Terakreditasi SINTA 4 No: 148/M/KPT/2020

J SIG (JURNAL SAINS INFORMASI GEOGRAFI)

https://journal.umgo.ac.id/index.php/GEOUMGo/index

Volume 7 Nomor 2, November 2024 ***ISSN 2614-1671***

EVALUASI RTRW BERDASARKAN ASPEK RTH DAN KERENTANAN BENCANA (STUDI KASUS: KOTA MAGELANG)

Evaluation of Regional Spatial Planning Based on Aspects of Green Open Space and Disaster Vulnerability (Case Study: Magelang City)

Yuli Purwaningsih[1,2], Heri Setiawan[2], Adi Wibowo[1]

[1]Departemen Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Indonesia

[2]Badan Informasi Geospasial, Indonesia

Email Korespondensi: yuli.purwaningsih@ui.ac.id

Received: 18/06/2024 | Revised: 21/09/2024 | Accepted: 26/09/2024

DOI: https://dx.doi.org/10.31314/jsig.v7i2.3166

Abstract *- Evaluation of city planning based on aspects of Green Open Space (RTH) and disaster vulnerability is an important part of realizing a sustainable city. This research aims to evaluate the conformity of the Spatial Plan (RTRW) of Magelang City based on aspects of Green Open Space (RTH) and disaster vulnerability, as well as provide recommendations for the sustainability of the city in the future. The methods used include analysis of vegetation land cover using Random Forest classification and NDVI from Landsat 9 imagery in 2023 to evaluate RTH, as well as overlaying disaster vulnerability maps of floods and landslides from BNPB with the spatial plan map of RTRW. The results of the study indicate that the area of green open space in Magelang City still meets the minimum standard of 30% of the total area. However, there is a discrepancy in the use of the river border area of the Elo River covering an area of 1.14 hectares due to the presence of buildings standing on the river border. The areas of Wates and Gelangan Villages are prone to flood and landslide disasters with sloping conditions ranging from slightly steep to steep. The recommendations include the development of private green open spaces, drainage system management, not building houses around cliffs and rivers, socialization related to disasters, and emphasizing regulations to not build homes in river borders and not deforesting.*

Keywords*: Disaster Vulnerability; Evaluation; Regional Spatial Planning; Green Open Space; Spatial Analysis*

Abstrak – Evaluasi perencanaan kota berdasarkan aspek Ruang Terbuka Hijau (RTH) dan kerentanan bencana merupakan bagian penting untuk mewujudkan kota berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Magelang berdasarkan aspek Ruang Terbuka Hijau (RTH) dan kerentanan bencana, serta memberikan rekomendasi untuk keberlanjutan kota di masa depan. Metode yang digunakan meliputi analisis tutupan lahan vegetasi menggunakan klasifikasi *Random Forest* dan NDVI dari citra Landsat 9 tahun 2023 untuk mengevaluasi RTH, serta *overlay* peta kerentanan bencana banjir dan tanah longsor dari BNPB dengan peta rencana pola ruang RTRW. Hasil penelitian menunjukkan bahwa luas RTH Kota Magelang masih memenuhi standar minimal 30% dari luas wilayah. Namun, ditemukan ketidaksesuaian pemanfaatan ruang sempadan Sungai Elo seluas 1,14 hektar akibat adanya bangunan yang berdiri di sempadan sungai tersebut. Wilayah Kelurahan Wates dan Gelangan menjadi daerah rentan bencana banjir dan tanah longsor dengan kondisi kelerengan agak curam hingga curam. Rekomendasi yang diberikan antara lain pengembangan RTH privat, pengelolaan sistem drainase, tidak membangun rumah di sekitar tebing dan sungai, sosialisasi terkait kebencanaan, dan penegasan peraturan untuk tidak membangun rumah di sempadan sungai dan tidak menggunduli hutan.

Kata kunci: Kerentanan Bencana; Evaluasi; RTRW; RTH; Analisis Spasial

Under the license CC BY-NC-SA 4.0

PENDAHULUAN

Evaluasi perencanaan kota berdasarkan aspek Ruang Terbuka Hijau (RTH) dan kerentanan bencana merupakan bagian penting untuk mewujudkan kota berkelanjutan. Perencanaan tata guna lahan, transportasi dan RTH merupakan inti untuk mewujudkan perkotaan berkelanjutan baik lingkungan, ekonomi dan sosial (Bibri *et al*., 2020). Perencanaan sebaran RTH perkotaan akan mempengaruhi ketahanan terhadap banjir (Afriyanie et al., 2020). RTH sebagai daerah tangkapan air yang mengatur debit banjir sungai (Mbarep *et al*., 2021). Semakin berkurangnya RTH mengakibatkan meningkatnya frekuensi kejadian banjir (Salsabila *et al*., 2023). Sebagian besar orang terancam karena tinggal di kawasan rentan longsor, tidak lain disebabkan oleh tidak adanya rencana tata kota yang mempertimbangkan kerentanan bencana tanah longsor (Mateos *et al*., 2020).

Perencanaan Kota Magelang diatur berdasarkan Peraturan Daerah No. 2 Tahun 2020 tentang Perubahan atas Peraturan Daerah Kota Magelang Nomor 4 Tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Magelang Tahun 2011-2031. Rencana pola ruang Kota Magelang terdiri 18 pola ruang antara lain: jalan, kawasan transportasi, kawasan perumahan, kawasan perkantoran, kawasan pendidikan, kawasan kesehatan, kawasan olahraga, kawasan pariwisata, kawasan perdagangan dan jasa, kawasan peribadatan, kawasan pertahanan dan keamanan, kawasan perikanan dan budi daya, sempadan mata air, sungai, sempadan sungai, kawasan tanaman pangan, kawasan hutan rakyat, RTH Kota. Berdasarkan pasal pasal 46 ayat 3 Perda No.2 Tahun 2020 menyebutkan bahwa kekurangan pemenuhan luasan RTH publik Kota Magelang sebesar 70 ha atau sekitar 4% akan dikembangkan dan dipenuhi pada seluruh wilayah kota secara bertahap. Kota Magelang terletak di tengah Kabupaten Magelang, yang diapit oleh dua sungai yang cukup lebar (Utami, 2023). Sisi barat kota terdapat Sungai Progo dan sisi timur kota terdapat Sungai Elo yang merupakan salah satu anak Sungai Progo. Adanya banjir di sungai dapat menyebabkan longsoran di pinggiran sungai (Feng et al., 2020; Van Tho, 2020). Periode 2011 – 2020 tercatat bencana tanah longsor di wilayah Kecamatan Magelang Utara sebanyak 6 kali, Magelang Tengah sebanyak 15 kali, dan Magelang Selatan sebanyak 1 kali (BPS Kota Magelang, 2021). Bahkan pada tahun 2023 kerugian akibat bencana tanah longsor sebesar Rp. 102.000.000,00 (BPBD Kota Magelang, 2024).

Berdasarkan uraian di atas, terdapat *gap* yang menarik untuk dilakukan evaluasi RTRW Kota Magelang. Sedikit dari penelitian menganalisis efektifitas pengelolaan bencana pada rencana tata ruang dalam mencapai ketahanan bencana misalnya resiko bencana banjir (Afriyanie *et al*., 2022). Pengetahuan tentang sebaran ancaman longsor serta penataan ruang yang tepat juga menjadi bentuk yang paling efektif mengurangi kerugian bencana seperti tanah longsor (Bucała-Hrabia *et al*., 2022). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian RTRW Kota Magelang berdasarkan aspek RTH dan kerentanan bencana serta memberikan rekomendasi untuk keberlanjutan kota di masa depan.

METODE DAN DATA

Data yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: Peta Rencana Pola Ruang RTRW Kota Magelang 2011- 2031 - GISTARU ATR/BPN**,** Landsat 9 tahun 2023**,** Peta Kerentanan Banjir tahun 2024 – BNPB**,** Peta Kerentanan Tanah Longsor tahun 2024 – BNPB, DEMNAS – BIG, Peta RBI skala 1: 25.000 tahun 2022 – BIG, dan citra Maxar 24 Mei 2023 – ESRI. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Google Earth Engine* (GEE) dan *Software ArcGIS 10.4.1*. GEE merupakan *platform* berbasis *cloud* untuk pemrosesan data geospasial yang dirancang untuk memantau dan melakukan analisis lingkungan dalam skala besar (Tamiminia et al., 2020). GEE juga memberikan akses ke sebagian besar data penginderaan jauh multi-temporal yang tersedia secara gratis dan terbuka untuk umum, serta menyediakan kapasitas komputasi berbasis cloud tanpa biaya untuk analisis data geospasial (Yang et al., 2022). Dalam penelitian ini kami menggunakan GEE untuk melakukan klasifikasi tutupan lahan dan kerapatan vegetasi di wilayah penelitian.

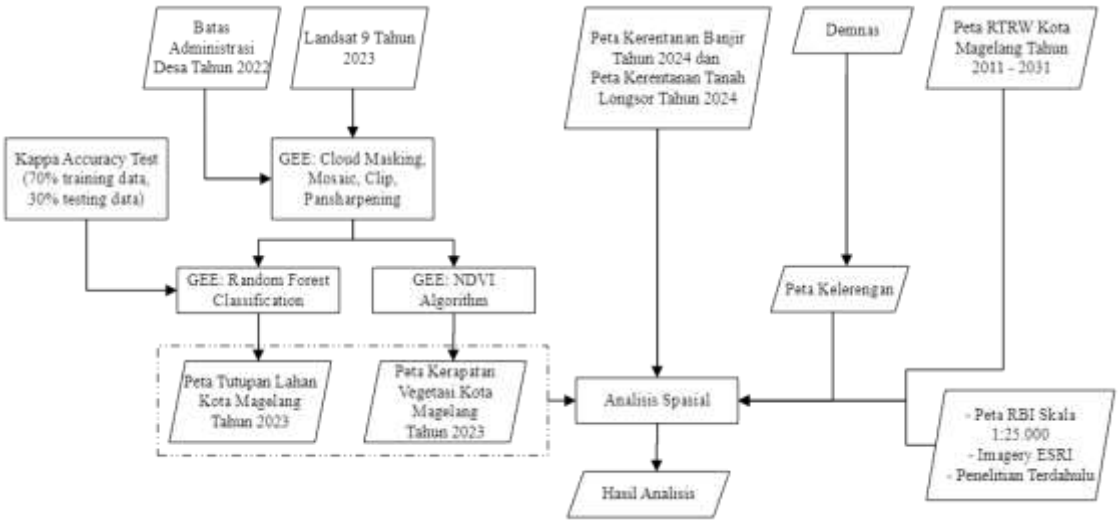
Analisis luas RTH diperoleh dari analisis tutupan lahan vegetasi dengan ansumsi kelas vegetasi mewakili RTH publik dan RTH privat. Tutupan lahan diperoleh dari klasifikasi *Random Forest* (RF) Landsat 9 tahun 2023. *Random Forest* merupakan algoritma yang paling baik dibandingkan dengan *Support Vector Machine* (SVM), *Artificial Neural Network* (ANN), *Fuzzy Adaptive Resonance Theory-Supervised Predictive Mapping* (Fuzzy ARTMAP), *Spectral Angle Mapper* (SAM) dan Mahalanobis *Distance* (MD) (Talukdar et al., 2020). *Random Forest*

©2024, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo

merupakan algoritma yang sangat populer digunakan oleh banyak peneliti dalam klasifikasi tutupan lahan karena proses pengambilan keputusan yang jelas, mudah dimengerti (Sheykhmousa et al., 2020); hasil klasifikasi dengan akurasi yang sangat baik dan biaya komputasi yang relatif rendah (Naushad et al., 2021)

Klasifikasi tutupan lahan menggunakan GEE dimulai dengan menghilangkan gangguan atmosfer seperti awan, *cirrus*, dan bayangan awan menggunakan fungsi *masking* yang memanfaatkan bit informasi pada piksel. Kamudian citra Landsat dikumpulkan dan diproses dengan mengambil nilai median dari periode bulan Januari hingga bulan November 2023, yang dipotong sesuai dengan wilayah penelitian. Penerapan algoritma RF dengan data *training* 70% dan data *testing* 30% pada Landsat untuk analisis tutupan lahan mempunyai akurasi lebih baik dibandingkan algoritma CART dan SVM (Aldiansyah & Saputra, 2022). Data tersebut *training* terdiri dari area terbangun dan area non terbangun dengan menggunakan band spektral B1 hingga B7 sebagai fitur *input*. Hasil akhir klasifikasi divisualisasikan dengan skema warna tertentu dan diekspor dalam format *Cloud-Optimized GeoTIFF*. Validasi model dilakukan menggunakan data testing dan matriks evaluasi seperti *confussion matrix, overall accuracy, kappa, order* dan *procedurs pccuracy* untuk mengevaluasi kinerja model.

Selanjutnya untuk memantau kesehatan RTH menggunakan algoritma *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) Landsat 9 yang menunjukkan kelas kerapatan vegetasi. Dalam proses *running* GEE, tahap awal dimulai dengan menghilangkan pengaruh gangguan seperti awan, bayangan awan dan *cirrus* dari citra dengan menggunakan informasi kualitas piksel dari citra, sehingga menghasilkan mask yang mengidentifikasi dan menyingkirkan piksel yang terpengaruh oleh gangguan tersebut. Citra Landsat 9 yang telah dimasker dipilih dalam rentang waktu dari bulan Januari hingga November 2023, kemudian dibuat komposit dengan mengambil nilai median dari semua citra bersih untuk periode tersebut, dan dipotong sesuai dengan wilayah penelitian. Visualisasi dilakukan dengan memilih band *Near Infrared*/NIR, *Red* dan *Blue* untuk membentuk komposit warna RGB dan menghitung NDVI sesuai dengan persamaan 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

$$NDVI = \frac{(NIR-RED)}{(NIR+RED)} \qquad \text{(persamaan 1)}$$

Metode penelitian dapat dilihat pada diagram alir pada Gambar 1. *Overlay* antara peta kerentanan bencana banjir dengan rencana pola ruang (sempadan sungai) dilakukan untuk menentukan kesesuaian pemanfaatan ruang. Selanjutnya *overlay* juga dilakukan antara kerentanan tanah longsor dengan rencana pola ruang (sempadan sungai dan kawasan perumahan). Untuk memperkuat analisis dan memberikan rekomendasi juga didukung dengan peta kelerengan. Peta kerentanan pandemi dianalisis secara spasial dan dielaborasi dengan

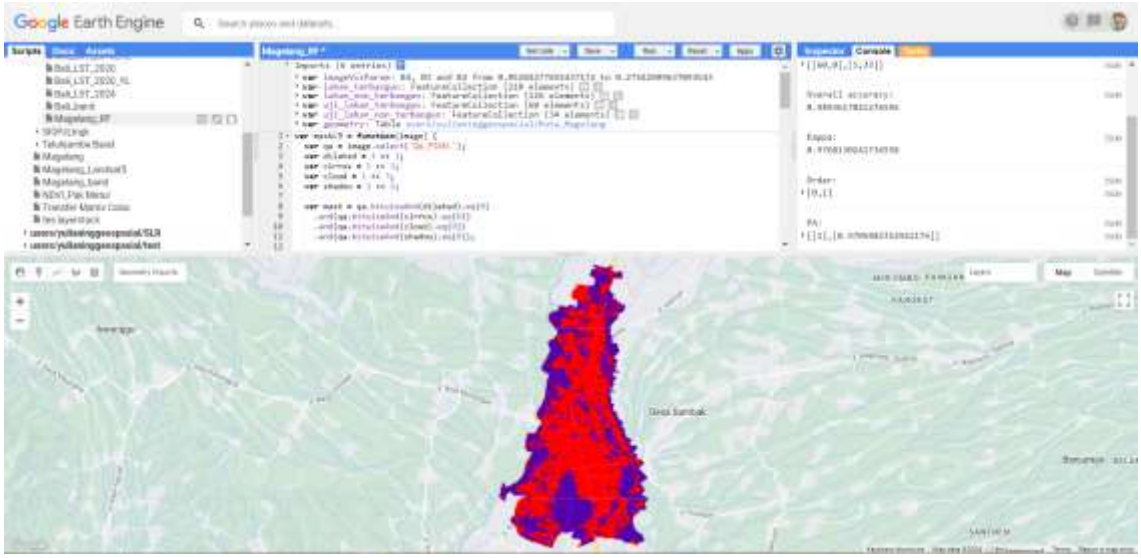
©2024, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo

penelitian terdahulu terkait respon desain kota yang disesuaikan dengan perencanan Kota Magelang.

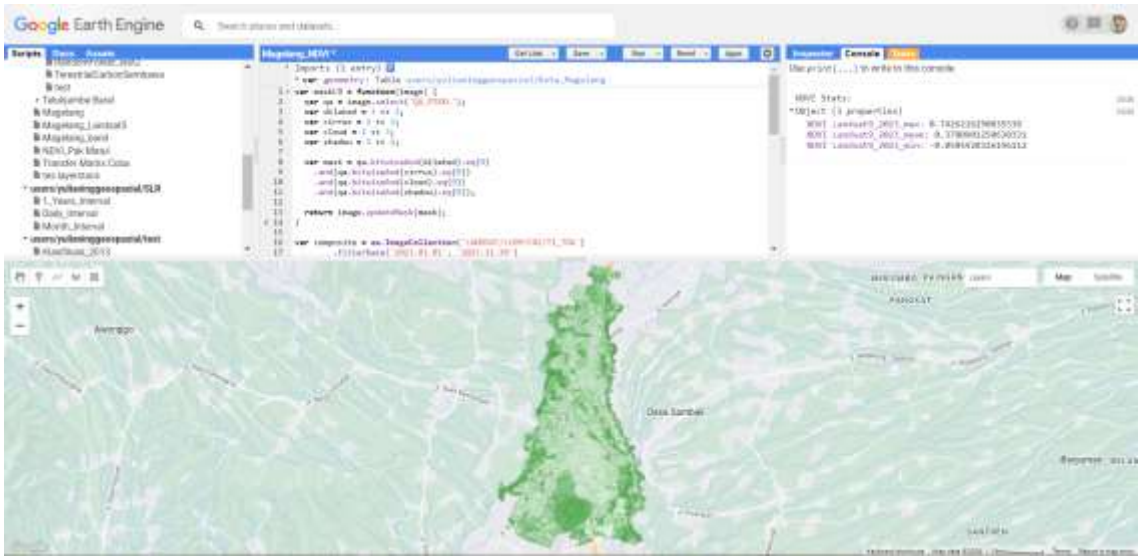
HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi Ruang Terbuka Hijau Kota Magelang

Hasil klasifikasi RF Citra Landsat 9 Tahun 2023 menunjukkan tutapan lahan Kota Magelang terdiri dari lahan non vegetasi seluas 1.080,55 ha (58,23%) dan lahan vegetasi seluas 775,25 ha (41,77%) dari total wilayah (lihat Gambar 4). Model tutupan lahan ini mempunyai nilai akurasi Kappa sebesar 97,68%. Vegetasi Kota Magelang mempunyai kelas kerapatan tinggi seluas 742,17 ha (40,04%), kerapatan sedang seluas 686,18 ha (37,01%), dan kerapatan rendah seluas 425,45 ha (22,95%). RTH publik didominasi oleh kelas kerapatan tinggi. Sedangkan RTH privat didominasi oleh kelas kerapatan sedang dan rendah.



Gambar 2. Klasifikasi Tutupan Lahan RF dengan GEE (Pengolahan Data, 2024)



Gambar 3. Klasifikasi Tutupan Lahan RF dengan GEE (Pengolahan Data, 2024)

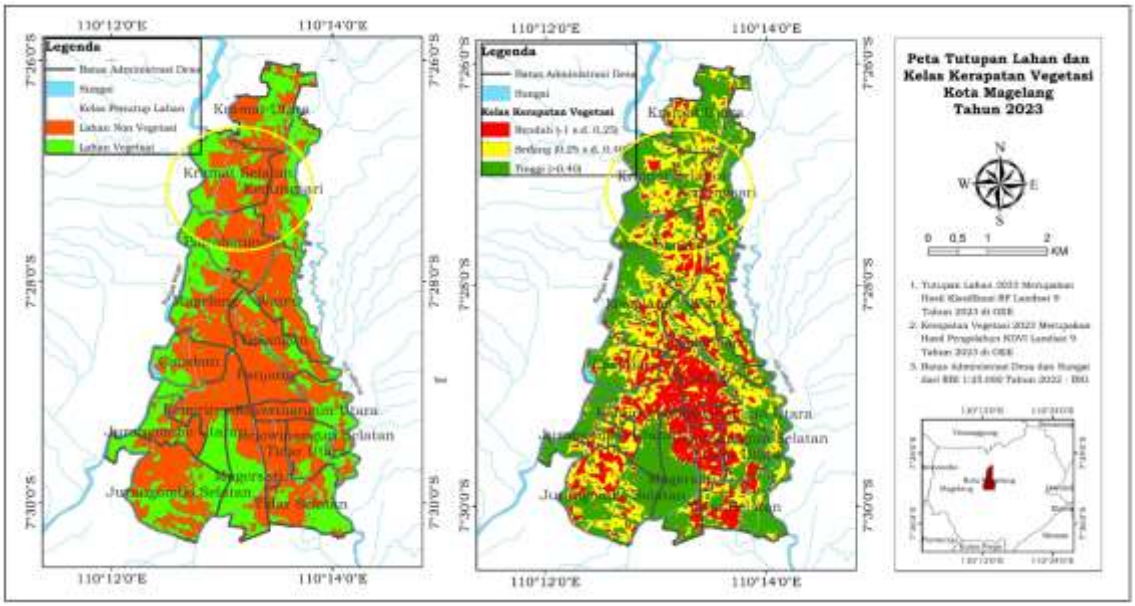
Ruang Terbuka Hijau (RTH) adalah area memanjang/jalur dan/atau mengelompok yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah maupun yang sengaja ditanam. Pasal 49 ayat 1 Peraturan Daerah Kota Magelang No 2 Tahun 2020 menyebutkan bahwa RTH Kota Magelang direncanakan mempunyai proporsi paling sedikit 30% dari luas wilayah. Selanjutnya Pasal 49 ayat 2-4 menjelaskan bahwa RTH Kota Magelang dapat dilihat pada Tabel 1.

©2024, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo

Tabel 1. Kategori dan Jenis RTH Kota Magelang

No.	Kategori RTH	Jenis RTH
1.	RTH Publik	- RTH publik Kebun Raya pada Gunung Tidar; - RTH publik taman; - RTH publik fungsi tertentu.
2.	RTH Privat	- Pekarangan Rumah tinggal; - halaman perkantoran, pertokoan, pendidikan, kesehatan, dan tempat usaha; - taman atap bangunan; - taman RT, RW, Kelurahan dan Kecamatan.

Sumber: Peraturan Kota Magelang No. 2 Tahun 2020



Gambar 4. Peta Tutupan Lahan dan Kelas Kerapatan Vegetasi Kota Magelang (Pengolahan Data, 2024)

Berdasarkan uraian di atas nilai RTH di Kota Magelang untuk kondisi eksisting masih memenuhi standar minimal 30% dari luas wilayah (pola ruang RTRW Kota Magelang). Menurunnya vegetasi di daerah tangkapan Daerah Aliran Sungai (DAS) sisi barat Kota Magelang/Sungai Progo menyebabkan meningkatnya debit banjir meskipun tidak signifikan (Marsha, 2022). Seiring kebutuhan lahan terbangun yang terus meningkat, harus diantisipasi dengan langkah – langkah konkrit seperti penanaman tanaman di pekarangan rumah dan perkantoran sebagai RTH Privat terutama daerah DAS.

Evalusi RTRW dari Aspek Kerentanan Banjir Kota Magelang

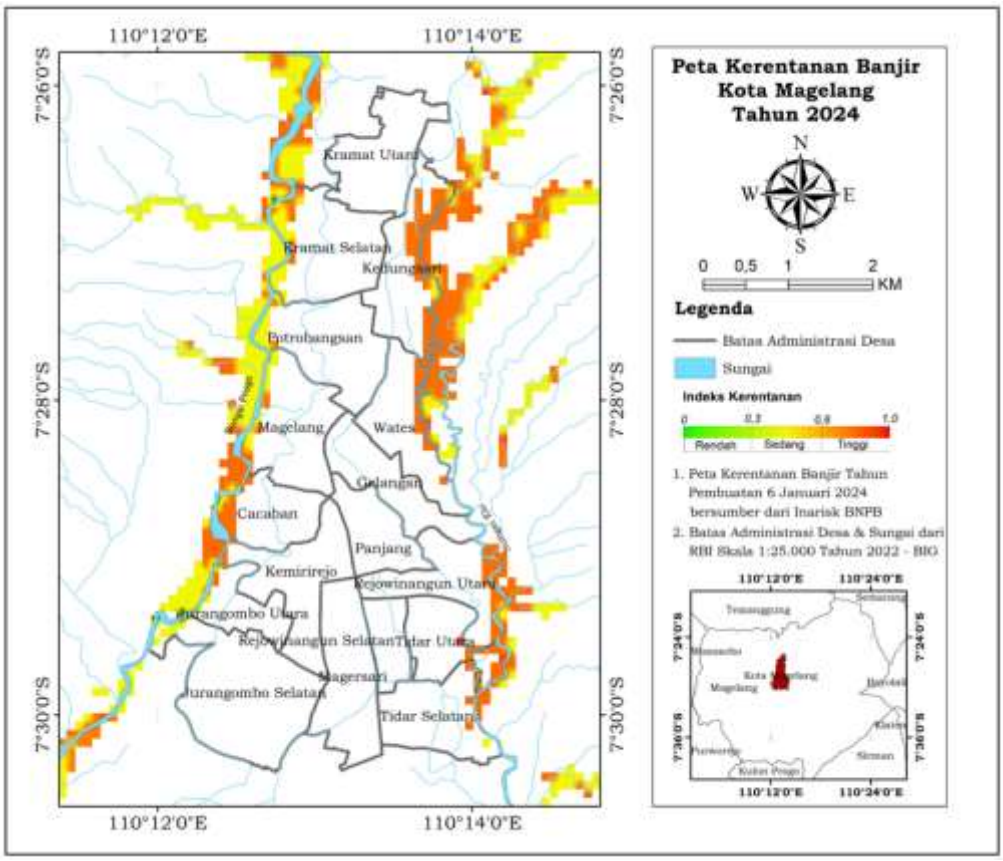
Berdasarkan Peraturan Kepala BNPB No.12 Tahun 2012, yang dimkasud dengan kerentanan adalah suatu kondisi dari suatu komunitas atau masyarakat yang mengarah atau menyebabkan ketidakmampuan dalam menghadapi ancaman bencana. Kerentanan banjir Kota Magelang meliputi:

a. Kerentanan tinggi: berada di Kelurahan Kedungsari, Wates, Rejowinangun Utara, Tidar Utara dan Tidar Selatan (sepanjang Sungai Elo), Cacaban, Kemirirejo (sepanjang Sungai Progo).
b. Kerentanan sedang: berada di Kelurahan Jurangombo Utara, Jurangombo Selatan, Magelang, Potrobangsan, dan Kramat Selatan (sepanjang Sungai Progo).

Gambar 5 menunjukkan sebagian besar wilayah kelurahan di sepanjang Sungai Progo direncanakan untuk sempadan sungai, hutan rakyat, kawasan tanaman pangan, kawasan pariwisata dan kawasan olahraga. Sedangkan sebagian besar wilayah kelurahan di sepanjang Sungai Elo diperuntukkan untuk kawasan perumahan. Selama kurun waktu 2011 – 2020 tidak ada catatan bencana banjir di Kota Magelang (BPS Kota Magelang, 2021). Saat hujan deras, air Sungai Elo di Kelurahan Wates akan meluap walaupun tidak selalu sampai ke kawasan

©2024, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo

perumahan namun tetap harus diwaspadai oleh penduduk sekitar.



Gambar 5. Peta Kerentanan Banjir (inaRISK BNPB, 2024)

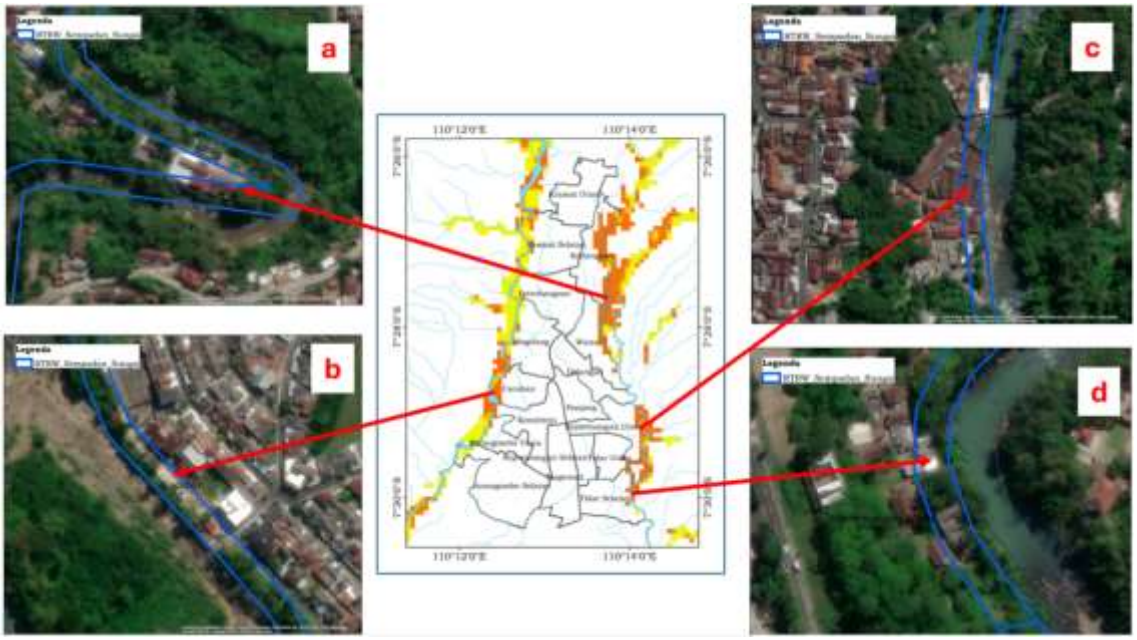
Penanggulangan bencana tidak hanya pasca bencana, namun juga perlu adanya tindakan preventif. Mencegah bangunan berdiri di sempadan sungai terutama daerah rentan banjir juga diperlukan. Beberapa bangunan masih berdiri di sempadan Sungai Elo pada pola ruang RTRW Kota Magelang misalnya di Kelurahan Kedungsari (Gambar 6a), Kelurahan Cacaban (Gambar 6b), Kelurahan Rejowinangun Utara (Gambar 6c) dan Kelurahan Tidar Selatan (Gambar 6d), padahal masuk dalam wilayah rentan banjir. Luas ketidaksesuaian pemanfaatan ruang sempadan sungai dapat dilihat pada Tabel 2. Pengawasan terhadap RTRW harus digarisbawahi. Penelitian (Marsha, 2022) mengungkapkan pada periode 2013 – 2019 peningatan lahan terbangun di DAS Malalayang, sisi barat Kota Magelang/sekitar Sungai Progo mengalami peningkatan mengakibatkan meningkatnya debit banjir walaupun tidak signifikan; pengelolaan drainase perlu diperhatikan seperti kebutuhan drainase saluran jenis *U-ditch* dan *box culvert*. Contoh nyata terjadi pada warga RT 6 RW 1 yang sering kebanjiran selama 10 tahun karena sistem drainase yang buruk (Rudi, 2023).

Tabel 2. Luas Lahan Terbangun yang Berada di Sempadan Sungai Rencana Pola Ruang

No.	Kelurahan	Kecamatan	Luas (ha)
1.	Kedungsari	Magelang Utara	0,21
2.	Wates	Magelang Utara	0,10
3.	Rejowinangun Utara	Magelang Tengah	0,33
4.	Tidar Utara	Magelang Selatan	0,10
5.	Tidar Selatan	Magelang Selatan	0,25
6.	Cacaban	Magelang Selatan	0,15
	Total		1,14

Sumber: Pengolahan Data, 2024

©2024, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo



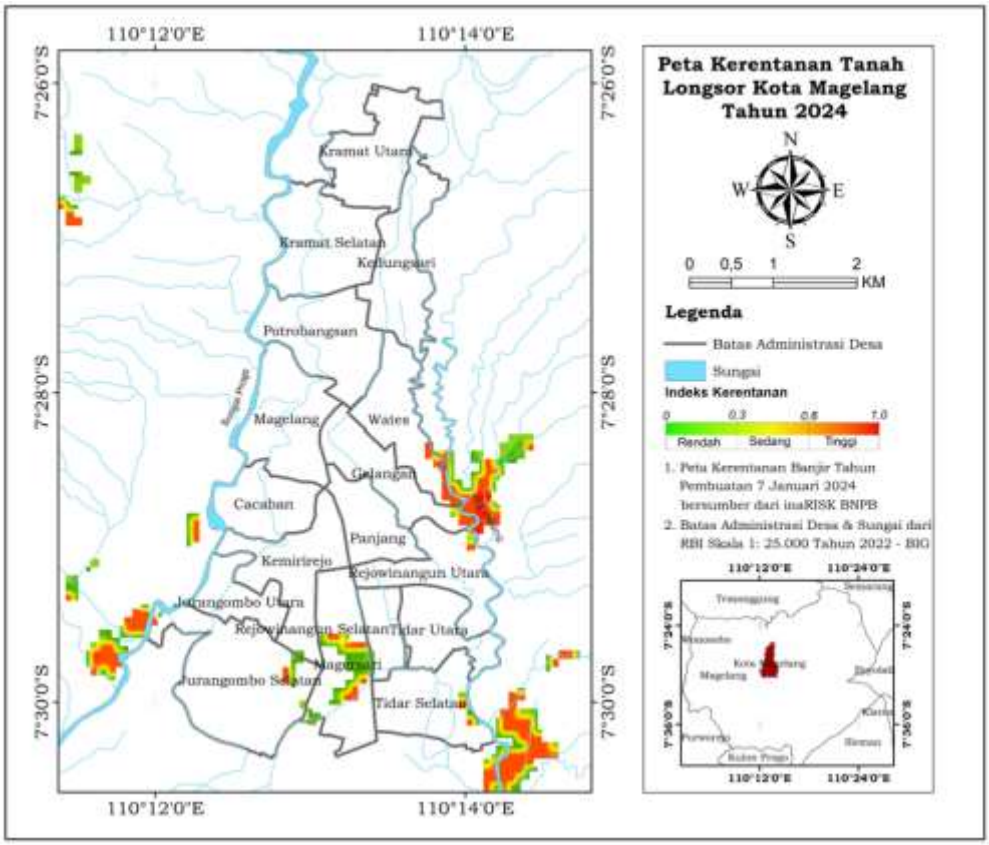
Gambar 6. Ketidaksesuaian Pemanfaatan Pola Ruang Sempadan Sungai Kelurahan Kedungsari (a), Kelurahan Cacaban (b), Kelurahan Rejowinangun Utara (c) dan Kelurahan Tidar Selatan (d) (Pengolahan Data, 2024)

Evalusi RTRW dari Aspek Kerentanan Tanah Longsor Kota Magelang

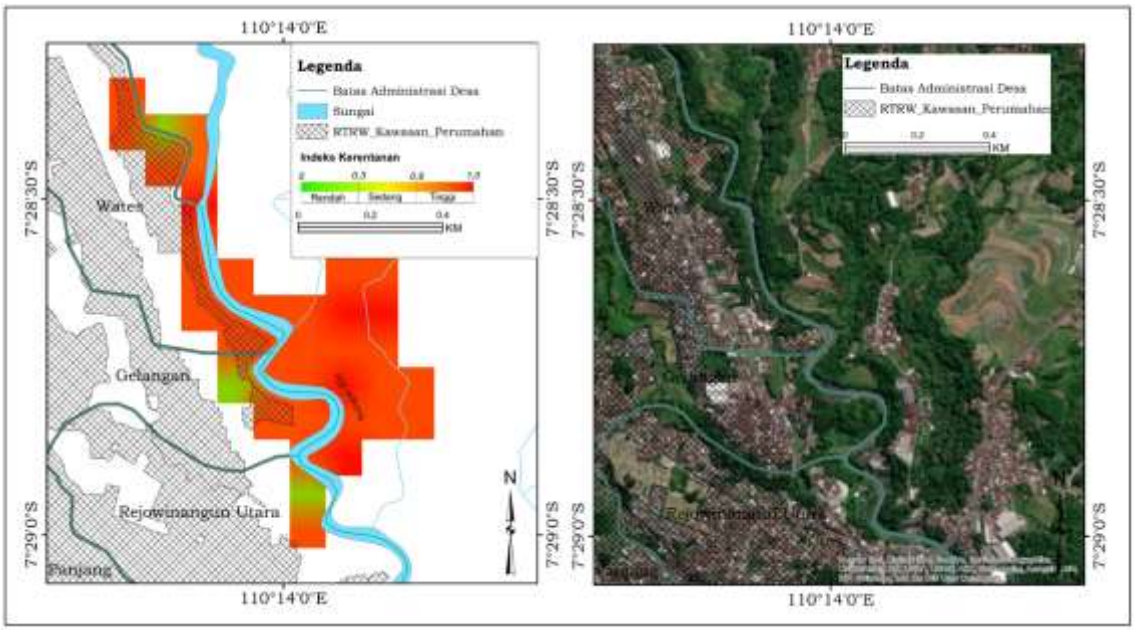
Hasil analisis menunjukkan wilayah dengan kerentanan tinggi bencana tanah longsor berada di Kelurahan Wates – Kecamatan Magelang Utara, Kelurahan Gelangan – Kecamatan Magelang Tengah, Kelurahan Jurangombo Selatan dan Kelurahan Magersari – Kecamatan Magelang Selatan (lihat Gambar 7). Adanya banjir di sungai dapat menyebabkan longsoran di pinggiran sungai (Feng et al., 2020; Van Tho, 2020). Selama periode tahun 2011 – 2020 berdasarkan data BPS terjadi bencana longsor di wilayah Kecamatan Magelang Utara sebanyak 6 kali, Magelang Tengah sebanyak 15 kali, dan Magelang Selatan sebanyak 1 kali (BPS Kota Magelang, 2021); Kerugian akibat bencana tanah longsor pada tahun 2023 sebesar Rp. 102.000.000,00 (BPBD Kota Magelang, 2024).

Gambar 8 menunjukkan rencana pola ruang RTRW merupakan peruntukan kawasan perumahan dan kondisi saat ini juga merupakan bangunan pemukiman. Hasil *overlay* dengan peta kelerengan menunjukkan daerah rentan tanah longsor di wilayah Kelurahan Wates dan Gelangan sepanjang Sungai Elo didominasi kelas kelerengan agak curam (15% – 25%) hingga curam (25% – 45%) lihat Gambar 9. Beberapa solusi ditawarkan antara lain: (1) tidak mendirikan rumah di bawah tebing, (2) tidak menebang pohon di sekitar lereng, (3) tidak mendirikan bangunan di sekitar sungai, (4) penyuluhan kepada masyarakat terkait tanah longsor, dan (5) penegasan peraturan oleh Pemerintah Daerah untuk tidak membangun bangunan di sempadan sungai dan tidak mengunduli hutan.

©2024, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo

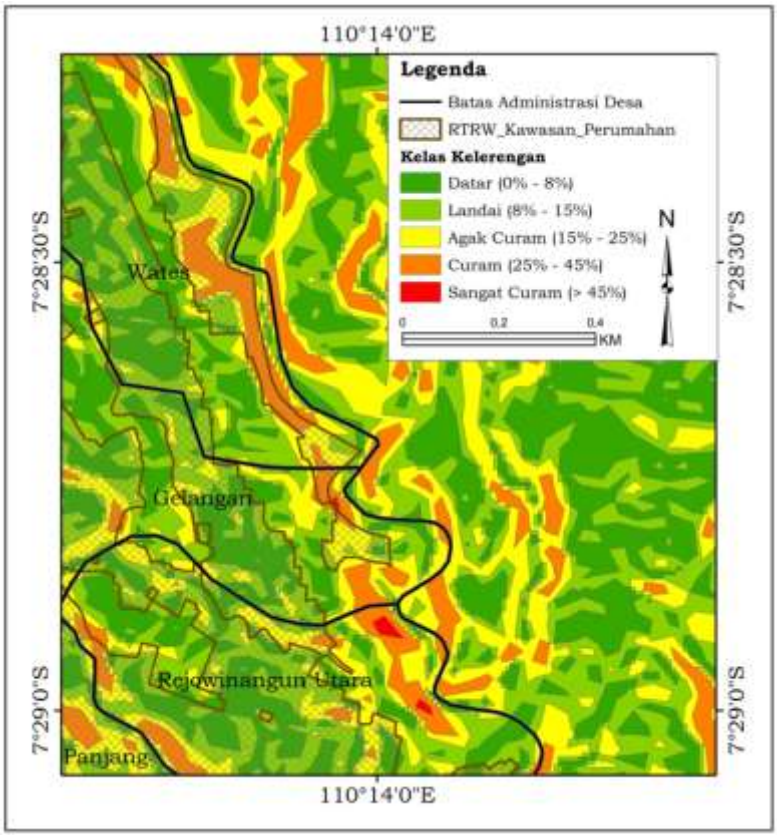


Gambar 7. Peta Kerentanan Tanah Longsor (inaRISK BNPB, 2024)



Gambar 8. Lokasi Rentan Longsor di Kelurahan Wates, Kecamatan Magelang Utara dan Kelurahan Gelangan, Kecamatan Magelang Tengah (Pengolahan Data, 2024)

©2024, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo



Gambar 9. Kelerengan Wilayah Rentan Longsor Kelurahan Wates, Kecamatan Magelang Utara dan Kelurahan Gelangan, Kecamatan Magelang Tengah (Pengolahan Data, 2024)

KESIMPULAN

Evaluasi RTRW dari berbagai aspek sangat diperlukan seperti kebutuhan RTH dan kerentanan kebencanaan untuk mewujudkan kota yang berkelanjutan. Luas RTH kota Magelang masih memenuhi standar minimal pada rencana pola ruang. Meskipun demikian, ditemukan ketidaksesuaian pemanfaatan ruang sempadan Sungai Elo seluas 1,14 hektar akibat adanya bangunan berdiri di sempadan sungai tersebut. Kelurahan Wates dan Gelangan menjadi wilayah rentan bencana banjir dan tanah longsor dengan kondisi kelerengan agak curam hingga curam. Untuk mewujudkan kota yang berkelanjutan, beberapa rekomendasi diajukan seperti pengembangan RTH privat seperti peningkatan penanaman tanaman di pekarangan rumah sepanjang DAS, pengelolaan sistem drainase yang baik, tidak membangun rumah di sekitar tebing dan sungai, sosialisasi terkait kebencanaan dan penegasan peraturan untuk tidak membangun rumah di sempadan sungai dan tidak menggunduli hutan sangat disarankan.

DAFTAR PUSTAKA

Afriyanie, D., Julian, M. M., & Nugraha, H. A. (2022). Urban Flood Resilience through Spatial Plan in Bandung City, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *986*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/986/1/012052

Afriyanie, D., Julian, M. M., Riqqi, A., Akbar, R., Suroso, D. S. A., & Kustiwan, I. (2020). Re-framing urban green spaces planning for flood protection through socio-ecological resilience in Bandung City, Indonesia. *Cities*, *101*. https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102710

Aldiansyah, S., & Saputra, R. A. (2022). COMPARISON OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS FOR LAND USE AND LAND COVER ANALYSIS USING GOOGLE EARTH ENGINE (CASE STUDY: WANGGU WATERSHED). In *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences* (Vol. 19, Issue 2).

BPBD Kota Magelang. 2024. Jumlah Bencana Alam yang Terjadi di Kota Magelang. Diakses

©2024, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo

tanggal 12 April 2024 pukul 13.50 WIB dari https://datago.magelangkota.go.id/frontend/item-dda/index?item=2862

BPS Kota Magelang. 2021. Jumlah Kelurahan yang Mengalami Bencana Alam¹ Menurut Kecamatan di Kota Magelang, 2011-2020. Diakses tanggal 12 April 2024 pukul 13.40 WIB dari https://magelangkota.bps.go.id/statictable/2019/11/25/370/jumlah-kelurahan-yang-mengalami-bencana-alam-menurut-kecamatan-di-kota-magelang-2011-2020.html

Bibri, S. E., Krogstie, J., & Kärrholm, M. (2020). Compact city planning and development: Emerging practices and strategies for achieving the goals of sustainability. *Developments in the Built Environment*, *4*. https://doi.org/10.1016/j.dibe.2020.100021

Bucała-Hrabia, A., Kijowska-Strugała, M., Śleszyński, P., Rączkowska, Z., Izdebski, W., & Malinowski, Z. (2022). Evaluating the use of the landslide database in spatial planning in mountain communes (the Polish Carpathians). *Land Use Policy*, *112*. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105842

Feng, Z. Y., Hsu, C. M., & Chen, S. H. (2020). Discussion on the characteristics of seismic signals due to riverbank landslides from laboratory tests. *Water (Switzerland)*, *12*(1). https://doi.org/10.3390/w12010083

Marsha, G. D. (2022). Analisis Debit Banjir Akibat Perubahan Tata Guna Lahan Kota Magelang Wilayah Barat Saluran Irigasi Progo Manggis (Analysis of Flood Discharge as A Result of Land Use Alternation in West Region Of Progo Manggis Irrigation Channel Magelang).

Mateos, R. M., López-Vinielles, J., Poyiadji, E., Tsagkas, D., Sheehy, M., Hadjicharalambous, K., Liscák, P., Podolski, L., Laskowicz, I., Iadanza, C., Gauert, C., Todorović, S., Auflič, M. J., Maftei, R., Hermanns, R. L., Kociu, A., Sandić, C., Mauter, R., Sarro, R., … Herrera, G. (2020). Integration of landslide hazard into urban planning across Europe. *Landscape and Urban Planning*, *196*. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.103740

Mbarep, D. P. P., Hasibuan, H. S., & Moersidik, S. S. (2021). The green open space functions as a water catchment area and a source of thermal comfort. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *716*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/716/1/012127

Naushad, R., Kaur, T., & Ghaderpour, E. (2021). Deep transfer learning for land use and land cover classification: A comparative study. *Sensors*, *21*(23). https://doi.org/10.3390/s21238083

Pemerintah Kota Magelang. (2020). Peraturan Daerah Kota Magelang Nomor 2 Tahun 2020 tentang Perubahan atas Peraturan Daerah Kota Magelang Nomor 4 Tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Magelang Tahun 2011-2031. Magelang: Sekretaris Daerah.

Rudi. 2023. Pemkot Magelang Satset Tangani Keluhan Warga Jurangombo yang Sering Kebanjiran. Diakses tanggal 14 April 2023 Pukul 20.27 WIB dari https://magelangkota.go.id/view/pemkot-magelang-satset-tangani-keluhan-warga-jurangombo-yang-sering-kebanjiran

Salsabila, P., Maarif, S., & Sari, D. A. P. (2023). Strategy for improving Green Open Space (RTH) based on community participation in reduce the risk of flood disaster in Jakarta. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1173*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/1173/1/012061

Sheykhmousa, M., Mahdianpari, M., Ghanbari, H., Mohammadimanesh, F., Ghamisi, P., & Homayouni, S. (2020). Support Vector Machine Versus Random Forest for Remote Sensing Image Classification: A Meta-Analysis and Systematic Review. In *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing* (Vol. 13). https://doi.org/10.1109/JSTARS.2020.3026724

Talukdar, S., Singha, P., Mahato, S., Shahfahad, Pal, S., Liou, Y. A., & Rahman, A. (2020). Land-use land-cover classification by machine learning classifiers for satellite observations-A review. In *Remote Sensing* (Vol. 12, Issue 7). https://doi.org/10.3390/rs12071135

Tamiminia, H., Salehi, B., Mahdianpari, M., Quackenbush, L., Adeli, S., & Brisco, B. (2020). Google Earth Engine for geo-big data applications: A meta-analysis and systematic review. In *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* (Vol. 164). https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2020.04.001

©2024, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo

Utami, W. (2023). Saujana Magelang : Kota Pusaka Berbasis Alam. *Arsitekta : Jurnal Arsitektur Dan Kota Berkelanjutan*, *5*(02), 85–95. https://doi.org/10.47970/arsitekta.v5i02.492

Van Tho, N. (2020). Coastal erosion, river bank erosion and landslides in the Mekong Delta: Causes, effects and solutions. In *Lecture Notes in Civil Engineering* (Vol. 62). https://doi.org/10.1007/978-981-15-2184-3_125

Yang, L., Driscol, J., Sarigai, S., Wu, Q., Chen, H., & Lippitt, C. D. (2022). Google Earth Engine and Artificial Intelligence (AI): A Comprehensive Review. In *Remote Sensing* (Vol. 14, Issue 14). https://doi.org/10.3390/rs14143253

©2024, Program Studi Geografi Universitas Muhammadiyah Gorontalo