



PEMANFAATAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DAN ALGORITMA INTERPOLASI (KRIGING DAN IDW) BERBASIS KOMPUTASI DALAM PEMETAAN TINGKAT KERAWANAN LONGSOR

Seysilia Agela Makawimbang^{*1}, Yohanes Andreas Robert Langi², Mahardika Inra Takaendengan³

^{1,3} Sistem Informasi, Matematika, FMIPA, UNSRAT

² Matematika, Matematika, FMIPA, UNSRAT

e-mail: ^{*1}seysiliaagelaaa25@gmail.com, ²yarlangi@gmail.com, ³mahardika@unsrat.ac.id

ARTICLE INFO

History of the article:

Received Maret 1, 2022

Revised Maret 21, 2022

Accepted April 12, 2022

Keywords:

3 to 5

Keywords: Pemetaan, IDW, Kriging, SIG.

Correspondence:

E-mail:

seysiliaagelaaa25@gmail.com

ABSTRAKSI

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemetaan tingkat kerawanan longsor di Kecamatan Manganitu, Kabupaten Kepulauan Sangehe, dengan memanfaatkan pendekatan keilmuan komputer melalui Sistem Informasi Geografis (SIG) dan algoritma interpolasi spasial, yaitu Kriging dan Inverse Distance Weighting (IDW). Data spasial yang digunakan meliputi kemiringan lereng, jenis tanah, curah hujan, dan penggunaan lahan. Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak SIG dan pemodelan berbasis komputasi untuk menghasilkan peta zonasi kerawanan longsor yang akurat. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan signifikan antara hasil interpolasi Kriging dan IDW, dengan Kriging memberikan visualisasi yang lebih halus dan informatif dalam mengidentifikasi zona rawan. Dengan pendekatan berbasis teknologi komputer ini, diharapkan dapat membantu pemerintah daerah dan pihak terkait dalam mengambil keputusan strategis untuk mitigasi bencana dan perencanaan tata ruang yang berkelanjutan. Penelitian ini juga menunjukkan potensi integrasi metode komputasi dalam pengelolaan risiko bencana berbasis spasial di daerah rawan.

Kata Kunci: Pemetaan, IDW, Kriging, SIG.

PENDAHULUAN

Indonesia termasuk kedalam wilayah rawan terjadinya bencana berdasarkan karakteristik geografis, geologis serta demografis wilayahnya. bencana di atas diartikan sebagai peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan masyarakat yang disebabkan baik oleh faktor alam dan atau faktor nonalam [1]. Terjadinya bencana dapat menghambat proses pembangunan baik dari aspek sosial, lingkungan dan ekonomi. Selain itu bencana dapat memberikan dampak psikologis hingga jatuhnya korban jiwa [2]. Salah satu bencana alam yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam yaitu tanah longsor. Tanah longsor adalah salah satu bentuk dari gerak massa tanah, batuan dan runtuhnya batu/tanah yang terjadi seketika bergerak menuju lereng bawah yang dikendalikan oleh gaya gravitasi dan meluncur di atas suatu lapisan kedap yang jenuh air (bidang lurur) [3], [4].

Longsor memiliki parameter intrinsik sebagai faktor utama dan faktor ekstrinsik yaitu faktor lain seperti fenomena alam yang dapat mempengaruhi faktor utama [5], [6]. Longsor disebabkan oleh gaya gravitasi pada lereng yang curam sebagai faktor utama dan faktor tambahan seperti curah hujan yang tinggi, penggunaan lahan yang kurang tepat, serta struktur geologi [7], [8].

Kecamatan Manganitu Kabupaten Kepulauan Sangihe, yang memiliki luas wilayah 66,46km² merupakan daerah dengan lahan yang relative labil dan rawan terhadap bahaya bencana diantaranya tanah longsor, hal ini disebabkan karena medan yang berupa topografi pegunungan dan dimanfaatkan sebagai jalan raya juga sering dilakukan pengikisan tanah sehingga daerah tersebut sangat rawan terhadap bencana longsor. Hal ini di dasarkan fakta bahwa daerah rawan bencana longsor di Kecamatan Manganitu ini dimanfaatkan sebagai jalan untuk menuju ke pemukiman warga dan perkebunan sehingga dapat membahayakan para pengendara serta masyarakat yang tinggal di daerah tersebut.

Kondisi tersebut perlu mendapatkan penengangan oleh pemerintah atau pihak terkait. Pemerintah sebagai badan pengawasan dan merupakan Lembaga yang mempunyai peranan utama dalam penganggulangan bencana terutama tanah longsor, untuk itu dibutuhkan peta yang menyajikan informasi tentang Tingkat Kerawanan Longsor di Kecamatan Manganitu.

Dalam penelitian ini akan dibuat media informasi daerah rawan longsor di Kecamatan Manganitu Kabupaten Kepulauan Sangihe dalam bentuk peta. Dalam media tersebut terdapat informasi titik-titik yang berpotensi terjadi longsor berdasarkan parameter terkait. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat mempermudah penyampaian informasi tentang Tingkat Kerawanan Longsor di Kecamatan Manganitu.

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dimulai pada bulan Maret 2022, di mulai dengan studi literatur mencari dan mempelajari beberapa buku maupun jurnal terkait dengan penelitian penulis, kemudian mulai Menyusun proposal. Pengambilan data dilakukan dengan melakukan wawancara bersama salah satu pegawai BPBD Sangihe dan pegawai Stasiun Klimatologi dilanjutkan dengan pengolahan data yang dilakukan secara *remote*.

B. Metode Penelitian

Metode Pengumpulan Data

1. Jenis Data yang Dibutuhkan

Penelitian ini memerlukan data spasial (keruangan) dan atribut (deskriptif) terkait faktor-faktor pemicu longsor, meliputi:

- Data Topografi: Kemiringan lereng, ketinggian (elevasi), dan bentuk morfologi wilayah.
- Data Geologi: Jenis batuan, struktur geologi (patahan, kekar), dan sifat tanah.
- Data Hidrologi: Curah hujan, kedalaman air tanah, dan kepadatan drainase.
- Data Tutupan Lahan: Vegetasi, penggunaan lahan, dan aktivitas manusia (pemukiman, jalan).
- Data Historis Longsor: Lokasi kejadian longsor sebelumnya untuk validasi model.

2. Sumber Data

- Data Primer:
 - Survei Lapangan: Pengukuran langsung parameter [9] seperti kemiringan lereng, sampel tanah, dan observasi kondisi geologi.
 - Wawancara: Mengumpulkan informasi dari masyarakat atau instansi terkait tentang sejarah longsor di wilayah studi [10], [11].
- Data Sekunder:
 - Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) dari BIG (Badan Informasi Geospasial).
 - Data Curah Hujan dari BMKG atau stasiun cuaca setempat.

- Peta Geologi dari Pusat Survei Geologi.

3. Teknik Pengumpulan Data

- Sistem Informasi Geografis (SIG):
 - Digitasi peta analog (jika ada) ke format digital menggunakan software GIS (QGIS).
 - Overlay (tumpang susun) peta tematik (lereng, geologi, curah hujan) untuk analisis spasial.
- Algoritma Interpolasi (Kriging dan IDW):
 - IDW (Inverse Distance Weighting): Interpolasi data titik (misal: curah hujan) dengan pembobotan berdasarkan jarak.
 - Kriging: Interpolasi statistik yang mempertimbangkan variabilitas spasial untuk prediksi lebih akurat.
 - Input Data: Data titik pengamatan (contoh: stasiun hujan, sampel tanah) diolah menjadi permukaan raster.
- Komputasi dan Pemodelan:
 - Penggunaan bahasa pemrograman (Python, R) atau tools GIS untuk otomatisasi analisis.
 - Validasi model dengan membandingkan hasil interpolasi terhadap data longsor historis (uji akurasi dengan RMSE atau cross-validation).

4. Tahapan Pengolahan Data

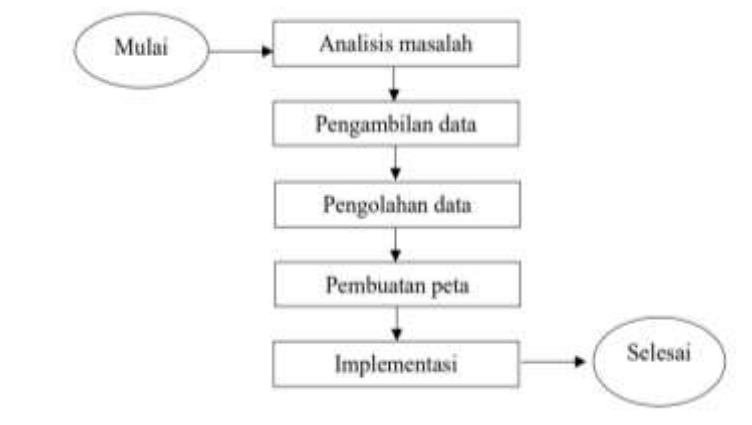
1. Preprocessing:
 - Koreksi geometrik dan klasifikasi citra satelit.
 - Konversi data ke format yang kompatibel (shapefile, GeoTIFF).
2. Analisis SIG:
 - Pembuatan peta tematik tiap faktor longsor menggunakan skoring/bobot (misal: skala 1-5 berdasarkan tingkat bahaya).
3. Interpolasi:
 - Aplikasi IDW dan Kriging untuk data kontinu (sebaran curah hujan, kekuatan tanah).
4. Overlay dan Pemetaan Akhir:
 - Integrasi peta tematik dengan metode overlay berbasis bobot (skoring) untuk menghasilkan peta kerawanan longsor.

5. Validasi Data

- Cross-Check Lapangan: Verifikasi hasil pemetaan dengan observasi langsung di lokasi rawan.
- Statistik: Uji sensitivitas model dengan membandingkan hasil Kriging dan IDW (misal: menggunakan AUC-ROC).

Tahapan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan. Tahapan tersebut bisa dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

a) Analisis Masalah

Tahapan analisis masalah merupakan tahapan untuk mengetahui alasan mengapa penelitian ini diperlukan. Tanah longsor dipilih menjadi objek penelitian [12]. Tanah longsor merupakan salah satu peristiwa bencana yang disebabkan oleh alam, namun jika sudah mengetahui faktor-faktor terjadinya tanah longsor maka akan lebih mudah dilakukan evakuasi.

b) Pengambilan Data

Dalam tahap ini peta sejarah bencana diperoleh dari informasi bencana yang pernah terjadi serta jumlah kejadian bencana yang dilaporkan dalam bentuk intensitas [13]. Kemudian potensi bencana juga di analisa berdasarkan analisis peta-peta yang tersedia. Peta yang digunakan sebagai peta dasar adalah Peta DEM (Digitasi Elevation Model). Peta DEM yang merupakan data raster yang menggambarkan elevasi atau ketinggian permukaan bumi [14], [15]. Data DEM bisa digunakan untuk melihat secara cepat gambaran "bentuk permukaan" bumi, bahkan dengan beberapa pengetahuan tentang fungsi pada aplikasi pemetaan, kita bisa melakukan analisis spasial pada suatu daerah atau Kawasan.

c) Pengolahan data

Dalam tahap ini peta sejarah bencana diperoleh dari informasi bencana yang pernah terjadi serta jumlah kejadian bencana yang dilaporkan dalam bentuk intensitas. Kemudian potensi bencana juga di analisa berdasarkan analisis peta-peta yang tersedia. Peta yang digunakan sebagai peta dasar adalah Peta DEM (Digitasi Elevation Model). Peta DEM yang merupakan data raster yang menggambarkan elevasi atau ketinggian permukaan bumi. Data DEM bisa digunakan untuk melihat secara cepat gambaran "bentuk permukaan" bumi, bahkan dengan beberapa pengetahuan tentang fungsi pada aplikasi pemetaan, kita bisa melakukan analisis spasial pada suatu daerah atau Kawasan.

d) Pembuatan Peta

Pada tahapan ini, peta DEM akan di masukan ke dalam aplikasi Arcgis kemudian diolah dengan menambahkan beberapa layer seperti: Jalan., Sungai., Jenis tanah., Curah hujan., Pola Ruang., Kelerengan., Tingkat kerawanan.

e) Implementasi

Tahapan ini merupakan tahap mengimplementasikan seluruh hasil rancangan kedalam sebuah peta dan diimplementasikan ke dalam aplikasi platform SIG.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Parameter Kerawanan Longsor Kecamatan Manganitu

a) Curah Hujan

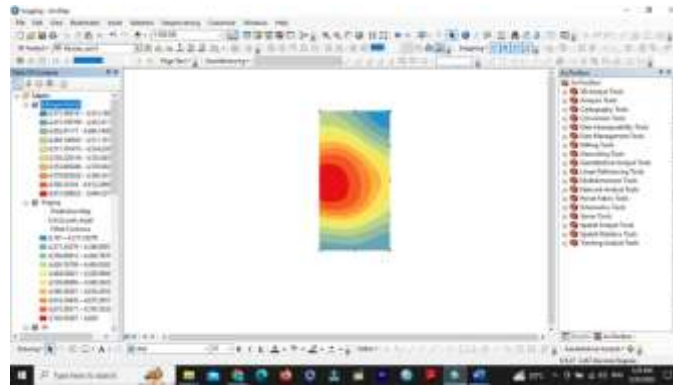
Wilayah yang memiliki intensitas hujan lebih tinggi berpotensi rawan longsor lebih besar dibandingkan dengan wilayah yang memiliki intensitas hujan yang lebih rendah. Parameter curah hujan di Kecamatan Manganitu menggunakan data curah hujan dari stasiun klimatologi Sulawesi utara. Data yang didapatkan berupa data curah hujan bulanan selama satu tahun yaitu dari bulan januari sampai desember tahun 2021. Berdasarkan data curah hujan bulanan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Table 1. Klasifikasi Curah Hujan[6]

Tingkat Curah Hujan (mm/tahun)	Kelas
0- 100 mm	Rendah
101 - 300 mm	Menengah
301 - 500 mm	Tinggi
> 500 mm	Sangat Tinggi

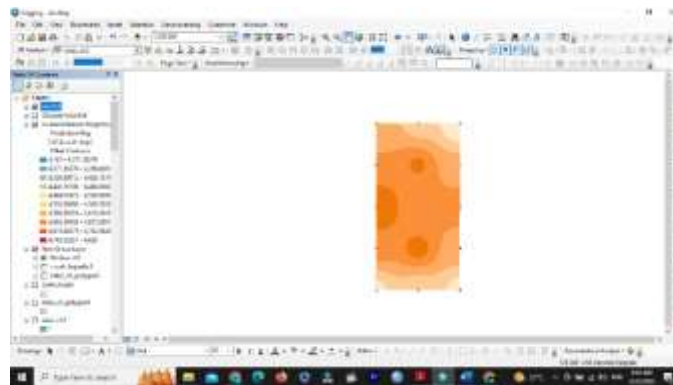
Pengolahan data curah hujan tersebut menjadi peta sebaran curah hujan menggunakan metode kriging dan Inverse Distance Weighted. Berdasarkan hasil analisis dengan metode IDW dapat diketahui bahwa seluruh wilayah Kecamatan Manganitu terklasifikasi rata-rata curah hujan 4400-4900 mm/tahun. Rata-rata curah hujan tersebut dalam klasifikasi menurut BMKG bersifat tinggi. Proses pengolahan peta menggunakan metode kriging dan IDW menggunakan Toolbox pada Arcgis (Arctoolbox).

Setelah data raster curah hujan 12 bulan di gabungkan dan dikonverensikan menjadi point selanjutnya titik curah hujan tersebut di interpolasi dengan metode kriging pada perintah geostatistical wizard dengan kriging type simple dan output surface type prediction dan data tersebut disimpan dalam bentuk raster dengan menggunakan perintah export to raster dengan hasil kriging seperti Gambar 2.



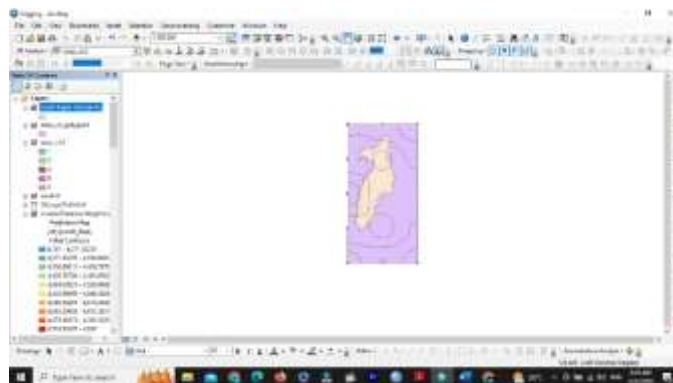
Gambar 2. Hasil Kriging

Kemudian dilanjutkan dengan interpolasi IDW (Inverse Distance Weighted) pada perintah Geostatistical wizard Inverse Distance Weighted dengan menggunakan 8 sector lalu di simpan dalam bentuk raster dengan hasil seperti pada Gambar 3.



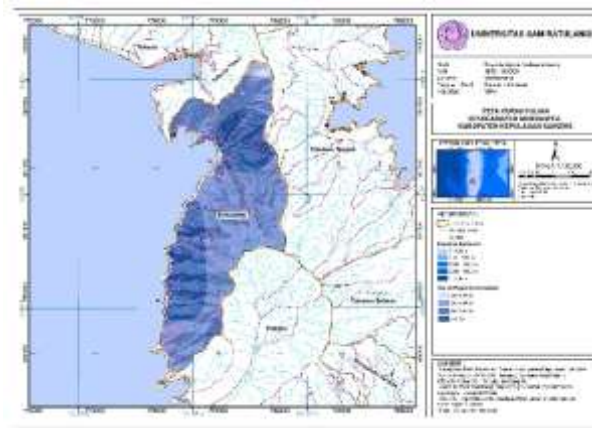
Gambar 3. Hasil Interpolasi IDW

Setelah itu hasil IDW di overlay dengan Peta administrasi Manganitu seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil IDW yang di overlay dengan peta administrasi

Adapun peta hasil pemrosesan IDW dapat dilihat seperti disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Peta Curah Hujan di Kecamatan Manganitu

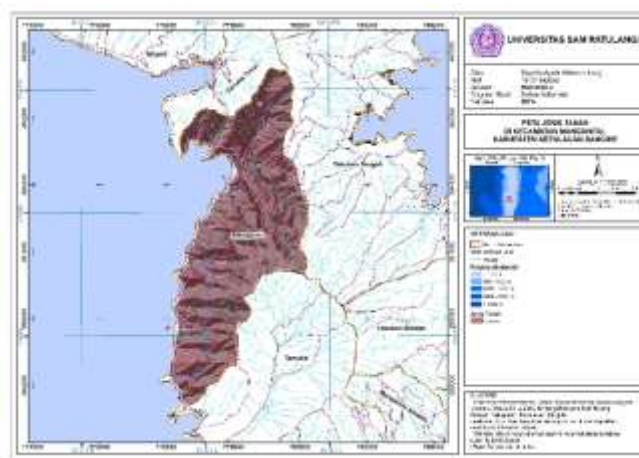
b) Jenis Tanah

Jenis tanah sangat menentukan terjadinya longsor hal ini disebabkan karena curah hujan yang jatuh ke permukaan tanah akan diproses oleh tanah, apakah terjadi infiltrasi atau terjadinya limpasan permukaan. Wilayah Kecamatan Manganitu terdiri dari satu jenis tanah yaitu latosol. Adapun karakteristik di Kecamatan Manganitu seperti yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Jenis Tanah

Jenis Tanah	Infiltrasi	Tekstur
Latosol	Agak Peka	Halus (Liat)

Berdasarkan pada Tabel wilayah Kecamatan Manganitu memiliki tekstur tanah halus dengan infiltrasi agak peka dalam penyerapan air. Tekstur tanah yang halus memiliki peluang kejadian longsor yang tinggi sedangkan tekstur tanah yang kasar memiliki peluang terjadinya longsor yang rendah. Hal ini disebabkan karena semakin halus tekstur tanah menyebabkan air aliran permukaan yang berasal dari hujan sulit untuk meresap ke dalam tanah, sehingga terjadi infiltrasi, berdasarkan kondisi tersebut. Berdasarkan kondisi tersebut Kecamatan Manganitu memiliki potensi terjadinya longsor yang tinggi karena memiliki jenis tanah latosol. Adapun peta jenis tanah Kecamatan Manganitu seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Jenis Tanah

c) Hasil Peta Kerawanan Longsor

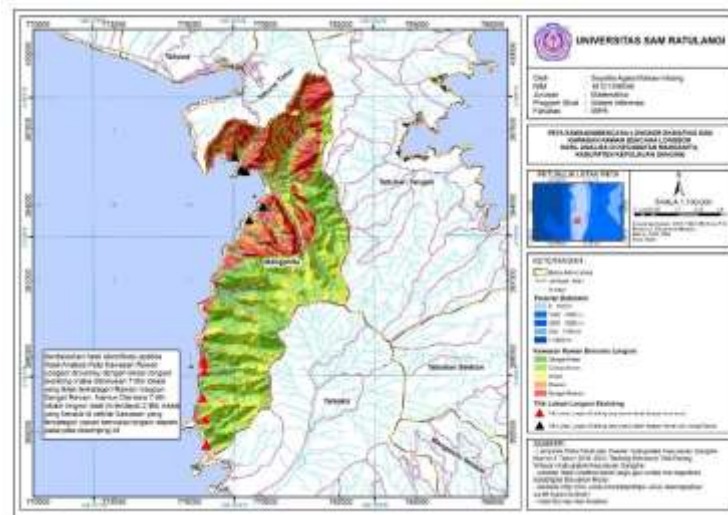
Validasi peta tingkat kerawanan longsor di Kecamatan Manganitu dilakukan dengan proses tumpang susun (overlay) antara peta tingkat kerawanan longsor dan peta titik kejadian longsor yang bersumber dari data kejadian longsor di Kecamatan Manganitu. Proses validasi peta tingkat kerawanan dengan data kejadian longsor bertujuan untuk melihat sejauh mana kecocokan antara peta tingkat kerawanan hasil analisis dengan kejadian longsor di lapangan.

Berdasarkan pada hasil overlay antara titik kejadian longsor dan peta tingkat kerawanan longsor pada Gambar 15 dapat diketahui dari 12 titik kejadian longsor, 5 titik di antaranya berada pada tingkat rawan dan sangat rawan dan 7 titik lainnya pada tingkat aman sampai cukup aman. Adapun presentase tingkat validasi antara peta tingkat kerawanan longsor dengan titik kejadian longsor di lapangan seperti disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Tingkat Kerawanan Longsor

Tingkat kerawanan	Titik kejadian longsor	Presentase (%)
Sangat rawan	4	33.34 %
Rawan	1	8.34 %
Aman	3	12 %
Cukup Aman	1	8.34 %
Sangat Aman	3	12 %
Jumlah	12	100%

Berdasarkan pada Tabel diketahui bahwa titik kejadian longsor pada tingkat sangat rawan 33.4%, rawan 8.34%, Aman 12%, cukup aman 8.34% dan sangat aman 12%. Adapun hasil tumpang susun (overlay) antara peta tingkat kerawanan longsor dengan titik kejadian longsor Kecamatan Manganitu seperti disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Peta Tingkat Kerawanan Longsor Berdasarkan Titik Lokasi Kejadian

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil penelitian dan analisis yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa Kecamatan Manganitu memiliki 12 titik longsor di antaranya 5 titik berada dikawasan sangat rawan yaitu dijalan trans menuju pemukimanwarga, desa barangka dan desa bakalaeng, dan 7 titik berada pada kawasan aman yaitu di desa barangkalang dan desa lebo.

Saran

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran diantaranya sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut berupa analisis jalur evakuasi untuk penanggulangan bencana tanah longsor bagi masyarakat Kecamatan Manganitu
2. Bagi Pemerintah setempat, disarankan untuk lebih memperhartikan dan menyiapkan data yang ada salah satunya peta bencana agar bisa digunakan untuk bahan acuan penelitian dan upaya penanggulangan terjadinya bencana.
3. Area kajian penelitian selanjutnya diharapkan lebih luas tidak hanya sebatas kecamatan saja

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Karminarsih, "Pemanfaatan ekosistem mangrove bagi minimasi dampak bencana di wilayah pesisir," *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, vol. 13, no. 3, pp. 182–187, 2007.
- [2] E. O. Gunawan and D. H. Setiabudi, "Perangkat Lunak Logistik Kemanusiaan untuk Memantau Distribusi Bantuan Korban Bencana Alam," *Jurnal Infra*, vol. 8, no. 1, pp. 335–339, 2020.
- [3] N. A. R. Faiza, "Cash waqf linked sukuk sebagai pembiayaan pemulihan bencana alam di Indonesia," *Skripsi: UIN Sunan Ampel Surabaya*, 2019.
- [4] N. Rohmaningtyas, "Wakaf dan bencana alam di Indonesia," *ADILLA: Jurnal Ilmiah Ekonomi Syari'ah*, vol. 4, no. 2, pp. 82–91, 2021.
- [5] S. Nurjanah and E. Mursalin, "Pentingnya mitigasi bencana alam longsor lahan: Studi persepsi mahasiswa," *Jurnal Basicedu. Vol*, vol. 6, pp. 515–523, 2022.
- [6] A. Putri, F. Putri, and E. Suprihani, "Pengelolaan Tanah dan Air Berbasis Kearifan Lokal Untuk Mencegah Bencana Alam Longsor," *Proceedings Series on Social Sciences & Humanities*, vol. 1, pp. 141–146, 2021.
- [7] P. D. Susanti and A. Miardini, "Identifikasi karakteristik dan faktor pengaruh pada berbagai tipe longsor," *Agritech*, vol. 39, no. 2, pp. 97–107, 2019.
- [8] M. I. Firdaus and E. Yuliani, "Kesesuaian Lahan Permukiman Terhadap Kawasan Rawan Bencana Longsor," *Jurnal Kajian Ruang*, vol. 1, no. 2, pp. 216–237, 2022.
- [9] A. F. Hanan, I. Pratikto, and N. Soenardjo, "Analisa distribusi spasial vegetasi mangrove di desa Pantai Mekar Kecamatan Muara Gembong," *J Mar Res*, vol. 9, no. 3, pp. 271–280, 2020.
- [10] M. Rifai, E. Alfonsius, and L. Sanjaya, "PEMODELAN SISTEM INFORMASI ALUMNI STMIK ADHI GUNA BERBASIS WEBSITE," *SEMNASTEKNOMEDIA ONLINE*, vol. 5, no. 1, pp. 1–2, 2017.
- [11] E. Alfonsius and M. Rifai, "PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PENJUALAN BARANG BERBASIS VENDOR MANAGED INVENTORY (VMI)," *PROSIDING SEMANTIK*, vol. 1, no. 2, p. 253, 2015.
- [12] A. Ismayani, *Metodologi penelitian*. Syiah Kuala University Press, 2019.
- [13] G. S. Gumilang, "Metode penelitian kualitatif dalam bidang bimbingan dan konseling," *Jurnal fokus konseling*, vol. 2, no. 2, 2016.
- [14] P. L. Guth et al., "Digital elevation models: Terminology and definitions," *Remote Sens (Basel)*, vol. 13, no. 18, p. 3581, 2021.

- [15] M. Habib, Y. Alzubi, A. Malkawi, and M. Awwad, “Impact of interpolation techniques on the accuracy of large-scale digital elevation model,” *Open Geosciences*, vol. 12, no. 1, pp. 190–202, 2020.