



Pemanfaat Geographic Artificial Intelligence (Geo-AI) Untuk Identifikasi Daerah Rawan Banjir Di Kota Ambon

Abdul Muin^{1*}, Heinrich Rakuasa²

¹ Program Studi Magister Pendidikan Geografi, Universitas Negeri Jakarta

² Departemen Geografi, Universitas Indoneisa

*muinabdu193@gmail.com

Info Artikel

Masuk:

25 Juli 2023

Diterima:

29 Juli 2023

Diterbitkan:

06 Agustus 2023

Kata Kunci:

Ambon,

Banjir,

GeoAI,

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan Geographic Artificial Intelligence (Geo-AI) dalam identifikasi daerah rawan banjir di Kota Ambon. Geo-AI merupakan kombinasi teknologi kecerdasan buatan dengan data geospasial, termasuk citra satelit dan data cuaca, yang memungkinkan analisis yang lebih akurat dan efisien dalam mengidentifikasi daerah rawan banjir. Melalui Google Earth Engine, data citra satelit dan data geospasial lainnya diolah dan dianalisis menggunakan algoritma kecerdasan buatan untuk mengidentifikasi pola banjir dan daerah yang rentan tergenang air. Penelitian menggunakan data JRC Global Surface Water Mapping Layers, v1.4, data NASA SRTM Digital Elevation 30m, data USGS Landsat 8 Level 2, Collection 2, Tier 1. Pengolahan dan analisis data penelitian sepenuhnya dilakukan di Google Earth Engine. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daerah berpotensi banjir memiliki luas 12.991.33 ha dan daerah yang tidak berpotensi banjir yaitu seluas 18.924,24 ha. Daerah potensi rawan banjir kemudian diklasifikasi berdasarkan batas administrasi dimana Kecamatan Teluk Ambon memiliki daerah yang berpotensi tergenang banjir seluas 5.149.37 ha, Kecamatan Nusaniwe seluas 2.034.23 ha, Kecamatan Serimau seluas 1.914.18 ha, Kecamatan Leitimur Selatan seluas 1.180.13 ha dan Kecamatan Teluk Ambon Baguala seluas 2.713.42 ha. Peta daerah potensi banjir di Kota Ambon kemudian dioverlay dengan data sebaran permukiman di Kota Ambon dan diketahui bahwa permukiman penduduk yang diprediksi berada pada daerah yang berpotensi banjir seluas 3.400.65 ha. Dengan analisis yang lebih akurat, sistem peringatan dini yang efektif, dan pengetahuan yang ditingkatkan, penelitian ini dapat berkontribusi dalam mitigasi risiko banjir, melindungi masyarakat dan lingkungan dari dampak banjir, serta menciptakan kota yang lebih aman dan berkelanjutan

PENDAHULUAN

Bencana banjir merupakan salah satu masalah utama di Indonesia, termasuk di Kota Ambon, Provinsi Maluku. Banjir dapat menyebabkan kerugian besar baik dari segi ekonomi maupun sosial (BNPB, 2018). Permasalahan banjir di Kota Ambon merupakan salah satu masalah serius yang dihadapi oleh kota ini. Banjir merupakan bencana yang terjadi secara berulang dan mempengaruhi banyak aspek kehidupan masyarakat, termasuk infrastruktur, lingkungan, ekonomi, dan kesehatan. Beberapa permasalahan yang sering terjadi terkait banjir di Kota Ambon diantaranya yaitu curah hujan tinggi, dampak perubahan iklim, perubahan penggunaan lahan, infrastruktur drainase yang tidak memadai, pencemaran sungai dan saluran drainase, kesadaran masyarakat dan perilaku, dan kapasitas penanganan bencana (Rakuasa & Latue, 2023).

Menurut Hermawan et al., (2021), Kota Ambon memiliki iklim tropis dengan curah hujan yang tinggi, terutama selama musim hujan. Curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan sungai meluap dan saluran drainase tidak mampu menampung aliran air yang tinggi, sehingga banjir sering terjadi (Muin & Rakuasa, 2023; Rakuasa & Rinaldi, 2023). Perubahan penggunaan lahan seperti perluasan pemukiman dan pembangunan infrastruktur dapat mengurangi daya serap tanah dan menyebabkan aliran permukaan air yang lebih tinggi (Rakuasa et al., 2023). Pembangunan yang tidak teratur juga dapat menyumbat saluran drainase dan memperburuk banjir (Latue et al., 2023; Sugandhi et al., 2023)

Kota Ambon menghadapi tantangan dalam membangun dan memelihara infrastruktur drainase yang memadai (Rakuasa & Somae, 2022). Saluran drainase yang tersumbat atau rusak menyebabkan aliran air menjadi terhambat, dan air tidak bisa mengalir dengan baik (Agustri et al., 2020; Muin et al., 2023)

Pencemaran sungai dan saluran drainase oleh limbah domestik dan industri dapat menyebabkan sumbatan dan mengurangi kapasitas aliran air, meningkatkan risiko banjir (Mind'je et al., 2019). Perubahan iklim menyebabkan intensitas dan frekuensi curah hujan yang tidak terduga, yang dapat meningkatkan risiko banjir di Kota Ambon (Rakuasa, 2022). Kesadaran masyarakat tentang pentingnya menjaga lingkungan dan perilaku dalam membuang sampah secara benar juga menjadi faktor penting dalam mencegah banjir (Permatasari et al., 2021). Kurangnya kesadaran dan perilaku

yang tidak ramah lingkungan dapat menyebabkan saluran drainase tersumbat dan memperburuk banjir (Afrian, 2020). Kemampuan dalam penanganan bencana, termasuk banjir, menjadi permasalahan krusial. Jumlah personel dan peralatan yang terbatas dapat menghambat upaya tanggap darurat yang cepat dan efektif (Rakuasa et al., 2022).

Pemerintah Kota Ambon dan pihak terkait telah melakukan berbagai upaya untuk mengatasi permasalahan banjir ini, termasuk peningkatan infrastruktur drainase, kampanye kesadaran lingkungan, dan perencanaan tata ruang yang lebih baik (Rakuasa et al., 2022). Namun, tantangan dalam menghadapi perubahan iklim dan pertumbuhan perkotaan yang cepat menuntut upaya yang lebih besar dan terintegrasi dalam mengelola banjir di Kota Ambon. Oleh karena itu, diperlukan upaya yang efektif dalam mengidentifikasi daerah rawan banjir untuk merencanakan tindakan mitigasi yang tepat guna mengurangi dampaknya. Salah satu solusi inovatif adalah dengan memanfaatkan teknologi Geo-AI (Artificial Intelligence berbasis teknologi geospasial) untuk pemetaan dan identifikasi daerah rawan banjir di Kota Ambon.

Geo-AI adalah singkatan dari "Geospatial Artificial Intelligence" atau "Artificial Intelligence berbasis teknologi geospasial." Geo-AI merupakan gabungan antara teknologi kecerdasan buatan (AI) dan teknologi geospasial, yang bertujuan untuk memanfaatkan data geospasial dan melakukan analisis cerdas untuk mengambil keputusan atau mengidentifikasi pola-pola tertentu terkait lokasi geografis (Janowicz et al., 2020). Dalam Geo-AI, teknologi kecerdasan buatan digunakan untuk mengolah, menganalisis, dan memahami data geospasial dalam skala besar dengan lebih efisien dan akurat (Purbahapsari & Batoarung, 2022). Data geospasial mencakup informasi yang terkait dengan lokasi atau wilayah tertentu, seperti peta, data satelit, data drone, data sensor, dan data lainnya yang terkait dengan geografi dan topografi suatu daerah (Sugandhi et al., 2023).

Pemanfaatan Geo-AI memberikan keunggulan dalam analisis data spasial yang rumit dan memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang pola-pola terkait lokasi geografis (Liwan & Latue, 2023). Dalam konteks identifikasi daerah rawan banjir, teknologi ini dapat membantu mengolah data hidrologi, topografi, dan curah hujan untuk mengidentifikasi daerah-daerah yang berisiko tinggi terkena banjir dan merencanakan strategi mitigasi yang efektif (Bordogna & Fugazza, 2022). Pemanfaatan Geo-AI untuk Identifikasi Daerah Rawan Banjir di Kota Ambon, Provinsi Maluku, merupakan langkah inovatif yang memberikan manfaat besar bagi pengurangan risiko bencana banjir. Dengan teknologi ini, data spasial dapat diproses dengan cepat dan akurat, sehingga memudahkan pengambilan keputusan dalam perencanaan mitigasi banjir. Hasil identifikasi daerah rawan banjir ini juga dapat digunakan sebagai dasar untuk merancang strategi mitigasi yang efektif dan peningkatan kesadaran masyarakat tentang pentingnya kesiapsiagaan menghadapi bencana banjir. Diharapkan pemanfaatan Geo-AI ini dapat menjadi langkah yang signifikan dalam meningkatkan ketahanan dan adaptabilitas Kota Ambon terhadap bencana banjir. Berdasarkan uraian di atas penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan Geographic Artificial Intelligence (Geo-AI) untuk identifikasi daerah rawan banjir di Kota Ambon.

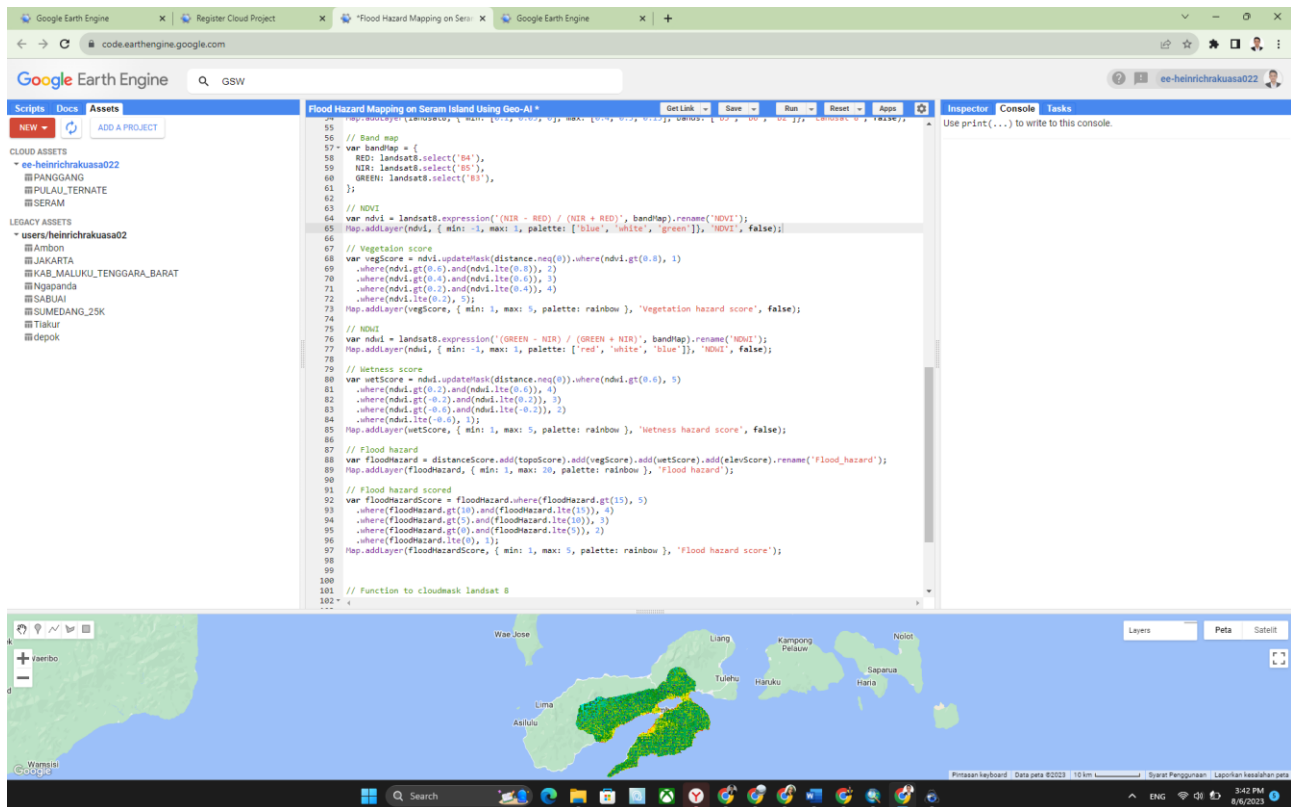
METODE

Penelitian ini dilakukan di Kota Ambon, Provinsi Maluku. Penelitian menggunakan data JRC Global Surface Water Mapping Layers, v1.4, data NASA SRTM Digital Elevation 30m, data USGS Landsat 8 Level 2, Collection 2, Tier 1 data batas lokasi penelitian. JRC Global Surface Water Mapping Layers, v1.4 adalah versi 1.4 dari dataset yang dikembangkan oleh Joint Research Centre (JRC) atau Pusat Riset Gabungan Uni Eropa (Huber et al., 2023). Dataset ini menyediakan peta global yang mendetail dan informasi terkait mengenai luas perairan permukaan di seluruh dunia. Peta ini mencakup informasi tentang danau, sungai, rawa, dan perairan permukaan lainnya dengan resolusi spasial sekitar 30 meter, yang diambil dari data satelit Sentinel-1 dan Sentinel-2 yang dikumpulkan selama beberapa tahun. JRC Global Surface Water Mapping Layers bertujuan untuk membantu pemahaman tentang dinamika perairan permukaan, perubahan tata guna lahan, dan masalah lingkungan lainnya yang berkaitan dengan perairan (Huber et al., 2023). Dataset ini berguna dalam berbagai bidang, termasuk pengelolaan sumber daya air, pemantauan perubahan lingkungan, studi hidrologi, dan analisis perubahan tata guna lahan. Selain itu, dataset ini juga sering digunakan dalam berbagai proyek penelitian dan pengembangan yang berhubungan dengan perairan permukaan (Huber et al., 2023).

NASA SRTM Digital Elevation 30m (Shuttle Radar Topography Mission Digital Elevation Model 30-meter) adalah dataset yang dihasilkan oleh misi Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) yang diluncurkan oleh NASA (National Aeronautics and Space Administration) pada tahun 2000 (Olusina & Okolie, 2018). Misi ini bertujuan untuk mengumpulkan data elevasi permukaan Bumi dengan menggunakan radar interferometri. Dataset SRTM Digital Elevation 30m menyediakan informasi tentang elevasi permukaan Bumi dengan resolusi spasial sekitar 30 meter (Olusina & Okolie, 2018). Data ini mencakup seluruh permukaan Bumi (kecuali daerah kutub) dan menyediakan gambaran yang lebih akurat tentang topografi daripada data sebelumnya. Informasi tentang elevasi permukaan sangat penting dalam berbagai aplikasi, termasuk pemodelan iklim, pemetaan, perencanaan lingkungan, pengelolaan sumber daya alam, dan penelitian ilmiah lainnya. Dengan adanya dataset SRTM Digital Elevation 30m, para ilmuwan, peneliti, dan pihak lain dapat mengakses data yang kaya informasi tentang topografi Bumi untuk berbagai keperluan (Tran et al., 2023).

Pemanfaatan Geographic Artificial Intelligence (Geo-AI) atau kecerdasan buatan geografis untuk identifikasi daerah rawan banjir merupakan salah satu langkah inovatif dalam mengatasi masalah banjir dan meningkatkan efisiensi dalam mitigasi risiko banjir (DeVries et al., 2020). Geo-AI menggabungkan teknologi kecerdasan buatan dengan data geospasial, seperti citra satelit, peta, dan data geografis lainnya, untuk memberikan solusi yang lebih akurat, cepat, dan berdaya guna dalam identifikasi daerah rawan banjir. Geo-AI dapat mengintegrasikan citra satelit dan data geospasial untuk mengidentifikasi dan memetakan daerah yang terkena banjir (Gee & Brunner, 2005). Dengan kemampuan pemrosesan data yang tinggi, Geo-AI dapat secara otomatis mengenali pola air permukaan, level permukaan air, dan daerah yang

tergenang, sehingga memudahkan identifikasi daerah rawan banjir dengan lebih cepat dan akurat. Dengan menggunakan data historis banjir dan data cuaca, Geo-AI dapat meramalkan kemungkinan terjadinya banjir di wilayah tertentu. Algoritma kecerdasan buatan dalam Geo-AI mampu menganalisis pola cuaca, curah hujan, dan kondisi hidrologi untuk memberikan perkiraan yang lebih andal mengenai potensi banjir di masa depan (Li & Demir, 2023). Pengolahan dan analisis data penelitian sepenuhnya dilakukan di Google Earth Engine (<https://earthengine.google.com/>) menggunakan script yang dimodifikasi dari peneliti sebelumnya (Gambar 1). Hasil analisis daerah rawan banjir di Kota ambon kemudian diklasifikasi menjadi dua kelas, yaitu daerah yang berpotensi tergenang banjir dan daerah yang tidak berpotensi tergenang banjir.



Gambar 1. Tampilan Proses Pengolahan Data di Google Earth Engine

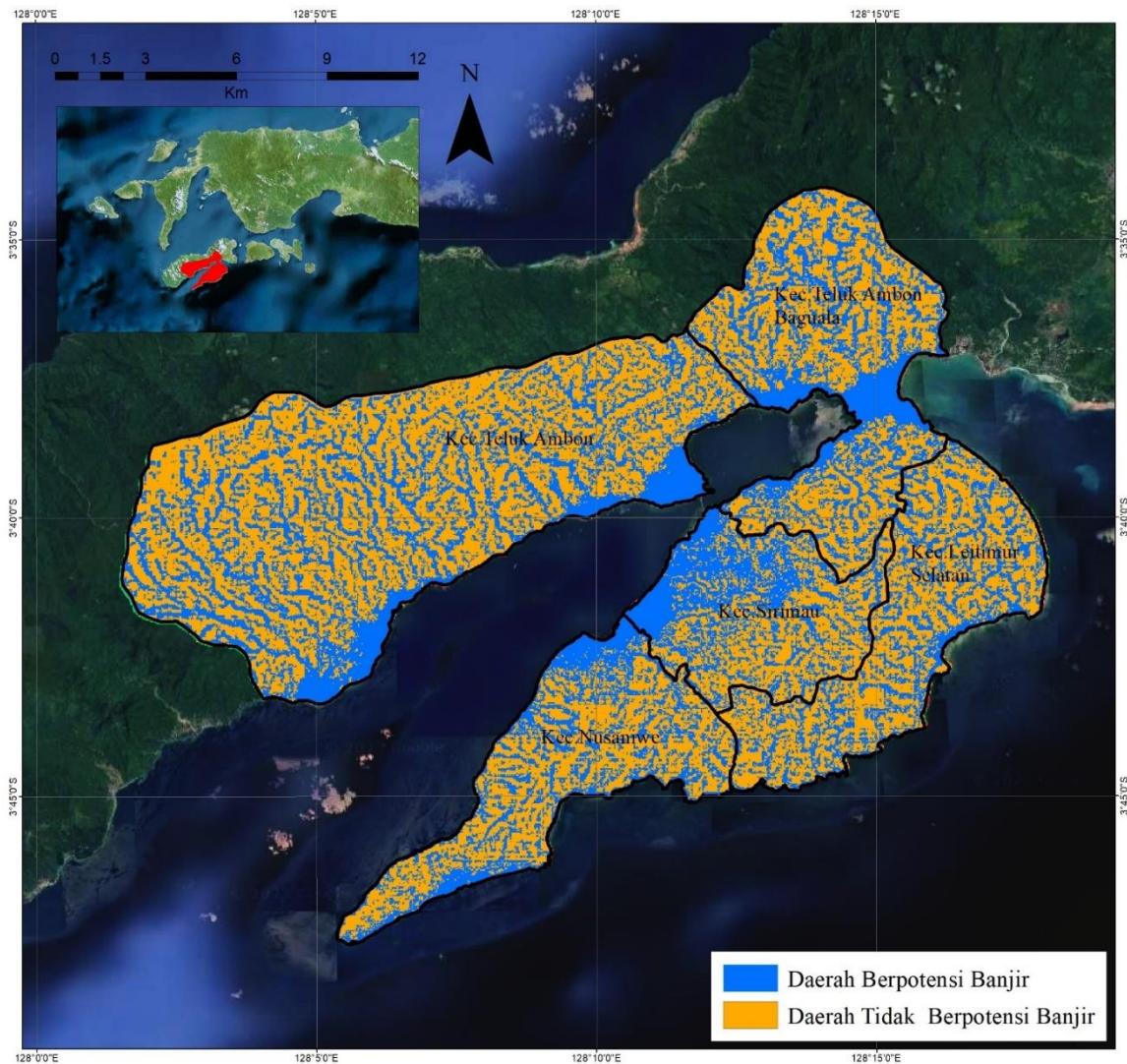
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemanfaatan Geographic Artificial Intelligence (Geo-AI) bersama Google Earth Engine dalam identifikasi daerah rawan banjir merupakan kombinasi yang sangat efektif dan inovatif untuk mengatasi masalah banjir dan meningkatkan keefektifan dalam mitigasi risiko banjir. Geo-AI memanfaatkan teknologi kecerdasan buatan untuk menganalisis data geospasial dan mencari pola serta tren yang relevan, sementara Google Earth Engine menyediakan infrastruktur yang sangat cepat untuk pemrosesan data geospasial dalam skala besar (Rakuasa & Sihasale, 2023; Rakuasa et al., 2023 Pertuack & Latue, 2023; Liwan & Latue, 2023).

Pemanfaatan Geo-AI bersama Google Earth Engine dalam identifikasi daerah rawan banjir memiliki manfaat signifikan diantaranya yaitu: (1) Akurasi Tinggi: Pemanfaatan Geo-AI dengan algoritma kecerdasan buatan memungkinkan identifikasi dan pemetaan daerah rawan banjir dengan akurasi tinggi, mengurangi potensi kesalahan dalam proses analisis (DeVries et al., 2020). (2) Efisiensi dalam Pemrosesan Data: Google Earth Engine menyediakan infrastruktur yang kuat untuk pemrosesan data geospasial dalam skala besar, memungkinkan analisis yang efisien dan cepat (Gee & Brunner, 2005). (3) Peringatan Dini yang Cepat: Dengan sistem peringatan dini berbasis Geo-AI, pihak berwenang dan masyarakat dapat menerima peringatan tentang potensi banjir dengan cepat, sehingga dapat mengambil tindakan pencegahan dan evakuasi lebih awal. (4) Pengambilan Keputusan yang Lebih Baik: Data dan analisis dari Geo-AI dapat memberikan dasar yang kuat bagi pengambilan keputusan yang lebih baik dalam mitigasi risiko banjir dan perencanaan tata ruang (Li & Demir, 2023). (5) Pemantauan dan Prediksi Lebih Akurat: Geo-AI dapat melakukan pemantauan dan prediksi banjir dengan lebih akurat berdasarkan data citra satelit dan data cuaca real-time, sehingga memungkinkan penanganan lebih proaktif dan tepat waktu (Tran et al., 2023).

Pemanfaatan Geographic Artificial Intelligence (Geo-AI) bersama Google Earth Engine dalam identifikasi daerah rawan banjir membawa manfaat besar dalam upaya mitigasi dan pengurangan risiko banjir. Dengan analisis citra satelit, prediksi banjir, sistem peringatan dini, dan evaluasi risiko, Geo-AI bersama Google Earth Engine memberikan solusi yang efisien, akurat, dan berdaya guna dalam menghadapi tantangan banjir di era modern.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa daerah berpotensi banjir memiliki luas 12.991.33 ha dan daerah yang tidak berpotensi banjir yaitu seluas 18.924,24 ha. Daerah potensi rawan banjir kemudian diklasifikasi berdasarkan batas administrasi dimana Kecamatan Teluk Ambon memiliki daerah yang berpotensi tergenang banjir seluas 5.149.37 ha, Kecamatan Nusaniwe seluas 2.034.23 ha, Kecamatan Serimau seluas 1.914.18 ha, Kecamatan Leitimur Selatan seluas 1.180.13 ha dan Kecamatan Teluk Ambon Baguala seluas 2.713.42 ha. Peta daerah potensi banjir di Kota Ambon kemudian dioverlay dengan data sebaran permukiman di Kota Ambon dan diketahui bahwa permukiman penduduk yang diprediksi berada pada daerah yang berpotensi banjir seluas 3.400.65 ha. Selengkapnya daerah potensi banjir di Kota Ambon dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Daerah Potensi Banjir di Kota Ambon

Penelitian tentang Pemanfaat Geographic Artificial Intelligence (Geo-AI) untuk Identifikasi Daerah Rawan Banjir di Kota Ambon memiliki sejumlah manfaat yang signifikan bagi kota tersebut dan upaya mitigasi risiko banjir secara keseluruhan. Berikut adalah beberapa manfaat dari penelitian ini:

- 1) Penelitian tentang Pemanfaat Geographic Artificial Intelligence (Geo-AI) untuk Identifikasi Daerah Rawan Banjir di Kota Ambon memiliki sejumlah manfaat yang signifikan bagi kota tersebut dan upaya mitigasi risiko banjir secara keseluruhan. Berikut adalah beberapa manfaat dari penelitian tersebut:
- 2) Identifikasi Daerah Rawan Banjir yang Lebih Akurat: Dengan menggunakan teknologi Geo-AI, penelitian ini dapat memberikan identifikasi daerah rawan banjir di Kota Ambon dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi. Analisis citra satelit dan data geospasial menggunakan algoritma kecerdasan buatan dapat mengidentifikasi pola banjir dan daerah-daerah yang rawan secara lebih tepat dan detail.
- 3) Peringatan Dini dan Respons Cepat: Penelitian ini dapat membantu pengembangan sistem peringatan dini banjir yang lebih efektif di Kota Ambon. Dengan analisis data cuaca real-time dan data geospasial, sistem peringatan dini dapat memberikan peringatan lebih awal kepada masyarakat dan pihak berwenang tentang potensi banjir, sehingga memungkinkan respons yang lebih cepat dan tepat waktu.

- 4) Pengurangan Risiko Bencana: Identifikasi daerah rawan banjir yang lebih akurat dan sistem peringatan dini yang lebih efektif dapat membantu mengurangi risiko bencana banjir di Kota Ambon. Dengan adanya informasi yang lebih baik tentang daerah rawan banjir, pihak berwenang dapat mengambil tindakan mitigasi dan penanggulangan yang lebih efisien.
- 5) Perencanaan Tata Ruang yang Lebih Berkelanjutan: Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar bagi perencanaan tata ruang yang lebih berkelanjutan di Kota Ambon. Dengan mengetahui daerah-daerah rawan banjir, perencanaan pembangunan dan penggunaan lahan dapat diarahkan untuk mengurangi dampak banjir dan melindungi wilayah yang rentan.
- 6) Penghematan Biaya dan Sumber Daya: Dengan menggunakan teknologi Geo-AI, penelitian ini dapat menghemat biaya dan sumber daya yang diperlukan untuk analisis identifikasi daerah rawan banjir secara tradisional. Proses analisis yang lebih efisien dan otomatis dapat mengurangi biaya dan waktu yang diperlukan untuk mendapatkan hasil yang akurat.
- 7) Pengetahuan dan Kesadaran Masyarakat: Penelitian ini dapat meningkatkan pengetahuan dan kesadaran masyarakat tentang risiko banjir di Kota Ambon. Informasi mengenai daerah rawan banjir dan sistem peringatan dini dapat disosialisasikan kepada masyarakat, sehingga mereka dapat lebih siap dan waspada menghadapi bencana banjir.
- 8) Penelitian Lanjutan dan Pengembangan Teknologi: Penelitian ini dapat menjadi dasar bagi penelitian lanjutan dan pengembangan teknologi Geo-AI dalam mitigasi risiko banjir di berbagai wilayah. Pengalaman dan temuan dari penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan untuk penelitian serupa di kota-kota lain yang menghadapi risiko banjir.

KESIMPULAN

Penelitian tentang Pemanfaat Geographic Artificial Intelligence (Geo-AI) untuk Identifikasi Daerah Rawan Banjir di Kota Ambon memiliki manfaat yang beragam dan penting dalam upaya menghadapi risiko banjir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daerah berpotensi banjir memiliki luas 12.991.33 ha dan daerah yang tidak berpotensi banjir yaitu seluas 18.924,24 ha. Daerah potensi rawan banjir kemudian diklasifikasi berdasarkan batas administrasi dimana Kecamatan Teluk Ambon memiliki daerah yang berpotensi tergenang banjir seluas 5.149.37 ha, Kecamatan Nusaniwe seluas 2.034.23 ha, Kecamatan Serimau seluas 1.914.18 ha, Kecamatan Leitimur Selatan seluas 1.180.13 ha dan Kecamatan Teluk Ambon Baguala seluas 2.713.42 ha. Peta daerah potensi banjir di Kota Ambon kemudian dioverlay dengan data sebaran permukiman di Kota Ambon dan diketahui bahwa permukiman penduduk yang diprediksi berada pada daerah yang berpotensi banjir seluas 3.400.65 ha. Dengan analisis yang lebih akurat, sistem peringatan dini yang efektif, dan pengetahuan yang ditingkatkan, penelitian ini dapat berkontribusi dalam mitigasi risiko banjir, melindungi masyarakat dan lingkungan dari dampak banjir, serta menciptakan kota yang lebih aman dan berkelanjutan. Selain itu, penelitian ini dapat membuka peluang untuk pengembangan teknologi Geo-AI lebih lanjut dan dapat menjadi contoh bagi penelitian serupa di wilayah lain yang juga menghadapi risiko banjir.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrian, R. (2020). Kajian Mitigasi Terhadap Penyebab Bencana Banjir di Desa Sidodadi Kota Langsa. *Jurnal Geograflesia*, 5(2), 165–169. <https://doi.org/https://doi.org/10.32663/georaf.v5i2.1660>
- Agustri, M. P., & Asbi, A. M. (2020). Tingkat Risiko Bencana Banjir di Kota Bandar Lampung dan Upaya Pengurangannya Berbasis Penataan Ruang. *Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana*, 11(1), 23-38.
- BNPB. (2018). *DOKUMEN KAJIAN RISIKO BENCANA KOTA AMBON TAHUN 2017-2021*. Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- Bordogna, G., & Fugazza, C. (2022). Artificial Intelligence for Multisource Geospatial Information. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 12(1), 10. <https://doi.org/10.3390/ijgi12010010>
- DeVries, B., Huang, C., Armston, J., Huang, W., Jones, J. W., & Lang, M. W. (2020). Rapid and robust monitoring of flood events using Sentinel-1 and Landsat data on the Google Earth Engine. *Remote Sensing of Environment*, 240, 111664. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.111664>
- Gee, D. M., & Brunner, G. W. (2005). Dam Break Flood Routing Using HEC-RAS and NWS-FLDWAV. *Impacts of Global Climate Change*, 1–9. [https://doi.org/10.1061/40792\(173\)401](https://doi.org/10.1061/40792(173)401)
- Heinrich Rakuasa, Daniel A Sihalale, Marhelin C Mehdila, A. P. W. (2022). Analisis Spasial Tingkat Kerawanan Banjir di Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kota Ambon. *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing (JGRS)*, 3(2), 60–69. <https://doi.org/https://doi.org/10.23960/jgrs.2022.v3i2.80>
- Heinrich Rakuasa, D. A. S. (2023). Analysis of Vegetation Index in Ambon City Using Sentinel-2 Satellite Image Data with Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Method based on Google Earth Engine. *Journal of Innovation Information Technology and Application*, 5(1), 74–82. <https://doi.org/https://doi.org/10.35970/jinita.v5i1.1869>
- Heinrich Rakuasa, G. S. (2022). Analisis Spasial Kesesuaian dan Evaluasi Lahan Permukiman di Kota Ambon. *Jurnal Sains Informasi Geografi (J SIG)*, 5(1), 1–9. <https://doi.org/DOI: http://dx.doi.org/10.31314/j%20sig.v5i1.1432>
- Huber, M., Donlon, C. J., & Sole, M. P. (2023). Global Surface Water Density Masks to Refine Sentinel 3 Data

- Acquisitions. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 20, 1–5. <https://doi.org/10.1109/LGRS.2022.3232702>
- Janowicz, K., Gao, S., McKenzie, G., Hu, Y., & Bhaduri, B. (2020). GeoAI: spatially explicit artificial intelligence techniques for geographic knowledge discovery and beyond. *International Journal of Geographical Information Science*, 34(4), 625–636. <https://doi.org/10.1080/13658816.2019.1684500>
- Latue, P. C., Imanuel Septory, J. S., Somae, G., & Rakuasa, H. (2023). Pemodelan Daerah Rawan Banjir di Kecamatan Sirimau Menggunakan Metode Multi-Criteria Analysis (MCA). *Jurnal Perencanaan Wilayah Dan Kota*, 18(1), 10–17. <https://doi.org/https://doi.org/10.29313/jpww.v18i1.1964>
- Li, Z., & Demir, I. (2023). U-net-based semantic classification for flood extent extraction using SAR imagery and GEE platform: A case study for 2019 central US flooding. *Science of The Total Environment*, 869, 161757. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.161757>
- Mind'je, R., Li, L., Amanambu, A. C., Nahayo, L., Nsengiyumva, J. B., Gasirabo, A., & Mindje, M. (2019). Flood susceptibility modeling and hazard perception in Rwanda. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 38, 101211. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101211>
- Muin, A., & Rakuasa, H. (2023). Evaluasi Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Ambon Berdasarkan Aspek Kerawanan Banjir. *ULIL ALBAB: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(5), 1727–1738. <https://doi.org/https://doi.org/10.56799/jim.v2i5.1485>
- Muin, A., Somae, G., & Rakuasa, H. (2023). Analisis Potensi Genangan Banjir di Kecamatan Siwalalat, Kabupaten Seram Bangian Timur berdasarkan Topographic Wetness Index. *ULIL ALBAB: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(5), 1800–1806. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.56799/jim.v2i5.1502>
- Olusina, J. O., & Okolie, C. J. (2018). Visualisation of Uncertainty in 30m Resolution Global Digital Elevation Models: SRTM v3.0 and ASTER v2. *Nigerian Journal of Technological Development*, 15(3), 77. <https://doi.org/10.4314/njtd.v15i3.2>
- Permatasari, A. L., Suherningtyas, I. A., & Wiguna, P. P. K. (2021). Kesiapan infrastruktur data spasial sebagai upaya mitigasi banjir lahar di kali putih Kabupaten Magelang Jawa Tengah. *Jurnal Pendidikan Geografi*, 26(1), 15–29. <https://doi.org/10.17977/um017v26i12021p015>
- Purbahapsari, A. F., & Batoarung, I. B. (2022). Geospatial Artificial Intelligence for Early Detection of Forest and Land Fires. *KnE Social Sciences*. <https://doi.org/10.18502/kss.v7i9.10947>
- Rakuasa, H., & Rinaldi, M. (2023). Pemetaan Daerah Potensi Genangan Banjir di Kecamatan Gunugputri, Kabupaten Bogor Menggunakan Data DEMNAS Dengan Metode Topographic Wetness Index. *ULIL ALBAB: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(6), 2269–2280. <https://doi.org/https://doi.org/10.56799/jim.v2i6.1607>
- Rakuasa, H., Helwend, J. K., & Sihasale, D. A. (2022). Pemetaan Daerah Rawan Banjir di Kota Ambon Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan Dan Profesi Kegeografian*, 19(2), 73–82. <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/jg.v19i2.34240>
- Rakuasa, H., Sihasale, D. A., & Latue, P. C. (2023). Spatial pattern of changes in land surface temperature of seram island based on google earth engine cloud computing. *International Journal of Basic and Applied Science*, 12(1), 1–9. <https://doi.org/https://doi.org/10.35335/ijobas.v12i1.172>
- Rakuasa, H., Somae, G., & Latue, P. C. (2023). Pemetaan Daerah Rawan Banjir di Desa Batumerah Kecamatan Sirimau Kota Ambon Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *ULIL ALBAB: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(4), 1642–1653. <https://doi.org/https://doi.org/10.56799/jim.v2i4.1475>
- Rakuasa, H. (2022). ANALISIS SPASIAL TEMPORAL SUHU PERMUKAAN DARATAN/ LAND SURFACE TEMPERATURE (LST) KOTA AMBON BERBASIS CLOUD COMPUTING: GOOGLE EARTH ENGINE. *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*, 27(3), 194–205. <https://doi.org/10.35760/ik.2022.v27i3.7101>
- Rakuasa, H., & Latue, P. C. (2023). ANALISIS SPASIAL DAERAH RAWAN BANJIR DI DAS WAE HERU, KOTA AMBON. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 10(1), 75–82. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2023.010.1.8>
- Sandy Liwan & Philia Christi Latue. (2023). Analisis Spasial Perubahan Suhu Permukaan Daratan Kota Kupang Menggunakan Pendekatan Geospatial Artificial Intelligence (GeoAI). *Buana Jurnal Geografi, Ekologi Dan Kebencanaan*, 1(1), 14–20.
- Stewart Pertuack & Philia Christi Latue. (2023). Geographic Artificial Intelligence and Unmanned Aerial Vehicles Application for Correlation Analysis of Settlement Density and Land Surface Temperature in Panggang Island Jakarta. *Buana Jurnal Geografi, Ekologi Dan Kebencanaan*, 1(1), 39–47.
- Sugandhi, N., Rakuasa, H., Zainudin, Z., Abdul Wahab, W., Kamiludin, K., Jaelani, A., Ramdhani, R., & Rinaldi, M. (2023). Pemodelan Spasial Limpasan Genangan Banjir dari DAS Ciliwung di Kel. Kebon Baru dan Kel. Bidara Cina DKI Jakarta. *ULIL ALBAB: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(5), 1685–1692. <https://doi.org/https://doi.org/10.56799/jim.v2i5.1477>
- Tran, T.-N.-D., Nguyen, B. Q., Vo, N. D., Le, M.-H., Nguyen, Q.-D., Lakshmi, V., & Bolten, J. D. (2023). Quantification of global Digital Elevation Model (DEM) – A case study of the newly released NASADEM for a river basin in Central Vietnam. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 45, 101282. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2022.101282>
- Yandi Hermawan, Irene Jaya, Budhi Kosasih, A. E. P. (2021). Flood Risk Assessment For Ambon City. *7th International Seminar of HATHI*, 1–12.