

Aspek Spasial Mitigasi Dan Perkiraan Resiko Bencana Geologi Pada Eks Lahan Tambang Menggunakan Citra Landsat-8

Tahir^{1*}, Daud Yusuf², Hendra Hendra²

¹ Prodi Geografi, Fakultas MIPA, Universitas Halu Oleo, Kendari 93132, Indonesia

² Prodi Pendidikan Geografi, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo 96128, Indonesia

* Penulis Korespondensi. Email: ahir.mtmk@uho.ac.id

(Diterima : 06-Agustus -2023; Disetujui: 05-September-2023; Online: 20-September-2023)



©2023 The Authors. Ini adalah artikel dengan akses terbuka dibawah license CC BY-NC-4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

ABSTRACK

Mitigation of geological disaster risks in former mining areas is generally defined as an action to reduce the risk of losses due to geological processes (landslides, soil erosion, flooding, and flash floods). In addressing the mitigation of geological disaster risks, planning strategies are required, especially regarding the need for geological disaster mitigation management. The strategic steps of geological disaster mitigation management in former mining areas aim to prevent geological disasters from causing greater impacts. The occurrence of geological disasters is usually given attention only after the disaster has happened. This is a consequence of a lack of understanding and awareness that managing geological disasters, especially those in former mining areas (landslides, soil erosion, flooding, and flash floods), involves a series of geological disaster mitigation management applied at every phase of disaster management activities, including during the formulation of environmental management policies in former mining areas. The character and typology of estimated geological disaster risks in Southeast Sulawesi, especially in former mining areas, include geological disasters causing landslides, soil erosion, flooding, and flash floods. The concept of an action plan for mitigating landslide, soil erosion, flooding, and flash flood disasters, is integrated into the spatial aspect of geological disaster mitigation management. There are four spatial aspects in planning the mitigation of geological disaster risks in former mining areas, namely: (1) hazard identification; (2) vulnerability identification; (3) risk assessment; and (4) land use planning. Geological disaster mitigation management must be able to integrate these four aspects in accordance with prevention strategies and the reduction of geological disaster risks, including the formulation of policies for mitigating geological disasters. Geological disaster mitigation planning should consider processes that are predicted to result in geological disaster risks (landslides, soil erosion, flooding, and flash floods) in former mining areas. Thus, geological disaster mitigation in former mining areas needs to be seriously addressed to avoid negative impacts on the community, especially those living around locations predicted to experience geological disasters

Keywords: *geological disaster mitigation, landslide, flash flood, and soil erosion*

1. PENDAHULUAN

Penginderaan jauh sistem satelit merupakan teknologi menyadap dan produksi data digital dengan menggunakan satelit bersifat otomatis dengan sistem orbit *sunsynchronous* dan pengiriman data secara elektronik, pemotretan teratur, dan analisis data secara digital. Penginderaan jauh sistem satelit telah berkembang dengan berbagai pengkhususan untuk memperoleh data permukaan bumi, seperti citra satelit (*Satellite Sensing*), sistem foto udara (*Aerial borne system*) dan/ atau citra radar dan masing-masing memiliki keunggulan resolusi yang dapat menentukan tingkat kerincian obyek permukaan bumi.

Keunggulan teknologi penginderaan jauh terletak pada resolusi yang dapat mentukaan tingkat kerincian obyek, sifat signatur spektral, periode ulang untuk

memonitoring, dan tampilan datanya. Hartono (2009), ada empat sistem resolusi teknologi penginderaan jauh sesuai dengan fungsi dan tujuan yang dimiliki, yaitu (1) resolusi spektral merupakan kemampuan suatu sistem optik-elektronik untuk membedakan informasi obyek berdasarkan pantulan atau pancaran spektralnya atau mencerminkan rincian data dapat disajikan, dibedakan, dan dikenali pada tentang ukuran obyek terkecil (*pixel*) yang citra; (2) resolusi spasial menunjukkan ukuran terkecil obyek yang masih dapat dideteksi oleh suatu sistem penginderaan jauh kerincian spektrum elektromagnetik yang digunakan dalam suatu sistem penginderaan jauh; (3) resolusi temporal merupakan frekuensi perkaman ulang bagi daerah yang sama oleh sistem penginderaan jauh; dan (4) resolusi radiometrik menunjukkan kepekaan suatu sistem sensor terhadap perbedaan terkecil kekuatan sinyal yang sampai pada sensor, dan (5) resolusi layer.

Tahir (2017), menjelaskan citra satelit sebagai data penginderaan jauh digital memiliki kecepatan dalam perolehan data permukaan bumi sehingga dimungkinkan pengukuran *real/near time*, cakupan luas dapat menjangkau hampir seluruh permukaan bumi dan data dapat berulang dengan cepat untuk memantau daerah yang sama.

egiatan pertambangan selain menghasilkan nilai ekonomi sebagai devisa daerah maupun devisa Negara, juga menghasilkan dampak negatif bagi kondisi fisik lingkungan, seperti kerusakan lingkungan, kerusakan hutan, kerusakan daerah aliran sungai (DAS), kerusakan lahan, dan kerusakan perairan pesisir/pantai. Permasalahan pokok yang ditemukan dilapangan bahwa kerusakan lingkungan biofisik yang disebabkan oleh kegiatan penambangan perlu mendapat perhatian serius oleh pemerintah, baik pemerintah daerah maupun pemerintah pusat.

Pemerintah perlu mengevaluasi dan memonitoring lahan-lahan eks tambang yang sampai saat ini belum dilakukan kegiatan reklamasi dan dipulihkan sesuai dengan harapan masyarakat. Penanganan percepatan reklamasi dan pemulihan kerusakan lingkungan biofisik pada lahan eks tambang harus segera ditangani oleh suatu tim terpadu yang telah dibentuk oleh Gubernur Sulawesi Tenggara.

Berdasarkan program kerja tim terpadu yang telah dibentuk tersebut memiliki target percepatan yaitu percepatan reklamasi dan pemulihan kerusakan lingkungan biofisik secara terintegrasi dan komprehensif. Hal ini bertujuan agar tidak menimbulkan bencana dampak berskala nasional, seperti bencana tanah longsor, banjir, dan banjir bandang yang tidak terkendali sehingga mengancam kehidupan masyarakat.

Kajian permasalahan bencana alam geologi pada lahan eks tambang di Provinsi Sulawesi Tenggara belum dilakukan secara maksimal sehingga beresiko tinggi jika kondisi hujan tidak terkendali dan akan memicu terjadi bencana. Proses dinamika alam yang tidak dapat diestimasi kondisi hujan maka akan berdampak secara geologi dan rentang terhadap resiko bencana. Kejadian bencana alam akan menjadi perhatian serius setelah terjadi proses pembencanaan alam terhadap kehidupan manusia.

Penelitian mitigasi bencana geologi pada lahan eks tambang di Provinsi Sulawesi Tenggara belum dilakukan dan pembahasan mengenai manajemen resiko bencana geologi (tanah longsor dan banjir bandang). Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi sebaran spasial mitigasi dan perkiraan resiko bencana geologi pada lahan eks tambang.

Pemetaan spasial mitigasi bencana geologi pada lahan eks tambang perlu dilakukan sedini mungkin agar dampak bencana geologi khususnya tanah longsor akibat gerakan tanah selalu menimbulkan kerawanan bencana. Penelitian mitigasi bencana geologi. Soetoto dan Widiasmoro (2009) menggunakan pendekatan interpretasi

citra Landsat dan foto udara pernah dilakukan untuk monitoring bencana geologi akibat letusan gunung merapi tahun 2006 di Yogyakarta. Hasil penelitian tersebut, bersifat regional dengan skala kecil serta belum terkait dengan permasalahan manajemen resiko bencana geologi.

Permasalahan kerusakan lingkungan fisik lahan eks tambang sangat memerlukan penengangan inter-disipliner, termasuk di dalamnya adalah mitigasi bencana geologi. Mitigasi bencana sebagai ilmu yang pendekatannya berorientasi pada proses dan produk alam yang kompleks dengan memperhatikan skala ruang dan waktu, sangat menunjang dalam pengelolaan kerusakan lingkungan fisik pada lahan eks tambang.

Berdasarkan kerangka geomorfologi pada lahan eks tambang memiliki letak posisi sangat rawan terhadap bencana karena kondisi fisik lahan yang stabil. Pada umumnya lahan bekas tambang memiliki morfologi dasar rawan bencana jika curah hujan yang tinggi. Interaksi antara hujan yang turun dengan kondisi geomorfologi yang tidak stabil selalu akan menimbulkan bencana tanah longsor dan selalu diikuti dengan banjir bandang. Proses yang terjadi pada lahan eks tambang yang berupa disebabkan oleh kondisi fisik lingkungan khususnya pada lahan permukaan yang mengalami perubahan akibat tekanan gerakan massa yang begitu besar, sehingga menimbulkan gejala geomorfologi yang mudah bergerak.

Secara morfologi, pola gerakan geomorfologi pada lahan eks tambang sangat berkaitan dengan orientasi gerakan struktur tanah pada lapisan yang tidak stabil. Gerakan ini akan mempengaruhi proses-proses yang terjadi gerakan endogen yang ditimbulkan oleh massa pada lahan yang tidak stabil. Perkembangan dan orientasi gerakan bila dilihat dari kondisi lingkungan fisik pada lahan eks tambang dipengaruhi oleh tekanan massa dan ditafsirkan bahwa ada kekuatan massa yang didorong pasokan energi dan tenaga yang terjadi pada lahan eks tambang. Kekuatan tersebut akan berpengaruh pada kondisi kestabilan tanah bekas lahan eks tambang secara geologi akan sangat mendominasi timbulnya terjadinya longsor dan banjir bandang yang secara periodik akan sangat berbahaya bagi masyarakat yang tinggal disekitar lahan eks tambang.

Secara geomorfologi, daerah lahan eks tambang sepanjang blok Mandiodo sangat rawan terjadinya bencana geologi yang spontanitas karena akan dipicu oleh kondisi permukaan tanah yang semakin mengganggu kestabilan geomorfologinya. Profil lahan eks tambang di daerah blok Mandiodo berhubungan langsung dengan wilayah pesisir dan pantai. Teras bekas lahan tambang terbentuk pada kondisi lokasi kemiringan yang berhadapan langsung dengan laut dan keberadaan teras pantai sekaligus sebagai daerah yang rawan bahaya geologi.

Berdasarkan kondisi geologi dan geomorfologi kawasan lahan eks tambang terjadi kawasan berkestabilan lereng rendah di daerah blok Mandiodo karena susunan kondisi tanah permukaan mengalami perubahan daya tekan. Kontrol litologi batuan pada lahan eks tambang menunjukkan karakter yang mengalami perubahan secara menyeluruh maupun sebagian lapisan atas yang signifikan. Kondisi internal fisik lahan dan batuan yang ada akan mempengaruhi proses percepatan terjadinya longsor material hasil tumpukan tanah lapisan atas (topsoil) yang secara geomorfologi tidak memiliki daya ikat yang tinggi terhadap konsistensi kestabilan tanah.

Kawasan kestabilan lereng di wilayah lahan eks tambang tidak baik karena proses erosi vertikal dan erosi permukaan maupun aktivitas kondisi fisik tanah pada lereng yang miring dengan kemiringan curang (15°), dapat mengganggu stabilnya lereng. Faktor eksternal yang mengganggu kestabilan lereng di daerah lahan eks tambang

adalah intensitas curah hujan. Curah hujan tinggi umumnya terjadi pada bulan Desember-April (251-378 mm) dengan hari hujan tinggi 12-21 hari (Anonim, 2022).

Kawasan lereng kestabilan rendah juga terjadi pada wilayah dengan kemiringan yang relatif tidak normal akibat perubahan komposisi geomorfologi yang tidak stabil. Pengontrol utama terjadinya kestabilan lereng rendah di wilayah eks lahan tambang tersebut adalah intensitas yang kurang beraturan serta kemiringan lereng pada dinding geomorfologi terjal dan hampir vertikal. Proses pelarutan kondisi fisik tanah disekitar lahan eks tambang akan menjadi pengontrol ketidak-stabilan kondisi permukaan tanah.

Resiko terjadi tanah longsor pada daerah lahan eks tambang Blok Mandido secara umum akan mengancam lahan pertanian kering (sebagai lahan terbuka) dengan tanaman budidaya non-padi dan sarana jalan desa. Kondisi ini sangat menonjol di daerah lahan eks tambang terutama pada lereng bagian perbukitan Blok Mandido. Pada kondisi aspek spasial akan terjadi longsor dalam dimensi yang tidak terbatas dan sangat berbahaya dan mempunyai geometrik bukaan lahan eks tambang yang cukup rawan.

Kerawanan aspek spasial dari geometrik bukaan lahan eks tambang perlu dilakukan deteksi dini agar aspek spasial lokasi mendapatkan informasi sesuai letak, lokasi serta posisi sesungguhnya. Menurut Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2011 aspek spasial merupakan aspek keruangan suatu kejadian yang mencakup lokasi, letak, dan posisinya. Informasi geospasial dari data keruangan yang menunjukkan lokasi, letak, dan posisi suatu kejadian di bumi.

Secara umum kestabilan tanah pada lahan eks tambang tidak memberikan kenyamanan kepada masyarakat terutama pada kondisi daerah rawan longsor akan lebih memicu terjadinya tanah longsor dan berpotensi timbulnya banjir bandang yang berskala besar. Hal ini juga dipicu oleh resiko ketidak stabilan lereng dan bentuklahan pada lahan eks tambang akan menyebabkan terjadinya bencana geologi yaitu gerakan massa tanah secara masif.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode survei melalui interpretasi citra Landsat-8 secara visual maupun digital. Kegiatan survei dilakukan dengan cara interpretasi kenampakan lahan eks tambang, yaitu kemiringan lereng, bentuklahan mengacu pada relief, density lokasi penelitian. Selanjutnya untuk uji analisis variasi data hasil interpretasi dilakukan dengan kerja lapangan.

Data utama penelitian ini adalah data digital citra landsat-8 perekaman 28 Agustus 2022. Proses kegiatan penelitian dengan cara melakukan interpretasi penutup lahan pada kawasan lahan eks tambang dan selanjutnya melakukan identifikasi kenampakan proses yang terekam pada citra Landsat-8. Dasar penentuan klasifikasi kenampakan bentuk lahan dan kemiringan lereng menggunakan kenampakan ciri dan proses yang terjadi pada lahan eks tambang. Kenampakan bentuklahan dan kemiringan lereng akan menjadi pedoman dalam melakukan diklasifikasi pada lahan eks tambang

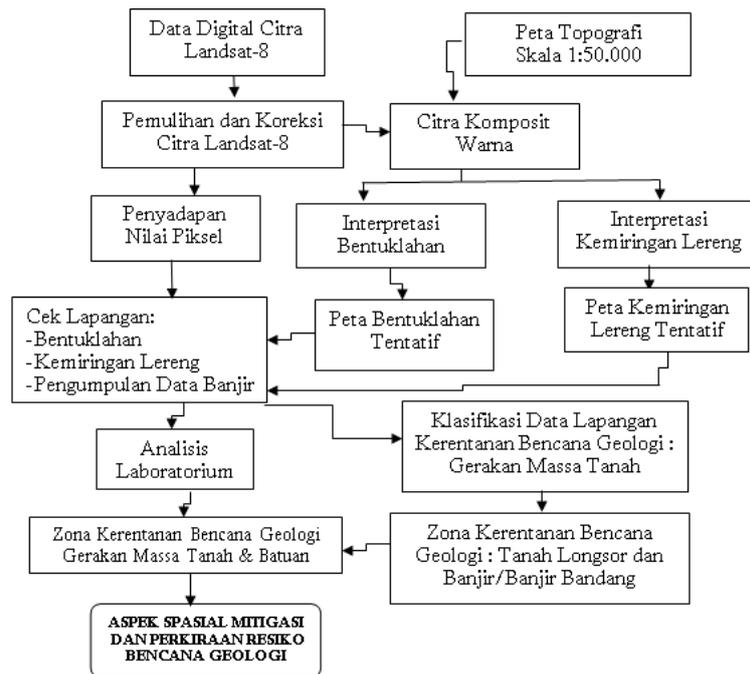
Penelitian dilaksanakan di sebagian lahan eks tambang Kab. Konawe Utara dan Kab. Kolaka Utara. Kegiatan penelitian dilaksanakan pada bulan Juli 2023 dan secara geografis lokasi penelitian terletak pada posisi $-3^{\circ}03'52''$ - $-3^{\circ}56'75''$ Bujur Timur (BT) dan $121^{\circ}08'74''$ - $122^{\circ}18'57''$ Lintang Selatan (LS) dan lebih jelas, lihat Gambar 1. Penelitian ini menggunakan metode klasifikasi terselia (*supervised classification*) yang dilakukan

berdasarkan wilayah obyek dengan cara menentukan daerah sampel berdasarkan kategori sebagai syarat untuk pengambilan daerah sampel/acuan.

Menurut Purwadhi (2011), ada dua metode klasifikasi, yaitu metode klasifikasi nilai piksel didasarkan pada contoh daerah yang diketahui jenis obyek dan nilai spektralnya disebut klasifikasi terbimbing atau klasifikasi terselia (*supervised classification*) dan klasifikasi tanpa daerah contoh yang diketahui jenis obyek dan nilai spektralnya, disebut klasifikasi tak terbimbing atau klasifikasi tak terselia (*unsupervised classification*).

Klasifikasi obyek penutup lahan eks tambang dilakukan secara multispektral berdasarkan pada nilai spektral, yaitu nilai pantulan pada obyek dipermukaan bumi yang memantulkan tenaga matahari yang direkam oleh sensor. Klasifikasi multispektral dilakukan pada daerah sampel (*training area*) dengan cara menghitung harga nilai statistiknya untuk setiap nilai spektral dari setiap obyek. Pemilihan lokasi sampel penelitian dilakukan melalui interpretasi dengan citra Landsat-8. Penentuan jumlah plot sampel dalam penelitian ini berdasarkan pada metode *stratified sampling* yaitu metode penentuan sampel yang didasarkan pada pertimbangan keterwakilan data biofisik lahan eks tambang yang telah ditentukan. Dalam kaitan penentuan lokasi sampel penelitian yang perlu dipertimbangan penentuan lokasi, yaitu keterjangkauan lokasi dan aksesibilitas, dan mewakili seluruh satuan lahan eks tambang yang dijadikan sebagai unit analisis pemetaan.

Langkah kegiatan penelitian dibagi menjadi empat kegiatan pokok, yaitu (1) penyusunan zonasi kerentanan terjadinya gerakan massa tanah dan batuan dengan pendekatan kemiringan lereng; (2) penyusunan zonasi kerentanan gerakan massa tanah dengan pendekatan bentuk lahan; (3) analisis data lapangan penyebab terjadinya tanah longsor, banjir, dan banjir bandang; dan (4) menganalisis aspek keruangan mitigasi dan perkiraan resiko terjadinya bencana geologi. Secara ringkas prosedur tersebut ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Langkah kegiatan penelitian dibagi menjadi empat kegiatan pokok, yaitu (1) penyusunan zonasi kerentanan terjadinya gerakan massa tanah dan batuan dengan pendekatan kemiringan lereng; (2) penyusunan zonasi kerentanan gerakan massa tanah dengan pendekatan bentuk lahan; (3) analisis data lapangan penyebab terjadinya tanah longsor, banjir, dan banjir bandang; dan (4) menganalisis aspek keruangan mitigasi dan perkiraan resiko terjadinya bencana geologi. Secara ringkas prosedur tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Lokasi Bukaan Tambang

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Banjir bandang di daerah penelitian merupakan tipikal banjir bandang akibat gerakan massa tanah yang dipicu terjadinya tanah longsor. Berdasarkan hasil penelitian suatu daerah yang mudah atau mempunyai kecenderungan terjadi kerentanan banjir dan banjir bandang akibat gerakan massa tanah dan batuan. Daerah penelitian dapat diidentifikasi dengan menggunakan pendekatan geomorfologi atau bentuklahan, terutama aspek morfogenesis. Hal ini disebabkan kenampakan teras sungai, tanggul alam, dataran banjir, rawa belakang, kipas aluvial, dan delta merupakan hasil bentuk banjir yang terjadi berulang-ulang. Kelas sebaran kerentanan terjadinya banjir yang digunakan yaitu lima kelas kerentanan banjir, yang terdiri dari kelas tidak rentan, kurang rentan, agak rentan, rentan, dan sangat rentan. Kelas frekuensi terjadinya banjir akan disesuaikan dengan kondisi daerah penelitian, yaitu berdasarkan analisis data karakteristik kerentanan banjir yang terjadi di lapangan.

Tabel 1. Kerentanan Banjir dan Banjir Bandang pada Satuan Bentuklahan

Simbol	Bentuklahan	Topografi
F1	Dataran Aluvial	Rendah
F5	Rawa Belakang	Sangat Tinggi
F7	Dataran Banjir	Tinggi
F8	Tanggul Alam	Tidak Rentan-Rendah
F9	Ledok Fluvial	Sedang-Tinggi
F11	Crevasse Splays	Rendah-Sedang
F15	Kipas Aluvial	Tidak Rentan
M11	Dataran Aluvial Pantai	Rendah-Sedang
M13	Dataran Aluvial Pantai Tergeng	Sedang-Tinggi

Sumber : Kamal dan Sudaryatno (2007)

Dengan demikian kelas kelas tersebut khas untuk daerah penelitian, dan belum tentu dapat digunakan untuk daerah lain. Kondisi bentuklahan yang tidak stabil pada lahan eks tambang akan mempercepat terjadinya proses gerakan massa tanah dan akan berdampak terjadinya longsor sebagai pemicu terjadinya banjir berskala besar. Tingkat keberhasilan pemetaan kerentanan banjir menggunakan pendekatan bentuklahan dan kemiringan lereng, maka hasil perhitungan kerentanan banjir dan banjir bandang pada daerah penelitian sebesar 62,8% dari kondisi sebenarnya sehingga diperlukan penanganan skala prioritas.

Bencana banjir dan banjir bandang yang terjadi yang dipengaruhi oleh kondisi kestabilan tanah dan gerakan massa tanah pada lahan eks tambang yang terjadi di Provinsi Sulawesi Tenggara.

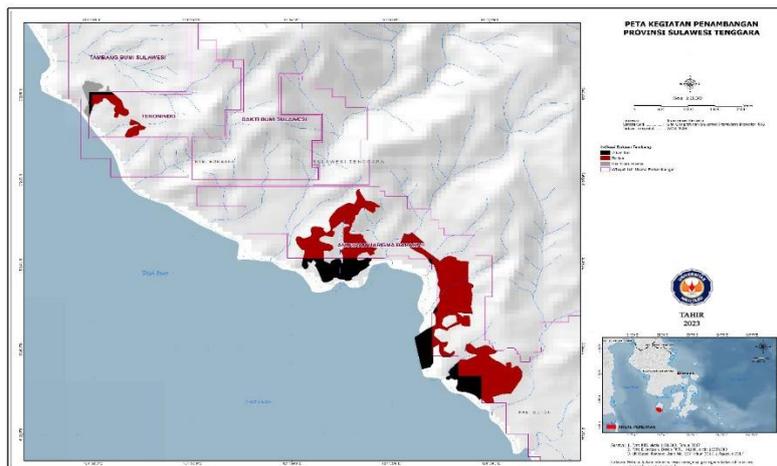
Penyebab utama terjadinya banjir dan banjir bandang disebabkan oleh kerusakan lingkungan biofisik pada lahan eks tambang karena gerakan massa tanah dan gerakan massa batuan. Data dan fakta menunjukkan bahwa antara tahun 2016-2022 di Provinsi Sulawesi Tenggara sudah sembilan kali banjir bandang, seperti : (1) Juni 2016 terjadi banjir bandang di Kab. Konawe Utara melanda 4 kecamatan, yaitu : Desa Labunga dan Desa Laronanga Kecamatan Andowia, Desa Pondoia Kecamatan Wiwirano, Desa Tambakua Kecamatan Lanyukima dan Desa Tapunggai Kecamatan

Molawe; (2) Juni 2018 banjir bandang terjadi Kab Konawe Selatan melanda 2 desa, yaitu Desa Wungkolo dan Desa Lantilowo; (3) Juni 2019 terjadi banjir bandang di Kab. Kolaka Timur melanda 3 kelurahan, 11 Desa, dan 6 Kecamatan terkena dampak banjir bandang putus akses 35 unit rumah rusak, 130 Ha sawah rusak dan lahan pertanian 120 Ha; (4) Juli 2019 terjadi banjir bandang di Kab. Konawe Utara melanda tiga desa, yaitu : Desa Pondo, Desa Padalere Utama, dan Desa Lamona, serta 3 kecamatan, yaitu : Kecamatan Wiwirano, Kecamatan Landawe, dan Kecamatan Langgikima.



Gambar 3. Contoh Banjir Bandang Kab. Konawe Utara 2020

Selanjutnya (1) Juni 2020 juga terjadi Kab. Konawe Kepulauan dan Kab. Bombana; (2) Juni 2020 terjadi banjir bandang di Kab. Konawe Utara dan dampaknya 19 desa menjadi korban banjir bandang, yaitu Desa Pusuli, Desa Puuwonua, Desa Laronanga, Desa Labungga, Kelurahan Andowia, Desa Pondo, Desa Lamona Utama, Desa Padahere, Desa UPT Trans Padalere, Desa Polora Indah, Desa Tamabakua, Desa Landimo, Desa Sambandete, Desa Puuwanggudu, Desa Longeo Utama, Kelurahan Asera dan 6 kecamatan, yaitu Kecamatan Andowia, Kecamatan Wiwirano, Kecamatan Langgikima, Kecamatan Landawe, Kecamatan Oheo, dan Kecamatan Asera; (3) Juli 2020 terjadi banjir bandang di kab. Konawe Utara melanda 19 Desa di 6 Kecamatan, yaitu Kecamatan Andowia, Kecamatan Wiwirano, Kecamatan Langgikima, Kecamatan Landawe, Kecamatan Oheo, dan Kecamatan Asera; dan (4) Desember 2020 terjadi banjir bandang di Kolaka Utara melanda 7 desa dan 2 kelurahan, 4 kecamatan dan (5) Juli 2022 terjadi banjir bandang melanda wilayah Desa Boenaga Kecamatan Lasolo, Desa Labungga dan Desa Laronanga Kecamatan Andowia, Desa Pondo Kecamatan Wiwirano, Desa Tambakua Kecamatan Lanyukima dan Desa Tapunggai Kecamatan Molawe.



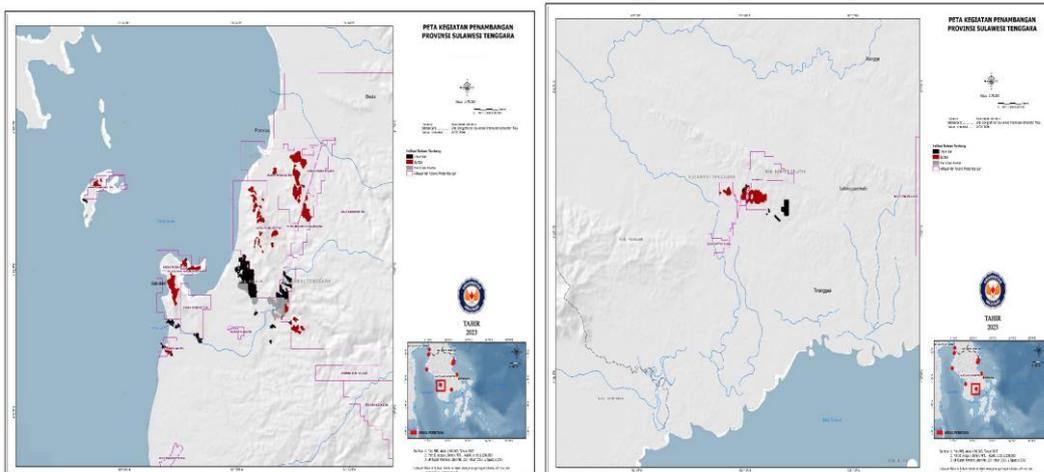
Gambar 4. Peta Sebaran Bukaan Lahan Eks Tambang

Bencana alam yang disebabkan banjir dan banjir bandang harus ditangani lebih cepat dan tepat sesuai dengan Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana dan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 17 tahun 2018 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana Dalam Keadaan Tertentu.



Gambar 5. Peta Citra Landsat-8 Lahan Eks Tambang

Kerusakan lingkungan akibat dan/atau dampak dari aktifitas kegiatan pertambangan merupakan penyebab utama terjadinya banjir di Kab. Konawe Utara, seperti diketahui bahwa luas Kab. Konawe Utara kurang lebih 500.000 Ha dan luas lahan yang dipakai aktifitas pertambangan adalah sekitar 200.000 Ha. Oleh karena itu, kerusakan lingkungan biofisik akibat aktifitas penambangan tersebut pasti akan membawa dampak bencana dan malapetaka yang mengancam kehidupan masyarakat, hewan dan tumbuhan. Aktifitas penambangan di Provinsi Sulawesi Tenggara selain menghasilkan devisa daerah dan devisa negara, juga menghasilkan dan menimbulkan bencana bagi masyarakat. Oleh karena itu, Pemerintah Provinsi perlu mengambil langkah kongrit dengan cara percepatan reklamasi dan pemulihan kerusakan lingkungan pada lahan eks tambang.



Gambar 6. Sebaran Bukaan Lahan Eks Tambang

Langkah strategis ini akan dapat memberikan dampak positif terkait penyelesaian kerusakan lingkungan biofisik yang disebabkan oleh aktifitas penambangan. Dampak lain yang ditimbulkan oleh kerusakan lingkungan pada lahan eks tambang adalah tercemarnya sumber air, mencemari perairan pesisir (pantai), perubahan pola dan debit aliran air sungai dan air permukaan, tanah menjadi kritis dan mudah tererosi, meninggalkan lubang tambang yang tidak dikelola, menimbulkan pencemaran lingkungan, berpotensi terjadinya longsor, dan berkurangnya keanekaragaman hayati.

3.2 Pembahasan

Hasil analisis menunjukkan bahwa bencana banjir dan banjir bandang yang terjadi seperti contoh di Kabupaten Konawe Utara disebabkan oleh kerusakan lingkungan biofisik akibat aktivitas penambangan, baik penambangan nikel, emas, batu kapur, maupun penambangan galian C (mineral non logam). Kerusakan lingkungan biofisik pada lahan eks tambang ini perlu mendapat perhatian dan penanganan serius dari Pemerintah Pusat berkerjasama dengan Pemerintah Provinsi Sulawesi Tenggara dan Pemerintah Kabupaten. Percepatan reklamasi dan pemulihan kerusakan lingkungan biofisik lahan dapat dilaksanakan secara terpadu. Kegiatan secara terpadu, terintegrasi, tematik, holistik, dan komprehensif merupakan solusi untuk mengembalikan kestabilan fungsi ekosistem pada lahan eks tambang khususnya pengembalian topsoil atau tanah bagian lapisan atas. Kegiatan percepatan reklamasi dan pemulihan kerusakan lingkungan biofisik pada lahan eks tambang merupakan amanah Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 pasal 51 ayat (1) bahwa setiap orang yang melakukan pencemaran dan/atau perusakan lingkungan hidup wajib melakukan pemulihan fungsi lingkungan hidup dan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2021 tentang Penertiban Kawasan dan Tanah Terlantar.



Gambar 7. Bukaan Lahan Eks Tambang di Blok Mandiodo Kab. Konawe Utara

Dalam Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 dan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2021 tersebut diberikan kewenangan kepada Pemerintah Daerah khususnya Pemerintah Provinsi Sulawesi Tenggara untuk mengambil langkah strategis terkait dengan kegiatan percepatan reklamasi dan pemulihan kerusakan lingkungan pada lahan eks tambang. Dalam kegiatan tersebut Pemerintah Daerah diberikan kewenangan sebagai penanggung jawab kegiatan sekaligus melakukan monitoring dan evaluasi agar sasaran dan tujuan kegiatan percepatan reklamasi dan pemulihan kerusakan lingkungan biofisik pada lahan eks tambang sesuai dengan harapan masyarakat dan pemerintah, baik Pemerintah Pusat maupun Pemerintah Daerah.

Mitigasi resiko bencana geologi diartikan secara umum sebagai suatu tindakan untuk mengurangi resiko kerugian akibat proses bencana geologi. Pengertian mitigasi resiko bencana geologi perlu diambil untuk keperluan manajemen, sehingga dapat membantu usaha-usaha pembuatan konsep pokok pengelolaan bencana geologi di daerah lahan eks tambang di Provinsi Sulawesi Tenggara. Mitigasi bencana geologi (*geological hazard mitigation*) adalah pengurangan atau proses mengupayakan berbagai tindakan preventif untuk meminimalisasi dampak negatif terhadap bencana alam geologi. Hal ini dimaksudkan agar penyusunan kebijakan pengelolaan lingkungan lahan eks tambang khususnya pada lahan skala prioritas penanganannya.

Permasalahan bencana geologi di manapun kejadiannya, biasanya akan mendapat perhatian setelah terjadi bencana. Kenyataan ini merupakan akibat kurang dipahami dan disadarinya bahwa untuk dapat menangani atau mengelola bencana geologi (*to manage the geological dsaster*), rangkaian manajemen bencana geologi perlu diterapkan pada setiap fase kegiatan pengelolaan bencana (termasuk pada saat penyusunan kebijakan percepatan reklamasi dan pemullihan lingkungan pada lahan eks tambang).

Karakter dan tipologi resiko bencana geologi di daerah lahan eks tambang meliputi : gerakan massa tanah dan batuan, bencana banjir genangan, tanah longsor, dan banjir bandang. Konsep *action plan* mitigasi resiko bencana geologi yang diintegrasikan dalam percepatan reklamasi dan pemulihan lingkungan lahan eks tambang di Provinsi Sulawesi Tenggara terdiri dari 4 aspek kegiatan, yaitu : (1) identifikasi bahaya (*hazard*); (2) identifikasi kerentanan (*vulnerability*); (3) identifikasi resiko (*risk assessment*); dan (4) perencanaan penggunaan lahan (*landuse planning*).

Keempat kegiatan perencanaan tersebut dimasukkan dalam kategori pencegahan bencana (*disaster prevention*).

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data penginderaan jauh citra digital landsat-8 dan hasil analisis data lapangan diperoleh hasil penilaian kerentanan bencana geologi khususnya gerakan massa tanah dan gerakan massa batuan pada daerah penelitian dapat dilakukan dengan pendekatan bentuklahan dan kemiringan lereng. Faktor lain yang dapat dipertimbangkan dalam penelitian ini adalah penilaian kerentanan banjir dan banjir bandang, seperti penutupan lahan, sifat fisik tanah, dan pengaruh adaptasi manusia terhadap bencana geologi dengan cara memperhatikan aspek spasial mitigasi dan perkiraan resiko geologi.

Upaya pengelolaan eksisitem pada kawasan lahan eks tambang hendaknya tetap memperhatikan berbagai proses geologi terutama gerak massa tanah dan gerak massa batuan yang diperkirakan dapat menimbulkan bencana berskala besar dan mengutamakan proses pembencanaan terhadap komunitas masyarakat dan menjaga kerusakan sarana prasarana fisik pada kawasan lahan eks tambang.

Resiko bencana geologi yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan arahan penggunaan lahan di daerah lahan eks tambang adalah resiko terjadinya longsor, gerak massa tanah dan gerakan massa batuan, banjir, dan banjir bandang.

Manajemen bencana geologi gerakan massa tanah dan gerakan massa batuan perlu diintegrasikan dalam pengelolaan ekosistem lahan eks tambang meliputi :

- (a) identifikasi bahaya (*hazard*);
- (b) identifikasi kerentanan (*vulnerability*);
- (c) identifikasi resiko (*risk assessment*); dan
- (d) perencanaan penggunaan lahan (*landuse planning*) yang mempertimbangkan resiko bencana geologi.

Data penginderaan jauh sangat bermanfaat untuk analisis aspek spasial mitigasi dan perkiraan resiko bencana geologi terutama aspek distribusi keruangan dan representatif untuk analisis spasial terjadinya bencana geologi khususnya gerakan massa tanah dan batuan

DAFTAR RUJUKAN

- Anonim. 2007. Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana. Sekretaris Negara Republik Indonesia.
- Anonim. 2009. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Anonim. 2011. Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2011 tentang Data Geospasial Nasional. sekretaris Negara Republik Indonesia.
- Anonim. 2018. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 17 tahun 2018 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana Dalam Keadaan Tertentu. Sekretaris Negara Republik Indonesia
- Anonim. 2021. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2021 tentang Penertiban Kawasan dan Tanah Terlantar.
- Anonim. 2022. Data Curah Hujan di Sulawesi Tenggara BMKG Kendari.
- BNPB. 2013. *Indeks Risiko Bencana Indonesia (IRBI) Tahun 2013*. Direktorat Pengurangan Risiko Bencana. Jakarta.

- Costa, J.E. & Baker, V.R. 2009. *Surficial Geology-Building with the Earth*, Jhon Wiley & Sons Inc., New York. 498p.
- Kamal, M dan Sudaryatno. 2007 *Majalah Geografi Indonesia*, Volume 2. Nomor 1. Maret 2007. Fakultas Geografi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Hamilton, W., 2019. *Tectonics of The Indonesian Region* : Geological Survey Professional Paper 1078, US Government Printing Office, Washington, 345 p.
- Hartono. 2009. Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis : *Aplikasi Pemanfaatan dan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis*. Jurusan Sains Informasi Geografi dan Pembangunan Wilayah, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Hendrajaya, L. & Ibrahim, G., 2013. Segi Geofisika Gempabumi Tektonik untuk Mitigasi Bahayanya dan Rekayasa Sipil di Suatu Daerah Rawan Gempa, Seminar Aspek Rekayasa Sipil dan Bidang Terkait dalam Mitigasi Bahaya Gempa di Indonesia, Himpunan Mahasiswa Sipil (HMS) ITB, 29 Mei 2013. Bandung. 25 h.
- Mayhew, S. dan A. Penny. 1992. *The Concise Oxford Dictionary of Geography*. Oxford Univ. Press. Oxford.
- Nuning, Mutia, dan Firdaus. 2011. Pemetaan Ancaman Bencana Tanah Longsor di Kota Kendari. *Jurnal Aplikasi Geofisika* Volume 7 No. 1 Tahun 2011.
- Purwadhi, F.S.H., 2011. "Interpretasi Citra Digital". Grasindo, Jakarta.
- Planologipcd:(<https://planologipcd.wordpress.com/2017/03/13/lansat-8/>)
- Pradipta, I. M. D., Widyantara, I. M. O., dan Hartati, R. S. 2019. *Penajaman Citra Satelit Landsat 8 Menggunakan Transformasi Brovey*. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*. 18(3), p.354-355.
- Salman, P. 2000. *Environmental Planning : The Conservation and Development of Biophysical Resource*. SAGE Publ. Co. London.
- Soetoto & Widiasmoro, 2009. Concepts of Coastal Region Development in Southern Yogyakarta Province based on Geological Data through Landsat Imagery and Aerial-Photographs Interpretations, in Situmorang, B. (ed). *Proceedings of Sixth Regional Conference on the Geology, Mineral and Hydrocarbon Resources of Southeast Asia, Ikatan Alumni Geologi Indonesia (IAGI)*, Jakarta. P 413-427.
- Sunarto. 2001. Geomorfologi Kepesisiran dan Peranannya dalam Pembangunan Nasional Indonesia. *Pidato Pengukuhan Jabatan Lektor Kepala pada Fakultas Geografi*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Sunarto. 2003. Geomorfologi Pantai. *Dinamika Pantai*. Laboratorium Geomorfologi Terapan. Jurusan Geografi Fisik. Fakultas Geografi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Tahir. 2017. Integrasi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Pemoelan Potensi Lahan Wilayah Kepesisiran Kab. Muna Barat, Provinsi Sulawesi Tenggara. *Disertasi*. Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Viles, H. & Spencer, T. 1995. *Coastal Problems : Geomorphology, Ecology and Society at The Coast*, Edward Arnold, London. 350 p.