



Volume 10 No. 3 Juli 2025

p-ISSN: 2477-8192 dan e-ISSN: 2502-2776

Analisis Spasial Bentuk Lahan dan Potensi Kebencanaan pada Koridor Jalan Lingkar Regional

Andi Sulia Sudirman*, Sitti Kasmianti, Nur Hasanah

Program Studi Pendidikan Geografi, Universitas Halu Oleo

Email: andisulia@uho.ac.id*; sittikasmianti@gmail.com; nurhasanah050994@gmail.com

(Received: 2 Maret 2025; Accepted: 11 Juni 2025; Published: 1 Juli 2025)



©2025 – Jurnal Penelitian Pendidikan Geografi. Ini adalah artikel dengan

akses terbuka dibawah licensi CC BY-NC-4.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>).

ABSTRACT

The construction of the Gorontalo Outer Ring Road (GORR) in hilly terrain carries a high potential for disaster risk. Therefore, a study of the physical land characteristics is crucial to support disaster risk mitigation along the route. This study aims to analyze the landform and disaster potential in the GORR area. The research was conducted through spatial analysis supported by field surveys and historical landslide information from local communities. Geomorphological analysis indicates that the GORR area lies within denudational hills. Based on the Regional Geological Map of the Talamuta Sheet, the exposed lithology is dominated by clastic limestone units (TQl), Bilungala volcanic rocks (Tmv), Bone diorite (Tmb), and lake deposits (Qpl). Land cover includes the GORR road, gardens, fields, and shrubs, with maize and coconut plantations that can accelerate surface erosion due to their limited capacity to retain water. Steep slopes further increase the risk of landslides, which pose a danger to road users and nearby communities. Therefore, disaster mitigation strategies are needed, including the delineation of landslide-prone zones and the installation of warning signs at critical points to enhance public awareness, especially during the rainy season. These efforts support sustainable development and disaster risk reduction in the GORR region.

Keywords: *Gorontalo Outer Ring Road; landslide hazard; disaster mitigation.*

ABSTRAK

Pembangunan Gorontalo Outer Ring Road (GORR) di wilayah perbukitan memiliki potensi kebencanaan yang tinggi. Oleh karena itu, kajian karakteristik fisik lahan sangat penting untuk mendukung mitigasi risiko bencana di sepanjang jalur tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bentuklahan dan potensi kebencanaan pada daerah GORR. Penelitian ini dilakukan melalui analisis spasial yang didukung dengan survei lapangan dan informasi historis kebencanaan longsor dari masyarakat setempat. Analisis geomorfologi menunjukkan bahwa daerah GORR berada pada perbukitan denudasional. Berdasarkan Peta Geologi Regional Lembar Talamuta, litologi yang tersingkap didominasi oleh satuan batugamping klastika (TQl), batuan gunung api Bilungala (Tmv), diorit Bone (Tmb), dan endapan danau (Qpl). Tutupan lahan meliputi jalan GORR, kebun, ladang, dan semak belukar, dengan perkebunan jagung dan kelapa yang berpotensi mempercepat erosi permukaan akibat rendahnya kemampuan tanaman tersebut dalam mengikat air. Kemiringan lereng yang curam meningkatkan risiko longsor, yang dapat membahayakan pengguna jalan dan aktivitas masyarakat sekitar. Oleh karena itu, diperlukan strategi mitigasi bencana melalui penentuan zonasi kawasan rawan longsor serta pemasangan rambu peringatan di titik-titik kritis guna meningkatkan kewaspadaan, terutama pada musim hujan. Langkah ini mendukung upaya pembangunan berkelanjutan dan pengurangan risiko bencana di kawasan GORR.

Kata Kunci: *Gorontalo Outer Ring Road; bahaya longsor; mitigasi bencana.*

PENDAHULUAN

Struktur geologi di pulau Sulawesi yang telah teridentifikasi masih mengalami pergerakan aktif dan sering memicu gempa bumi. Pulau Sulawesi sendiri terbentuk dari sistem struktur geologi yang terus bergerak dengan variasi kecepatan pergeseran. Pada sisi utara pulau ini terdapat *North Sulawesi Subduction* yang memiliki kecepatan pergeseran *geodetic* sekitar 42-50 mm/tahun (Socquet dkk., 2006). Sementara itu, di wilayah daratan terdapat Sesar Gorontalo yang bergerak dengan kecepatan sekitar 11 mm/tahun. Sesar-sesar lokal yang berada pada daerah Gorontalo mengalami pelapukan batuan dan mempengaruhi perubahan permukaan bumi menjadi terjal yang dimana faktor ini berkontribusi terhadap kerawanan bencana.

Bentuk lahan berperan penting dalam menentukan tingkat kerentanan suatu wilayah terhadap bencana. Menurut Verstappen (1993), kajian geomorfologi mencakup tiga aspek utama, yaitu: 1) morfologi, yang menganalisis bentuk permukaan lahan seperti pegunungan, dataran, dan perbukitan; 2) material, yang meliputi jenis batuan dan material permukaan; serta 3) proses geomorfologi, yang mencakup proses pembentukan permukaan bumi, baik yang berasal dari proses eksogen (seperti erosi dan pelapukan) maupun endogen (seperti tektonik dan vulkanisme). Ketiga aspek ini berperan penting dalam menentukan kestabilan lereng dan tingkat risiko bencana longsor.

Daerah Gorontalo merupakan bagian dari Busur Sulawesi Utara yang termasuk dalam jalur volkano-plutonik. Wilayah ini didominasi oleh batuan gunung api dan plutonik yang berumur Paleogen hingga Neogen. Selain itu, ditemukan juga satuan-satuan batuan sedimen yang umumnya dipengaruhi oleh aktivitas vulkanik. Aktivitas ini terbentuk dan berlangsung secara relatif terus-menerus sejak kala Eosen hingga Miosen Awal, bahkan berlanjut hingga Kuarter. Pada batuan gunung api tersebut, juga dijumpai selingan batuan sedimen. (Bachri, 2006). Hal ini menggambarkan bahwa geomorfologi Gorontalo sebagai daerah yang didominasi oleh pegunungan akibat adanya aktivitas vulkanisme dimasa lalu. Struktur geologi yang terdiri dari batuan gunung api dan sedimen vulkanik menjadikan daerah ini rentan terhadap longsor, terutama pada lereng-lereng curam yang tersusun dari material yang mudah lapuk dan tererosi.

Intensitas curah hujan yang tinggi di daerah ini mempercepat proses pelapukan batuan dan ketidakstabilan tanah. Menurut data curah hujan di Kabupaten Gorontalo tahun 2019 bahwa sepanjang musim hujan wilayah ini menerima curah hujan di atas 100 mm (BPS, 2020). Data ini penting untuk memahami potensi bencana seperti banjir dan longsor. Dampaknya tidak hanya membahayakan infrastruktur jalan, tetapi juga mengganggu aktivitas ekonomi dan mobilitas masyarakat di sekitar kawasan rawan bencana.

Koridor Jalan Lingkar Regional yang menjadi objek studi merupakan salah satu infrastruktur strategis yang menghubungkan beberapa wilayah administratif. Koridor ini mengacu pada ruas jalan yang menghubungkan Bandara Djalaluddin hingga Kabupaten Bone Bolango menuju Pelabuhan Kota Gorontalo. Koridor ini dinamakan dengan *Gorontalo Outer Ring Road* (GORR) yang diresmikan pada tahun 2019. Namun, fokus kajian dibatasi pada ruas jalan yang menghubungkan Bandara Djalaluddin Gorontalo hingga Kabupaten Bone Bolango. Ruas jalan ini dipilih karena dibangun melewati lereng yang curam, sehingga memiliki tingkat risiko longsor yang tinggi.

Analisis terhadap kondisi bentuk lahan dan potensi kebencanaan di sepanjang jalur ini menjadi penting guna memahami faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan wilayah serta upaya mitigasi yang dapat diterapkan. Beberapa kejadian longsor telah tercatat, antara lain terdapat longsoran masif pada titik salah satu titik ruas jalan GORR Segment 1 pada STA 13+800 pada sisi lereng kiri arah KM besar (Syamsuri dkk., 2022). Wilayah tersebut memiliki gerakan tanah cukup tinggi yang dipengaruhi morfologi permukaan, struktur batuan penyusun, curah hujan, kemiringan lereng, dan penggunaan lahan.

Analisis spasial dapat memberikan gambaran lokasi penelitian mengolah berbagai data diaplikasikan dengan Sistem Informasi Geografis (SIG). Teknologi SIG digunakan sebagai pendekatan utama dalam penelitian ini karena kemampuannya dalam mengintegrasikan dan menganalisis data spasial dari berbagai sumber. Teknologi SIG memungkinkan pemetaan, pemodelan, pengukuran, dan pemantauan kondisi fisik wilayah secara sistematis (Putri dan Zain, 2010). Teknologi ini dapat menyimpan, mengelola, dan menyajikan informasi geospasial untuk mendukung pemahaman terhadap kondisi alam dan dinamika lingkungan (Lillesand dkk., 2015; Tian, 2017).

Salah satu teknik penting dalam SIG adalah overlay. Overlay memungkinkan penggabungan berbagai lapisan data untuk mengidentifikasi area dengan tingkat kerentanan tertentu berdasarkan kombinasi faktor seperti geomorfologi, litologi, dan penggunaan lahan. Proses reklasifikasi dan integrasi data lebih lanjut memperkuat ketajaman analisis terhadap fenomena geospasial (Irwansyah, 2013). Pendekatan ini memberikan dasar ilmiah dalam mendukung perencanaan mitigasi bencana yang lebih efektif dan berkelanjutan.

Dalam mendukung pembangunan nasional yang berkelanjutan khususnya daerah Gorontalo, perlu memperhatikan aspek kemungkinan terjadinya bencana. Adanya manajemen bencana yang baik pada suatu wilayah dapat meminimalisir terjadinya resiko bencana. Pembangunan berkelanjutan harus didasarkan pada konsep manajemen bencana yang mencakup dua tahap utama yaitu tahap pengurangan risiko dan tahap pemulihan pasca bencana. Tahap pengurangan risiko meliputi kesiapsiagaan, mitigasi, dan pencegahan, yang bertujuan untuk meminimalkan dampak bencana sebelum terjadi. Sementara itu, tahap pemulihan mencakup tanggap darurat, pemulihan, dan pembangunan kembali yang berfokus pada upaya pemulihan kondisi setelah bencana terjadi agar masyarakat dan lingkungan dapat kembali berfungsi secara optimal.

Kondisi daerah GORR tidak hanya berpotensi sebagai infrakstruktur jalan yang berperan penting dalam mendukung pembangunan nasional Gorontalo tetapi juga memiliki potensi bencana. Oleh karena itu, diperlukan analisa mengenai aspek-aspek kebencanaan dengan mencakup berbagai elemen penting, seperti identifikasi bahaya, analisis kerentanan, evaluasi risiko, serta strategi mitigasi dan adaptasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengalisa bentuklahan dan potensi kebencanaan secara spasial pada ruas jalan GORR yang melewati lereng curam, dengan mempertimbangkan faktor geomorfologi bentuk permukaan, jenis material (litologi dan tanah), dan potensi kebencanaan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi sebagai dasar mitigasi bencana, baik oleh pemerintah daerah maupun pihak terkait lainnya, guna meminimalkan dampak bencana longsor di kawasan GORR serta mendukung pembangunan berkelanjutan di Gorontalo.

METODE PENELITIAN

Gambaran Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di koridor jalan lingkaran regional yaitu GORR. Secara administrasi wilayah ini melintasi Kabupaten Gorontalo, Kabupaten Bone Bolango, dan Kota Gorontalo. Fokus kajian terletak pada ruas jalan non-tol yang menghubungkan Bandara Djalaluddin hingga wilayah Kabupaten Bone Bolango. Titik longsor utama teridentifikasi di Kecamatan Limboto Barat, Kabupaten Gorontalo yaitu pada koordinat $0^{\circ}38'33''N$ dan $122^{\circ}56'44''E$ dengan elevasi 272 mdpl.

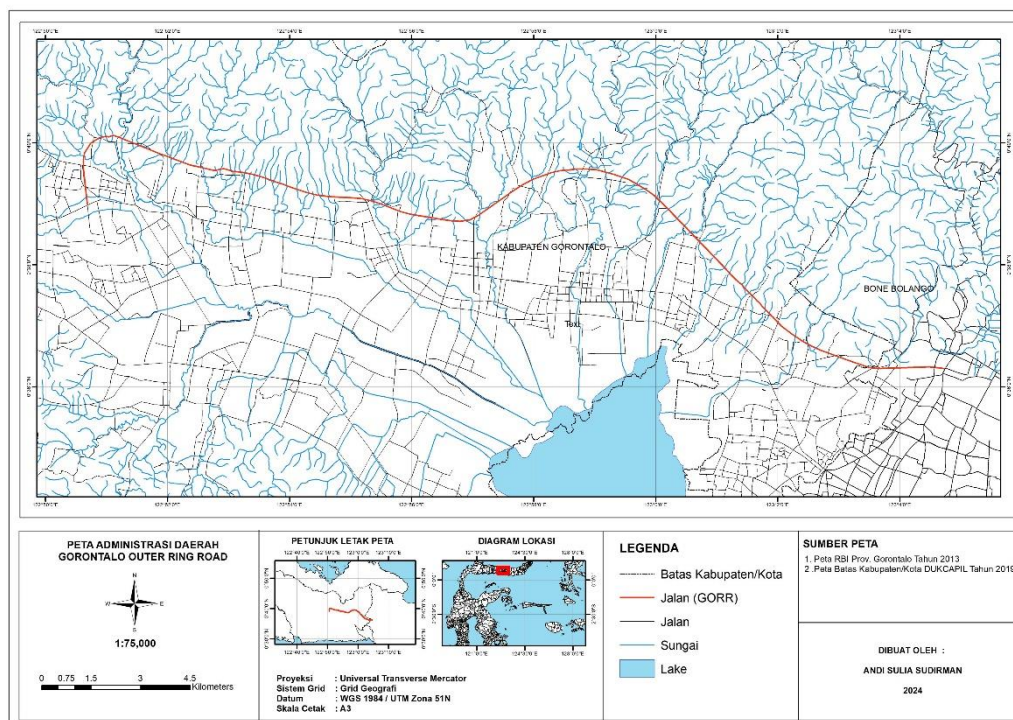
Berdasarkan interpretasi spasial dari peta kontur dan data jaringan jalan, ruas jalan studi memiliki panjang ± 30 km dan melewati area perbukitan dengan tingkat kemiringan yang dominan curam hingga sangat curam. Meskipun belum seluruhnya dianalisis secara kuantitatif, segmen-segmen tertentu menunjukkan kerentanan tinggi terhadap gerakan tanah berdasarkan kombinasi elevasi, litologi, dan penggunaan lahan. Peta lokasi dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai dasar visualisasi wilayah yang diteliti secara geospasial.

Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan menggunakan perangkat lunak Compass pada telepon genggam untuk menentukan titik koordinat lokasi. Pengolahan data spasial dilakukan dengan perangkat lunak ArcGIS 10.8. Dokumentasi visual dilakukan menggunakan kamera digital. Data sekunder yang digunakan meliputi: 1) Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1:50.000 sebagai acuan batas administrasi; 2) Peta Geologi Indonesia dan Peta Geologi Regional Lembar Tilamuta (Bachri dkk., 1993); 3) Peta Hillshade Indonesia dari Badan Informasi Geospasial (BIG) Tahun 2019; 4) Peta Klasifikasi Tanah dari Badan Pertanahan Nasional Provinsi Gorontalo Tahun 2019; dan 5) Peta Tutupan Lahan Provinsi Gorontalo.

Teknik Analisis Data

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan pengolahan yang didukung oleh survei lapangan dengan mengidentifikasi titik-titik rawan longsor berdasarkan observasi, pengukuran koordinat menggunakan kompas, serta dokumentasi kondisi morfologi lereng, jenis batuan dan penggunaan lahan di sekitar lokasi. Adapun informasi historis mengenai kejadian longsor diperoleh melalui wawancara langsung



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian (Peta Rupa Bumi Indonesia, 2013)

dengan masyarakat setempat yang tinggal di sekitar jalur jalan khususnya pada lokasi yang pernah mengalami longsor signifikan. Menurut Handayani dkk. (2005), analisis spasial dapat dilakukan dengan overlay dua atau lebih peta untuk menghasilkan peta baru yang menggambarkan hasil analisis. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi area yang memiliki potensi risiko tinggi terhadap longsor berdasarkan faktor geomorfologi, tutupan lahan, serta karakteristik tanah.

Kombinasi data spasial dengan informasi empiris dari masyarakat setempat memperkuat validitas hasil analisis sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam upaya mitigasi bencana dan perencanaan pembangunan yang berkelanjutan. Teknologi SIG biasa dilakukan dengan menggabungkan dua analisis overlay dimana analisis overlay merupakan proses penggabungan data dari lapisan-lapisan yang berbeda, karena overlay hanya menggabungkan data tanpa perhitungan jarak seperti *proximity*. Jenis overlay yang digunakan dalam penelitian ini meliputi teknik *clip*, *intersect*, dan *union*, yang masing-masing disesuaikan dengan variabel spasial yang dianalisis. Teknik *clip* digunakan untuk membatasi seluruh *layer* data (seperti geomorfologi, geologi, jenis tanah, tutupan lahan, dan kemiringan lereng) agar hanya mencakup wilayah studi. Teknik *intersect* diterapkan untuk mengidentifikasi

hubungan spasial antara tutupan lahan dan kemiringan lereng, serta antara jenis tanah dan geomorfologi, guna menentukan wilayah dengan kerentanan tinggi. Sementara itu, teknik *union* digunakan untuk menggabungkan semua atribut spasial dari berbagai variabel (geomorfologi, geologi, tanah, dan tutupan lahan) ke dalam satu *layer* terpadu, sehingga memudahkan analisis zonasi wilayah rawan bencana secara menyeluruh. Sehingga pendekatan ini lebih fokus pada identifikasi kesesuaian lahan berdasarkan kombinasi faktor geomorfologi, geologi dan risiko bencana. Hasil pengolahan data dan analisis spasial selanjutnya dideskripsikan menurut kondisi bentuk lahan dan potensial kebencanaan, serta dapat direkomendasikan area yang memerlukan tindakan mitigasi untuk mengurangi risiko kebencanaan.

HASIL PENELITIAN

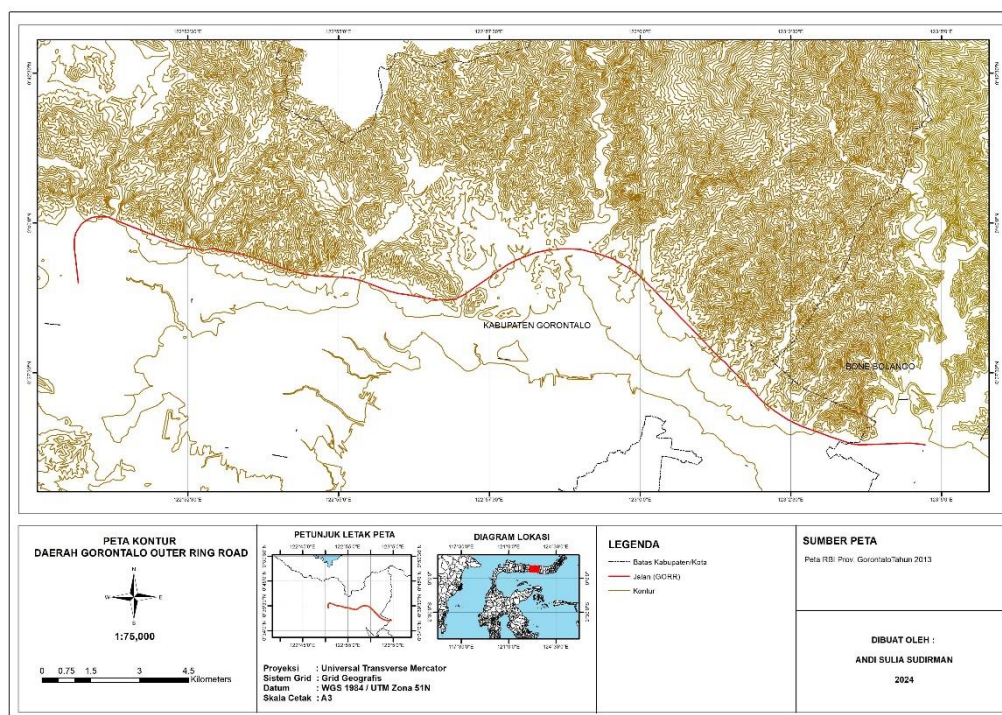
Penyajian hasil dalam penelitian ini dibagi berdasarkan variabel utama yang dianalisis, yaitu bentuk lahan (geomorfologi), litologi (geologi), jenis tanah, tutupan lahan, dan kemiringan lereng. Seluruh hasil diperoleh melalui analisis spasial berbasis SIG serta ditampilkan dalam bentuk peta tematik dan tabel klasifikasi.

Geomorfologi

Analisis geomorfologi dilakukan dengan

menginterpretasikan peta kontur dan data elevasi citra hillshade untuk mengidentifikasi satuan bentuk lahan. Klasifikasi geomorfologi merujuk pada sistem Van Zuidam (1983). Hasil pengolahan ditampilkan dalam Peta

Geomorfologi (Gambar 2), yang menunjukkan bahwa wilayah penelitian didominasi oleh satuan perbukitan denudasional (D2 hingga D6), dengan persebaran topografi bergelombang hingga curam (Tabel 1).



Gambar 2. Peta Kontur Daerah Gorontalo Outer Ring Road

Tabel 1. Klasifikasi Unit Geomorfologi Bentuk Lahan Asal Denudasional

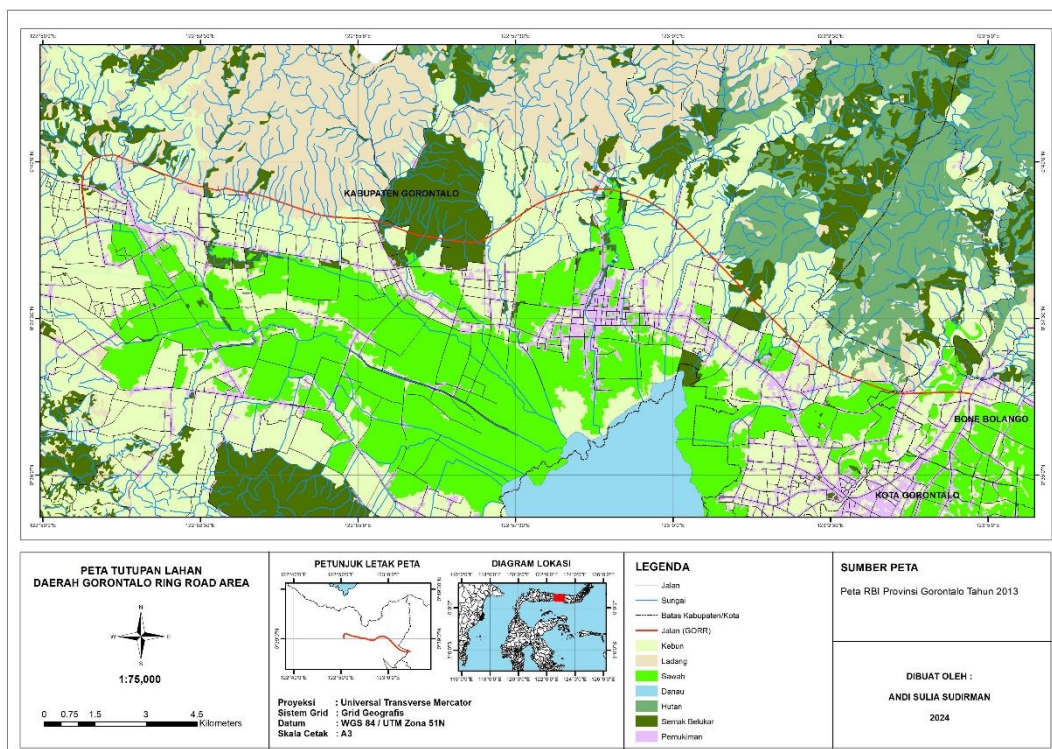
Kode	Unit	Karakteristik Umum
D1	Perbukitan & lereng denudasional dengan erosi kecil	Lereng landai hingga curam menengah (topografi bergelombang kuat), tersayat lemah hingga menengah.
D2	Perbukitan & lereng denudasional dengan erosi sedang sampai parah	Lereng curam menengah hingga curam (topografi bergelombang kuat).
D3	Pegunungan & perbukitan denudasional	Lereng berbukit curam hingga sangat curam hingga topografi pegunungan, tersayat menengah tajam.
D4	Bukit sisa terisolasi	Lereng yang berbukit curam hingga sangat curam, tersayat menengah,
D5	Dataran (<i>Penneplains</i>)	Hampir datar, topografi landai sampai bergelombang, elevasi rendah.
D6	Dataran terangkat/dataran tinggi (<i>Raised Penneplains/ Plateaus</i>)	Hampir datar, topografi landai sampai bergelombang, elevasi tinggi.
D7	Kaki lereng	Relatif rendah, lereng hampir horizontal sampai rendah. Hampir datar, topografi bergelombang dalam tahap aktif.
D8	<i>Piedmonts</i>	Tebing yang rendah sampai cukup bergelombang ke topografi landai di kaki bukit dan dataran tinggi pegunungan.
D9	Gawir (<i>scarp</i>)	Lereng yang curam sampai sangat curam
D10	Kipas rombakan lereng	Lereng agak curam sampai rendah
D11	Daerah dengan gerakan massa batuan yang kuat	Tidak rata, tebing landai sampai sedang ke topografi perbukitan (<i>slides, slumps, dan flows</i>)
D12	Lahan rusak/daerah dengan erosi parit aktif dan parah	Curam hingga topografi miring yang sangat curam (ujung runcing, puncak membulat dan tipe <i>castellite</i>)

Jenis Tanah

Klasifikasi tanah diperoleh dari Peta Klasifikasi Tanah Provinsi Gorontalo. Proses spasialisasi dilakukan dengan menyamakan sistem koordinat dan melakukan pemotongan (*clip*) terhadap wilayah studi. Hasilnya ditampilkan dalam Peta Jenis Tanah (Gambar 4), yang menunjukkan bahwa wilayah ini didominasi oleh tanah jenis *vertisols*, khususnya *subgroup Udic Haplusterts*.

Tutupan Lahan

Analisis tutupan lahan dilakukan menggunakan data peta tutupan lahan terbaru yang dipadukan dengan hasil interpretasi citra satelit. Data kemudian diklasifikasikan dan disesuaikan dengan kategori penggunaan lahan di wilayah penelitian. Peta Tutupan Lahan (Gambar 5) menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah terdiri dari ladang, kebun jagung, semak belukar, dan jalan.



Gambar 5. Peta Tutupan Lahan Daerah Gorontalo Outer Ring Road

Kemiringan Lereng

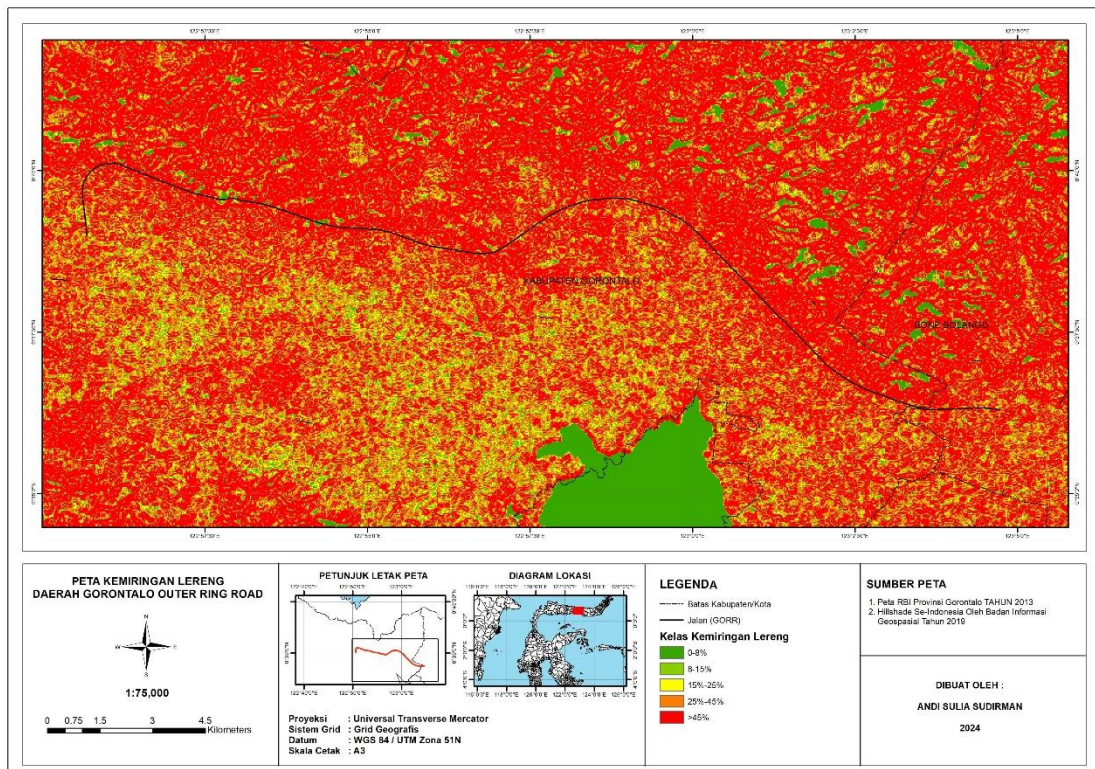
Kemiringan lereng dianalisis menggunakan data Digital Elevation Model (DEM) dan diolah dengan *tools slope*. Hasil klasifikasi kemiringan disesuaikan dengan pedoman konservasi tanah (Direktorat Jenderal Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan, 1986). Peta Kemiringan Lereng (Gambar 6) menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah berada pada kelas kemiringan curam (25%–45%) hingga sangat curam (>45%), yang tersebar merata di bagian tengah dan timur jalur jalan.

PEMBAHASAN

Kondisi Geomorfologi

Satuan geomorfologi daerah penelitian diklasifikasikan berdasarkan pengamatan langsung di lapangan dengan merujuk pada

klasifikasi unit satuan geomorfologi menurut Van Zuidam (1983), sebagaimana disajikan dalam Tabel 1. Berdasarkan hasil observasi lapangan, analisis spasial, dan interpretasi peta kontur, wilayah GORR dikategorikan ke dalam satuan perbukitan denudasional seperti yang tampak pada Gambar 2. Satuan ini ditandai dengan bentuk lahan berbukit yang mengalami proses degradasi akibat erosi dan pelapukan, sehingga berkontribusi terhadap tingkat kerentanan longsor yang tinggi, terutama di daerah dengan kemiringan lereng yang curam yang ditandai dengan daerah perbukitan dengan tingkat kemiringan lereng bervariasi, dari sedang hingga sangat curam (>30%) yang berpengaruh menimbulkan erosi dan longsor terutama di area yang memiliki batuan lapuk dan tanah dengan daya kohensi rendah.



Gambar 6. Peta Kemiringan Lereng Daerah Gorontalo Outer Ring Road



Gambar 7. Kenampakan Longsor Daerah Gorontalo Outer Ring Road
 (Sumber: Dokumen Penulis)

Proses utama yang membentuk morfologi wilayah ini akibat faktor eksogen seperti curah hujan tinggi, pelapukan batuan, dan aktivitas tektonik. Hal ini sejalan dengan penelitian Achmad dkk. (2019) bahwa faktor utama pemicu longsor di wilayah GORR adalah karakteristik tanah pembentuk lereng yang mudah terganggu serta tingginya curah

hujan. Adanya kombinasi antara kemiringan lereng yang curam, batuan yang telah mengalami pelapukan, serta curah hujan yang tinggi meningkatkan potensi longsor di beberapa titik sepanjang ruas jalan. Area dengan material lepas dan tanah residu dari batuan vulkanik menjadi faktor utama dalam menentukan stabilitas lereng di daerah ini.

Berdasarkan karakteristik geomorfologi, daerah GORR termasuk dalam kategori yang merujuk pada D6, jika sudah masuk ke wilayah dengan elevasi yang lebih tinggi dan relief lebih tajam bisa termasuk D9. Analisa klasifikasi geomorfologi unit denudasional perlu peninjauan lebih lanjut, penentuan kategori yang lebih spesifik perlu disesuaikan dengan data elevasi, tingkat erosi serta kondisi geologi setempat.

Kondisi Geologi

Hasil analisis spasial berdasarkan Peta Geologi Indonesia dan Peta Geologi Regional Lembar Tilamuta skala 1:250.000 menunjukkan bahwa struktur batuan di wilayah GORR didominasi oleh beberapa satuan batuan utama. Satuan batugamping klastika (TQI) terdiri atas kalkarenit, kalsirudit, dan batugamping koral. Satuan batuan gunung api Bilungala (Tmv) tersusun dari breksi, tuf, dan lava andesit hingga basal. Satuan batuan Diorit Bone (Tmb) mengandung diorit, diorit kuarsa, granodiorit, dan adamelit. Selain itu, terdapat satuan batuan endapan danau (Qpl) yang terdiri dari batulempung, batupasir, dan kerikil.

Daerah GORR juga berpotensi untuk terjadinya gempa bumi. Hal ini didukung oleh keberadaan Sesar Gorontalo yang masih aktif. Di sebelah utara Pulau Sulawesi terdapat zona subduksi North Sulawesi Subduction dengan kecepatan pergeseran *geodetic* sebesar 42-50 mm/tahun (Socquet dkk., 2006). Sementara itu, di daratan terdapat Sesar Gorontalo yang memiliki kecepatan pergeseran sekitar 11 mm/tahun (Rangin dkk., 1999). Dari arah timur, pergerakan lempeng mendekati kemenerusan Sesar Sorong dengan kecepatan pergeseran mencapai 32 mm/tahun (Rangin dkk., 1999)

Patahan atau Sesar Gorontalo terbagi menjadi dua segmen utama. Segmen pertama adalah jalur patahan pantai utara yang melintasi wilayah Gorontalo Utara hingga ke perairan Laut Sulawesi, yang menjadi batas sisi utara daerah ini. Segmen kedua merupakan jalur patahan pantai selatan yang membentang dari arah tenggara di Teluk Tomini menuju barat laut, melewati Kota Gorontalo hingga ke sisi timur Kabupaten Gorontalo, termasuk kawasan GORR. Sesar Gorontalo tersusun dari batuan berumur kuartar (berupa alluvium, kolovium, endapan pantai dan rombakan batuan gunungapi yang sifatnya mudah lepas), maka tentu akan memperkuat efek dari guncangan

bumi. Bisa saja ini menimbulkan bencana seperti tsunami ataupun likuifaksi. Jika diperhatikan sebagian besar daerah Kota dan Kabupaten Gorontalo dilewati oleh sesar yang didominasi oleh endapan alluvium yang berasal dari pendangkalan Danau. Namun demikian, untuk memahami potensi terjadinya likuifaksi, perlu dilakukan kajian mendalam terhadap kedalaman air tanah dan karakteristik susunan lapisan bawah permukaan.

Klasifikasi Tanah

Berdasarkan data dari Badan Nasional Pertahanan Provinsi Gorontalo bahwa klasifikasi tanah dibagi atas *subgroup*, kategori *subgroup* ini dibedakan berdasarkan: 1) sifat inti dari *great group* dan diberi nama *Typic*; dan 2) sifat-sifat tanah peralihan ke grup lain, sub ordo lain atau ordo lain. Daerah GORR memiliki jenis tanah yang didominasi oleh *Udic Haplusterts* yang termasuk dalam ordo *vertisols*. Tanah *vertisols* merupakan tanah dengan kandungan tanah liat yang tinggi dengan sifat yang mengering pada musim kemarau sehingga tanahnya retak dan keras. *Vertisols* dicirikan dengan warna gelap menghitam, drainasenya agak terhambat dan bertekstur halus.

Waas dkk. (2016) menyebutkan bahwa tanah jenis *Vertisols* juga diklasifikasikan ke dalam grup *Hapluderts*. *Hapluderts* memiliki kedalaman tanah lebih dari 100 cm, berwarna coklat gelap, bertekstur halus, dengan struktur menggumpal menyudut hingga prisma, serta konsistensi lembap. Reaksi tanah tergolong netral (pH 7,0–7,5), dengan kandungan bahan organik sedang, tingkat kejenuhan basa sedang hingga tinggi, dan kapasitas tukar kation sedang hingga tinggi.

Vertisol memiliki kandungan lempung yang tinggi. Pada lereng curam, sifat ini menyebabkan pergerakan tanah yang signifikan berpotensi meningkatkan peluang risiko longsor terutama pada musim hujan. Potensi erosi pada pembentukan alur dan parit (*gully erosion*) juga memperburuk ketidakstabilan lahan. Oleh karena itu, diperlukan mitigasi terhadap risiko longsor terutama di ruas jalan yang berada pada lereng curam, dengan mendukung vegetasi penutup yang dikelola dengan baik serta memperhatikan sifat ekspansif tanah dengan perencanaan terkait sistem drainase dan stabilisasi tanah.

Tutupan Lahan

Suatu bentang lahan dapat mengalami perubahan, ini tidak terlepas dari pengaruh pada tutupan lahan maupun penggunaan lahannya. Jika penggunaan lahan pada suatu wilayah tidak tepat sasaran dan tidak sesuai dengan peruntukkan lahannya, maka dapat menjadikannya faktor risiko kerentanan bencana. Pada daerah sekitar GORR area perkebunan didominasi oleh perkebunan jagung dan kelapa. Kondisi ini dapat mempercepat proses erosi permukaan karena kedua jenis tanaman tersebut memiliki kemampuan rendah dalam mengikat air. Hal ini semakin diperburuk oleh karakteristik lahan di sepanjang lintasan jalan GORR yang berbentuk perbukitan dengan tingkat kemiringan lereng yang curam.

Keadaan ini dapat meningkatkan risiko terjadinya erosi dan longsor yang berpotensi meningkatkan risiko aliran permukaan (*runoff*) yang dapat memicu longsor dan erosi, terutama di daerah dengan vegetasi minim seperti ladang dan semak belukar. Oleh karena itu, diperlukan strategi konservasi tanah yang baik seperti penggunaan vegetasi berakar kuat, sistem terasering dan revegetasi pada lereng curam.

Kemiringan Lereng

Daerah GORR merupakan daerah dengan tingkat kemiringan lereng yang sangat curam. Keberadaan GORR yang berada pada perbukitan denudasional menjadikan GORR sebagai jalur alternatif baru penghubung empat wilayah administratif yang memiliki tingkat kerentanan risiko kebencanaan longsor yang dapat membahayakan pengguna jalan dan mengganggu aktivitas masyarakat setempat.

Longsor yang terjadi di salah satu titik daerah GORR disebabkan oleh struktur batuan yang didominasi oleh batugamping yang telah mengalami pelapukan akibat proses pelarutan oleh fluida. Di sisi lain, daerah GORR tergolong aman dari potensi banjir karena berada pada bentuk lahan perbukitan dengan kemiringan lereng yang curam. Kondisi ini menyebabkan aliran limpasan permukaan mengalir dengan cepat, sehingga tidak menggenangi area tersebut dan risiko banjir menjadi rendah. Selain itu, daerah ini tersusun atas satuan batuan breksi vulkanik dan batugamping, yang memiliki lapisan tanah tebal. Akibatnya, saat hujan turun, sebagian air dapat meresap ke dalam tanah (*infiltrasi*), sedangkan sisanya mengalir sebagai limpasan permukaan menuju daerah yang lebih rendah

Jenis longsor bidang (*plane failure*) yang terjadi di daerah GORR, sebagaimana dijelaskan dalam penelitian Usman dkk. (2018), menunjukkan bahwa pergerakan massa tanah di wilayah ini didominasi oleh tipe luncuran (*slide*). Longsor jenis ini terjadi ketika bidang gelincir sejajar atau hampir sejajar dengan kemiringan lereng. Peristiwa ini umumnya dipicu oleh kombinasi beberapa faktor, seperti karakteristik material tanah, kemiringan lereng yang curam, serta curah hujan tinggi yang meningkatkan kejenuhan tanah dan mengurangi kohesi antar partikel.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis geomorfologi, kawasan GORR diklasifikasikan sebagai wilayah perbukitan denudasional. Litologi yang tersingkap di lapangan, mengacu pada Peta Geologi Regional Lembar Tilamuta, terdiri atas satuan batugamping klastika (TQl), batuan gunung api Bilungala (Tmv), diorit Bone (Tmb), serta endapan danau (Qpl). Tutupan lahan di sepanjang jalur GORR meliputi jalan, kebun, ladang, dan semak belukar. Area di sekitar jalan didominasi oleh tanaman jagung dan kelapa, yang secara umum memiliki kemampuan rendah dalam mengikat air, sehingga meningkatkan potensi erosi permukaan.

Kondisi morfologi berupa perbukitan dengan kemiringan lereng yang curam turut memperbesar risiko gerakan tanah. Oleh karena itu, wilayah GORR memiliki tingkat kerentanan longsor yang tinggi dan dapat membahayakan pengguna jalan serta mengganggu aktivitas masyarakat. Temuan ini menjadi dasar penting bagi pengambilan keputusan oleh pemerintah dan pemangku kepentingan dalam merancang strategi mitigasi untuk mendukung pembangunan berkelanjutan. Penentuan zonasi kerentanan longsor serta pemasangan rambu peringatan di titik rawan menjadi langkah preventif yang direkomendasikan, khususnya pada musim hujan ketika potensi longsor meningkat secara signifikan.

SARAN

Penerapan strategi mitigasi yang mencakup pendekatan struktural dan non-struktural diperlukan untuk mengurangi risiko tanah longsor. Zonasi kawasan rawan longsor perlu ditetapkan sebagai acuan dalam penyusunan tata ruang dan pengembangan infrastruktur. Selain itu, pemasangan rambu

peringatan di lokasi-lokasi kritis serta peningkatan kesadaran masyarakat melalui program sosialisasi dan edukasi kebencanaan perlu dilakukan secara berkala.

Penelitian lanjutan terkait teknik stabilisasi lereng, penggunaan vegetasi penahan tanah, dan sistem drainase yang adaptif terhadap curah hujan tinggi juga perlu dikembangkan. Pendekatan ini mendukung terciptanya infrastruktur yang tangguh terhadap bencana dan berkelanjutan secara lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, F., Harmain, D. M., dan Husnan, F. (2019). Tinjauan Longsoran pada Ruas Gorontalo Outer Ring Road (GORR) Km 4+ 650–4+ 800. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana*, 274-283.
- Bachri, S. (2006). Stratigrafi Lajur Volcano-Plutonik Daerah Gorontalo, Sulawesi. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 16(2), 94-106.
- Bachri, S., Sukido., dan Ratman, N. (1993). *Peta Geologi Regional Lembar Tilamuta (Skala 1:250.000)*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Badan Pusat Statistik [BPS]. (2020). *Kabupaten Gorontalo Dalam Angka 2020*. Gorontalo: Badan Pusat Statistik.
- Direktorat Jenderal Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan. (1986) *Pedoman Penyusunan Pola Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah*. Jakarta: Departemen Kehutanan.
- Handayani, U. N. D., Soelistijadi, R., dan Sunardi. (2005). Pemanfaatan Analisis Spasial untuk Pengelahan Data Spasial Sistem Informasi Geografi. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, 10(2), 108-116.
- Irwansyah, E. (2013). *Sistem Informasi Geografis: Prinsip Dasar dan Pengembangan Aplikasi*. DigiBook Yogyakarta..
- Lillesand, T., Kiefer, R. W., dan Chipman, J. (2015). *Remote Sensing and Image Interpretation* (7th Edition). John Wiley & Sons.
- Putri, P., dan Zain, A. F. (2010). Analisis Spasial dan Temporal Perubahan Luas Ruang Terbuka Hijau di Kota Bandung. *Jurnal Lanskap Indonesia*, 2(2), 115-121.
- Rangin, C., Le Pichon, X., Mazzotti, S., Pubellier, M., Chamot-Rooke, N., Aurelio, M., Walpersdorf, A., dan Quebral, R. (1999). Plate Convergence Measured by GPS Across the Sundaland/Philippine Sea Plate Deformed Boundary: The Philippines and Eastern Indonesia. *Geophysical Journal International*, 2, 296-316.
- Socquet, A., Simons, W., Vigny, C., McCaffrey, R., Subarya, C., Sarsito, D., Ambrosius, B., dan Spakman, W. (2006). Microblock Rotations and Fault Coupling in SE Asia Triple Junction (Sulawesi, Indonesia) from GPS and Earthquake Slip Vector Data. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 111(B8).
- Syamsuri, R. R. N., Zainuri, A., dan Kasim, M. (2022). Metode Geological Strength Index (GSI) untuk Perkiraan Bahaya Bencana Geoteknik pada Lereng Ruas Gorontalo Outer Ring Road Segment 1 STA 6+ 450. *JRST (Jurnal Riset Sains dan Teknologi)*, 6(1), 47-52.
- Tian, B. (2017). *GIS Technology Applications In Environmental and Earth Sciences*. CRS Press Taylor & Francis Group.
- Usman, F. C. A., Manyoe, I. N., Duwingik, R. F., dan Kasim, D. N. P. (2018). Rekonstruksi Tipe Longsoran di Daerah Gorontalo Outer Ring Road (GORR) dengan Analisis Stereografi. *Jurnal Geomine*, 6(1), 42-48.
- Van Zuidam, R. A. (1985). *Aerial Photo-Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*. Smith Publisher, The Hague, ITC.
- Verstappen, H. Th. (1983). *Applied Geomorphology: Geomorphological Surveys for Environmental Development*. New York: Elsevier Science Publishing Company Inc.
- Waas, E. D., Kaihatu, S., dan Ayal, Y. (2016) Identifikasi dan Penentuan Jenis Tanah di Kabupaten Seram Bagian Barat. *Jurnal Agros*, 18(2), 170-180.