

Analisis Potensi Genangan Banjir di Kecamatan Siwalalat, Kabupaten Seram Bagian Timur berdasarkan *Topographic Wetness Index*

Abdul Muin¹, Glendy Somae², Heinrich Rakuasa³

¹Magister Pendidikan Geografi, Universitas Negeri Jakarta

^{2,3}Magister Geografi, Universitas Indonesia

E-mail: muinabdul93@gmail.com¹

Article History:

Received: 30 Maret 2023

Revised: 03 April 2023

Accepted: 04 April 2023

Keywords: *Banjir, Kecamatan Siwalalat, Topographic Wetness Index,*

Abstract: *Kecamatan Siwalalat sering dilanda banjir di musim hujan. Banjir yang sering terjadi Kecamatan Siwalalat diakibatkan oleh luapan sungai Wayaiya, sungai Waidala, sungai Fos, dan sungai Abuleta yang diduga imbas dari pembalakan liar di daerah hulu sungai. Penelitian menggunakan data DEMNAS dan analisis menggunakan metode Topographic Wetness Index. Hasil analisis potensi genangan dibagi menjadi tiga kelas yaitu kelas potensi rendah dengan luas 46.490,34 ha, kelas sedang seluas 15.423,83 ha, dan kelas potensi tinggi seluas 2.385,11 ha serta diprediksi seluas 130,21 ha permukiman terdampak banjir. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi bagi pemerintah serta masyarakat dalam penanganan banjir kedepan guna meminimalisir dampak yang terjadi.*

PENDAHULUAN

Bencana banjir terjadi ketika air meluap dari aliran sungai, waduk, danau atau laut ke daratan yang lebih rendah, sehingga menyebabkan wilayah tersebut terendam air (Rakuasa et al., 2022). Banjir bisa terjadi karena berbagai sebab, termasuk hujan lebat yang berkepanjangan, pasang air laut yang tinggi, dan kerusakan infrastruktur seperti tanggul atau bendungan (Zeľeňáková et al., 2019; Rakuasa et al., 2022). Banjir dapat mengakibatkan kerusakan pada bangunan, kendaraan, dan properti lainnya (Rakuasa et al., 2023), serta menimbulkan bahaya bagi kehidupan manusia dan hewan (Chen, 2022; Rakuasa et al., 2023). Bencana banjir dapat menjadi masalah serius bagi banyak negara di seluruh dunia, terutama di daerah yang rentan terhadap cuaca ekstrem dan perubahan iklim (Rakuasa & Latue, 2023; Latue et al., 2023).

Dikutip dari CNN Indonesia, ditahun 2021 Banjir yang melanda pemukiman warga adat Sabuai karena empat sungai meluap saat curah hujan tinggi, diduga imbas dari pembalakan liar (CNN Indonesia, 2021). Dalam Laporan harian BNPB pada tanggal 9 agustus 2021, menyebutkan bahwa banjir yang terjadi diakibatkan oleh tingginya intensitas hujan yang terjadi pada hari kamis 5 Agustus 2021, sehingga terjadi luapan air dari sungai/kali Wayaiya, Waidala, Fos dan Abuleta pada hari Jumat, 6 Agustus 2021, Pukul. 06:00 WIT (BNPB, 2021).

Berdasarkan Laporan Harian dari (BNPB, 2021) sebanyak 193 jiwa di 4 desa terdampak banjir di Seram, antara lain Desa Atiahu, Desa Naiwel Ahinulin, Desa Abuleta, dan Desa Sabuai. Hujan dengan intensitas tinggi dan sistem drainase yang buruk menyebabkan meluapnya sungai

Wayaiya, sungai Waidala, sungai Fos, dan sungai Abuleta. Hal ini yang menjadi pemicu banjir yang terjadi pada Jumat (6/8) Pukul 14.50 WIT. Banjir juga mengakibatkan sejumlah rumah dan fasilitas umum terendam, antara lain 43 unit rumah, 1 unit posyandu, 1 unit Kantor UPTD Pertanian, 1 Gedung Balai Desa, 1 unit Gereja Katolik Santa Maria. dan 1 unit Sekolah SMA Negeri 12 Seram Bagian Timur terendam dengan ketinggian berkisar 50 hingga 70 cm (BNPB, 2021).

Dilansir dari *titastory.id*, (2022), Kecamatan Siwalalat terkhususnya Desa Sabuai, ditahun 2022 kembali dilanda banjir pada hari selasa 5 juli 2022. Banjir yang terjadi diakibatkan oleh tingginya intensitas hujan sejak hari senin 4 juli 2022, yang mengakibatkan meluapnya anak sungai yang berada dekat perkampungan. Berdasarkan keterangan warga ada empat kai yang meluap diantaranya Wai Tunsu, Wai Asawaana, Wai Tiflovin dan Wai Waiablete. Akibatnya ratusan rumah warga dan fasilitas umum seperti, sekolah dan rumah ibadah terendam banjir.

Topographic Wetness Index (TWI) adalah salah satu metode untuk mengukur tingkat kebasahan atau kelembaban permukaan tanah pada suatu wilayah berdasarkan karakteristik topografi (Nucifera & Putro, 2017). TWI didasarkan pada perhitungan indeks topografi yang mencakup elevasi dan kemiringan lereng suatu wilayah. TWI dihitung dengan mengintegrasikan indeks topografi dan data curah hujan yang diketahui, yang kemudian memberikan hasil berupa nilai TWI. Nilai TWI yang lebih tinggi menunjukkan tingkat kelembaban yang lebih tinggi di wilayah tersebut, sedangkan nilai TWI yang lebih rendah menunjukkan wilayah yang lebih kering. TWI dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk pemetaan daerah rawan banjir dan daerah aliran sungai, pemantauan kondisi tanah untuk keperluan pertanian, pemantauan kondisi ekosistem, pemodelan banjir (Nucifera & Putro, 2017). Dengan menggunakan TWI, dapat membantu dalam pengambilan keputusan dan perencanaan yang lebih efektif dalam pengelolaan sumber daya alam dan manajemen bencana.

Menurut Ali et al., (2019), *Topographic Wetness Index (TWI)* adalah salah satu metode yang berguna untuk melakukan analisis daerah potensi banjir. TWI dapat digunakan untuk mengidentifikasi daerah yang lebih rentan terhadap banjir berdasarkan kondisi topografi dan tingkat kebasahan permukaan tanah. Dalam keseluruhan, TWI merupakan salah satu metode yang efektif dan efisien untuk melakukan analisis daerah potensi banjir. Dengan menggunakan TWI, dapat membantu dalam pengambilan keputusan dan perencanaan yang lebih efektif dalam pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan terkait banjir. Berdasarkan uraian diatas penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi genangan banjir di Kecamatan Siwalalat, Kabupaten Seram Bagian Timur berdasarkan *Topographic Wetness Index (TWI)*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini di lakukan di Kecamatan Siwalalat, Kabupaten Seram Bagian Timur, Provinsi Maluku. Data yang digunakan diantaranya yaitu Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Kab. Seram Bagian Timur Skala 1: 50.000, Batas Administrasi Desa Seram Bagian Timur, data *Digital Elevation Model (DEM)* Nasional yang diperoleh dari website resmi Badan Informasi Geospasial Indonesia, Ina-Geoportal: <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web>. Data lahan terbangun diperoleh dari interpersasi Google Earth 2023. *Software* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Arc GIS dan *Microsoft Office*. Metode yang digunakan untuk menganalisis dalam penelitian ini yaitu *Topographic Wetness Index (TWI)*.

Topographic Wetness Index (TWI) pertama kali dikembangkan oleh Beven dan Kirby (1979) sebagai bagian dari pemodelan runoff. TWI menilai efek topografi lokal terhadap *runoff* yang dihasilkan (Pourali et al., 2016). Penilaian TWI dapat digunakan secara luas dalam pemodelan

proses hidrologi, proses biologi, pola vegetasi dan kehutanan (Berhanu & Bisrat, 2018). Berdasarkan Beven and Kirby (1979), formula utama yang digunakan dalam perhitungan TWI sebagai berikut:

$$W = 1n \frac{\alpha}{\tan\beta} \quad (1)$$

Nilai W adalah wetness index dimana α merupakan akumulasi lereng bagian atas yang mengalirkan air pada suatu titik di setiap unit kontur, sedangkan β merupakan sudut lereng pada titik tersebut. Index tersebut menggambarkan kecenderungan air untuk terakumulasi pada satu titik berdasarkan gaya gravitasi dimana air selalu mengalir ke tempat yang lebih rendah (Quin et al., 1991). Dalam hal ini air mengalir menuju lereng bawah. Dengan demikian nilai index akan semakin besar pada lereng yang sangat datar dan sebaliknya nilai index semakin kecil pada lereng yang curam (Haas, 2010). Apabila suatu daerah terakumulasi aliran air maka tanah akan menjadi jenuh air. Air akan menggenang karena pori-pori tanah sudah tidak mampu menampung air. Daerah dengan nilai TWI yang tinggi cenderung lebih rawan untuk mengalami banjir genangan. Penentuan daerah rawan banjir dilakukan berdasarkan hasil perhitungan TWI setelah dilakukan normalisasi. Normalisasi data TWI dilakukan untuk mempermudah analisis data. Normalisasi nilai TWI dilakukan dengan menggunakan rumus yang sebelumnya digunakan oleh Nucifera & Putro, (2017) yaitu sebagai berikut:

$$\text{Normalized TWI} = \frac{a+(x-A)(b-a)}{(B-A)} \quad (2)$$

Nilai a = nilai normalisasi terendah, yaitu 0 b = nilai normalisasi tertinggi, yaitu 1 x = nilai TWI A = nilai TWI aktual terendah B = nilai TWI aktual tertinggi.

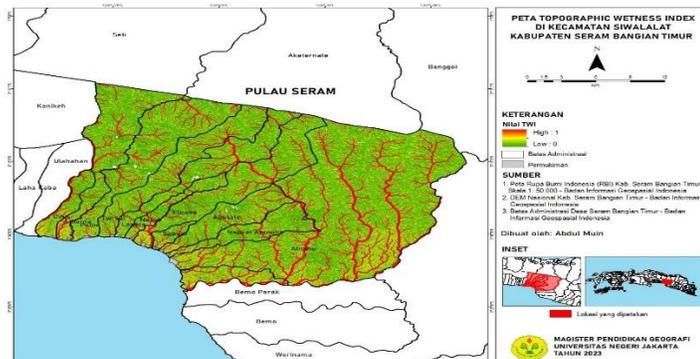
Semakin besar nilai TWI maka semakin besar potensi untuk terjadi genangan di suatu daerah (Pourali et al., 2016). Penentuan daerah rawan banjir genangan juga diasosiasikan dengan keberadaan sungai. Hasil analisis nilai TWI (*Topographic Wetness Index*) kemudian diklasifikasi menjadi tiga kelas daerah potensi banjir di Kecamatan Siwalalat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebaran Spasial TWI (*Topographic Wetness Index*) merupakan representasi visual dari indeks kelembaban topografi di suatu daerah atau wilayah. Indeks kelembaban topografi menggambarkan kemampuan tanah untuk menyimpan dan mempertahankan kelembaban, yang dapat mempengaruhi proses hidrologi seperti aliran air permukaan, infiltrasi air ke dalam tanah, dan erosi (Pourali et al., 2016). Nilai TWI ditentukan berdasarkan topografi. Perhitungan nilai TWI didasarkan pada nilai elevasi pada data DTM. Nilai TWI maksimum sebesar 38,3376 dan nilai minimum sebesar 17,4546. Normalisasi nilai TWI dilakukan untuk mempermudah analisis. Nilai TWI dinormalisasikan menjadi interval 0-1.

Semakin besar nilai TWI menunjukkan bahwa daerah tersebut merupakan akumulasi air. Berdasarkan hasil normalisasi nilai TWI, nilai TWI yang mendekati 1 berada pada daerah dataran sedangkan nilai TWI mendekati 0 berada pada topografi perbukitan dan pegunungan (Gambar 2). Nilai TWI yang tinggi berasosiasi dengan dataran dan cekungan. Pada kasus ini besarnya nilai TWI berasosiasi dengan tingginya kerapatan aliran. Daerah dengan nilai TWI yang tinggi berada dekat dengan saluran baik itu sungai ataupun saluran irigasi. Pada penelitian ini data DEM yang

digunakan memiliki resolusi 10 meter. Oleh karena itu level analisis yang dapat dilakukan hanya sampai pada skala menengah. Topographic Wetness Index Kecamatan Siwalalat dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Topographic Wetness Index Kecamatan Siwalalat

Topographic Wetness Index adalah indeks yang digunakan untuk mengevaluasi kemiringan topografi dan potensi pengumpulan air pada suatu wilayah. TWI menghitung rasio antara akumulasi air dan kemiringan permukaan tanah. TWI dapat digunakan untuk menentukan tingkat kerawanan banjir pada suatu wilayah. Semakin tinggi nilai TWI, semakin tinggi kemungkinan terjadinya banjir karena wilayah tersebut memiliki kemiringan yang curam dan lebih mudah terjadi pengumpulan air.

Berdasarkan refresi yang diperoleh, diketahui bahwa ditahun 2022 Kecamatan Siwalalat terkhususnya Desa Sabuai, kembali dilanda banjir pada hari selasa 5 juli 2022. Kejadian banjir hampir terjadi pada setiap musim penghujan. Banjir yang terjadi diakibatkan oleh tingginya intensitas hujan sejak hari senin 4 juli 2022, yang mengakibatkan meluapnya anak sungai yang berada dekat perkampungan. Berdasarkan keterangan warga ada empat kai yang meluap diantaranya Wai Tunesa, Wai Asawaana, Wai Tiflovin dan Wai Waiablete. Akibatnya ratusan rumah warga dan fasilitas umum seperti, sekolah dan rumah ibadah terendam banjir. Dampak akibat banjir yang terjadi dapata dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Fasilitas umum dan permukiman yang terdampak banjir

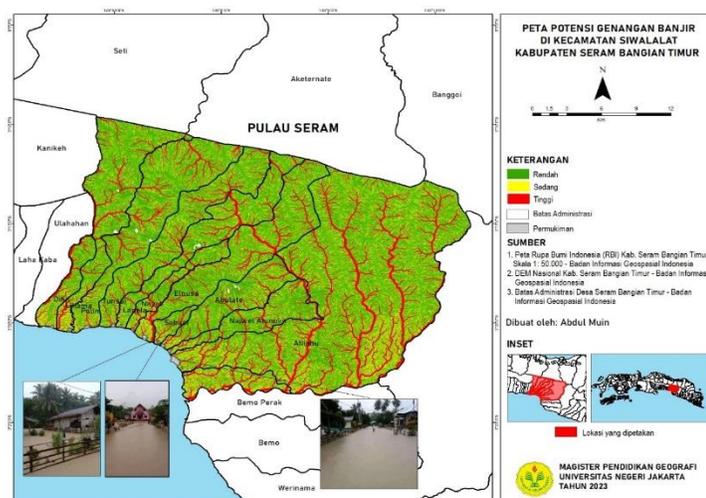
Tingkat potensi banjir dapat diprediksi menggunakan *Topographic Wetness Index (TWI)*, yang merupakan sebuah indikator untuk memperkirakan kemampuan lahan untuk menampung air. TWI dapat dihitung berdasarkan perbedaan elevasi di suatu area dan tingkat curah hujan di daerah

tersebut. Semakin tinggi nilai TWI, semakin tinggi potensi banjir di area tersebut. Area dengan nilai TWI yang rendah biasanya memiliki kemampuan drainase yang lebih baik dan lebih sedikit risiko terjadinya banjir. Dalam hal ini, TWI digunakan untuk mengukur kemampuan lahan untuk menahan air dan kemudian mengalirkan air ke sungai atau sungai kecil. Area dengan nilai TWI yang tinggi kemungkinan besar akan memiliki jumlah air yang lebih banyak dan dengan demikian, berisiko lebih tinggi untuk terjadi banjir.

Berdasarkan hasil analisis potensi banjir menggunakan metode Topographic Wetness Index (TWI) di Kecamatan Siwalalat, Kabupaten Seram Bagian Timur kelas potensi banjir dibagi menjadi tiga kelas yaitu kelas potensi rendah dengan luas 46.490,34 ha, kelas sedang seluas 15.423,83 ha, dan kelas potensi tinggi seluas 2.385,11. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa seluas 130,21 ha permukiman yang terdampak banjir. Selengkapnya tingkat potensi banjir di per desa dapat dilihat pada Tabel 1, dan peta potensi genangan banjir dapat dilihat pada gambar 3.

Tabel 1. Tingkat Potensi Banjir Per-Desa di Kecamatan Siwalalat

No	Desa	Tingkat Potensi Bajor (ha)		
		Rendah	Sedang	Tinggi
1	Abulate	2.266,39	691,20	95,32
2	Atiahu	18.174,91	6.769,83	895,40
3	Lapela	3.213,22	846,68	111,08
4	Liliama	4.294,38	1.208,41	163,97
5	Polin	5.197,18	1.425,20	149,55
6	Tunsai	3.692,23	1.013,85	125,64
7	Sabuai	426,73	148,19	315,88
8	Nayet	971,06	314,94	82,31
9	Naiwel Ahinulin	1.965,43	552,28	81,41
10	Elnusa	4.555,31	1.322,60	158,38
11	Dihil	899,17	407,68	83,51
12	Adabai	834,32	722,97	122,67
Total		46.490,34	15.423,83	2.385,11



Gambar 3. Peta Potensi Genangan Banjir di Kecamatan Siwalalat

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa Desa Atiahu merupakan desa yang memiliki luasan terluas dibandingkan desa-desa lainnya pada ketiga kelas bahaya. Hasil survei juga

menunjukkan bahwa Desa Sabuai merupakan Desa yang sering mengalami banjir ketika musim penghujan. Analisis daerah rawan banjir dengan menggunakan *Topographic Wetness Index* (TWI) memiliki beberapa manfaat diantaranya identifikasi daerah rawan banjir, perencanaan pengembangan wilayah, pengelolaan sumber daya air, penanggulangan bencana dan pengembangan model hidrologi.

Menurut Pourali et al., (2016), TWI dapat membantu mengidentifikasi daerah yang rawan banjir dengan memperhitungkan topografi dan kelembaban tanah. Analisis TWI akan menunjukkan daerah dengan kemiringan yang lebih landai dan kelembaban yang lebih tinggi, yang dapat menjadi tanda-tanda bahwa daerah tersebut rawan banjir. Berhanu & Bisrat, (2018), Menambahkan bahwa dengan mengetahui daerah yang rawan banjir, pengembangan wilayah dapat dipertimbangkan dengan lebih cermat (Sugandhi et al., 2023). TWI dapat membantu menentukan lokasi yang lebih aman untuk pengembangan infrastruktur dan perumahan, sehingga dapat mengurangi risiko kerugian akibat banjir. Menurut Rahmati & Pourghasemi, (2017), TWI dapat membantu dalam pengelolaan sumber daya air, seperti memperkirakan kelembaban tanah dan volume air yang tersedia di suatu daerah. Hal ini dapat membantu para petani atau pengelola kehutanan dalam menentukan waktu yang tepat untuk menanam atau memanen tanaman, serta dalam memilih lokasi yang lebih ideal untuk penanaman. Pourali et al., (2016), menambahkan bahwa TWI dapat membantu dalam penanggulangan bencana banjir, seperti dengan memprediksi daerah yang akan terkena dampak banjir dan menentukan jalur evakuasi yang aman. TWI dapat digunakan dalam pengembangan model hidrologi untuk memprediksi aliran air dan debit sungai di suatu daerah (Berhanu & Bisrat, 2018). Dengan menggunakan data TWI, model hidrologi dapat memberikan informasi yang lebih akurat tentang potensi banjir di Kecamatan Siwalalat.

KESIMPULAN

Kelas potensi banjir di Kecamatan Siwalalat dibagi menjadi tiga kelas yaitu kelas potensi rendah dengan luas 46.490,34 ha, kelas sedang seluas 15.423,83 ha, dan kelas potensi tinggi seluas 2.385,11. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa seluas 130,21 ha permukiman yang terdampak banjir. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi bagi pemerintah serta masyarakat dalam penanganan banjir kedepan di Kecamatan Siwalalat, Kabupaten Seram Bagian Timur.

DAFTAR REFERENSI

- Ali, S. A., Khatun, R., Ahmad, A., & Ahmad, S. N. (2019). Application of GIS-based analytic hierarchy process and frequency ratio model to flood vulnerable mapping and risk area estimation at Sundarban region, India. *Modeling Earth Systems and Environment*, 5(3), 1083–1102. <https://doi.org/10.1007/s40808-019-00593-z>
- Berhanu, B., & Bisrat, E. (2018). Identification of Surface Water Storing Sites Using Topographic Wetness Index (TWI) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). *Journal of Natural Resources and Development*, 8, 91–100. <https://doi.org/10.5027/jnrd.v8i0.09>
- BNPB. (2021). *Laporan Harian Kejadian Bencana Minggu, 09 Agustus 2021* (p. 13). https://web.bnpb.go.id/pusdalops/po-content/uploads/laporan_harian_pusdalops_09082021-docx.pdf
- Chen, Y. (2022). Flood hazard zone mapping incorporating geographic information system (GIS) and multi-criteria analysis (MCA) techniques. *Journal of Hydrology*, 612, 128268. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.128268>
- CNNIndonesia. (2021). *Banjir Terjang Sabuai Maluku, Diduga Terkait Pembalakan Liar*. CNN

- Indonesia.Com. <https://www.cnnindonesia.com/nasional/20210806204334-20-677566/banjir-terjang-sabuai-maluku-diduga-terkait-pembalakan-liar>
- Heinrich Rakuasa, Daniel A Sihasale , 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>
- Latue, P. C., Imanuel Septy, 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/jpwk.v18i1.1964>
- Nucifera, F., & Putro, S. T. (2017). Deteksi Kerawanan Banjir Genangan Menggunakan Topographic Wetness Index (TWI). *Media Komunikasi Geografi*, 18(2), 107–116. <https://doi.org/https://doi.org/10.23887/mkg.v18i2.12088>
- Pourali, S. H., Arrowsmith, C., Chrisman, N., Matkan, A. A., & Mitchell, D. (2016). Topography Wetness Index Application in Flood-Risk-Based Land Use Planning. *Applied Spatial Analysis and Policy*, 9(1), 39–54. <https://doi.org/10.1007/s12061-014-9130-2>
- Rahmati, O., & Pourghasemi, H. R. (2017). Identification of Critical Flood Prone Areas in Data-Scarce and Ungauged Regions: A Comparison of Three Data Mining Models. *Water Resources Management*, 31(5), 1473–1487. <https://doi.org/10.1007/s11269-017-1589-6>
- Rakuasa, H., Helwend, J. K., & Sihasale, D. A. (2022). Pemetaan Daerah Rawan Banjir di Kota Ambon Menggunakan Sistim 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., Somae, G., & Latue, P. C. (2023). Pemetaan Daerah Rawan Banjir di Desa Batumerah Kecamatan Sirimau Kota Ambon Menggunakan Sistim Informasi Geografis. *ULIL ALBAB: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(4), 1642–1653. <https://doi.org/https://doi.org/10.56799/jim.v2i4.1475>
- Rakuasa, H., Wahab, W. A., Kamiludin, K., Jaelani, A., Ramdhani, R., & Rinaldi, M. (2023). Pemetaan Genangan Banjir di Jalan TB. Simatupang, Jakarta Selatan oleh Unit Pengelola, Penyelidikan, Pengukuran dan Pengujian (UP4) Dinas Sumber Daya Air DKI Jakarta. *Jurnal Altifani Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 288–295. <https://doi.org/https://doi.org/10.25008/altifani.v3i2.379>
- 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>
- 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>
- titastory.id. (2022). *Desa Sabuai Seram Timur Diterjang Banjir, Warga: ini Akibat Penebangan Liar CV SBM dan Kami Harus Menderita*. Titastory.Id. <https://titastory.id/desa-sabuai-seram-timur-diterjang-banjir-warga-ini-akibat-penebangan-liar-cv-sbm-dan-kami-harus-menderita/>
- Zeleňáková, M., Fijko, R., Labant, S., Weiss, E., Markovič, G., & Weiss, R. (2019). Flood risk modelling of the Slatvinec stream in Kružlov village, Slovakia. *Journal of Cleaner Production*, 212, 109–118. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.008>