

Multi-Hazards Disaster Risk Assessment in Magetan Regency, Indonesia

Aphang Suhendra, Heri Apriyanto, Hermawan Prasetya, Binuko D Soewargono

Research Center for Sustainable Production System and Life Cycle Assessment,
National Research and Innovation Agency (BRIN), Indonesia
apha001@brin.go.id

Article History

accepted 02/10/2022

approved 21/10/2022

published 25/11/2022

Abstract

Magetan Regency is located in the Mount of Lawu area known as the Lawu Green Belt. Also, it is flowed by the Bengawan Solo River. This area with gently sloping to very steep slope. Several disasters such as lahars and sediment flows, landslides, floods, droughts, and hurricanes have ever struck this area. Unfortunately, there has been no effort to the assessment of the level of hazard, vulnerability, capacity, and disaster risk. This research purposed to assess the risk of multi-hazard of disasters by using the Geographic Information System (GIS) and Analytic Hierarchy Process (AHP) approach. Parameter analysis refers to guidelines issued by the Indonesia National Disaster Management Agency (BNPB) and international institutions. The results indicated that the level of multi-hazard disaster threats risk was dominated by low (58.38%) and medium (41.62%). This research also recommended the mitigation program for disaster risk reduction.

Keywords: disaster threat, capacity, vulnerability, risk, multi-hazards

Abstrak

Kabupaten Magetan, Provinsi Jawa Tengah terletak di Kawasan Gunung Lawu (*Green Belt Lawu*). Wilayah ini dilintasi oleh Sungai Bengawan Solo. Kemiringan wilayah dari landai hingga terjal. Kondisi ini menjadikan daerah ini rawan bencana seperti bencana tanah longsor, aliran lahar/sedimen, kekeringan, banjir/genangan, dan angin puting beliung/kencang. Permasalahannya adalah saat ini belum tersedia basis data dan pemetaan bencana, baik ancaman bahaya, kerentanan, kapasitas, maupun resiko bencana baik berdasarkan jenis bencana maupun multi ancaman bahaya. Riset ini bertujuan untuk penilaian resiko multi ancaman bencana. Metode yang dipergunakan dengan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) untuk penilaian ancaman, kerentanan, kerawanan, dan resiko bencana dengan menggunakan acuan dari BNPB maupun internasional. Hasil riset menunjukkan bahwa tingkat resiko multi ancaman bencana didominasi oleh tingkat resiko rendah (58.38%) dan sedang (41.62%). Riset ini merekomendasikan beberapa kegiatan mitigasi untuk mengurangi tingkat resiko bencana ini.

Kata kunci: ancaman bencana, kapasitas, kerentanan, resiko, multi bahaya



PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia ditinjau dari aspek geografis, demografis, sosiologis dan historis menjadi daerah yang rawan dari potensi bencana (alam, non alam, dan sosial) (Wardyaningrum, 2014), dimana secara geografis merupakan daerah pertemuan Lempeng Eurasia dengan Lempeng Indo-Australia (Mardiatno et al., 2017), juga merupakan jalur gunung api aktif yang dikenal dengan sebutan *Pacific ring of fire* (Hermon, 2014), sehingga menjadikan daerah tektonik teraktif di bumi ini (Cummins & Meilano, 2017). Wilayah Indonesia terletak di garis khatulistiwa yang menyebabkan dua musim (hujan dan kemarau) yang mana rentan terhadap bencana perubahan iklim (fenomena *El-Nino Southern Oscillation* dan *La Nina*) dan kondisi demografi yang rentan terhadap bencana sosial, serta bencana lainnya yang berpotensi terjadi seperti banjir, letusan gunung berapi, gempa bumi, tsunami, angin puting beliung, tanah longsor/erosi, dan kekeringan, serta wabah penyakit (Hadi & Subhani, 2017; UNDRR, 2020).

Bencana adalah peristiwa bencana yang mendadak yang akan dapat mengganggu fungsi/kegiatan masyarakat/komunitas dan selanjutnya menyebabkan kerugian manusia, ekonomi/materi, maupun lingkungan yang melebihi kemampuan kapasitas masyarakat/komunitas untuk mengatasi sumber dayanya (IFRC, 2021). Bencana dapat memberikan dampak negatif yang luar biasa bagi manusia di berbagai sektor, antara lain sosial ekonomi, lingkungan, kesehatan, dan kesejahteraan individu (Bogdan et al., 2021). Bencana tidak dapat diprediksi secara pasti, tetapi dapat diantisipasi dengan pengurangan risiko bencana (Suarmika et al., 2022). Bahaya membentuk dasar risiko bencana, dengan potensi paparan dan kerentanannya terhadap dampak bencana yang segera perlu adanya respon (Bang et al., 2019). *United Nations Office for Disaster Risk Reduction* (UNDRR) menyebutkan bahwa risiko bencana adalah potensi cedera maupun hilangnya nyawa, rusak atau hancurnya aset pada suatu sistem, masyarakat/komunitas pada jangka waktu tertentu, yang ditetapkan secara probabilistik sebagai fungsi ancaman/bahaya, paparan, dan kapasitas yang dimiliki. Definisi risiko bencana menunjukkan bencana sebagai akibat dari kondisi risiko saat ini. Untuk itu perlu dilakukan upaya untuk mengurangi risiko bencana. Tujuan pengurangan risiko bencana berdasarkan dokumen *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030* adalah pencegahan risiko bencana baru dan mitigasi risiko bencana yang terjadi dengan tindak lanjut pelaksanaan yang terpadu dan inklusif aspek-aspek sosial, struktural, ekonomi, regulasi, kesehatan, budaya, pendidikan, lingkungan, teknologi, politik, dan kelembagaan yang mencegah dan mengurangi ancaman bahaya dan kerentanan terhadap bencana, meningkatkan kesiapsiagaan respon dan pemulihan guna memperkuat ketahanan (UNISDR, 2015). Pengurangan risiko bencana merupakan fokus utama pembangunan berkelanjutan (Suarmika et al., 2022). Indrajit (2020) menyebutkan bahwa pemerintah negara bertanggung jawab dalam penanggulangan bencana sebagai bentuk perlindungan terhadap setiap warganya sebagai bentuk keamanan insani setiap individu dalam sebuah negara. Pemahaman tentang bahaya, keterpaparan dan kerentanan penting untuk perencanaan mitigasi bencana yang efektif (de Almeida et al., 2016). Risiko hanyalah kemungkinan kerugian, tergantung pada interaksi antara kekuatan, kerentanan dan keterpaparan (Satta et al., 2015). Kuantifikasi risiko sangat penting untuk perumusan setiap perencanaan yang terkait dengan bencana. Strategi untuk mengurangi kerentanan dan keterpaparan kini menjadi tujuan utama perencanaan mitigasi bencana (Benassai et al., 2015; Luo et al., 2013). Hadi et al., (2019) menyebutkan bahwa tingginya angka korban jiwa dan kerugian harta benda menjadi indikasi rendahnya kesiapsiagaan pemangku kepentingan dalam menghadapi bencana alam gempa bumi.

Kabupaten Magetan secara administrasi merupakan bagian dari Provinsi Jawa Timur, yang berbatasan langsung dengan Provinsi Jawa Tengah. Secara geografis terletak pada Kawasan Gunung Lawu sehingga dikenal dengan sebutan *Green Belt*

Lawu atau lingkaran hijau Lawu. Secara morfologi wilayah ini terbagi menjadi dua kawasan yaitu kawasan dataran rendah dan tinggi dengan ketinggian wilayah berkisar dari 60 sampai dengan 1.660 meter di atas permukaan air laut. Wilayah Kabupaten Magetan ini juga tidak terlepas dari potensi bencana, terutama bencana alam. Kondisi yang sebagian besar merupakan dataran tinggi yang berada pada kawasan Gunung Lawu (termasuk jenis gunung api kwarter yang tidak aktif/fase istirahat). Sementara untuk dataran rendahnya dialiri oleh anak-anak Sungai Bengawan Solo (sungai terpanjang di Pulau Jawa). Berdasarkan data dari BPBD Kabupaten Magetan, diketahui bahwa wilayah ini rawan terhadap bencana banjir, aliran lahar/sedimen, tanah longsor/erosi, kekeringan, dan angin puting beliung (BPBD Kab. Magetan, 2018).

Potensi kerawanan bencana alam tentunya akan menimbulkan resiko bencana yang dapat mengancam keberadaan dan keselamatan penduduk, harta benda, infrastruktur, pertanian, dan sebagainya. Aktivitas kegiatan ekonomi dan sosial tentunya juga berpotensi akan terganggu. Dalam mengantisipasi dan memitigasi bencana tersebut tentunya diperlukan basis data dan pemetaan kebencanaan yang memadai. Pemerintah Daerah Kabupaten Magetan saat ini belum menyediakan basis data dan informasi yang menggambarkan sebaran kerawanan maupun resiko bencana alam secara sistematis dan komprehensif yang dilengkapi dengan mitigasi bencana alam yang memadai. Belum memadainya basis data dan peta kebencanaan, tentunya akan menyulitkan dalam penyusunan perencanaan pembangunan daerah secara umum dan mitigasi bencana secara khusus. Dalam hal ini ketersediaan akan data dan informasi menjadi penting. Penilaian risiko bencana yang komprehensif sangat penting untuk perencanaan masa depan. Salah satunya dengan menerapkan model AHP berbasis GIS untuk penilaian risiko tempat tinggal (Bera & Maiti, 2021).

Penelitian yang dilakukan bersama Pemerintah Daerah Kabupaten Magetan ini bertujuan untuk memetakan sebaran resiko multi bencana alam di Kabupaten Magetan dan upaya mitigasi bencana alam. Diharapkan hasil riset ini dapat menyediakan basis data dan informasi penanggulangan bencana alam untuk mendukung rencana pembangunan daerah. Masyarakat juga diharapkan dapat memahami jenis potensi bencana dan lokasi rawan bencana yang ada di wilayahnya, sehingga dapat melakukan mitigasi bencana, sehingga dapat meminimalkan korban jiwa dan kerugian material jika bencana tersebut terjadi.

METODE

Penelitian ini melakukan analisis penilaian dan sebaran komponen tingkat bahaya (ancaman), tingkat kerentanan, dan indeks kapasitas kawasan terhadap bencana alam. Komponen bahaya bencana alam mempunyai parameter-parameter sesuai dengan jenis bencananya. Untuk tingkat kerentanan bencana alam mempunyai parameter seperti fisik, sosial, ekonomi, dan ekologi. Sedangkan indeks kapasitas didasarkan pada parameter seperti aturan dan kelembagaan penanggulangan bencana, peringatan dini dan kajian resiko bencana, pendidikan kebencanaan, pengurangan faktor-faktor resiko dasar, dan pembangunan kesiapsiagaan pada seluruh lini. Penelitian ini mempergunakan data/informasi tahun 2018.

Ketiga komponen ini dihitung dengan menggunakan acuan dari BNPB dan referensi internasional. Jenis bencana yang dinilai adalah aliran lahar aliran sedimen, tanah longsor, banjir, kekeringan dan angin puting beliung serta gabungan jenis bencana tersebut (*multi-hazards*). Penelitian ini menggunakan pendekatan AHP, statistik dan SIG. AHP digunakan untuk penilaian pembobotan komponen-komponen dalam analisis kerentanan dan resiko *multi-hazards*. Analisis statistik dipergunakan untuk menilai indeks kapasitas kawasan. SIG dipergunakan untuk analisis spasial diantaranya melakukan *superimposed* peta-peta tematik untuk kebencanaan. Dari ketiga komponen tersebut

maka dapat ditentukan tingkat dan sebaran resiko bencana alam. Perhitungan resiko bencana alam dengan menggunakan persamaan 1 berikut.

$$Resiko\ Bencana = \sqrt[3]{Ancaman \times Kerentanan \times (1 - Capacity)} \dots\dots\dots(1)$$

Dengan menggunakan analisis SIG maka sebaran resiko bencananya (rendah, sedang, tinggi) dapat ditentukan. Selanjutnya disampaikan alternatif mitigasi bencananya.

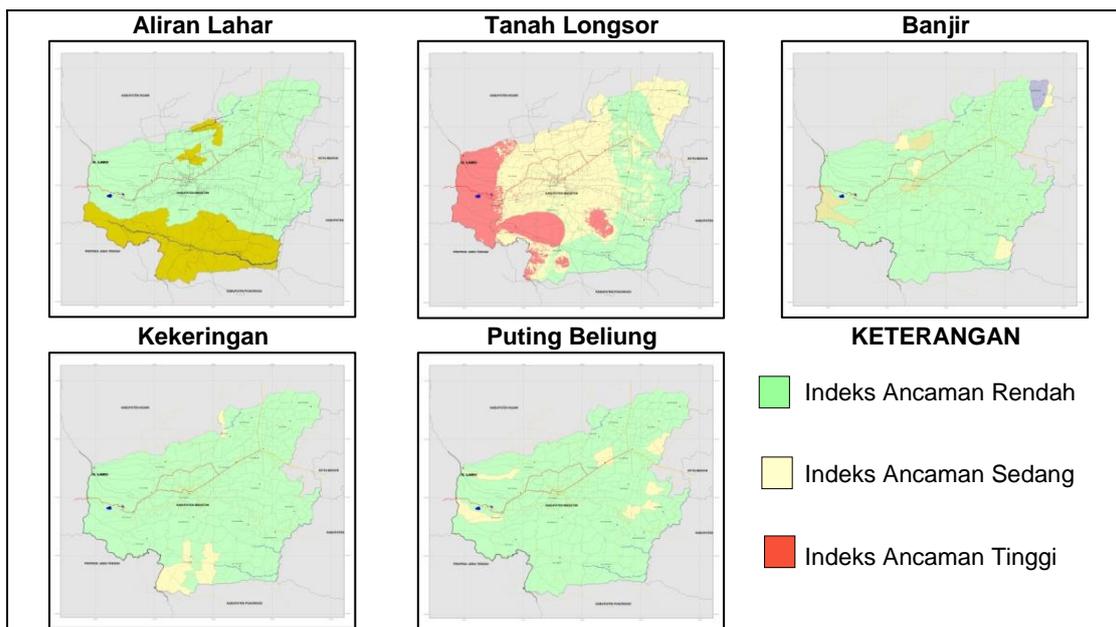
HASIL DAN PEMBAHASAN

Indeks ancaman/kerawanan bencana alam Kabupaten Magetan

Kerawanan atau ancaman adalah peristiwa atau keadaan yang berpotensi dapat menyebabkan kerusakan atau kehilangan harta benda, terluka atau jatuhnya korban jiwa, dan hambatan sosial ekonomi, serta kerusakan lingkungan (UNISDR, 2015). Ancaman tersebut dapat menyebabkan bencana, namun tidak seluruh ancaman tersebut mutlak menjadi bencana. Ancaman dapat menyebabkan bencana jika masyarakat/komunitas dalam keadaan rentan dan tidak mempunyai kapasitas guna menangani dampak yang ditimbulkan dari ancaman, begitu pula sebaliknya, jika masyarakat/komunitas dalam kondisi yang tidak rentan dan mempunyai kapasitas menangani dampak yang ditimbulkannya. Indeks ancaman bencana alam ditentukan dengan mempertimbangkan parameter seperti yang disajikan pada Tabel 1, yang kemudian diolah dengan SIG, maka dihasilkan peta indeks ancaman bencana alam (lihat Gambar 1).

Tabel 1. Parameter Indeks Ancaman Bencana Alam

Indeks Ancaman Bencana Alam	Parameter
Aliran Lahar	Frekuensi aliran lahar melanda pada desa per tahunnya
Tanah Longsor	Geologi, kelerengan, curah hujan, jenis tanah, dan tutupan lahan
Banjir	Kedalaman air saat banjir
Kekeringan	Frekuensi lama bulan keringnya per tahun
Angin Puting Beliung	Frekuensi terjadinya angin puting beliung pada desa per tahunnya



Gambar 1. Peta Indeks Ancaman Bencana Alam di Kabupaten Magetan

Indeks tingkat kerentanan bencana alam di Kabupaten Magetan

Kerentanan adalah sekumpulan kondisi dan proses yang meliputi aspek fisik, lingkungan, sosial, dan ekonomi yang mengakibatkan suatu masyarakat/komunitas menjadi rawan terhadap ancaman bahaya (Bollin et al., 2003). BNPB (2012) menyebutkan potensi kerentanan tersebut dapat dihitung dengan persamaan (2).

$$\text{Kerentanan bencana alam} = (w \times VS) + (w \times VE) + (w \times VF) + (w \times VL) \dots\dots\dots (2)$$

dimana:

- VS: kerentanan pada aspek sosial
- VE: kerentanan pada aspek ekonomi
- VF: kerentanan pada aspek fisik
- VL: kerentanan pada aspek lingkungan
- w: bobot di setiap kriteria kerentanan

Indeks kerentanan bencana alam ditentukan dengan melakukan modifikasi terhadap indikator maupun tingkatan disesuaikan data maupun tujuan. Dilakukan penggabungan menjadi satu aspek seperti ekonomi dan lingkungan, dan difokuskan pada komponen lahan (produktif) yang dianalisis dari tutupan lahan (lihat Tabel 2).

Tabel 2. Komponen Indeks Kerentanan Bencana di Kabupaten Magetan

Kerentanan	Indikator	Tingkatan Bencana Alam		
		Rendah	Sedang	Tinggi
Sosial	Kepadatan penduduk	< 500 jiwa/km ²	500-1000 jiwa/km ²	>1000 jiwa/km ²
Fisik	Bangunan dan jalan dalam 1 desa	rumah dan jalan	rumah, fasum, fasos, dan jalan	rumah, fasum, fasos, fas kritis, dan jalan
Ekonomi dan Lingkungan	Tutupan/ penggunaan lahan	lahan kosong, semak belukar	permukiman, lapangan terbang	pertanian, perkebunan, badan air, hutan, hutan lindung

Sumber: Pedoman Pengkajian Resiko Bencana (BNPB, 2012), Modifikasi

Faktor pembobotan pada setiap jenis kerentanan ditetapkan dengan metode AHP. Hasil pembobotan dan penggabungan aspek diperoleh dari persamaan (2), lalu disesuaikan menjadi persamaan (3).

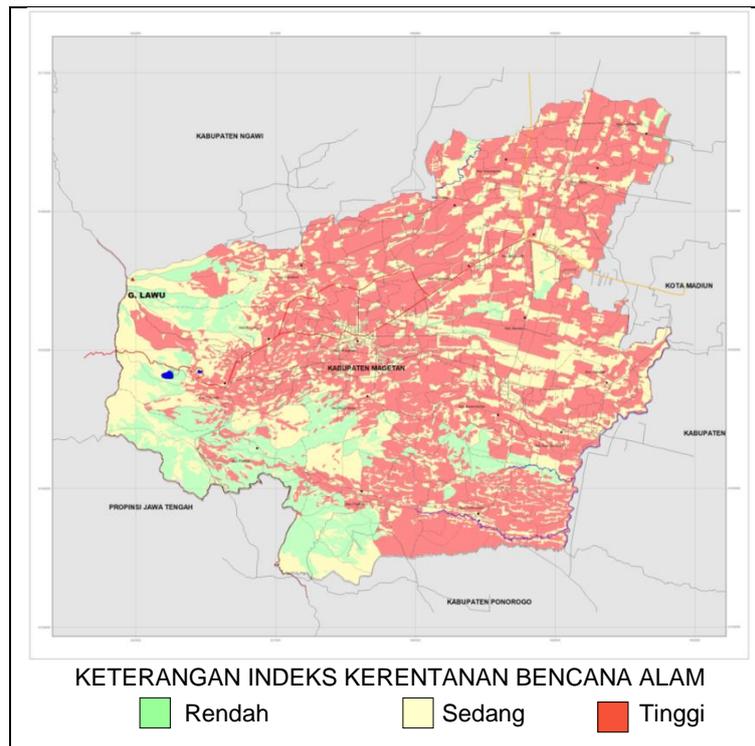
$$\text{Kerentanan bencana alam} = (0.4 \times VS) + (0.25 \times VE) + (0.35 \times VF + VL) \dots\dots\dots (3)$$

Analisis SIG dilakukan untuk perhitungan tingkatan indeks kerentanan bencana alam, luasan, dan sebarannya (disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 2).

Tabel 3 Indeks Kerentanan Multi-Hazards di Kabupaten Magetan

No	Indeks Kerentanan Bencana Alam	Luas	
		Ha	%
1.	Rendah	9,452.35	13.45
2.	Sedang	22,875.33	32.55
3.	Tinggi	37,949.98	54.00

Tingkat kerentanan bencana alam di Kabupaten Magetan didominasi dengan tingkat tinggi. Hal ini menunjukkan kondisi sosial, fisik, dan ekonomi daerah ini cukup berkembang, namun disisi lain hal ini dapat meningkatkan kerentanan bencana alam.



Gambar 3. Peta Indeks Kerentanan Bencana Alam di Kabupaten Magetan

Indeks kapasitas kawasan bencana alam di Kabupaten Magetan

Kapasitas adalah kemampuan daerah dan masyarakat dalam mengurangi potensi ancaman dan potensi kerugian akibat bencana secara sistematis, terstruktur, terencana dan komprehensif. Indikator dalam *Hyogo Framework for Actions* digunakan sebagai acuan dalam analisis Indeks Kapasitas. Indeks Kapasitas Kawasan tersebut diperoleh melalui *depth interview* dan pengisian kuesioner beberapa *stakeholder/aktor* penanggulangan bencana yang ada di daerah. Parameter yang dipergunakan disajikan pada Tabel 4. Tingkatan Indeks Kapasitas Kawasan adalah rendah (skor < 0.33), sedang (skor 0.33-0.66) dan tinggi (0.66).

Tabel 4. Kelas dan indeks dari masing-masing parameter

Parameter	Ketahanan Daerah			Hasil
	Rendah	Sedang	Tinggi	
I. Aturan dan kelembagaan penanggulangan bencana	Level 1 dan 2 (tindakan pengurangan risiko bencana dengan pencapaian-pencapaian yang masih bersifat sporadis yang disebabkan belum adanya komitmen)	Level 3 (Telah tercapai komitmen pemerintah dan beberapa komunitas terkait pengurangan risiko bencana di suatu daerah yang ditunjang dengan kebijakan terstruktur, namun capaian dianggap belum menyeluruh)	Level 4 dan 5 (Capaian komprehensif telah dicapai dengan komitmen dan kapasitas yang memadai di semua tingkat komunitas dan jenjang pemerintahan)	1.00
II. Peringatan dini dan riset resiko bencana				0.25
III. Pendidikan kebencanaan				0.50
IV. Pengurangan faktor-faktor resiko dasar				0.50
V. Pembangunan kesiapsiagaan pada seluruh lini				1.00
Indeks Kapasitas Kawasan				0.65 (Sedang)

Indeks kapasitas kawasan Kabupaten Magetan berada pada posisi level kelas sedang (0.65), dimana telah tercapai komitmen pemerintah daerah dengan beberapa komunitas terkait penurunan risiko bencana yang ditunjang dengan kebijakan yang sistematis, namun capaian tersebut dianggap belum secara menyeluruh (semua lini) sehingga masih dianggap belum signifikan dalam pelaksanaan mitigasi bencana.

Potensi Resiko *Multi-Hazards* Kabupaten Magetan

Potensi Potensi resiko *multi-hazards* dihitung dengan menggunakan persamaan (1). Sebelumnya dilakukan pembobotan terhadap jenis bencana dengan pendekatan AHP. Acuan dalam pembobotan adalah dampak dan frekuensi dari setiap jenis ancaman bencana. Diperoleh bobot resiko tanah longsor adalah 0.25, banjir adalah 0.25, aliran lahar adalah 0.25, angin puting beliung adalah 0.125, dan kekeringan adalah 0.125. Risiko *multi-hazards* bencana alam berdasarkan hasil pembobotan maka persamaan (1) berubah menjadi persamaan (4).

Dengan pengolahan dan analisis SIG, maka didapatkan luasan dan sebaran tingkat resiko bencana yang terbagi dalam 3(tiga) kelas, yaitu kelas resiko tinggi, sedang, dan rendah. Hasil analisis disajikan pada Tabel 5 dan Gambar 4.

$$\text{Resiko Multi Ancaman} = (\text{indeks resiko tanah longsor} \times 0,25) + (\text{indeks resiko banjir} \times 0,25) + (\text{indeks aliran lahar} \times 0,25) + (\text{indeks resiko puting beliung} \times 0,125) + (\text{indeks resiko kekeringan} \times 0,125) \dots\dots(4)$$

Tabel 5. Kelas Resiko *Multi-Hazards* Bencana Alam di Kabupaten Magetan

No	Resiko Multi Hazards	Skor	Luas Ha	Luas Prosentase (%)
1	Rendah	< 0.4	41,119.98	58.38
2	Sedang	0.4 - 0.6	29,309.82	41.62
3	Tinggi	> 0.6	-	-



Gambar 4 Peta Resiko *Multi-Hazards* Bencana Alam di Kabupaten Magetan

Peningkatan potensi resiko bencana yang harus dihadapi akan bertambah jika ancaman berbagai jenis bencana digabungkan. Dominasi resiko *multi-hazards* bencana

alam berada pada kelas rendah (58.38%) luas wilayah, disusul oleh kelas sedang (41.62%), sedangkan kelas tinggi tidak ada. Banyak faktor yang mempengaruhi terutama tingkat ancaman bencana hanya terjadi di tempat-tempat tertentu, dan pada umumnya berpotensi pada kawasan-kawasan yang tingkat kerentanan tinggi. Tingkat kapasitas daerah yang cukup tinggi juga mempengaruhi tingkat resiko bencana. Semakin tinggi tingkat kapasitas daerah terhadap bencana, maka tingkat resiko akan dapat diturunkan. Untuk itu tingkat kesiapsiagaan dan kewaspadaan harus lebih ditingkatkan dalam menghadapi tingkat resiko multi ancaman bencana.

Mitigasi Bencana Alam di Kabupaten Magetan

Mitigasi bencana dianggap sebagai tindakan yang tepat guna menurunkan dampak yang ditimbulkan dari peristiwa bencana yang terjadi. Arah mitigasi bencana yang disusun berdasarkan peta resiko bencana alam, sebagai berikut:

- Mitigasi bencana lahar dingin dengan upaya pembangunan infrastruktur pengendalian aliran lahar dingin, diantaranya: *debris basin*, *channeling* dan *Early warning systems* (EWS) banjir lahar dingin.
- Mitigasi bencana tanah longsor salah satunya dengan penyediaan sistem teknologi peringatan dini dan pemantauan pada daerah rawan longsor.
- Mitigasi bencana banjir dengan upaya penataan ruang DAS yang terpadu dan terintegrasi. Penyediaan sistem peringatan dini dan pemantauan dinamik pada bagian sungai yang berpotensi meluap.
- Mitigasi bencana kekeringan diupayakan dengan menjaga ketersediaan air, dengan membuat *reservoir* yang menampung dan menyimpan air hujan seperti embung/telaga dan ABSAH (akuifer buatan atau akuifer simpanan air hujan).
- Mitigasi bencana angin puting beliung dapat teratasi dengan upaya penghijauan dengan penanaman pohon akar panjang ke bawan untuk meredam gaya angin.

SIMPULAN

Tingkat kerentanan terhadap bencana di wilayah Kabupaten Magetan didominasi oleh tingkat kerentanan yang tinggi. Hal ini terkait dengan kondisi sosial, infrastruktur, ekonomi dan lingkungan yang berkembang di wilayah ini. Jika dalam penentuan suatu resiko bencana, kerawanan/ancaman tidak dapat dikendalikan oleh manusia, maka perlu dilakukan intervensi dalam mengurangi tingkat kerentanan bencana.

Kapasitas kawasan terhadap bencana kawasan Kabupaten Magetan berada di level 3, sehingga perlu ditingkatkan hingga level 4 atau 5 sehingga program penanggulangan bencana dapat berjalan dengan lebih baik dan optimal. Kapasitas kawasan yang tinggi semakin berpotensi untuk mengurangi tingkat resiko bencana. Hal ini terlihat dari tingkat *resiko multi-hazards* bencana alam di wilayah ini dominan pada kelas rendah hingga sedang, dimana hal ini salah satunya didukung oleh kapasitas kawasan yang ada.

Tindak lanjut dengan adanya peta resiko bencana alam ini diharapkan diikuti dengan penetapan suatu kebijakan oleh pemerintah daerah yang tertuang dalam bentuk arahan mitigasi bencana alam. Kebijakan ini dapat dijadikan sebagai acuan dan payung hukum dalam penyusunan maupun evaluasi rencana penanggulangan kebencanaan di daerah. Peta resiko bencana sebagai masukan ke dokumen perencanaan pembangunan daerah.

DAFTAR PUSTAKA

- Bang, H. N., Miles, L. S., & Gordon, R. D. (2019). Disaster Risk Reduction in Cameroon: Are Contemporary Disaster Management Frameworks Accommodating the Sendai Framework Agenda 2030? *International Journal of Disaster Risk Science*, 10 (4), 462–477.

- Benassai, G., di Paola, G., & Aucelli, P. P. C. (2015). Coastal Risk Assessment of a Micro-Tidal Littoral Plain in Response to Sea Level Rise. *Ocean & Coastal Management*, 104, 22–35.
- Bera, R., & Maiti, R. (2021). Multi Hazards Risk Assessment of Indian Sundarbans Using GIS based Analytic Hierarchy Process (AHP). *Regional Studies in Marine Science*, 44, 101766.
- BNPB. (2012). Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana no. 2 tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana. Jakarta
- Bogdan, E., Roszko, A. M., Beckie, M. A., & Conway, A. (2021). We're ready! Effectiveness of community disaster preparedness workshops across different community groups in Alberta, Canada. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 55, 102060.
- Bollin, C., Cardenas, C., Hahn, H., & Vatsa, K. (2003). *Disaster Risk Management by Communities and Local Governments*.
- BPBD Kab. Magetan. (2018). *Rencana Strategis BPBD Kabupaten Magetan tahun 2018-2023*.
- Cummins, P. R., & Meilano, I. (2017). Geohazards in Indonesia: Earth Science for Disaster Risk Reduction. *Geological Society, London, Special Publications*, 441 (1).
- de Almeida, L. Q., Welle, T., & Birkmann, J. (2016). Disaster Risk Indicators in Brazil: A Proposal Based On The World Risk Index. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 17, 251–272.
- Hadi, H., Agustina, S., & Subhani, A. (2019). Penguatan Kesiapsiagaan Stakeholder dalam Pengurangan Risiko Bencana Gempabumi. *Jurnal Geodika*, 3 (1), 30–40.
- Hadi, H., & Subhani, A. (2017). Internalisasi Karakter Peduli Lingkungan dan Tanggap Bencana pada Siswa Sekolah Melalui Program Geography Partner Schools. *Seminar Nasional Pendidik Dan Pengembang Pendidikan Indonesia*, 176–188.
- Hermon, D. (2014). *Geografi Bencana Alam* (1st ed.). Jakarta: Radja Grafindo Persada Press.
- IFRC. (2021). *What is a disaster? Diakses dari <https://www.ifrc.org/en/what-we-do/disastermanagement/about-disasters/what-is-a-disaster/>*
- Indrajit, R. E. (2020). Filsafat Ilmu Pertahanan dan Konstelasinya dalam Kehidupan Berbangsa dan Bernegara. *Jurnal Kebangsaan*, 1 (1), 42–53.
- Luo, S., Wang, H., & Cai, F. (2013). An Integrated Risk Assessment of Coastal Erosion Based on Fuzzy Set Theory Along Fujian Coast, Southeast China. *Ocean & Coastal Management*, 84, 68–76.
- Mardiatno, D., Malawani, M. N., Wacono, D., & Annisa, D. N. (2017). Review on Tsunami Risk Reduction in Indonesia Based on Coastal and Settlement Typology. *Indonesian Journal of Geography*, 49 (2), 186.
- Satta, A., Venturini, S., Puddu, M., Firth, J., & Lafitte, A. (2015). *Strengthening The Knowledge Base on Regional Climate Variability and Change: Application of a Multi-Scale Coastal Risk Index at Regional and Local Scale in The Mediterranean*.
- Suarmika, P. E., Putu Arnyana, I. B., Suastra, I. W., & Margunayasa, I. G. (2022). Reconstruction of Disaster Education: The Role of Indigenous Disaster Mitigation For Learning in Indonesian Elementary Schools. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 72, 102874.
- UNDRR. (2020). *Disaster Risk Reductionnin The Republic of Indonesia: Status Report, 2020*. Bangkok.
- UNISDR. (2015). *Sendai Framework For Disaster Risk Reduction 2015-2030*. Sendai.
- Wardyaningrum, D. (2014). Perubahan Komunikasi Masyarakat dalam Inovasi Mitigasi Bencana di Wilayah Rawan Bencana Gunung Merapi. *Jurnal ASPIKOM*, 2 (3), 179.