



Analisis Spasial Daerah Rawan Longsor di Kecamatan Damer, Kabupaten Maluku Barat Daya, Provinsi Maluku

**Heinrich Rakuasa¹, Glendy Somae¹, Daniel Anthoni Sihalale², Yamres Pakniany³,
Juan Steiven Imanuel Septory⁴, Philia Christi Latue⁵**

¹ *Departemen Geografi, Fakultas MIPA, Universitas Indonesia*

² *Program Studi Pendidikan Geografi, FKIP, Universitas Pattimura*

³ *Fakultas Ilmu Sosial Keagamaan, Institut Agama Kristen Negeri Ambon*

⁴ *Department Human Computer Interaction, Surya University*

⁵ *Departemen Biologi, Herzen University*

e-mail: heinrichrakuasa001@gmail.com

ABSTRAK. Berdasarkan data historis kejadian longsor, Kecamatan Damer merupakan daerah yang rawan longsor di Kabupaten Maluku Barat Daya. Salah satu langkah awal dalam mitigasi bencana longsor di Kecamatan Damer adalah dengan memetakan daerah-daerah yang berpotensi longsor. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sebaran spasial daerah rawan longsor di Kecamatan Damer, Kabupaten Maluku Barat Daya. Penelitian ini menggunakan metode SMORPH untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan daerah yang berpotensi longsor berdasarkan matriks antara bentuk lereng dan sudut kemiringan lereng. Kajian ini menghasilkan 4 tingkatan daerah yang berpotensi longsor, yaitu potensi sangat rendah, rendah, sedang, dan tinggi. Desa dengan potensi longsor tinggi adalah Desa Wulur dan desa dengan potensi longsor sangat rendah adalah Desa Ilih. Hasil penelitian ini juga menggambarkan bahwa semakin tinggi lereng yang disertai dengan terbentuknya lereng cembung atau cekung maka potensi terjadinya longsor semakin tinggi. Hasil penelitian diharapkan dapat membantu pemerintah Kabupaten Maluku Barat Daya khususnya pemerintah Kecamatan Damer dalam upaya penataan ruang berbasis mitigasi bencana

Kata kunci: Analisis Spasial, longsor, SMORPH, Damer, Maluku Barat Daya

PENDAHULUAN

Jumlah kejadian bencana alam yang sering terjadi disebabkan oleh degradasi lingkungan, perubahan iklim, dan aktivitas manusia. Tanah longsor merupakan salah satu bencana alam yang paling beragam dan sering terjadi (Sarkar and Dorji, 2019). Mirdda *et al.*, (2022) juga menambahkan bahwa secara global bencana tanah longsor merupakan bencana alam yang sering terjadi hampir di semua daerah dan menyebabkan kerusakan lingkungan dan keruangan materi.

Menurut Abay *et al.*, (2019), tanah longsor disebabkan oleh berbagai proses geo-lingkungan, termasuk geologi, metrologi, dan aktivitas manusia. Asmare, (2022) menambahkan bahwa kemiringan lereng bentuk lereng, tutupan lahan/penggunaan lahan, curah hujan yang berlebihan, gempa bumi, dan aktivitas manusia sebagai faktor utama penyebab terjadinya tanah longsor disuatu daerah. Selain faktor alamiah, longsor juga dapat disebabkan oleh adanya aktivitas manusia yang mempengaruhi bentang alam, seperti kegiatan pertanian, pembebanan lereng dan penambangan (Rakuasa *et al.*, 2022).

Kecamatan Damer secara administrasi merupakan salah satu kecamatan yang berada di Kabupaten Maluku Barat Daya. Secara geografis Kecamatan Damer sebesar 75% luasnya berada pada kemiringan lereng >25%, hal ini yang membuat Kecamatan Damer sering terjadi Longsor.

Berdasarkan Indeks Resiko Bencana Indonesia (RBI) tahun 2021 Kecamatan Damer merupakan daerah yang memiliki indeks resiko bencana longsor tertinggi di Kabupaten Maluku Barat Daya.

Berdasarkan laporan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), Pada tanggal 29 Juli 2022 Puluhan rumah warga di Desa Wulur, Kecamatan Damer, Kabupaten Maluku Barat Daya (MBD) rusak akibat diterjang longsor saat hujan turun deras di wilayah itu. Tercatat sebanyak 98 KK atau 410 jiwa harus mengungsi akibat tanah longsor dan sebanyak 60 rumah warga rusak berat hingga ringan serta akses jalan menuju kebun terputus (Adjis, 2022; BNPB, 2022).

Identifikasi dan pemetaan daerah rawan longsor memiliki peran penting sebagai upaya dalam upaya mitigasi bencana tanah longsor kedepannya (Hamida dan Widyasamratri, 2019). Sistem Informasi Geografis merupakan *tools* yang sangat berperan penting untuk mengidentifikasi wilayah potensi tanah longsor secara spasial dan temporal di Kecamatan Damer (Bhunia and Shit, 2022; Van Phong *et al.*, 2022). Salah satu metode SIG yang paling sederhana dan akurat untuk mengidentifikasi daerah potensi longsor adalah dengan menggunakan metode *slope morphology* atau SMORPH (Ramdhoni *et al.*, 2020; Mufidawati *et al.*, 2021).

Menurut peneliti-peneliti terdahulu metode SMORPH cukup baik dan sederhana untuk membantu mengidentifikasi potensi longsor disuatu daerah yang hanya menggunakan variabel bentuk lereng dan kemiringan lereng yang diperoleh dari pengolahan data *Digital Elevation Model* (DEM) (Ristya *et al.*, 2019; Saraswati *et al.*, 2019; Permadi *et al.*, 2019; Ramdhoni *et al.*, 2020; Mufidawati *et al.*, 2021). Menurut Wang *et al.* (2017) penggunaan metode SMORPH akan memberikan representasi yang cukup baik dalam potensi longsor dibandingkan dengan metode lain seperti *Indeks Storie* atau *Stability Index Mapping* (SINMAP). Pada metode SMORPH adanya penggunaan variabel bentuk lereng dan kemiringan lereng yang didasarkan pada *Digital Elevation Model* (DEM) sehingga data ini dapat menganalisis potensi longsor dengan lebih baik (Rahim *et al.*, 2018). Dari beberapa metode lainnya, metode SMORPH merupakan metode yang cocok dalam implementasi raster berbasis Sistem Informasi Geografis karena melakukan komputasional yang sederhana (Hoyt and William, 2008; Asmare, 2022).

Berdasarkan latar belakang diatas, maka perlu dilakukan suatu upaya mitigasi bencana dengan mengidentifikasi daerah-daerah potensi longsor di Kecamatan Damer dan diharapkan dapat digunakan meminimalisir bahaya dan kerugian dari bencana ini. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis daerah rawan longsor di Kecamatan Damer, Kabupaten Maluku Barat Daya, Provinsi Maluku menggunakan metode Slope Morphology (SMORPH).

METODE

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Damer, Kabupaten Maluku Barat Daya, Provinsi Maluku yang secara administrasi terdiri dari 8 Desa diantaranya Desa Batu Merah, Kuaimelu, Kumur, Wulur, Ilih, Kehli, Bebar Barat, Bebar Timur. Untuk menganalisis daerah potensi longsor di Kecamatan Damer data yang digunakan diantaranya yaitu peta Rupa Bumi Indonesia (RBI), Batas Administrasi Kecamatan Damer dan Digital Elevasi Model (DEM) Nasional Kecamatan Damer yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG). Data Lahan permukiman diperoleh dari Interpretasi citra satelit yang diperoleh dari Sas Planet tahun 2022. *Software* yang digunakan dalam menganalisis data dalam penelitian ini yaitu Microsoft Office, Arc GIS 10.8.

Tipe penelitian ini yaitu deskriptif kuantitatif dengan menggunakan metode *Slope Morphology* (SMORPH) yang merupakan metode analisis spasial dengan pendekatan Sistem Informasi Geografis untuk memprediksi potensi daerah rawan longsor disuatu daerah dengan menggunakan parameter mengacu pada parameter geomorfologi berupa bentuk lereng seperti, cekung, planar atau cembung dan gradien dari lereng (Shaw and Johnson, 1995; Ramdhoni *et al.*, 2020). Pemilihan metode SMORPH untuk penelitian ini dikarenakan metode ini sangat sederhana untuk memprediksi potensi daerah rawan longsor di Kecamatan Damer serta kondisi geografis dan topografis Kecamatan Leitimur Selatan yang berbukit dan bergunung serta memiliki kemiringan lereng yang bervariasi membuat metode ini sangat efektif dan efisien jika di aplikasikan



Gambar 1. Citra Satelit Kecamatan Damer

Kemiringan lereng dan bentuk lereng merupakan variabel utama dalam analisis daerah potensi longsor di Kecamatan Damer, sedangkan metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Slope Morphology* (SMORPH). Langkah awal dalam penelitian ini yaitu membuat peta kemiringan lereng (dalam persen) dari data *Digital Elevation Model* (DEM) dengan bantuan *tools Slope* dan *reclassify* (Tabel. 1) dan untuk bentuk lereng menggunakan *tools curvature* dan *reclassify* (Tabel. 2) pada *software Arc GIS 10.8*.

Tabel 1. Klasifikasi Kemiringan Lereng

Kemiringan Lereng
< 8%
8 - 15%
15 - 25%
25 - 45%
45 - 65%
> 65%

Sumber: Ramdhoni *et al.*, (2020)

Tabel 2. Klasifikasi Bentuk Lereng

Kemiringan Lereng	Nilai
Cekung	< - 0,1
Datar	-0,1 – 0,01
Cembung	>0,01

Sumber: Ramdhoni *et al.*, (2020)

Tabel 3. Matriks SMORPH

Bentuk Lereng	Sudut Kelerengan (%)					
	0-8 %	8-15 %	15-25 %	25-45 %	45-65 %	>65 %
Cembung	Sangat Rendah	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah	Sedang
Datar	Sangat Rendah	Rendah	Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi
Cekung	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Tinggi	Tinggi

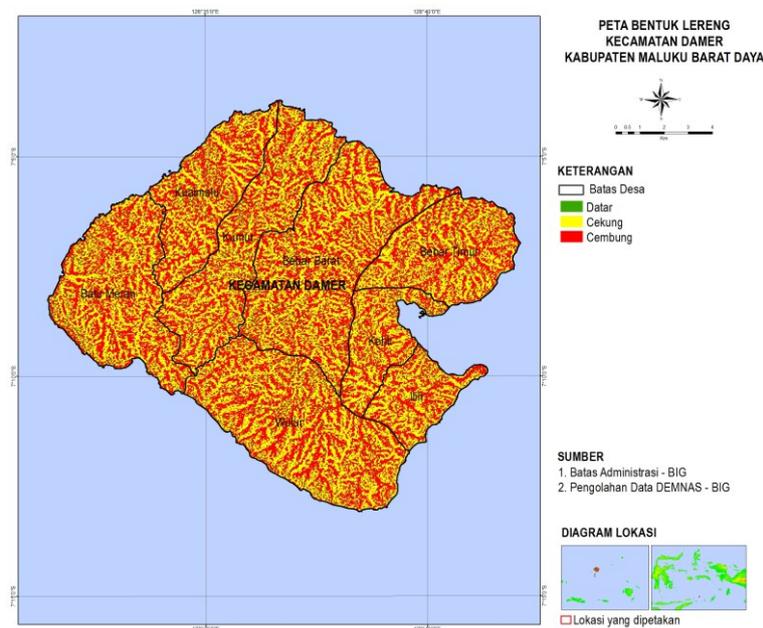
Sumber : Ramdhoni *et al.*, (2020)

Data kemiringan lereng dan bentuk lereng ini nantinya di *overlay*/ditumpang tindih untuk menentukan kelas potensi longsor di Kecamatan Damer. Kelas potensi longsor ditentukan berdasarkan matriks SMORPH yang dikembangkan oleh Shaw dan Johnson dan sudah banyak digunakan oleh peneliti-peneliti sebelumnya (Triwahyuni *et al.*, (2017) dan Ramdhoni *et al.*, (2020), serta Rakuasa *et al.*, (2022). Lebih jelasnya Matriks SMORPH dapat dilihat pada Tabel 3. Tingkat potensi longsor di Kecamatan Damer diklasifikasikan menjadi 5 kelas yang terdiri dari: sangat rendah, rendah, sedang dan tinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bentuk Lereng Kecamatan Damer

Berdasarkan hasil pengolahan data bentuk lereng di Kecamatan Damer yang mengacu pada Tabel 2 diketahui bahwa bentuk lereng cembung memiliki luasan terluas dengan presentasi luasan yaitu 48,10% dari bentuk lereng datar dan cekung (Tabel 4).



Gambar 2. Bentuk Lereng Kecamatan Damer

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat dengan jelas sebaran bentuk lereng di Kecamatan Damer. Pada umumnya setiap bentuk lereng memiliki morfologi yang tidak teratur sehingga bentuk lereng pada Gambar 2 terlihat tersebar secara acak. Pada Gambar 2, bentuk lereng cembung (warna merah) dan bentuk lereng cekung (warna oranye) cukup mendominasi, sedangkan bentuk lereng Planar/Datar yang diwarnai dengan warna kuning memiliki luasan yang sedikit dan berada pada daerah pesisir dan lembah di Kecamatan Damer.

Tabel 4. Bentuk Lereng Kecamatan Damer

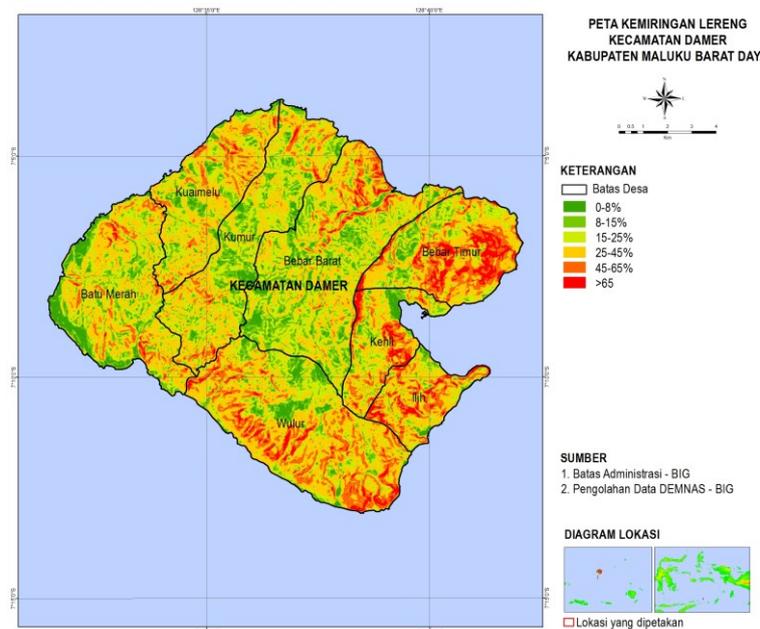
Bentuk Lereng	Luas (ha)	Presentase %
Cekung	9.022,07	47,05
Datar	1.193,13	6,22
Cembung	8.961,44	46,73
Total Luasan	19.176,64	100.00

Sumber : Hasil Analisis Citra

Berdasarkan Tabel 4 bentuk lereng cekung memiliki luasan terluas yaitu seluas 9.022,07 ha atau 47,05, bentuk lereng cembung memiliki luas 8.961,44 ha atau sebesar 46,73% dan bentuk lereng datar seluas 1.193,13 ha, atau sebesar 6,22 % dari total luasan penelitian, selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4. Menurut Triwahyuni *et al.* (2017); Rakuasa *et al.*, (2022), bentuk lereng merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi terjadinya longsor disuatu daerah. Bentuk lereng diartikan sebagai perwujudan visual dari suatu sekuen lereng (Ramdhoni *et al.* 2020). Triwahyuni *et al.* (2017) menjelaskan bahwa lereng biasanya terdiri atas bagian puncak (*crest*), cembung (*convex*), cekung (*concave*), dan kaki lereng (*lower slope*). Daerah puncak (*crest*) merupakan daerah gerusan erosi yang paling tinggi dibandingkan dengan daerah di bawahnya, demikian pula lereng tengah yang kadang cembung atau cekung mendapat gerusan aliran permukaan relatif lebih besar dari puncaknya sendiri, sedangkan kaki lereng merupakan daerah endapan (Harist *et al.* 2018). Harist *et al.*, (2018) berpendapat bahwa wilayah yang berada pada bentuk lereng yang cekung biasanya sering terjadi longsor.

Kemiringan Lereng Kecamatan Damer

Berdasarkan hasil pengolahan kemiringan lereng di Kecamatan Damer yang, diketahui bahwa sebesar 37,51 % daerah di Kecamatan Damer berada pada kemiringan lereng 25-45 % dengan luasan 7.192,63 ha, dan kemiringan lereng > 65% hanya memiliki luasan 757,96 ha dengan presentasi luasan 3,95 %. Selengkapnya luasan bentuk lereng Kecamatan Damer dapat dilihat pada Tabel 3 dan secara spasial pada Gambar 2.



Gambar 3. Kemiringan Lereng Kecamatan Damer

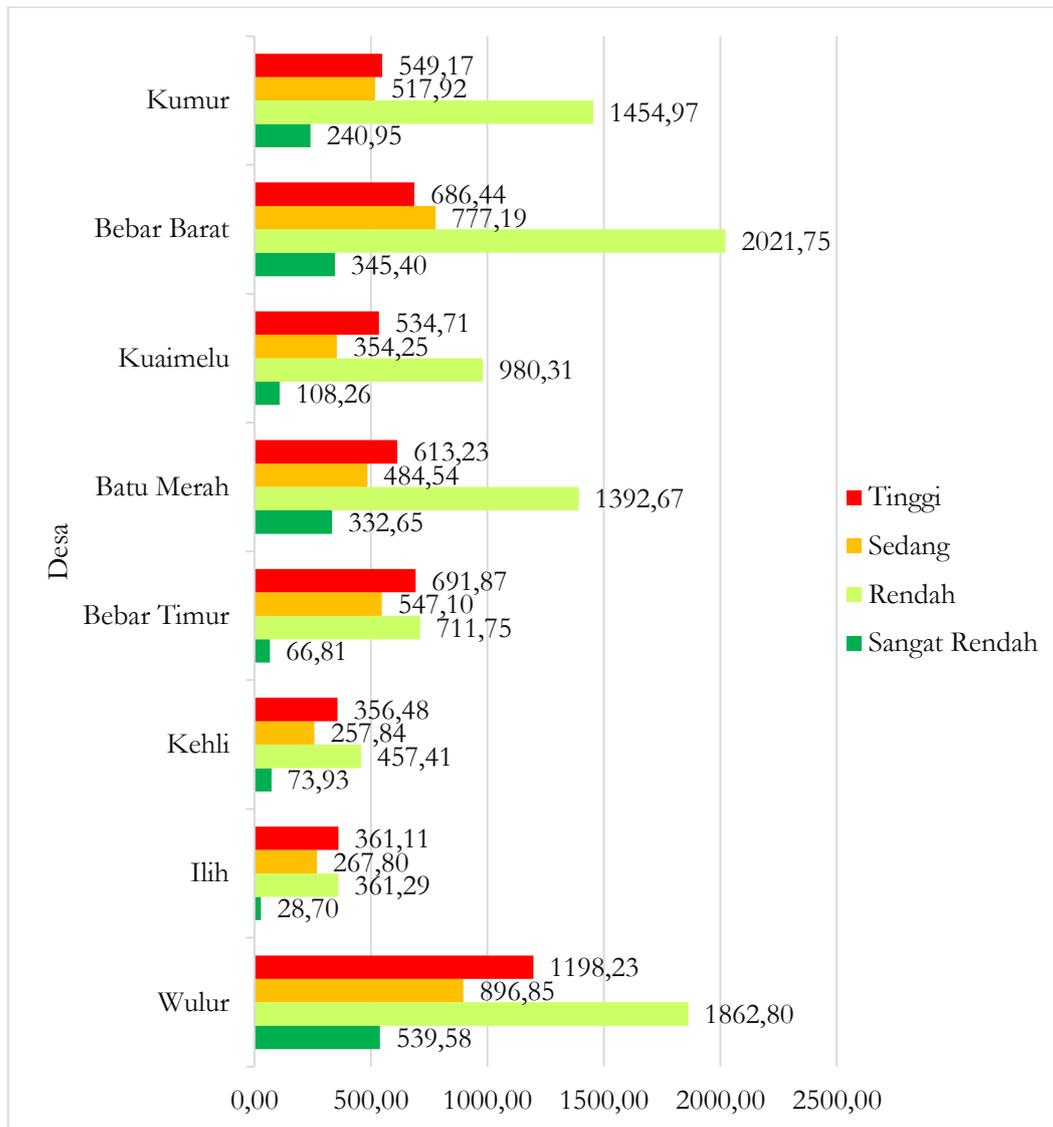
Tabel 3. Kemiringan Lereng Kecamatan Damer

Kemiringan Lereng	Luas (ha)	Persentase (%)
< 8%	1386,68	7,23
8 - 15%	2546,29	13,28
15 - 25%	4728,18	24,66
25 - 45%	7192,63	37,51
45 - 65%	2564,90	13,38
> 65%	757,96	3,95
Total	1.9176, 64	100,00

Menurut Rakuasa et al., (2022), kemiringan lereng merupakan salah satu factor yang mempengaruhi terjadinya longsor disuatu daerah. Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat secara spasial bahwa lereng dengan kemiringan 25 - 45% memiliki presentase luasan terluas yaitu 7.192,63 ha atau sebesar 37,51% dan bahwa lereng dengan kemiringan 15 - 25% memiliki presentase luasan terluas kedua yaitu 4728,18 ha atau sebesar 24,66%. Topografi lokasi penelitian yang dinominasi oleh lereng yang terjal membuat daerah ini sering terjadi longsor.

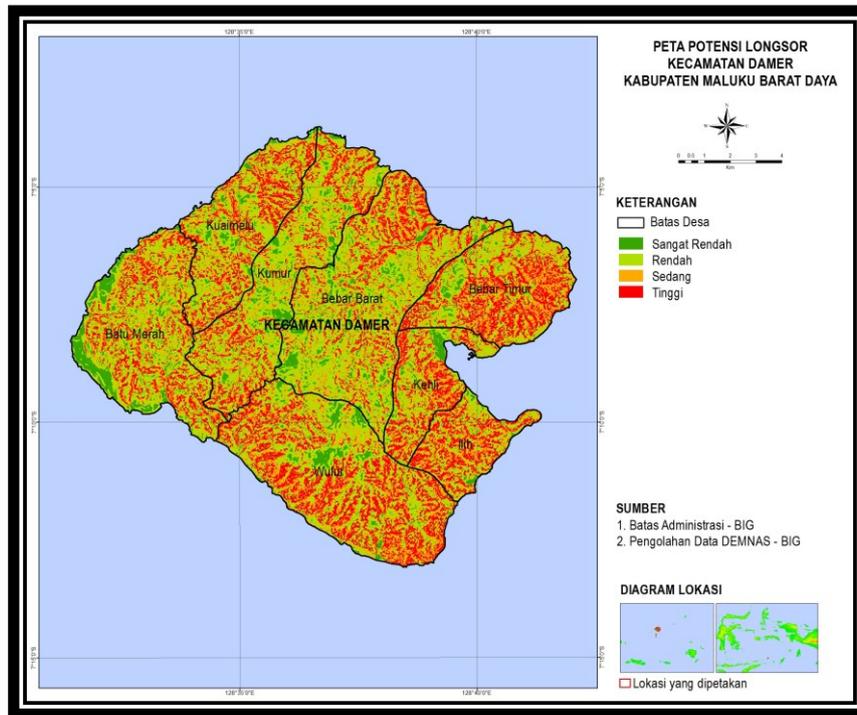
Daerah Potensi Longsor Kecamatan Damer

Data bentuk lereng dan kemiringan lereng kemudian digabungkan atau *overlay* dan mengacu pada Matriks SMORPH untuk menghasilkan wilayah yang memiliki potensi longsor di Kecamatan Damer yang kemudian diklasifikasi menjadi 4 kelas yaitu potensi sangat rendah, potensi rendah, potensi sedang dan potensi tinggi. Berdasarkan Gambar 4 dapat diketahui persebaran wilayah potensi tanah longsor yang ada di Kecamatan Damer. Kelas potensi longsor sangat rendah seluas 1.736,27 ha, kelas potensi longsor rendah memiliki luas 9.242,94 ha, luas daerah yang berpotensi longsor sedang yaitu 4.103,49 dan daerah yang memiliki potensi longsor tinggi di Kecamatan Damer yaitu seluas 4.991,25 ha. Selengkapnya luas kelas potensi longsor pada tiap desa di Kecamatan Damer dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Luas Kelas Potensi Longsor di Kecamatan Damer

Berdasarkan Gambar 4 dan Gambar 5, diketahui bahwa Desa yang memiliki luasan terluas pada tiap kelas potensi longsor yaitu Desa Wulur hal ini dikarenakan daerah memiliki luas area yang lebih besar dibandingkan dengan desa lainnya dan memiliki topografi yang beragam hal ini membuat desa ini memiliki luasan teluas di setiap kelas potensi longsor di Kecamatan Damer. Desa Bebar Timur merupakan desa yang memiliki potensi longsor terluas kedua yang itu seluas 691.87 ha. Desa Bebar Barat merupakan desa yang memiliki luas potensi kedua terbesar pada kelas potensi longsor sangat rendah, rendah dan sedang.



Gambar 5. Peta potensi Longsor di Kecamatan Damer Berdasarkan gambar 4 dan gambar 5 diatas juga dapat diketahui bahwa kejadian longsor banyak ditemukan pada daerah dengan bentuk lereng cekung dan cembung, bentuk lereng datar yang paling sedikit jumlah kejadian longsornya dibanding dengan bentuk datar dan cekung. Bagian tengah lereng yang berbentuk cembung atau cekung dapat mengakibatkan pengikisan yang relatif besar oleh aliran permukaan sehingga meningkatkan potensi longsor semakin tinggi (Ramdhoni *et al.* 2020).



Gambar 5. Longsor yang terjadi di Desa Wulur Kecamatan Damer

Hasil observasi di Desa Wulur, Kecamatan Damer, Kabupaten Maluku Barat Daya (MBD) diketahui sebanyak 60 rumah warga rusak berat hingga ringan serta akses jalan menuju kebun terputus dan sebanyak 98 KK atau 410 jiwa harus mengungsi akibat tanah longsor. Pada Gambar 4 dan 5 menunjukkan longsor yang terjadi secara spasial berada di daerah yang memiliki potensi longsor tinggi dan berada sangat dekat dengan permukiman warga yang secara topografi berada di bawah lereng gunung. Secara sederhana dapat disimpulkan bahwa hasil analisis spasial menggunakan metode SMORPH sangat berbanding lurus dengan keadaan lokasi penelitian, dimana daerah-daerah yang memiliki kemiringan lereng yang curam dan bentuk lereng yang cekung dan cembung sangat berpotensi terjadinya bencana longsor, hal ini didukung oleh pendapat dari Rakuasa et al., (2022) dalam penelitiannya di Kota Ambon dimana kemiringan lereng yang terjal disertai dengan bentukan lereng yang cembung atau cekung akan menimbulkan potensi longsor yang semakin tinggi pada wilayah tersebut namun sebaliknya jika semakin kecil kemiringan lereng serta bentuk lereng yang relatif datar di daerah tersebut maka semakin kecil potensi longsornya.

KESIMPULAN

Desa dengan potensi longsor tinggi yaitu Desa Wulur dan desa dengan potensi longsor sangat rendah yaitu Desa Ilih. Kecamatan Damer memiliki bentuk dan kemiringan lereng yang beragam dan sebagian besar longsor terjadi pada bentuk lereng cekung dan cembung serta memiliki topografi berbukit dan bergunung dengan kemiringan lereng yang curam. Hasil metode SMORPH dapat menggambarkan bahwa kemiringan lereng yang semakin tinggi disertai dengan bentukan lereng yang cembung atau cekung akan menimbulkan potensi longsor yang semakin tinggi pada wilayah tersebut. Hasil penelitian diharapkan dapat membantu pemerintah Kabupaten Maluku Barat Daya terkhususnya pemerintah Kecamatan Damer dalam upaya mitigasi bencana longsor kedepannya dan dalam upaya penataan ruang berbasis mitigasi bencana.

REFERENSI

- Abay, A., Barbieri, G., & Woldearegay, K. (2019). GIS-based Landslide Susceptibility Evaluation Using Analytical Hierarchy Process (AHP) Approach: The Case of Tarmaber District, Ethiopia. *Momona Ethiopian Journal of Science*, 11(1), 14. <https://doi.org/10.4314/mejs.v11i1.2>
- Asmare, D. (2022). Landslide hazard zonation and evaluation around Debre Markos town, NW Ethiopia—a GIS-based bivariate statistical approach. *Scientific African*, 15, e01129. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2022.e01129>
- Bhunja, G. S., & Shit, P. K. (2022). *Geospatial Technology for Multi-hazard Risk Assessment* (pp. 1–18). https://doi.org/10.1007/978-3-030-75197-5_1
- BNPB. (2022). *Sebanyak 88 KK Mengungsi Akibat Banjir dan Longsor Maluku Barat Daya*. Badan Nasional Penanggulangan Bencana. <https://www.bnpb.go.id/berita/sebanyak-88-kk-mengungsi-akibat-banjir-dan-longsor-maluku-barat-daya->
- Hamida, F. N., & Widyasamratri, H. (2019). Risiko Kawasan Longsor Dalam Upaya Mitigasi Bencana Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Pondasi*, 24(1), 67. <https://doi.org/10.30659/pondasi.v24i1.4997>
- Harist, M. C., Afif, H. A., Putri, D. N., & Shidiq, I. P. A. (2018). GIS modelling based on slope and morphology for landslide potential area in Wonosobo, Central Java. *MATEC Web of Conferences*, 229, 03004. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201822903004>
- Hoyt and William C. H. (2008). *Slope Stability Modelling and Landslide Hazard in Freshwater Creek and Ryan Slough Humboldt County*. Pacific Watershed Associates.
- Mirdda, H. A., Bera, S., & Chatterjee, R. (2022). Vulnerability assessment of mountainous

- households to landslides: A multidimensional study in the rural Himalayas. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 71, 102809. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2022.102809>
- Mufidawati, H., Damayanti, A., & Supriatna. (2021). Vegetative conservation for landslide mitigation in bungaya sub-district, gowa regency, south sulawesi province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 683(1), 012064. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/683/1/012064>
- Permadi, M. G., Jamaludin, Parjono, & Sapsal, M. T. (2019). Implementation of the {SMORPH} method for mapping the susceptibility area of landslide in Bogor City. *{IOP} Conference Series: Earth and Environmental Science*, 343(1), 12195. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/343/1/012195>
- Rahim, Irum, Syeda M. A., & M. A. (2018). GIS Based Landslide Susceptibility Mapping With Application of Analytical Hierarchy Process in District Ghizer, Gligit Baltistan Pakistan. *Geoscience and Environment Protection.*, 6(5), 34–49.
- Rakuasa, H., Supriatna, S., Tambunan., M,P., Salakory, M., Pinoa, W, S. (2022). Analisis Spasial Daerah Potensi Rawan Longsor di Kota Ambon Dengan Menggunakan Metode SMORPH. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 9(2), 213–221. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2022.009.2.2>
- Ramdhoni, F., Damayanti, A., & Indra, T. L. (2020). Smorph application for landslide identification in Kebumen Regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 451(1), 012013. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/451/1/012013>
- Ristya, Y., Supriatna, & Sobirin. (2019). Spatial pattern of landslide potensial area by {SMORPH}, {INDEX} {STORIE} and {SINMAP} method In Pelabuhanratu and surrounding area, Indonesia. *{IOP} Conference Series: Earth and Environmental Science*, 338(1), 12033. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/338/1/012033>
- Ruzady Adjis. (2022). *Puluhan Rumah Rusak, 386 Warga Wulur MBD Mengungsi Akibat Longsor*. TERASMALUKU.COM,-AMBON. <https://terasmaluku.com/headline/2022/06/30/puluhan-rumah-rusak-386-warga-wulur-mbd-mengungsi-akibat-longsor/>
- Saraswati, R., Harist, M. C., Putri, D. N., Afif, H. A., Wibowo, A., & Ash-Shidiq, I. P. (2019). Risk level of landslide disaster in Wonosobo. *{IOP} Conference Series: Earth and Environmental Science*, 311(1), 12025. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/311/1/012025>
- Sarkar, R., & Dorji, K. (2019). Determination of the Probabilities of Landslide Events—A Case Study of Bhutan. *Hydrology*, 6(2), 52. <https://doi.org/10.3390/hydrology6020052>
- Triwahyuni, L., Sobirin, S., & Saraswati, R. (2017). Analisis Spasial Wilayah Potensi Longsor dengan Metode SINMAP dan SMORPH di Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 69–76. <https://doi.org/https://doi.org/10.35313/irwns.v8i3.701>
- Wang, G., Xu, P., Wang, C., N., & Jiang, N. (2017). Application of a GIS-based slope unit method fo landslide susceptibility mapping along the Longzi River, Southeastern Tibetan Plateau, China. *International Journal of Geo-Information*, 6(6), 172.