,7	919,4	1,1	916,9	903,8	1,4
12	C2	951,8	929,0	2,4	756,4	745,6	1,4	730,9	731,6	0,1	704,4	718,7	2,0	704,2	685,6	2,6
13	C3	906,4	892,4	1,5	877,2	858,3	2,2	866,8	844,5	2,6	835,7	804,1	3,8	813,3	794,9	2,3
14	C4	993,7	1023,1	3,0	947,8	1024,6	8,1	957,2	944,4	1,3	948,8	934,9	1,5	911,5	907,7	0,4
15	C5	1035,0	1085,8	4,9	1016,9	1047,8	3,0	1010,4	1030,8	2,0	1003,8	993,4	1,0	976,3	968,1	0,8

Keterangan: χ_{fr} ($\times 10^{-8} \text{m}^3 \text{kg}^{-1}$), χ_{hf} ($\times 10^{-8} \text{m}^3 \text{kg}^{-1}$), χ_{fd} (%).



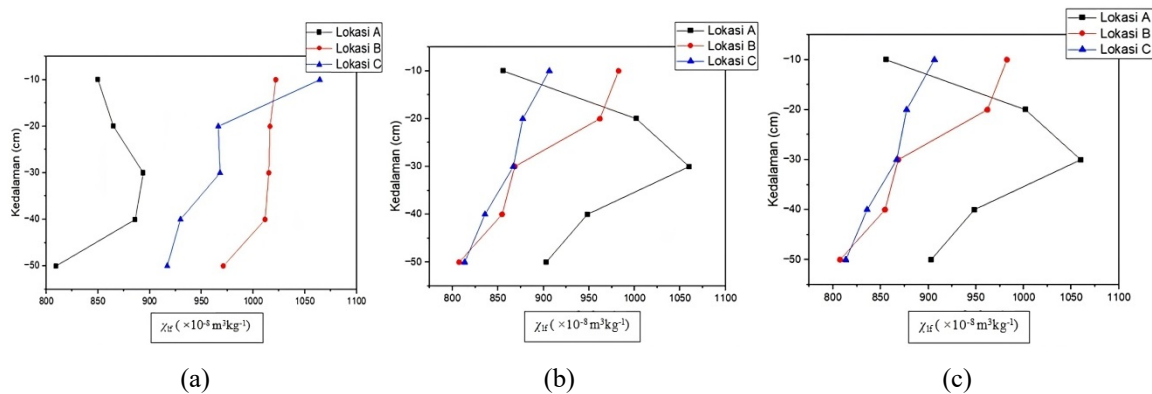
Gambar 2 Pola hubungan χ_{fd} dan χ_{fr} pada masing-masing lokasi

Selanjutnya dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa sampel dari Lokasi A mempunyai pola bahwa meningkatnya nilai χ_{fr} tidak diikuti dengan meningkatnya nilai χ_{fd} . Pola yang sama terlihat pada sampel dari Lokasi C. Sebaliknya sampel dari Lokasi B memiliki pola bahwa nilai χ_{fd} semakin bertambah dengan meningkatnya nilai χ_{fr} . Menurut Wang dkk. (2000), untuk sampel pedogenik nilai χ_{fd} semakin bertambah dengan meningkatnya nilai χ_{fr} dimana mineral magnetik sampel didominasi oleh bulir superparamagnetik, sedangkan untuk sampel antropogenik nilai χ_{fd} semakin berkurang dengan meningkatnya nilai χ_{fr} dimana mineral magnetik sampel didominasi oleh bulir multi-domain (MD) atau campuran halus dan kasar. Berdasarkan pola plot hubungan hubungan χ_{fr} terhadap χ_{fd} diduga bahwa tanah di Lokasi A dan Lokasi C telah mengalami gangguan dan tanah Lokasi B relatif stabil. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa Lokasi A dan Lokasi C memiliki potensi erosi yang tinggi. Hal ini dapat disebabkan oleh pembukaan jalan di atas lereng untuk menuju pemukiman warga dan juga pengalihan fungsi lahan oleh warga.

3.2 Variasi Nilai Suseptibilitas Magnetik Sampel Terhadap Kedalaman Pengambilan Sampel

Grafik hubungan nilai χ_{fr} terhadap kedalaman pengambilan sampel untuk ketiga lokasi dapat dilihat pada Gambar 3, dimana Gambar 3(a) untuk bagian bahu lintasan (*upper*), Gambar 3(b) untuk

bagian badan lintasan (*middle*), dan Gambar 3(c) untuk bagian kaki lintasan (*lower*). Perubahan nilai SM antara Lokasi A dengan Lokasi B dan Lokasi C pada masing-masing titik berbeda. Lokasi A mengalami perubahan nilai SM yang naik turun dibanding dengan nilai SM pada Lokasi B dan Lokasi C yang mengalami penurunan saat semakin dalam posisi sampel yang diambil. Mengingat bahwa nilai susceptibilitas magnetik pada tanah sesuai kedalaman yaitu semakin dalam tanah tersebut maka akan semakin kecil nilai susceptibilitas magnetik pada tanah tersebut (Amekudzi dkk., 2014). Maka sampel pada Lokasi A terbukti mengalami gangguan (telah mengalami longsor). Untuk Lokasi B dan Lokasi C perubahan nilai susceptibilitas magnetik perkedalaman itu semakin dalam sampel tanah maka nilai susceptibilitas magnetik nya semakin mengecil.

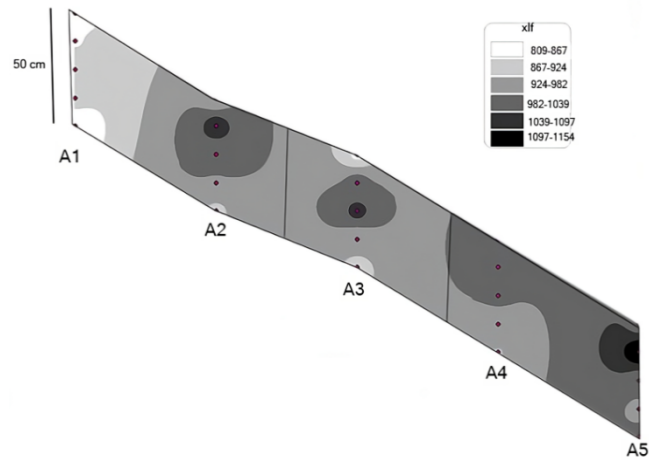


Gambar 3 Variasi nilai χ_f dengan kedalaman tanah pada masing-masing lintasan (a) Lokasi A (b) Lokasi B (c) Lokasi C

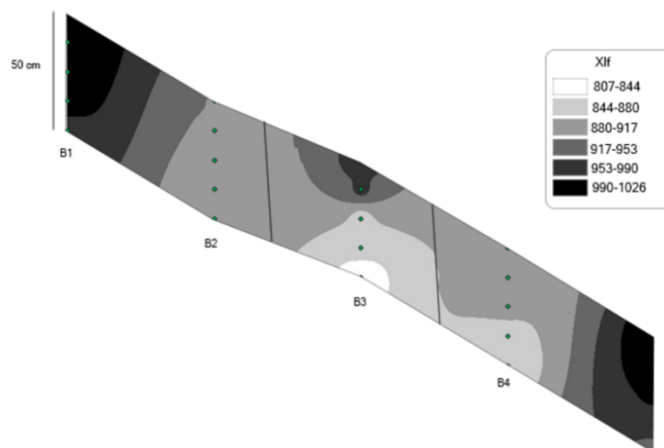
3.3 Pemetaan Redistribusi Tanah Berdasarkan Nilai Susseptibilitas Magnetik

Sebaran nilai susceptibilitas magnetik dibuat dalam bentuk peta kontur antar titik pengambilan sampel. Untuk pola redistribusi Lokasi A dapat dilihat pada Gambar 4, Lokasi B pada Gambar 5 dan Lokasi C untuk Gambar 6. Berdasarkan penelitian sebelumnya daerah yang mengalami erosi, memiliki nilai SM yang lebih tinggi (Yue dkk., 2019). Pada Lokasi A dapat dilihat bahwa sebaran nilai susceptibilitas magnetik pada lokasi tersebut tidak merata. Titik 1 lebih rendah dibandingkan titik lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa erosi atau kehilangan kandungan mineral magnetik yang jelas pada bagian titik 1 hingga kedalaman 50 cm. Pada titik lainnya mengalami pengurangan semakin menurunnya lereng dan pada titik 5 terjadi pengendapan atau deposisi dikarenakan kandungan mineral magnetik pada tanah titik tersebut. Hal tersebut dapat terjadi karena perpindahan posisi tanah akibat air dan angin (erosi). Hal ini sangat memungkinkan untuk kandungan mineral magnetik pada tanah mengendap pada titik 5.

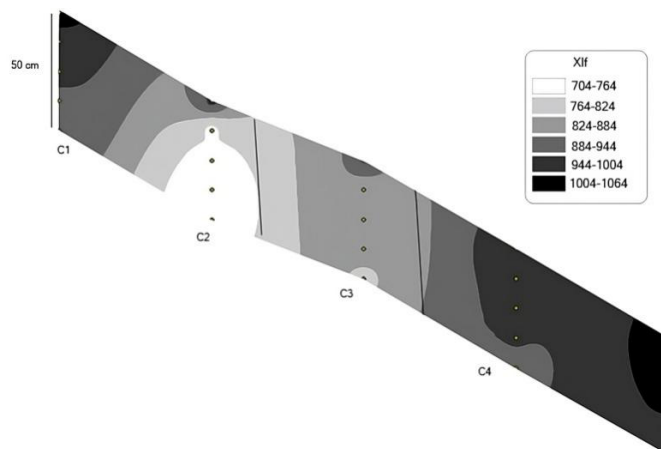
Pada Gambar Lokasi B dan Lokasi C dapat dilihat bahwa sebaran nilai susceptibilitas magnetik lebih merata dibandingkan Lokasi A. Sesuai dengan pembahasan sebelumnya bahwa semakin dalam kedalaman pengambilan sampel maka nilai SM akan semakin mengecil. Namun, pola redistribusi di Lokasi B lebih merata dibanding Lokasi C. Dapat dilihat pada Lokasi B sebaran nilai susceptibilitas magnetik bernilai tinggi di titik 1 dan titik 5 hingga kedalaman 40 cm. Sementara pada titik 2, 3 dan 4 nilai susceptibilitas magnetiknya merata. Pada Lokasi C sebaran nilai susceptibilitas magnetik terlihat mengalami deposisi di titik 4 dan titik 5, dan mengalami kehilangan nilai susceptibilitas magnetik pada titik 2 yang diduga mengalami erosi. Oleh karena itu, dapat diduga bahwa Lokasi C memiliki potensi yang lebih besar mengalami erosi dibanding Lokasi B.



Gambar 4 Pola redistribusi tanah berdasarkan nilai χ_{lf} pada lintasan Lokasi A



Gambar 5 Pola redistribusi tanah berdasarkan nilai χ_{lf} pada lintasan Lokasi B



Gambar 6 Pola redistribusi tanah berdasarkan nilai χ_{lf} pada lintasan Lokasi C

IV. KESIMPULAN

Dari batasan nilai χ_{fd} (%) yaitu 4,0% dan pola hubungan χ_{fd} dan χ_{lf} diduga bahwa tanah Lokasi A dan Lokasi C telah mengalami gangguan, sedangkan tanah Lokasi B relatif stabil. Dari hubungan nilai SM sampel terhadap kedalaman pengambilan sampel dari permukaan tanah, diduga bahwa tanah Lokasi A mengalami gangguan, sedangkan tanah Lokasi B dan Lokasi C relatif stabil. Dari pola redistribusi tanah berdasar sebaran nilai SM, untuk Lokasi B dan Lokasi C relatif lebih merata, sebaliknya Lokasi A. Berdasarkan hal-hal tersebut diduga bahwa Lokasi A dan Lokasi C telah mengalami erosi, dimana tingkat erosi di Lokasi A lebih tinggi dibandingkan Lokasi C, sedangkan keadaan tanah Lokasi B relatif stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- Amekudzi, L. K., Preko, K., & Boadi, B. (2014). Implications of Soil Magnetic Susceptibility Measurements from the Waste Site Deposit of Independence Hall, Kwame Nkrumah University of Science and Technology (KNUS T), Kumasi.
- Ayoubi, S., & Moazzeni Dehaghani, S. (2020). Identifying impacts of land use change on soil redistribution at different slope positions using magnetic susceptibility. *Arabian Journal of Geosciences*, 13, 1–11.
- Bijaksana, S., & Huliselan, E. K. (2010). Magnetic properties and heavy metal content of sanitary leachate sludge in two landfill sites near Bandung, Indonesia. *Environmental Earth Sciences*, 60, 409–419.
- BPS. (2022). Kota Padang dalam Angka. BPS Kota Padang.
- Cao, Z., Zhang, K., He, J., Yang, Z., & Zhou, Z. (2021). Linking rocky desertification to soil erosion by investigating changes in soil magnetic susceptibility profiles on karst slopes. *Geoderma*, 389(2021), 114–949.
- Dearing, J. (1999). *Environmental Magnetic Susceptibility Using the Bartington MS2 System*. No Title. Chi Publishing.
- Ding, Z., Zhang, Z., Li, Y., Zhang, L., & Zhang, K. (2020). Characteristics of magnetic susceptibility on cropland and pastureland slopes in an area influenced by both wind and water erosion and implications for soil redistribution patterns. *Soil and Tillage Research*, 199, 104–568.
- Fulajtar, E., Mabit, L., Renschler, C. S., & Lee, Z. Y. (2017). Use of ¹³⁷Cs for soil erosion assessment. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Kanu, M. O., Meludu, O. C., & Oniku, S. A. (2014). Comparative study of top soil magnetic susceptibility variation based on some human activities. *Geofísica Internacional*, 53(4), 411–423.
- Liu, L., Zhang, K., Zhang, Z., & Qiu, Q. (2015). Identifying soil redistribution patterns by magnetic susceptibility on the black soil farmland in Northeast China. *Catena*, 129, 103–111.
- Pennock, D. J. (1997). Effects of soil redistribution on soil quality: pedon, landscape, and regional scales. In *Developments in Soil Science* (Vol. 25, pp. 167–185). Elsevier.
- Sutanto, R. (2005). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah, Konsep dan Kenyataan*. Kanisius.
- Thomazini, A., Mendonça, E. S., Cardoso, I. M., & Garbin, M. L. (2015). SOC dynamics and soil quality index of agroforestry systems in the Atlantic rainforest of Brazil. *Geoderma Regional*, 5, 15–24.
- Wang, L., Liu, D., & Lü, H. (2000). Magnetic susceptibility properties of polluted soils. *Chinese Science Bulletin*, 45, 1723–1726.
- Yue, Y., Keli, Z., Liang, L., Qianhong, M., & 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.