

SISTEM INFORMASI GEOGRAFI DAN PENGINDERAAN JAUH DALAM PEMETAAN ZONA LONGSOR LAHAN DI KAWASAN TERBANGUN

Mohammad Amin Lasaiba

Program Studi Geografi Universitas Pattimura
Lasaiba.dr@gmail.com

Submitted January 16, 2023; Revised March 15, 2023; Accepted March 20, 2023

Abstrak

Longsor lahan merupakan bahaya alam yang cukup meluas di seluruh dunia dan telah menyebabkan korban jiwa serta sosial ekonomi masyarakat. Dalam mengkaji penelitian ini, metode kualitatif dan kuantitatif digunakan yang dikombinasikan dengan pendekatan spasial untuk menganalisis data primer dan data sekunder yang diperoleh dari citra satelit, observasi, dan instansi terkait. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan software Global Mapper 20, Arcgis 10.8.1 dan Ermapper 8.1. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini memperlihatkan kerawanan dari longsor lahan cukup tinggi dengan areal wilayah yang luas sekitar 51.63%, daerah ini tersebar pada wilayah perbukitan. Untuk lahan terbangun dengan tingkat kerawanan longsor lahan baik pada kategori tinggi dan sangat tinggi yaitu pada zona Z-4 dan Z-5, yang disebabkan oleh kemiringan lereng 25 sampai > 40%, dengan jenis batuan yang memiliki tingkat pelapukan tinggi, dan terdiri dari tutupan lahan berupa lahan terbangun. Pemanfaatan Penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografi dalam mengkaji longsor lahan di daerah penelitian, dapat dijadikan sebagai arahan dalam pemanfaatan penggunaan lahan yang tepat sehingga dapat terhindar dari bencana yang mungkin dapat terjadi.

Kata Kunci: Kerawanan, Longsor Lahan, Kawasan Terbangun, SIG, Penginderaan Jauh

Abstract

Landslide is a natural hazard that is quite widespread throughout the world and has caused casualties and ruined people's economic livelihoods. This study uses qualitative and quantitative methods combined with a spatial approach to analyze primary and secondary data from satellite imagery, observation, and related agencies. Data processing is conducted using Global Mapper 20, Arcgis 10.8.1 and Ermapper 8.1 softwares. The results obtained from this study show that the vulnerability to landslides is relatively high, with a large area around 51.63%. This area is spread over hilly areas. For built land, its level of vulnerability to landslide in both the high and very high categories, namely in zones Z-4 and Z-5, is caused by slopes of 25 to > 40%, with rock types with a high degree of weathering and with built-up land cover. The use of remote sensing and geographic information system in assessing landslide in the research area can be used as a guide for the proper use of land to avoid disasters that may occur.

Keywords: Vulnerability, Landslide, Built land, GIS, Remote sensing

1. PENDAHULUAN

Longsor lahan secara global merupakan bencana alam yang sering terjadi secara intensif dan menjadi sorotan dunia dalam hal dampak yang ditimbulkan [1]. Bencana ini umumnya terjadi pada musim penghujan dengan intensitas curah hujan yang tinggi serta kondisi fisiografi suatu daerah dengan tingkat kecuraman yang tinggi [2]. Selain itu juga dipengaruhi oleh lanskap pada suatu wilayah dengan kondisi

topologi, komposisi tanah dan vegetasi serta penggunaan lahan di wilayah tersebut sehingga berdampak dan mempercepat terjadinya longsor [3]. Jumlah kejadian bencana di Indonesia dapat sangat bervariasi dari tahun ke tahun dan tergantung pada jenis bencana yang terjadi. Namun, berdasarkan data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) pada tahun 2020, terdapat 3.073 kejadian bencana yang terdiri dari: 1.747 kejadian

banjir, 1.152 kejadian kebakaran hutan dan lahan, 87 kejadian gempa bumi, 45 kejadian puting beliung, 25 kejadian longsor, 17 kejadian angin kencang dan 2 kejadian tsunami. Dari keseluruhan bencana tersebut, telah cukup banyak memakan korban jiwa [4].

Khususnya untuk bencana longsor lahan, dampak yang ditimbulkan telah menyebabkan ribuan kematian dan kerusakan infrastruktur setiap tahunnya di seluruh dunia [5]. Sebagai pembanding, kejadian longsor lahan yang terjadi di wilayah Himalaya setiap tahunnya mencapai 200 orang, dan kerugian ekonomi lebih dari US\$ 1 miliar [6] Sementara di Cina, Menurut Buletin Bencana Geologi Nasional dari tahun 2007 hingga 2016, rata-rata 762 orang dilaporkan meninggal atau hilang per tahun akibat dari bencana longsor [7]. Di Indonesia, kejadian longsor lahan juga terjadi secara intensif setiap tahunnya. Berdasarkan data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BPNB) pada tahun 2011 hingga 2021, terdapat 2.425 kejadian longsor di Indonesia, dengan lokasi kejadian tersebar di Provinsi Jawa Tengah, Jawa Barat, Jawa Timur, Sumatera Barat, dan Kalimantan Timur dan telah menyebabkan sekitar 1.163 orang tewas, 112 hilang, 973 terluka, dan 48.191 kehilangan tempat tinggal [8].

Dengan demikian, longsor lahan merupakan bahaya alam yang sangat krusial yang perlu difahami secara jelas mengenai berbagai penyebab yang menjadi pemicu terjadinya bencana tersebut. Sebagai bahaya alam, longsor lahan ini berkaitan erat dengan fenomena alam yang berbahaya dalam ruang dan waktu yang ditentukan [9]. Secara terminologi, longsor lahan merupakan bahaya alam yang berupa pergerakan suatu massa batuan, pecahan batuan (debris), atau tanah pada lereng di bawah pengaruh gravitasi [10]. Pergerakan ini biasanya terjadi pada massa batuan yang dipindahkan di lereng [11]. Sementara itu, terjadinya gerakan lereng

merupakan akibat dari medan gaya kompleks yang aktif pada massa batuan atau tanah pada lereng tersebut [12]. Pergerakan ini terjadi ketika tegangan geser melebihi kekuatan geser material yang berbeda dengan erosi tanah [13].

Terlepas dari hal tersebut, berbagai penyebab terjadinya longsor lahan dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor yang menjadi pemicu dan pengontrol. Faktor pemicu sebagai penyebab pergerakan material tanah yang disebabkan oleh hujan, gempa, erosi pada kaki lereng dan berbagai aktivitas manusia [14]. Pada bagian lain, longsor lahan ini disebabkan oleh kondisi alami yang dipengaruhi oleh lereng, adanya bidang luncur, dan terdapatnya air tanah pada lapisan kedap sedangkan faktor penentu kerawanan longsor, yaitu curah hujan, kemiringan lahan, geologi, keberadaan sesar, kedalaman tanah [1].

Kota Ambon berdasarkan fisiografinya, sebagian besar wilayahnya merupakan daerah perbukitan hingga pegunungan yaitu sekitar 89% dengan kondisi kemiringan lereng curam hingga sangat curam dan hanya sekitar 11% berupa daerah dataran. Kondisi fisiografi ini menjadi pemicu terjadinya longsor lahan yang secara tidak langsung dapat memicu terjadinya bencana longsor lahan pada musim penghujan bila tidak dilakukan pencegahan dengan baik dalam hal penanggulangannya. Longsor lahan merupakan proses geomorfologi yang berevolusi secara alami dari bentang lahan pegunungan [15]. Sementara itu, keterbatasan lahan yang ada di Kota Ambon, telah menyebabkan alih fungsi lahan terjadi secara intensif di daerah perbukitan yang pada dasarnya merupakan daerah konservasi sehingga dapat menyebabkan terjadinya longsor lahan yang mungkin akan terjadi. Hal ini dapat dilihat dari beberapa kejadian longsor yang terjadi pada tahun 2020 yang terjadi di Kecamatan Nusaniwe, Sirimau dan Baguala yang telah

menyebabkan 56 rumah rusak akibat 17 titik longsor [16].

Dalam mengkaji penyebaran dan penyebab dari longsor lahan di daerah penelitian, maka dibutuhkan sebuah basis data yang dapat secara cepat dan terorganisir dalam menyediakan sistem analisis keruangan secara akurat. Penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografi merupakan teknologi yang mampu melakukan pemantauan dan identifikasi di permukaan bumi secara cepat dan akurat yang berkaitan dengan data spasial untuk keperluan manipulasi maupun permodelan [17]. Dalam kaitannya dengan longsor lahan ini, dalam beberapa dekade terakhir, teknik penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai basis data, telah memberikan kontribusi yang sangat besar dalam menentukan batas wilayah yang rawan longsor terutama di daerah pegunungan [18]. Selain itu, juga menyediakan pemrosesan data secara spasial, yang dapat digunakan dalam menginventaris bahaya longsor sekaligus membuat peta zonasi [19].

Penelitian sebelumnya yang telah mengkaji longsor lahan ini, sebagian besar telah diteliti dengan menggunakan berbagai teknik analisis dan pendekatan yang berbeda. Diantaranya yaitu dengan menerapkan Sistem Informasi Geografi (SIG) dengan Penginderaan jauh untuk mengukur pengaruh curah hujan Runoff terhadap tanah longsor [17], Selain itu, penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang dikombinasikan dengan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) [20]. Sementara itu dalam penelitian ini mengidentifikasi tingkat bahaya longsor lahan di daerah penelitian berbasis penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografi (SIG) dengan penekanannya secara spasial, temporal dan terestrial.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metodologi analitik kualitatif dan kuantitatif dengan

pendekatan spasial. Penelitian ini juga termasuk jenis penelitian interpretatif dan survei berdasarkan analisis data primer dan sekunder dari citra satelit, observasi, dari instansi terkait. Pendekatan survei, dengan penekanan pada pengamatan dan pengukuran variabel yang diperlukan untuk analisis. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli sampai September tahun 2022 di wilayah Kota Ambon yang dijadikan sebagai lokasi penelitian untuk kegiatan observasi dan pengumpulan data.

Bahan dalam penelitian ini berupa Citra landsat untuk pembuatan peta penggunaan lahan, Citra *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) untuk pembuatan Peta Kemiringan Lereng, Peta Tanah, Peta Geologi, Peta Bentuk Lahan, Peta Rupa Bumi Digital (RBI) dan Peta curah hujan. Sumber data diperoleh dari Bappeda, BPS dan Dinas Pekerjaan Umum dan alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa Global Mapper 20, ER Mapper v. 8.1, ArcGIS 10.8.1, GPS dan kamera digital.

Seluruh lahan di wilayah Kota Ambon dijadikan sebagai populasi penelitian, dan sampel penelitian terdiri dari satuan lahan yang diperoleh dengan pendekatan overlay dari peta tata guna lahan, bentuk lahan, dan kemiringan lereng. Analisis didasarkan dengan menjumlahkan nilai variabel yang menghasilkan interval sebanyak 5 kelas, sehingga dapat dibuat klasifikasi tingkat kerawanan longsor.

Analisis data dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu tahap persiapan yang diawali dengan analisis data peta penggunaan lahan dari citra landsat meliputi penyambungan citra, koreksi geometrik, koreksi radiometrik dan penajaman citra dan selanjutnya diinterpretasi dan mendelineasi kelas penggunaan lahan secara *on screen* serta pengolahan data Citra SRTM yang digunakan untuk pembuatan peta kemiringan lereng. Selanjutnya mendigitasi peta jenis tanah, bentuk lahan dan geologi. Kegiatan pengamatan dilakukan di

lapangan selama tahap implementasi untuk memverifikasi bahwa interpretasi citra secara akurat dapat mencerminkan kenyataan lapangan dan untuk mengukur parameter yang tidak dapat ditentukan dari citra.

Survei dilakukan di seluruh wilayah penelitian, dengan fokus pada wilayah di mana kerapatan penggunaan lahan atau faktor cuaca lainnya, dalam hal ini keberadaan awan yang menghalangi interpretasi citra secara akurat dari kenampakan objek. Uji ketelitian interpretasi adalah mengecek kevalidan hasil interpretasi dari citra, kemudian dibandingkan dengan hasil cek lapangan. Kegiatan uji lapangan untuk memperbaiki hasil interpretasi dan uji ketelitian pemetaan dilakukan secara sampling.

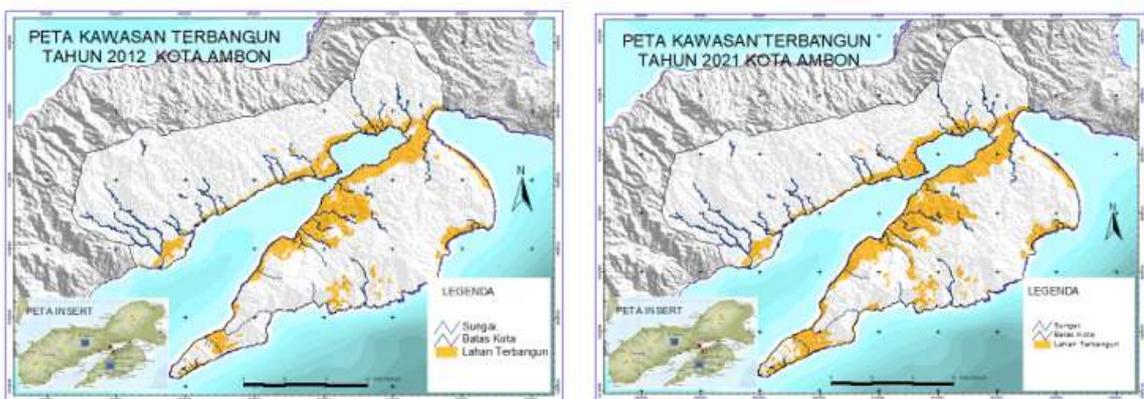
Pengumpulan data pada tahap pasca selanjutnya digunakan sebagai bahan analisis, dan penyusunan data secara keseluruhan yang dilakukan dengan mengelompokkan data dan dianalisis secara deduktif kuantitatif. Pola spasial yang terjadi diidentifikasi dengan analisis spasial. Dalam kegiatan pemetaan dari setiap indikator yang digunakan berdasarkan pada model perkiraan Puslittanak 2004. Dari model ini parameter diklasifikasi berdasarkan skor yang diperoleh pada setiap parameter dan hasilnya dijumlahkan berdasarkan

kesesuaian lokasi geografisnya dengan menetapkan 5 kelas kerawanan longsor yang meliputi kerawanan agak rendah, rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perkembangan Lahan Terbangun

Analisis perkembangan dari lahan terbangun dilakukan untuk mengetahui pertambahan luas dan persebaran lahan terbangun di Kota Ambon dari 2012 dan 2021. Pada analisis ini, data yang digunakan meliputi data tutupan lahan tahun 2012 yang bersumber dari hasil klasifikasi citra pada landsat 7 dan data tutupan lahan tahun 2021 yang bersumber dari hasil klasifikasi citra landsat 8, yang diunduh melalui laman web USGS (*United States Geological Survey*). Dari hasil pengklasifikasian tutupan lahan dari citra landsat 7 (tahun 2012) dan citra landsat 8 (tahun 2021), maka dihasilkan data lahan terbangun tahun 2012 dan 2021 di Kota Ambon. Tingkat akurasi klasifikasi Landsat 7 tahun 2012 adalah 0,9251 (92,51%), sedangkan tingkat akurasi klasifikasi Landsat 8 tahun 2021 adalah 0,9108 (91,08%). Oleh karena itu, dengan nilai koefisien 0,81 - 1,00 (81-100%), koefisien Cohen's Kappa dan dikategorikan sebagai tingkat keamatan yang sangat kuat dan dapat digunakan dalam analisis.



Gambar 1. Peta Kawasan Terbangun Kota Ambon Tahun 2012 (a) dan 2021 (b) (Citra Landsat 7, 2012 dan Citra Landsat 8, 2021)

Tabel 1. Luas Kawasan Terbangun Kota Ambon Tahun 2012 dan 2021

No	Penggunaan Lahan	Luas (Ha)
1.	Area terbangun tahun 2012	4.527.424
2.	Area terbangun tahun 2021	5.707.990

Sumber: Hasil Analisis Data, 2022.

2. Faktor Penyebab Longsor Lahan

Faktor curah hujan menjadi salah satu indikator penyebab longsor lahan yang terjadi. Sebagai wilayah dengan iklim tropis basah, curah hujan merupakan penentu utama iklim. Dalam menghitung nilai intensitas curah hujan di daerah penelitian berdasarkan data Stasiun Meteorologi Pattimura Ambon yang menunjukkan data curah hujan rata-rata setiap tahun yang relatif tinggi dalam 10 tahun terakhir (2013-2022) yaitu rata-rata sekitar 27,862 m (Tabel 2). Berdasarkan hal tersebut, maka kriteria kelas intensitas hujan berkisar antara 27,7 – 34,8 m, dan berada pada intensitas hujan yang tinggi (kelas 3). Kondisi ini memperlihatkan bahwa intensitas hujan di daerah penelitian relatif tinggi setiap tahunnya. Distribusi spasial

curah hujan di daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.

Salah satu faktor penyebab dari terjadinya longsor adalah kemiringan lereng. Stabilitas permukaan tanah terhadap gaya gravitasi digambarkan dalam situasi ini oleh kemiringan gravitasi. Penentuan nilai terhadap kemiringan lereng. Kota Ambon memiliki kemiringan lereng yang bervariasi dan Sebagian besar pa-da kemiringan > 30% dan 15 – 30% dengan luas area 10.750,05 ha dan 9.380,68 ha. Sementara pada ler-eng datar hingga landau (0 – 8%) dan agak miring (8 – 15%) dengan luas 6.974,29 ha dan 5.087,65 ha (Tabel 2). Tanah longsor dapat terjadi karena kondisi medan apalagi dipicu dengan curah hujan yang ting-gi. Dari sebaran luasan kemiringan lereng Kota Ambon menunjukkan bahwa dominasi daerah miring yang tersebar pada nilai 3 dan 4 atau memiliki persentase kemiringan lereng yang tinggi. Distribusi spasial kemiringan lereng di daerah penelitian dilihat pada Gambar 2.

Tabel 2. Kelas Faktor Faktor Penyebab Longsor Lahan

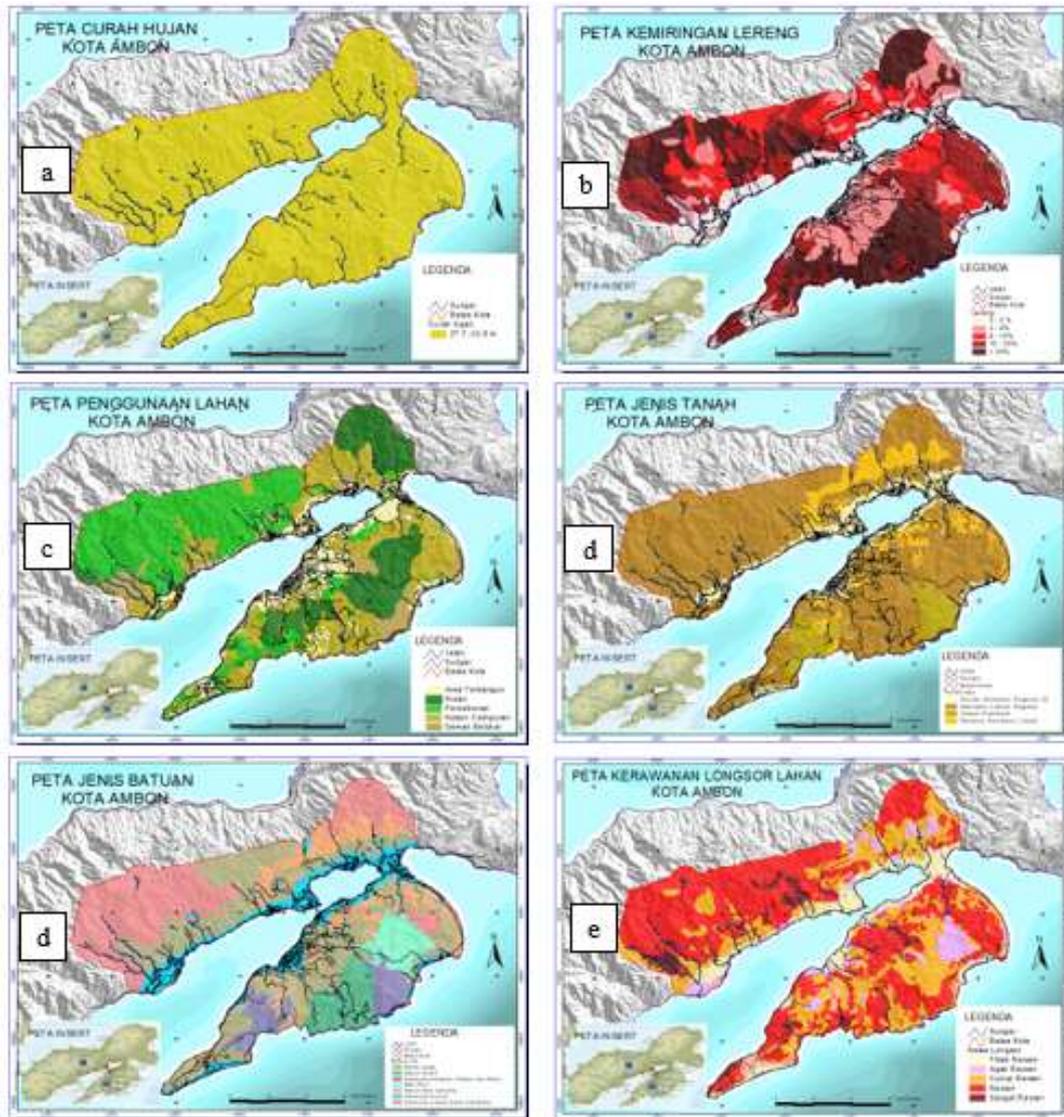
Parameter	Kelas	Kriteria	Luas (Ha)	%	Nilai
Intensitas Hujan	I	0 -13,6	0,00	0,00	1
	II	13,6 - 20,7	0,00	0,00	2
	III	20,7 - 27,7	32,068,753	100,00	3
	IV	27,7 - 34,8	0,00	0,00	4
	V	>34,8	0,00	0,00	5
Lereng (%)	I	0 – 8	5.087,65	15,80	1
	II	8 - 15	6.974,29	21,66	2
	III	15 - 30	9.380,68	29,14	3
	IV	> 30	10.750,05	33,39	4
Penggunaan Lahan	I	Hutan	7.875,105	24.46	1
	II	Perkebunan	6.132,103	19.05	2
	III	Area terbangun	5.707.990	18.40	3
	IV	Kebun campuran	10.832,291	33.65	4
	V	Semak belukar	1.428,821	4.44	5
Satuan Jenis Tanah	I	Aluvial, kambisol, regosol, gleisol	3.300.144	10.25	1
	III	Kambisol, latosol, regosol	23.599.715	73.31	2
	II	Latosol, kambisol	1.969.064	6.12	3
	IV	Rensina, kambisol, litosol	3.323.746	10.32	4

Jenis Batuan	I	Endapan aluvial	4.402,08	13,67	1
	I	Batu pasir	1.298,61	4,03	1
	II	Kelompok Serpentine, Diabas dan Gabro	2.293,32	7,12	2
	III	Satuan granit	2.099,98	6,52	3
	III	Satuan batu gamping	1.924,40	5,98	3
	IV	Kelompok andesit, dasit, breksi	5.684,05	17,66	4
	V	Bahan lepas	14.490,24	45,01	5

Sumber: Hasil Analisis Data, 2022

Salah satu faktor penyebab dari terjadinya longsor adalah kemiringan lereng. Stabilitas permukaan tanah terhadap gaya gravitasi digambarkan dalam situasi ini oleh kemiringan gravitasi. Penentuan nilai terhadap kemiringan lereng. Kota Ambon memiliki kemiringan lereng yang bervariasi dan Sebagian besar pada kemiringan > 30% dan 15 – 30% dengan luas area 10.750,05 ha dan 9.380,68 ha. Sementara pada lereng datar hingga landau (0 – 8%) dan agak

miring (8 – 15%) dengan luas 6.974,29 ha dan 5.087,65 ha (Tabel 2). Tanah longsor dapat terjadi karena kondisi medan apalagi dipicu dengan curah hujan yang tinggi. Dari sebaran luasan kemiringan lereng Kota Ambon menunjukkan bahwa dominasi daerah miring yang tersebar pada nilai 3 dan 4 atau memiliki persentase kemiringan lereng yang tinggi. Distribusi spasial kemiringan lereng di daerah penelitian dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. a). Peta Intensitas Curah Hujan b) Peta Lereng. c) Peta Tata Guna Lahan d). Peta Jenis Tanah dan e). Peta Jenis Batuan dan f) Peta Kerawanan Longsor Lahan Daerah Penelitian

Penggunaan lahan mengacu pada aktivitas manusia di dalam dan dalam hubungannya dengan lahan. Kota Ambon memiliki luas wilayah sebesar 32.068,753 ha yang terdiri atas 5 jenis penggunaan yaitu hutan, kebun campuran, semak belukar, area terbangun, dan perkebunan. Berdasarkan Tabel 2, penggunaan lahan kebun campuran, dengan luas total 10.832.291 hektar dan nilai 4, mendominasi wilayah Kota Ambon. Dengan luas total 5.923.844 hektar dan nilai 3, penggunaan lahan di kawasan terbangun juga merata di seluruh wilayah Kota Ambon. Semak belukar adalah penggunaan

lahan dengan ukuran terkecil (1.428.821 ha), dan memiliki nilai 4, sedangkan perkebunan, dengan luas total 6.132.103 ha, memiliki nilai 2. Sebaran penggunaan lahan secara keruangan menunjukkan bahwa kebun campuran dan perkebunan merupakan mayoritas penggunaan lahan di Kota Ambon. Semak belukar memiliki skor tertinggi di antara beberapa jenis tutupan lahan yang ada di Kota Ambon, artinya berpengaruh signifikan terhadap frekuensi longsor. Distribusi spasial penggunaan lahan di dilihat pada Gambar 2.

Faktor tanah sangat berhubungan erat dengan tingkat longsor lahan yang terjadi. Jenis tanah di Kota Ambon terdiri dari 4 satuan tanah yaitu 1) aluvial, kambisol, regosol, gleysol, 2) kambisol, latosol, regosol, 3) latosol, kambisol, dan 4) rensina, kambisol, litosol. Tabel 2 menunjukkan bahwa jenis dari tanah di Kota Ambon Sebagian besar tersebar satuan tanah kambisol, latosol, dan regosol dengan luas lahan 23.599.715 ha. Satuan tanah latosol dan kambisol hanya mencakup 6,12% dari total luas Kota Ambon atau 1.699.064 ha, adalah bentuk tanah yang sangat kecil luasannya. Jenis tanah Latosol, di sisi lain, berbeda secara signifikan karena dapat ditemukan hampir di semua lokasi di Kota Ambon. Sebaran keruangan jenis tanah pada Gambar 2.

Jenis batuan pada Kota Ambon terdiri dari batu pasir, kelompok serpentine, diabas, dan gabbro, kelompok andesit, breksi, bahan lepas, satuan granit, satuan batu gamping, dan endapan alluvial. Luasan jenis batuan di wilayah Kota Ambon memiliki jenis batuan yang terluas yaitu bahan lepas seluas 10.960 Ha atau 34,05%, dan Kelompok Andesit, Dasit, Breksi

dengan luasan 5.684,05 ha. luasan terkecil yaitu batu pasir seluas 1524,21 Ha atau 4,73% (Tabel 2).

Dengan demikian, sebaran bahan lepas dan Kelompok Andesit, Dasit, Breksi merupakan jenis batuan terluas di Kota Ambon, yang merupakan hasil dari endapan Gunung Api Ambon pada zaman pliosen. Struktur geologi yang dijumpai di Kota Ambon berupa sesar turun (normal) dan kekar. Struktur sesar yang berkembang yaitu berarah memanjang timur laut hingga barat daya yang memotong satuan batuan granit dan kelompok satuan serpentin, diabas dan gabro. Sebaran keruangan jenis batuan ini terlihat pada Gambar 2.

3. Analisis Tingkat Kerawanan Longsor

Penetapan zonasi kerawanan longsor di Kota Ambon dengan mengelompokkannya ke dalam 5 kelas risiko, yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi, yang diperoleh berdasarkan rancangan analisis kerawanan longsor. Lima (lima) kelas interval terdiri dari jumlah variabel dan bobotnya tergambar pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Skoring Dan Luas Kerawanan Longsor

No	Kelas Kerawanan	Skor	Luas (ha)	Luas (%)
1.	Sangat rendah	19 - 21	2.641.019	8.21
2.	Rendah	7 - 9	2.591,553	8.05
3.	Sedang	10 - 12	8.992,736	27.94
4.	Tinggi	13 - 15	16.619,011	51.63
5.	Sangat tinggi	16 - 18	1.341,312	4.17
Total Luas			32.185.631	100.00

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2022

Berdasarkan Tabel 3, diperoleh dari menjumlahkan (scoring) faktor-faktor pada setiap unit lapangan, maka dapat dihitung derajat kerawanan atau kemungkinan terjadinya longsor. Dari hasil tersebut, sekitar 2.641.019 ha atau 8,21% (0,008%) wilayah Kota Ambon yang merupakan

wilayah yang rawan longsor sangat rendah, sedangkan 16.619,011 ha atau 51,63% luas wilayahnya merupakan wilayah yang rawan longsor tinggi. Selain itu, wilayah bagian tengah berdasarkan peta kerawanan longsor cenderung memiliki tingkat kerawanan yang berkisar dari sedang hingga tinggi

yang didominasi di daerah perbukitan dan pegunungan Kota Ambon dan mengikuti daerah dengan kemiringan lereng yang tinggi. Sebaran spasial kerawanan longsor lahan dapat dilihat pada Gambar 3.

Selanjutnya dilakukan analisis lahan terbangun pada daerah bencana longsor yang diperoleh dari hasil analisis

perkembangan lahan terbangun dan analisis kerawanan longsor Kota Ambon yang digunakan sebagai masukan untuk analisis lahan terbangun pada kawasan rawan longsor. Sebaran lahan terbangun pada masing-masing kelas kerawanan longsor ditentukan dengan cara *overlay* dari hasil kedua analisis tersebut, sebagaimana tersaji pada tabel berikut.

Tabel 4. Luas Lahan Terbangun Pada Daerah Bencana Longsor

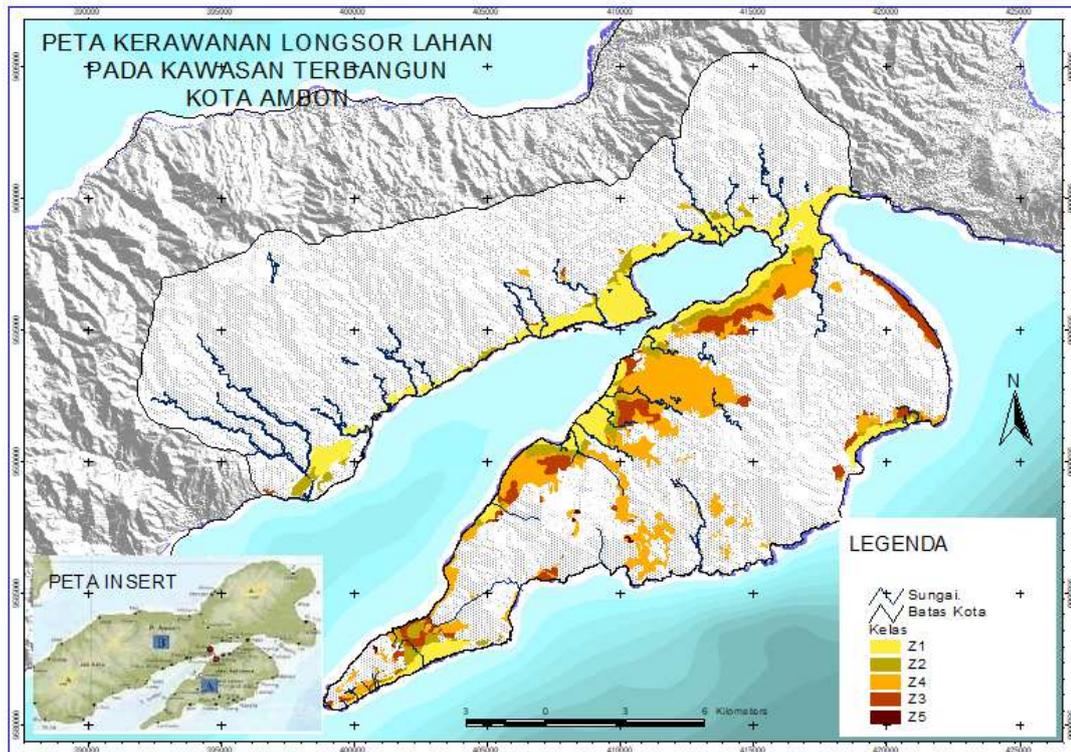
Zona	Keterangan	Luas (Ha)	%
Z - 1	Lahan terbangun yang berada pada kelas kerawanan longsor sangat rendah	2.000.913	35.09
Z - 2	Lahan terbangun yang berada pada kelas kerawanan longsor rendah	678.094	11.89
Z - 3	Lahan terbangun yang berada pada kelas kerawanan longsor sedang	777.107	13.63
Z - 4	Lahan terbangun yang berada pada kelas kerawanan longsor tinggi	2.224.549	39.01
Z - 5	Lahan terbangun yang berada pada kelas kerawanan longsor sangat tinggi	21.691	0.38
Total Luas		5.702.356	100.00

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2022.

Distribusi dan luasan lahan terbangun pada masing-masing kelas kerawanan longsor di Kota Ambon berdasarkan pada Tabel 8 menunjukkan luasan yang terbesar pada dua zona yaitu masing-masing 2.224.549 ha (39,01%) dan 2.000.913 ha (35,09%), yaitu Z-1 dan Z-4 yaitu zonasi yang paling luas, sedangkan Z-2 dan Z-3 memiliki luas masing-masing 678.094 ha (11,89%) dan 777.107 ha (13,63%), dan yang luasan yang paling terkecil yaitu Z - 5 dengan luas 21.691 ha (0.38%). Pada Z-4 dan Z-5, memiliki tingkat kerawanan dari longsor lahan dengan kategori tinggi dan sangat tinggi disebabkan oleh kemiringan lereng antara 25 sampai > 40%, dengan keberadaan jenis batuan yang memiliki tingkat pelapukan tinggi, dan terdiri dari tutupan lahan berupa lahan terbangun sehingga menambah bobot yang lebih pada lereng. serta kapasitas menahan tanah yang

rendah sehingga peka terhadap erosi yang terjadi.

Sebagian besar kawasan terbangun di zona Z-4 dan Z-5 dengan kerentanan longsor yang tinggi atau sangat tinggi. Kedepan, pemerintah harus lebih proaktif dalam mengendalikan pertumbuhan lahan terbangun di zona Z-4 dan Z5 sebagai pengambil kebijakan dan otoritas yang berwenang di bidang penataan ruang. Pemerintah juga harus mengarahkan pengembangan lahan terbangun di daerah dengan tingkat kerawanan longsor rendah hingga sedang, seperti Z-1, Z-2, dan Z-3 di Kota Ambon, serta mengedukasi masyarakat tentang akibat dari aktivitas pembangunan yang dapat menyebabkan bencana longsor karena kerentanannya yang tinggi dan sangat tinggi.



Gambar 4. Peta Kawasan Rawan Bencana Longsor Zonasi Lahan pada kawasan Terbangun di Kota Ambon

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data curah hujan di daerah penelitian menunjukkan intensitas hujan berkisar antara 27,7 – 34,8 m, dan berada pada intensitas hujan yang tinggi (kelas 3). Curah hujan yang tinggi merupakan salah satu variabel eksternal atau di luar tubuh lereng yang dapat menyebabkan terjadinya longsor karena intensitas air yang mengalir di suatu tempat [10]. Kondisi longsor dalam kaitannya dengan curah hujan sangat terkait dengan kondisi fisiografi dimana diketahui Kota Ambon merupakan daerah perbukitan dengan daerah dengan ketinggian 100 sampai > 200 Meter hampir mencapai 65%. Jumlah hujan yang jatuh pada suatu lereng akan bertambah seiring dengan ketinggiannya. Kekuatan sebaran, daya angkut, dan kerusakan tanah semuanya dipengaruhi oleh besarnya curah hujan [21]. Kawasan perbukitan memiliki tingkat bahaya longsor tinggi dengan rata-

rata dari curah hujan di atas 200 mm[22], Intensitas curah hujan yang lebih dari 50 mm/jam, akan mengakibatkan longsor[23]-[24].

Kemiringan lereng Kota Ambon menunjukkan dominasi daerah miring pada nilai 3 dan 4 atau memiliki persentase kemiringan lereng yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa tanah longsor biasanya terjadi di daerah yang miring seiring dengan meningkatnya kemiringan lahan.[25]. Kemiringan lereng merupakan salah satu faktor yang dapat menurunkan kekuatan geser tanah sehingga tanah menjadi rawan terjadi keruntuhan. bahwa kemiringan lereng berpengaruh terhadap banyaknya volume longsor. Dengan tingginya nilai lereng maka volume longsor semakin besar terjadi [26]. Terjadinya kenaikan volume pergerakan massa tanah seiring dengan kenaikan kemiringan lereng, hal ini disebabkan oleh gaya dorong gravitasi dan

tekanan geser yang meningkat [27]. Stabilitas permukaan tanah terhadap gaya gravitasi digambarkan dalam situasi ini oleh kemiringan gravitasi. Stabilitas dari lereng dipengaruhi oleh daya geser tanah dan tegangan geser. Jika nilai tegangan geser melebihi kekuatan geser tanah maka akan terjadi keruntuhan tanah [28]. Potensi penurunan stabilitas lereng dapat menyebabkan kejadian longsor yang meningkat seiring dengan meningkatnya intensitas penggunaan lahan [17].

Beragam tipe dari penggunaan lahan memberikan berpengaruh signifikan terhadap stabilitas lereng. Elemen yang menjadi pemicu secara eksternal, atau yang berasal dari luar lereng, salah satunya adalah penggunaan lahan. Semak belukar memiliki skor tertinggi di antara beberapa jenis tutupan lahan yang ada di Kota Ambon, yang artinya berpengaruh signifikan terhadap frekuensi longsor [4]. Longsor sering terjadi di lokasi dengan kemiringan lereng yang curam dan penggunaan lahan seperti tegalan dan semak belukar [29]. Sebaran penggunaan lahan kebun campuran hampir sebagian besar mendominasi penggunaan lahan di Kota Ambon. Kawasan rawan longsor tinggi terdapat pada kebun campuran, dimana pengolahan lahan belum melakukan cara tanam yang sesuai berdasarkan kaidah dalam konservasi lahan. Tanaman tahunan dengan sistem perakaran dalam perlu ditempatkan di daerah berlereng sehingga dapat mengurangi terjadinya longsor. Pada bagian lain, Jika tidak ada vegetasi dan tidak ada lapisan kedap air maka hujan lebat akan menyebabkan tanah longsor [30].

Satuan tanah latosol dan kambisol di Kota Ambon mencakup 6,12% dari total luas Kota Ambon atau 1.699.064 ha, adalah bentuk tanah yang sangat kecil luasannya. Jenis tanah Latosol, di sisi lain, berbeda secara signifikan karena dapat ditemukan hampir di semua lokasi di Kota Ambon. Jenis dari tanah litosol termasuk sangat

peka terhadap air. Sebaliknya, jenis-jenis tanah berupa aluvial, gleisol, planosol, laterit dan hidromorf adalah jenis jenis tanah yang kurang peka pada air sehingga memungkinkan terjadinya longsor pada musim penghujan [31]. Lempung yang tersusun dari tanah liat dan memiliki kandungan air merupakan jenis tanah yang menjadi daerah longsor karena memiliki nilai resistivitas yang paling rendah [32], solum tanah yang tebal, tanah dengan struktur porous, dan terletak pada daerah berlereng sangat rentan terjadinya longsor. Tanah longsor dapat terjadi pada jenis tanah ini, terutama setelah hujan [33]. Terjadinya longsor sangat dipengaruhi oleh tekstur tanah yang halus, seperti tekstur liat. Semakin halus kelas tekstur tanah, semakin besar kemungkinannya untuk mengerut, tidak stabil, atau bergerak [34].

Dengan demikian, sebaran bahan lepas dan Kelompok Andesit, Dasit, Breksi merupakan jenis batuan terluas di Kota Ambon, yang merupakan hasil dari endapan gunung api Ambon pada zaman Pliosen. Temuan penelitian ini mendukung pernyataan. Lokasi rawan longsor memiliki kubah batuan yang terpapar aliran dan struktur tanah dengan formasi Andesit dan Breksi Andesit yang lebih tua yang telah ditembus oleh banyak sesar. Batuan ini mudah mengalami pelapukan menjadi tanah, dan jika berada pada lereng yang mengalami longsor sering kali rawan longsor [35]-[36]. Batuan sedimen vulkanik, sedimen dengan butiran berukuran pasir, dan kombinasi kerikil, pasir, dan tanah liat seringkali lebih lemah. Jika batuan tersebut mengalami cuaca akan cepat berubah menjadi tanah, dan jika berada pada lereng yang terjal sering rawan longsor [37].

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 22 Tahun 2007. Pembangunan permukiman dilakukan hanya direkomendasikan pada kemiringan 0 hingga 15% (datar hingga agak curam)

sehingga Zonasi yang dianggap sesuai dan aman untuk penggunaan lahan terbangun di Kota Ambon adalah zona Z-1, Z-2, dan Z-3, di samping itu, dengan kondisi daerah penelitian yang sebagian besar merupakan daerah perbukitan, kajian ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilaksanakan di Kabupaten Ponorogo oleh yang merupakan lokasi yang berpotensi mengalami longsor [14]. Begitu pula kejadian longsor yang terjadi di pegunungan Menoreh yang sebagian besar disebabkan oleh tingginya curah hujan dengan intensitas yang tinggi [38].

4. SIMPULAN

Pemerian satuan lahan di daerah penelitian disusun berdasarkan tiga unsur utama yakni bentuk lahan, kemiringan lereng dan penggunaan. Faktor pemicu longsor lahan di daerah penelitian disebabkan oleh intensitas hujan yang tinggi berkisar antara 27,7 – 34,8 m, luasnya lereng yang curam hingga sangat curam (62,53%), penggunaan lahan kebun campuran dan area terbangun yang mendominasi luasan wilayah (52,05%), serta jenis tanah kambisol, latosol dan regosol dan batuan bahan lepas yang meliputi luasan yang luas sekitar 73,31% dan 45,01%, Tingkat kerawanan longsor lahan di daerah penelitian cukup tinggi dengan areal wilayah yang luas sekitar 51,63%, daerah ini tersebar pada wilayah dengan kelerengan yang curam hingga sangat curam yang tersebar pada wilayah perbukitan. Analisis lahan terbangun pada kawasan rawan bencana longsor dengan tingkat kerawanan tinggi dan sangat tinggi yaitu pada Z-4 dan Z-5, yang disebabkan oleh kemiringan lereng 25 sampai > 40%, dengan jenis batuan yang memiliki tingkat pelapukan tinggi, dan terdiri dari tutupan lahan berupa lahan terbangun yang menambah bobot yang lebih pada lereng. serta kapasitas menahan tanah yang rendah sehingga peka terhadap erosi yang terjadi

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Benchelha *et al.*, “Landslide susceptibility mapping in the commune of Oudka, Taounate Province, North Morocco: A comparative analysis of logistic regression, multivariate adaptive regression spline, and artificial neural network models,” *Environ. Eng. Geosci.*, vol. 66, no. 1, pp. 185–200, 2020, doi: 10.2113/EEG-2243.
- [2] U. Arsyad, R. A. Barkey, W. Wahyuni, and K. K. Matandung, “Karakteristik Tanah Longsor di Daerah Aliran Sungai Tangka,” *J. Hutan dan Masy.*, vol. 10, no. 1, pp. 203–214, 2018, doi: <https://doi.org/10.24259/jhm.v0i0.3978>.
- [3] H. C. Hasibuan and S. Rahayu, “Kesesuaian Lahan Permukiman pada Kawasan Rawan Bencana Tanah Longsor di Kabupaten Temanggung,” *Tek. PWK (Perencanaan Wil. Kota)*, vol. 6, no. 4, pp. 242–256, 2017, doi: <https://doi.org/10.14710/tpwk.2017.18072>.
- [4] A. S. Nugroho, A. Aji, and A. Indrayati, “Perubahan Penggunaan Lahan Sawah Menjadi Non Sawah dan Pengaruhnya terhadap Keberlanjutan Sawah Lestari di Kabupaten Klaten,” *Geo-Image*, vol. 6, no. 2, pp. 139–146, 2017, doi: <https://doi.org/10.29244/jpsl.8.2.258-263>.
- [5] C. S. Juang, T. A. Stanley, and D. B. Kirschbaum, “Using citizen science to expand the global map of landslides: Introducing the cooperative open online landslide repository (COOLR),” *PLoS One*, vol. 14, no. 7, pp. 1–28, 2019, doi: 10.1371/journal.pone.0218657.
- [6] T. H. Tran *et al.*, “GIS-Based Soft Computing Models for Landslide

- Susceptibility Mapping: A Case Study of Pithoragarh District, Uttarakhand State, India,” *Math. Probl. Eng.*, vol. 2021, 2021, doi: 10.1155/2021/9914650.
- [7] S. He, J. Wang, and S. Liu, “Rainfall event-duration thresholds for landslide occurrences in China,” *Water (Switzerland)*, vol. 12, no. 2, 2020, doi: 10.3390/w12020494.
- [8] BNPB, “Risiko Bencana Indonesia (Disasters Risk of Indonesia),” *Int. J. Disaster Risk Sci.*, p. 22, 2016, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s13753-018-0186-5>
- [9] I. A. Bhat, M. ul Shafiq, P. Ahmed, and T. A. Kanth, “Multi-criteria evaluation for landslide hazard zonation by integrating remote sensing, GIS and field data in North Kashmir Himalayas, J&K, India,” *Environ. Earth Sci.*, vol. 78, no. 20, pp. 1–15, 2019, doi: 10.1007/s12665-019-8631-3.
- [10] J. P. S. Handoko and I. Ikaputra, “Prinsip desain arsitektur bioklimatik pada iklim tropis,” *Langkau Betang J. Arsit.*, vol. 6, no. 2, pp. 87–100, 2019, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/1b/article/view/34791>
- [11] M. A. Akbar, S. R. Utami, and C. Agustina, “Simulasi Pengukuran Longsor Pada Kemiringan Lereng Dan Ketebalan Seresah Yang Berbeda,” *J. Tanah dan Sumberd. Lahan*, vol. 9, no. 2, pp. 321–327, 2022, doi: <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2022.009.2.12>.
- [12] D. Cruden, *Landslide risk assessment*. Routledge, 2018.
- [13] M. S. Rompon and A. Almulqu, “Identifikasi Dan Pemetaan Daerah Bencana Rawan Longsor Di Kecamatan Amarasi Barat Dengan Menggunakan Arc View Gis,” *Partner*, vol. 23, no. 2, pp. 810–821, 2018.
- [14] H. S. Naryanto, H. Soewandita, D. Ganesha, F. Prawiradisastra, and A. Kristijono, “Analisis Penyebab Kejadian dan Evaluasi Bencana Tanah Longsor di Desa Banaran, Kecamatan Pulung, Kabupaten Ponorogo, Provinsi Jawa Timur Tanggal 1 April 2017,” *J. Ilmu Lingkung.*, vol. 17, no. 2, p. 272, 2019, doi: 10.14710/jil.17.2.272-282.
- [15] Q. Wang and W. Li, “A GIS-based comparative evaluation of analytical hierarchy process and frequency ratio models for landslide susceptibility mapping A GIS-based comparative evaluation of analytical,” *Phys. Geogr.*, vol. 3646, no. March, p. 0, 2017, doi: 10.1080/02723646.2017.1294522.
- [16] BPBD, “Longsor Terjadi di Sejumlah Titik di Kota Ambon,” *REPUBLIKA.CO.ID, AMBON*, 2020. <https://d.republika.co.id/berita/qcqq0a284/longsor-terjadi-di-sejumlah-titik-di-kota-ambon> (accessed Jul. 30, 2020).
- [17] M. Z. R. Lavan Kumar, Sushanth, Manikanta, “IRJET- Application of GIS in Investigating the Influence of Rainfall-Runoff on Landslides,” *Irjet*, vol. 8, no. 6, pp. 3646–3653, 2021.
- [18] N. K. Tewari and A. K. Misra, “Landslide vulnerability assessment in Gangotri valley glacier Himalaya through GIS and remote sensing techniques,” *Appl. Water Sci.*, vol. 9, no. 4, pp. 1–10, 2019, doi: 10.1007/s13201-019-0992-y.
- [19] S. Uvaraj and R. Neelakantan, “Fuzzy logic approach for landslide hazard zonation mapping using GIS: a case study of Nilgiris,” *Model.*

- Earth Syst. Environ.*, vol. 4, no. 2, pp. 685–698, 2018, doi: 10.1007/s40808-018-0447-8.
- [20] A. S. Banuzaki and A. K. Ayu, “Integrated Remote Sensing and GIS Analysis for Landslide Susceptibility Assessment along the Trenggalek–Ponorogo Road, East Java Province, Indonesia,” *Indones. Assoc. Geol. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 39–48, 2021, doi: 10.51835/iagij.2021.1.1.14.
- [21] L. Lombardo, T. Opitz, and R. Huser, *Numerical Recipes for Landslide Spatial Prediction Using R-INLA*. Elsevier Inc., 2019. doi: 10.1016/b978-0-12-815226-3.00003-x.
- [22] W. A. Gemilang, S. Husrin, U. J. Wisna, and G. Kusumah, “Kerentanan Pesisir Terhadap Bencana Tanah Longsor Di Bungus, Sumatera Barat Dan Sekitarnya Menggunakan Metode Storie,” *J. Geosaintek*, vol. 3, no. 1, pp. 37–44, 2017, [Online]. Available: <http://iptek.its.ac.id/index.php/geosaintek/article/view/2954>
- [23] M. Marina, H. Indrawati, and S. Suarman, “Application of Moving Class Learning Models and Teacher Pedagogical Competence on Learning Motivation and Student Learning Discipline,” *J. Educ. Sci.*, vol. 3, no. 1, p. 72, 2019, doi: 10.31258/jes.3.1.p.72-83.
- [24] R. Hidayat and A. A. Zahro, “Identifikasi Curah Hujan Pemicu Longsor di Daerah Aliran Sungai (DAS) Serayu Hulu-Banjarnegara,” 2018. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/11617/10336>
- [25] S. Devi, “Use of Remote Sensing and GIS in Landslide Hazard Analysis,” *Int. J. Sci. Eng. Technol. Res.*, vol. 9, no. 1, 2020, [Online]. Available: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/63158016/IJSETR>
- [26] K. A. Ahmed, S. Khan, M. Sultan, U. Bin Nisar, M. R. Mughal, and S. N. Qureshi, “Landslides assessment using geophysical and passive radon exhalation detection techniques in Murree Hills, northern Pakistan: Implication for environmental hazard assessment,” *J. Earth Syst. Sci.*, vol. 129, no. 1, 2020, doi: 10.1007/s12040-019-1327-y.
- [27] S. Çellek, “Effect of the slope angle and its classification on landslide,” *Nat. Hazards Earth Syst. Sci. Discuss.*, pp. 1–23, 2020, doi: <https://doi.org/10.5194/nhess-2020-87>.
- [28] S. Nengsih, “Pengaruh Kadar Air Terhadap Kestabilan Lereng (Kampus Politeknik Negeri Padang),” *J. Ilm. Rekayasa Sipil*, vol. 12, no. 2, pp. 36–45, 2015, [Online]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/268097274.pdf>
- [29] S. Ritung, A. F. Wahyunto, and H. Hidayat, “Panduan evaluasi kesesuaian lahan dengan contoh peta arahan penggunaan lahan Kabupaten Aceh Barat,” *Balai Penelit. Tanah dan World Agrofor. Cent. (ICRAF), Bogor, Indones.*, vol. 45, 2007, [Online]. Available: <https://www.worldagroforestry.org/publication/panduan-evaluasi-kesesuaian-lahan>
- [30] S. Suwarsito, I. Afan, and S. Suwarno, “Analisis Hubungan Kerawanan Longsor Lahan dengan Penggunaan Lahan di Sub-Das Kali Arus Kabupaten Banyumas,” *Sainteks*, vol. 16, no. 2, pp. 129–135, 2020, doi: 10.30595/st.v16i2.7130.
- [31] Hadiyanto, “Pengaruh komposisi media organik terhadap pertumbuhan dan hasil tiga varietas jahe (*Zingiber officinale* Rosc.),” 2011, [Online]. Available: <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/23499>

- [32] E. A. Heradian and Y. Arman, "Pendugaan Bidang Gelincir di Desa Aruk Kecamatan Sajingan Besar Kabupaten Sambas dengan Menggunakan Metode Tahanan Jenis," *Prism. Fis.*, vol. III, no. 2, pp. 56–61, 2015, doi: <http://dx.doi.org/10.26418/pf.v3i2.11878>.
- [33] H. Soewandita, "Analisis Kawasan Rawan Longsor Dan Keterkaitannya Terhadap Kualitas Tanah Dan Penggunaan Lahan (Kasus Di Kawasan Agribisnis Juhut Kabupaten Pandeglang)," *J. Alami J. Teknol. Reduksi Risiko Bencana*, vol. 2, no. 1, p. 27, 2018, doi: [10.29122/alami.v2i1.2826](https://doi.org/10.29122/alami.v2i1.2826).
- [34] B. Harjadi and P. Paimin, "Teknik identifikasi daerah yang berpotensi rawan longsor pada satuan wilayah daerah aliran sungai," *J. Penelit. Hutan dan Konserv. Alam*, vol. 10, no. 2, pp. 163–174, 2013, doi: <https://doi.org/10.20886/jphka.2013.10.2.163-174>.
- [35] A. Rahman, "Penggunaan Sistem Informasi Geografis untuk Pemetaan Kerawanan Longsor di Kabupaten Purworejo," *Sumber*, vol. 5, no. 2500, p. 5, 2010.
- [36] R. Putra, H. Edial, and W. Prarikeslan, "Studi Karakteristik Lahan Terhadap Longsor Di Kelurahan Balai Gadang Kecamatan Koto Tangah Kota Padang," *Buana*, vol. 3, no. 2, pp. 29–34, 2019, doi: <https://doi.org/10.24036/student.v3i2.417>.
- [37] R. Y. Darmawan, D. Miswar, and I. L. Nugraheni, "Analisis Daerah Rawan Longsor Di Kecamatan Limau Kabupaten Tanggamus," *JPG (Jurnal Penelit. Geogr.)*, vol. 9, no. 1, 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.fkip.unila.ac.id/index.php/JPG/article/view/22624>
- [38] M. E. Fitrianingrum and D. Ruslanjari, "Zonasi Rawan Longsor Di Desa Pagerharjo Kecamatan Samigaluh Kabupaten Kulonprogo Yogyakarta," *Gea. Jurnal Pendidikan Geografi*, Vol. 18, No. 2, 2018, doi: <https://doi.org/10.17509/gea.v18i2.8481>.