

Pemetaan Daerah Rawan Banjir di Desa Batumerah Kecamatan Sirimau Kota Ambon Menggunakan Sistem Informasi Geografis

Heinrich Rakuasa^{1*}, Glendy Somae¹, Philia Christi Latue²

¹Departemen Geografi, Universitas Indonesia

²Program Studi Biologi, Universitas Pattimura

E-mail: heinrichrakuasa14@gmail.com

Article History:

Received: 20 Maret 2023

Revised: 25 Maret 2023

Accepted: 25 Maret 2023

Keywords: *Banjir, Desa Batumerah, Sistem Informasi Geografis, Multi-Criteria Analysis (MCA),*

Abstract: *Desa Batumerah merupakan salah satu desa di Kota Ambon yang sering terjadi banjir. Salah satu upaya awal untuk mitigasi bencana banjir yaitu dengan memetakan daerah rawan banjir di Kecamatan Sirimau. Variabel-variabel penyebab banjir yang digunakan yaitu ketinggian, penggunaan lahan, buffer sungai, jenis tanah dan curah hujan yang kemudian dilakukan overlay menggunakan metode Multi-Criteria Analysis (MCA). Bahaya banjir di Desa Batumerah dibagi menjadi tiga kelas yaitu bahaya banjir kelas tinggi yaitu seluas 176,05 ha atau 19,28 %, kelas sedang seluas 387,71 ha atau 42,45 % dan kelas rendah seluas 349,62 ha atau sebesar 38,28 %. Daerah permukiman yang terdampak banjir di Kecamatan Seirmau berada pada kelas sedang seluas 359,79 ha (80,80 %) dan kelas tinggi yaitu seluas 85,47 ha ha atau sebesar 19,20 %. Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu pemerintah dan masyarakat setempat untuk mitigasi bencana banjir kedepannya.*

PENDAHULUAN

Banjir adalah kondisi dimana terjadi peningkatan level air yang signifikan di suatu wilayah yang biasanya kering atau kurang air (Bates, 2022). Banjir dapat terjadi karena berbagai sebab seperti curah hujan yang tinggi (Rakuasa et al., 2022), konversi tutupan lahan di daerah aliran sungai yang tidak terkontrol (Rakuasa et al., 2022; Latue & Rakuasa, 2023), meluapnya sungai, kondisi elevasi yang relative datar dan landai (Sugandhi et al., 2022), serta perilaku masyarakat yang di peduli dengan lingkungan seperti membuang sampah secara sembarangan (Mahyunis et al., 2021; Bates, 2022). Banjir dapat menyebabkan kerusakan pada properti, infrastruktur, lingkungan, dan menyebabkan kematian (Rakuasa & Latue, 2023)

Desa Batumerah merupakan salah satu desa di Kecamatan Sirimau Kota Ambon yang sering dilanda banjir diwaktu musim hujan (BNPB, 2022). Pada bulan juli 2022, ratusan rumah warga di Desa Batu Merah, terendam banjir setinggi tiga meter akibat luapan sungai karena curah hujan yang tinggi yang mengakibatkan 119 unit rumah terendam banjir dan diprediksi sebanyak 217 KK atau 1.005 jiwa terdampak (Anggoro, 2022).

Salah satu upaya untuk mencegah dan meringankan kerugian dan kerusakan akibat bencana banjir di masa depan yaitu dengan melakukan pemetaan risiko banjir di Kecamatan Sirimau, Kota Ambon. Langkah awal yang perlu dilakukan yaitu melakukan penilaian bahaya banjir dengan mempertimbangkan pengaruh factor-faktor penyebab banjir yang kemudian dimodelkan secara spasial untuk mencerminkan distribusi spasial tingkat bahaya banjir melalui visualisasi peta bahaya banjir (Rakuasa et al., 2022) . Dengan menggunakan teknologi geospasial yakni Sistem Informasi Geografis (SIG) kita dapat memodelkan dan memetakan bahaya banjir di suatu wilayah berdasarkan factor-faktor penyebab banjir, seperti curah hujan, elevasi, tutupan laha dan jarak dari sungai untuk menghasilkan peta bahaya banjir dan peta prediksi permukiman terdampak banjir (Rakuasa & Latue, 2023)

Pemetaan daerah rawan banjir di Desa Batumerah Kecamatan Sirimau Kota Ambon, sangatlah penting dan bermanfaat untuk meningkatkan kesadaran masyarakat, meningkatkan efektivitas penanganan bencana, mengurangi kerugian material, meningkatkan kualitas hidup masyarakat dan meningkatkan pembangunan infrastruktur. Menurut Liu et al., (2021), pemetaan daerah rawan banjir dapat membantu meningkatkan kesadaran masyarakat tentang risiko banjir dan cara mengurangi dampaknya. Dengan mengetahui daerah yang rawan banjir, masyarakat dapat mempersiapkan diri dan mengambil tindakan pencegahan yang tepat. Bates, (2022) menambahkan bahwa pemetaan daerah rawan banjir dapat membantu pemerintah dan lembaga terkait untuk merencanakan dan mengimplementasikan strategi penanggulangan bencana yang lebih efektif. Dengan mengetahui daerah yang rawan banjir, pemerintah dapat memprioritaskan sumber daya dan melakukan upaya mitigasi yang lebih efektif. Menurut Puno et al., (2020), dengan mengetahui daerah yang rawan banjir, masyarakat dapat mengambil tindakan pencegahan yang tepat, seperti membangun rumah di atas tanah yang lebih tinggi atau mengambil asuransi bencana. Hal ini dapat membantu mengurangi kerugian materiil akibat banjir. Liu et al., (2021), Menjelaskan bahwa pemetaan daerah rawan banjir dapat membantu mengurangi dampak banjir pada kualitas hidup masyarakat, seperti kerusakan rumah, kehilangan aset, dan gangguan kesehatan. Dengan mengetahui daerah yang rawan banjir, masyarakat dapat mengambil tindakan pencegahan yang tepat untuk meminimalkan dampak banjir pada kualitas hidup mereka. Menurut Tambunan, (2018) pemetaan daerah rawan banjir dapat membantu pemerintah untuk merencanakan pembangunan infrastruktur yang lebih efektif. Dengan mengetahui daerah yang rawan banjir, pemerintah dapat memprioritaskan pembangunan infrastruktur yang dapat membantu mengurangi risiko banjir, seperti pembangunan tanggul atau drainase yang lebih baik.

Berdasarkan latar belakang diatas penelitian ini bertujuan untuk memetakan daerah rawan banjir di Desa Batumerah Kecamatan Sirimau Kota Ambon menggunakan sistim informasi geografis.

METODE PENELITIAN

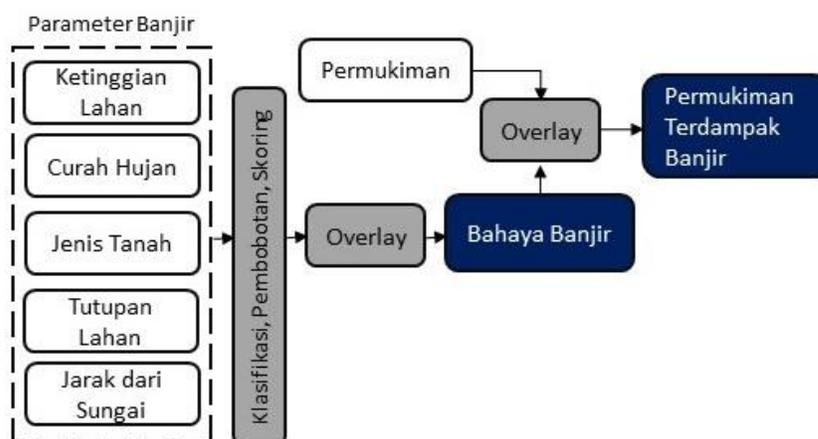
Penelitian ini dilakukan di Desa Batumerah Kecamatan Sirimau Kota Ambon. Desa Batumerah memiliki luas 913,38 ha. Data yang digunakan dalam penelitian diperoleh dari instansi-instansi terkait diantaranya data batas administrasi dan jenis tanah Desa Batumerah diperoleh dari Badan Pembangunan Kota Ambon, data ketinggian lahan merupakan hasil pengolahan dari data DEM Nasional yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial. Data Curah hujan diperoleh dari BMKG Kota Ambon. Data tutupan lahan merupakan hasil digitasi dari Google Earth 2023 dan data buffer sungai atau jarak dari sungai merupakan hasil pengolahan menggunakan teknik *buffer*.

Penelitian ini menggunakan enam variabel diantaranya ketinggian lahan, jenis tanah, buffer sungai, tutupan lahan dan curah hujan yang mengacu pada penelitian-penelitian sebelumnya (Nuryanti et al., 2018 Rakuasa et al., 2022). Selengkapnya variabel penelitian dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Variabel Penelitian

No	Parameter	Klasifikasi	Skor	Bobot
1	Ketinggian Lahan	<2 mdpl	5	25
		2-4 mdpl	4	
		4-8 mdpl	3	
		8-10 mdpl	2	
		> 10 mdpl	1	
2	Jenis Tanah	Kambisol	3	10
		Litosol	4	
		Rendzinal	5	
3	Buffer Sungai	< 25 m	5	25
		25 - 50 m	4	
		50 - 75 m	3	
		75 - 100 m	2	
		>100 m	1	
4	Tutupan Lahan	Badan Air	5	25
		Lahan Terbuka	4	
		Ladang, Tegalan, Kebun	3	
		Hutan	2	
		Permukiman	1	
5	Curah Hujan	>3000 mm/bulan	5	15

Sumber: (Nuryanti et al., 2018 Rakuasa et al., 2022)



Gambar 1. Alur Kerja

Analisis bahaya banjir dilakukan dengan mengoverlay kemudian menjumlahkan skor serta bobot keenam parameter penyebab banjir menggunakan *tools field calculator* pada *software Arc GIS*. Rumus yang digunakan dalam penelitian ini dimodifikasi dari penelitian (Aziza et al, 2021); (Rakuasa et al., 2022); (Rakuasa & Latue, 2023) yaitu Bahaya Banjir =

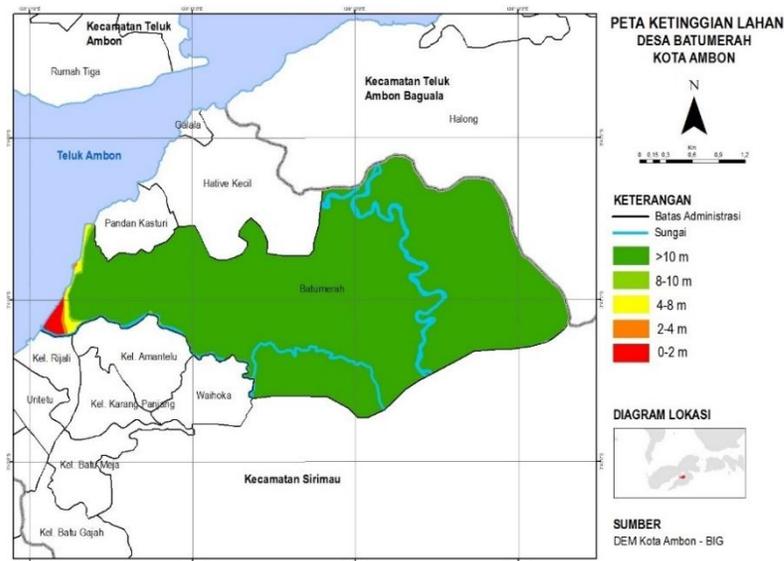
(Ketinggian Lahan \times 25) + (Jenis Tanah \times 10) + (Buffer Sungai \times 25) + (Tutupan Lahan \times 25) + (Curah Hujan \times 15). Pengskoran dan pembobotan setiap parameter disesuaikan berdasarkan tingkat pengaruh parameter terhadap banjir. Pemberian skor dan bobot pada penelitian ini didasarkan pada penelitian-penelitian sebelumnya. Hasil penjumlahan skor serta bobot keenam parameter kemudian bagi menjadi tiga kelas bahaya banjir. Peta banjir kemudian dioverlay dengan data permukiman untuk memprediksi daerah permukiman yang terdampak banjir. Selengkapnya alur kerja penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Variabel Rawan Banjir

Ketinggian lahan sangat mempengaruhi bahaya banjir disuatu wilayah (Kurnia et al., 2019). Ketinggian lahan yang rendah cenderung lebih rentan terhadap banjir karena air akan mudah menggenangi wilayah tersebut. Sebaliknya, ketinggian lahan yang lebih tinggi akan lebih sulit tergenang banjir. Lahan dengan ketinggian yang lebih tinggi cenderung lebih aman dari banjir karena air akan mengalir ke wilayah yang lebih rendah. Ketinggian lahan juga dapat mempengaruhi kecepatan aliran air selama banjir. Lahan yang lebih tinggi cenderung memiliki aliran air yang lebih cepat, sementara lahan yang lebih rendah dapat memiliki aliran air yang lebih lambat. Ketinggian lahan juga dapat mempengaruhi volume air selama banjir, lahan yang lebih rendah cenderung menampung volume air yang lebih besar, sementara lahan yang lebih tinggi akan menampung volume air yang lebih kecil (Aziza et al., 2021).

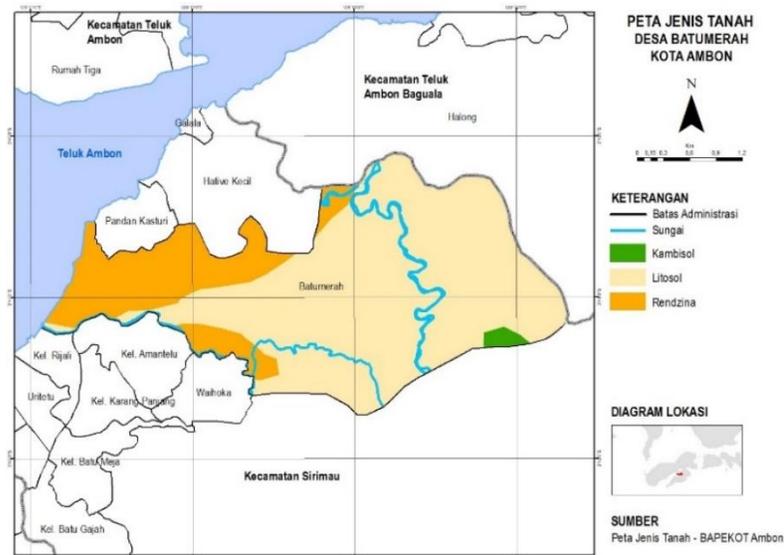
Maka disimpulkan bahwa ketinggian lahan dapat mempengaruhi bahaya banjir, baik dalam hal kemungkinan terjadinya banjir, kecepatan aliran air, volume air, dan dampak banjir pada lahan. Oleh karena itu, perlu dilakukan tindakan pencegahan dan pengendalian banjir pada wilayah yang rentan terhadap banjir. Ketinggian lahan di Desa Batumerah diklasifikasi menjadi lima kelas ketinggian. Berdasarkan gambar 2 diketahui bahwa pada umumnya wilayah Desa Batumerah 97,95% berada diatas > 10 m dpl. Secara spasial ketinggian lahan Desa Batumerah dapat dilihat pada Gambar 2.



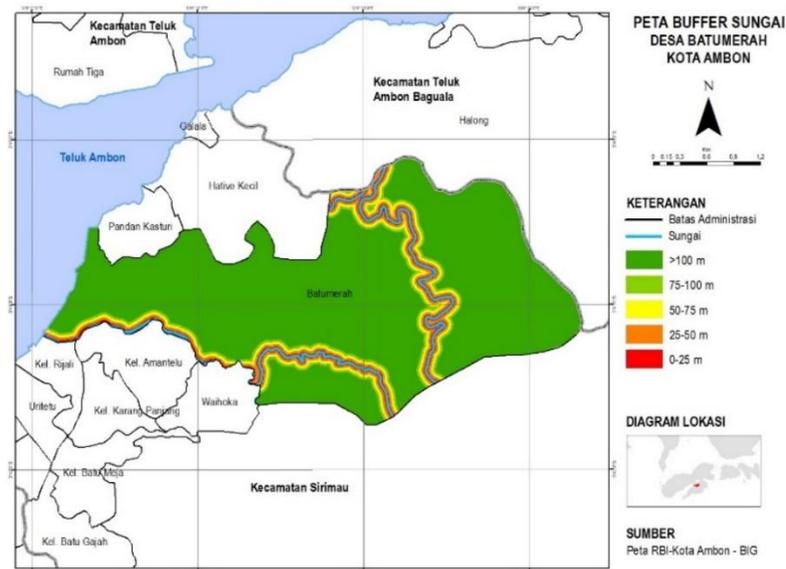
Gambar 2. Peta Ketinggian Lahan

Menurut Liu et al., (2021), jenis tanah tentunya dapat mempengaruhi tingkat banjir yang terjadi di suatu daerah. Permeabilitas tanah menjadi salah satu faktor mempengaruhi terjadinya banjir di suatu wilayah. Tanah yang memiliki kemampuan tinggi untuk menyerap air cenderung mengurangi risiko banjir, karena air dapat meresap ke dalam tanah dengan cepat. Tanah liat yang padat, misalnya, memiliki permeabilitas yang rendah dan cenderung memperburuk banjir.

Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa terdapat tiga jenis tanah yang berada di Desa Batumerah diantaranya jenis tanah kambisol yang memiliki luas 8,62 ha atau sebesar 0,94%, jenis tanah litosol memiliki luas 695,20 ha atau sebesar 76,11% dan jenis tanah rendzina seluas 209,54 ha atau sebesar 22,94%.



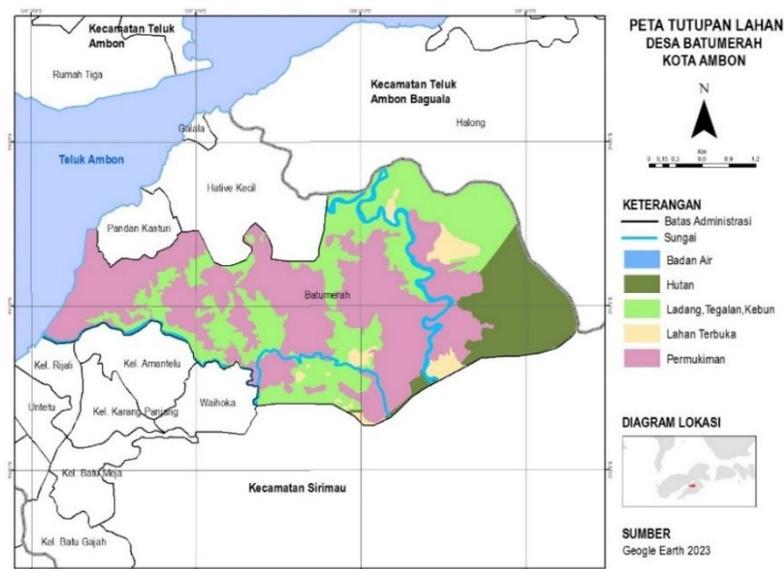
Gambar 3. Peta Jenis Tanah



Gambar 4. Peta Buffer Sungai

Jarak dari sungai sangat mempengaruhi risiko banjir pada suatu wilayah (Rakuasa et al., 2023). Semakin dekat jarak antara wilayah tersebut dengan sungai, semakin besar kemungkinan terkena banjir. Hal ini disebabkan oleh beberapa diantaranya curah hujan yang tinggi pada wilayah yang berada di hulu sungai dapat menyebabkan sungai meluap dan mengakibatkan banjir pada wilayah yang berada di hilir sungai, topografi wilayah yang dekat dengan sungai cenderung lebih datar, sehingga air banjir akan mudah menggenangi wilayah tersebut, dan kualitas drainase pada wilayah yang dekat dengan sungai biasanya lebih buruk, sehingga air banjir sulit untuk mengalir keluar dari wilayah tersebut (Priambodo et al., 2018).

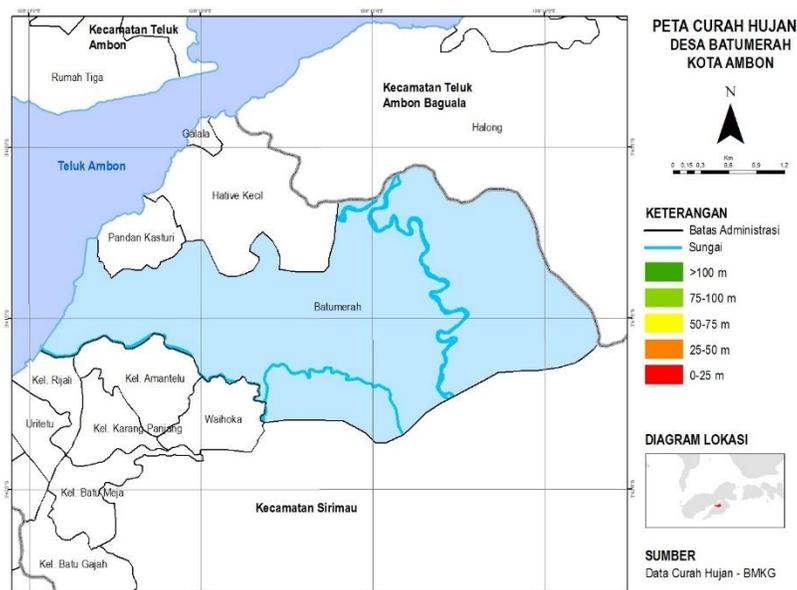
Pada gambar 4 dapat dilihat bahwa daerah yang berjarak >100 m dari sungai memiliki luas 746,36 ha atau sebesar 81,72% dan daerah yang berjarak 0-25 m dari sungai seluas 47,05 ha atau sebesar 5,15%. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan jarak antara wilayah dengan sungai dalam perencanaan dan pengembangan suatu kawasan, termasuk dalam hal pengembangan infrastruktur seperti bangunan, jalan, dan saluran drainase. Hal ini dapat membantu mengurangi risiko banjir pada wilayah tersebut.



Gambar 5. Peta tutupan lahan

Pada gambar 5 dapat dilihat bahwa tutupan lahan permukiman atau lahan terbangun memiliki luas 445,26 ha atau sebesar 48,75%, lahan terbuka seluas 34,18 ha atau sebesar 3,74%, ladang, tegalan, kebun memiliki luas sebesar 304,84 ha atau 33,38%, hutan memiliki luas 120,60 ha atau sebesar 13,20% dan badan air memiliki luas 8,49 ha atau sebesar 0,93%. Menurut Latue & Rakuasa, (2023), penggunaan lahan yang tidak tepat, seperti pembangunan di daerah aliran sungai, dapat mengubah aliran air permukaan dan meningkatkan risiko banjir (Rakuasa & Pakniany, 2022).

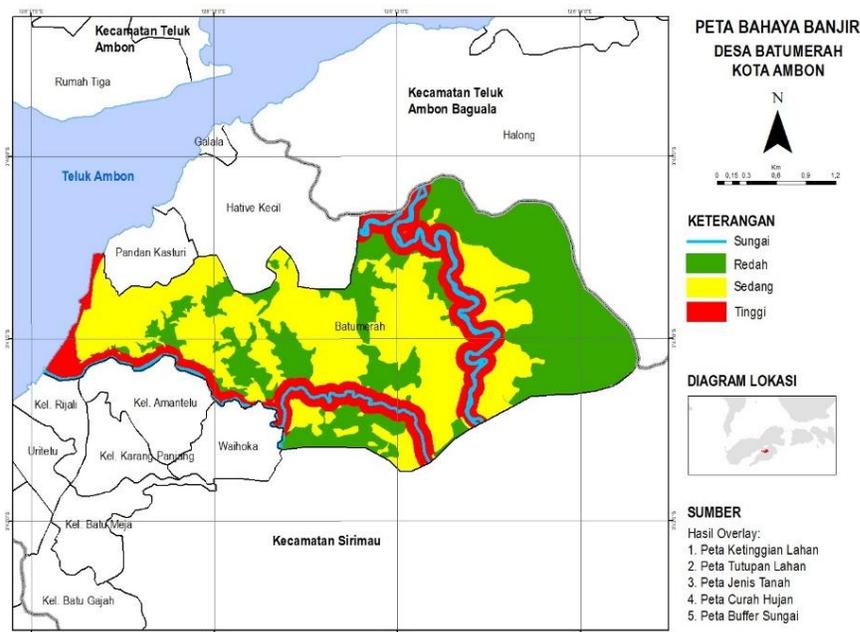
Curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan bencana banjir. Hal ini terjadi karena ketika hujan turun dengan intensitas yang tinggi, air yang jatuh ke permukaan tanah tidak dapat terserap oleh tanah dengan cepat, sehingga air mengalir ke sungai, danau, atau sistem drainase yang terdekat. Jika volume air yang mengalir terlalu besar, maka sistem drainase akan terlalu penuh dan air akan meluap ke permukaan, menyebabkan banjir (Darmawan & Suprayogi, 2017). Selain itu, curah hujan yang tinggi juga dapat memicu tanah longsor, yang dapat memperburuk situasi banjir. Desa Batumerah memiliki termasuk dalam kelas sangat basah dengan jumlah curah hujan > 3000 mm sehingga menyebabkan wilayah ini termasuk dalam kategori sangat rawan banjir.



Gambar 6. Peta Curah Hujan

Tingkat Kerawanan dan Prediksi Daerah Terdampak Banjir

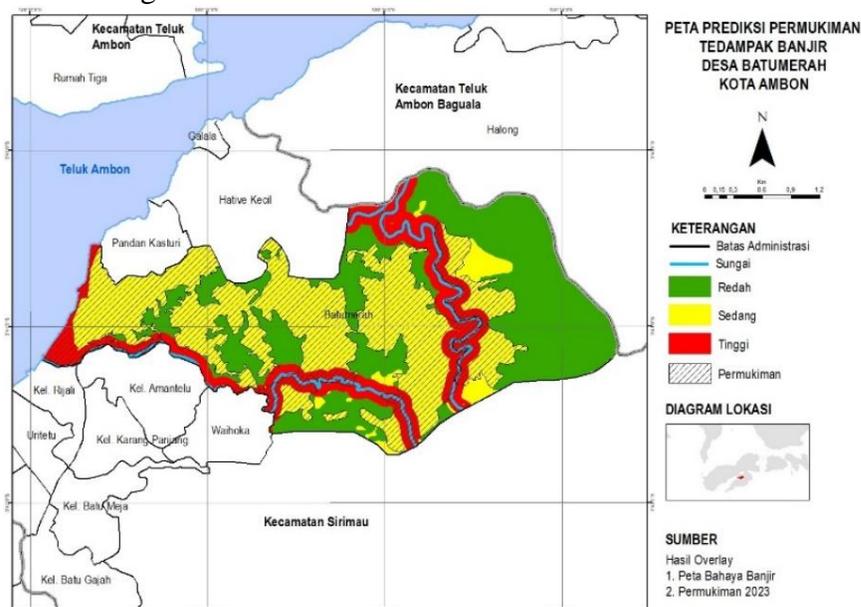
Tingkat kerawanan banjir adalah tingkat risiko atau kemungkinan terjadinya banjir pada suatu daerah atau wilayah. Tingkat kerawanan banjir dapat diukur berdasarkan sejumlah faktor, seperti topografi daerah, kondisi hidrologi, curah hujan, dan penggunaan lahan. Daerah dengan topografi rendah, debit air yang tinggi, dan curah hujan yang tinggi cenderung memiliki tingkat kerawanan banjir yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah yang memiliki topografi lebih tinggi dan curah hujan yang rendah.



Gambar 7. Peta Bahaya Banjir di Desa Batumerah

Hasil penelitian tingkat kerawanan banjir di Desa Batumerah menunjukkan bahwa daerah yang berada pada zona bahaya banjir kelas tinggi yaitu seluas 176,05 ha atau 19,28 %, kelas sedang seluas 387,71 ha atau 42,45 % dan kelas rendah seluas 349,62 ha atau sebesar 38,28 %.

Pada umumnya daerah yang memiliki potensi banjir yang tinggi merupakan daerah yang berada di ketinggian < 2 mdpl, jenis tanah yang didominasi oleh jenis tanah Litosol dan Rendzinal yang memiliki sifat permeabilitas yang rendah, sehingga air hujan yang mengalir tidak dapat diserap oleh tanah dan mudah mengalir ke saluran air. Ini menyebabkan air hujan yang berlebihan mengalir ke lingkungan sekitar dan memicu banjir. Oleh karena itu, wilayah yang memiliki jenis ini memiliki potensi menjadi rawan banjir. Daerah yang rawan banjir di Desa Batumerah pada umumnya adalah daerah yang berada dekat dengan sungai (>25 m). Hal ini didukung oleh pendapat dari Sitorus et al., (2021), yang mengatakan bahwa semakin dekat suatu wilayah dengan sungai, semakin tinggi kemungkinan wilayah tersebut akan terkena banjir ketika sungai meluap atau saat terjadi curah hujan yang tinggi di sekitar wilayah sungai. Oleh karena itu, wilayah yang berdekatan dengan sungai cenderung lebih rawan banjir dibandingkan wilayah yang berada jauh dari sungai.



Gambar 8. Peta Prediksi Permukiman Terdampak Banjir di Desa Batumerah

Permukiman yang terdampak banjir adalah permukiman yang terkena genangan air atau banjir saat terjadi curah hujan yang tinggi atau meluapnya sungai dan danau di sekitarnya (Matondang et al., 2022). Biasanya, permukiman ini terletak di daerah yang rawan banjir dan sering kali mengakibatkan kerugian materiil dan non-materiil bagi warga yang tinggal di sana. Prediksi permukiman terdampak banjir di Desa Batumerah dibagi menjadi tiga kelas yaitu rendah, sedang, tinggi tetapi pada kenyataannya diketahui bahwa permukiman terdampak banjir di Desa Batumerah dari dua kelas yaitu sedang dan tinggi. Kelas sedang pada permukiman terdampak banjir di Desa Batumerah yaitu seluas 359,79 ha (80,80 %) dan kelas tinggi yaitu seluas 85,47 ha atau sebesar 19,20 %.

Hasil pemetaan daerah rawan banjir di Desa Batumerah Kecamatan Sirimau Kota Ambon

menggunakan sistem informasi geografis dapat digunakan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat, dimana dengan adanya pemetaan daerah rawan banjir, masyarakat di Desa Batumerah dapat lebih sadar tentang risiko banjir yang mengancam dan meningkatkan kewaspadaan serta mengambil tindakan pencegahan yang lebih baik. Salah satu manfaat yang lain yaitu meningkatkan kesiapsiagaan dimana pemetaan daerah rawan banjir dapat membantu pihak berwenang dan masyarakat dalam merencanakan langkah-langkah kesiapsiagaan yang efektif, seperti evakuasi dan penyediaan barang-barang kebutuhan darurat, sehingga dapat mengurangi kerugian dan risiko terjadinya bencana banjir. Dengan memetakan daerah rawan banjir dapat meningkatkan kualitas hidup, dimana dengan mengurangi risiko terjadinya bencana banjir, pemetaan daerah rawan banjir dapat membantu meningkatkan kualitas hidup masyarakat di Desa Batumerah dengan mencegah kerugian dan kerusakan akibat banjir. Manfaat lainnya yaitu mempermudah penanganan bencana, dengan pemetaan daerah rawan banjir, pihak berwenang dapat lebih mudah menentukan daerah mana yang harus diutamakan dalam penanganan bencana banjir, sehingga upaya penanganan dan pemulihan dapat dilakukan dengan lebih efektif dan cepat (Rakuasa & Somae, 2022).

KESIMPULAN

Hasil penelitian tingkat kerawanan banjir di Desa Batumerah menunjukkan bahwa daerah yang berada pada zona bahaya banjir kelas tinggi yaitu seluas 176,05 ha atau 19,28 %, kelas sedang seluas 387,71 ha atau 42,45 % dan kelas rendah seluas 349,62 ha atau sebesar 38,28 %. Prediksi permukiman terdampak banjir di Desa Batumerah dibagi menjadi tiga kelas yaitu rendah, sedang, tinggi tetapi pada kenyataannya diketahui bahwa permukiman terdampak banjir di Desa Batumerah dari dua kelas yaitu sedang dan tinggi. Kelas sedang pada permukiman terdampak banjir di Desa Batumerah yaitu seluas 359,79 ha (80,80 %) dan kelas tinggi yaitu seluas 85,47 ha atau sebesar 19,20 %.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu pemerintah dan masyarakat Desa Batumerah dalam memahami dan mengelola risiko banjir dengan lebih efektif. Informasi yang diperoleh dari pemetaan bahaya banjir dapat digunakan sebagai dasar untuk merencanakan tindakan mitigasi dan penanganan bencana yang lebih efektif, serta membangun kesadaran masyarakat tentang risiko banjir dan bagaimana mengatasinya. Dengan demikian, diharapkan dapat mengurangi dampak buruk yang ditimbulkan oleh banjir di Desa Batumerah.

DAFTAR REFERENSI

- Aziza, S.N., Somantri, L., Setiawan, I. (2021). Analisis Pemetaan Tingkat Rawan Banjir di Kecamatan Bontang Barat Kota Bontang Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 9(2), 109–120. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23887/jjppg.v9i2.35173>
- Bates, P. D. (2022). Flood Inundation Prediction. *Annual Review of Fluid Mechanics*, 54(1), 287–315. <https://doi.org/10.1146/annurev-fluid-030121-113138>
- BNPB. (2022). *Satu Korban Jiwa Akibat Banjir di Kota Ambon*. BNPB. <https://bnpb.go.id/index.php/berita/satu-korban-jiwa-akibat-banjir-di-kota-ambon>
- Darmawan, K., & Suprayogi, A. (2017). Analisis tingkat kerawanan banjir di kabupaten sampang menggunakan metode overlay dengan scoring berbasis sistem informasi geografis. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(1), 31–40.

- Febrianto Budi Anggoro. (2022). *Ratusan rumah warga Batu Merah Ambon terendam banjir akibat luapan sungai, turut prihatin*. ANTARANEWS.Com. <https://ambon.antaranews.com/berita/127529/ratusan-rumah-warga-batu-merah-ambon-terendam-banjir-akibat-luapan-sungai-turut-prihatinantaranews.com>
- Kurnia, M. I., Mulki, G. Z., & Firdaus, H. (2019). Pemetaan Rawan Banjir di Kecamatan Pontianak Selatan dan Pontianak Tenggara Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). *PWK Untan*.
- Latue, P. C., & Rakuasa, H. (2023). Analisis Spasial Perubahan Tutupan Lahan Di Das Wae Batugantong, Kota Ambon. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 10(1), 149–155. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2023.010.1.17>
- Liu, W.-C., Hsieh, T.-H., & Liu, H.-M. (2021a). Flood Risk Assessment in Urban Areas of Southern Taiwan. *Sustainability*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/su13063180>
- Liu, W.-C., Hsieh, T.-H., & Liu, H.-M. (2021b). Flood Risk Assessment in Urban Areas of Southern Taiwan. *Sustainability*, 13(6), 3180. <https://doi.org/10.3390/su13063180>
- Mahyunis, Ranti Vidia, Shofiyyah Fauziah Sayuti, Gema Annisa Hermastuti, Dafa Sitanala Putra Baladiah, and I. R. (2021). Pemetaan Daerah Potensi Rawan Banjir Dengan Sistem Informasi Geografi Metode Weighted Overlay Di Kelurahan Keteguhan. *Buguh: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(3).
- Matondang, M. A., Perwira Mulia, A., & Faisal, M. (2022). Analisa Area Genangan Banjir Sungai Babura Berbasis Hec-Ras dan Gis. *Jurnal Health Sains*, 3(1), 180–201. <https://doi.org/10.46799/jsa.v3i1.381>
- Nuryanti, N., Tanesib, J. L., & Warsito, A. (2018). Pemetaan Daerah Rawan Banjir dengan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Kupang Timur Kabupaten Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Fisika: Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 3(1), 73–79.
- Parlindungan Tambunan, M. (2018). Characteristic of rainfall in the flood period in DKI Jakarta in 1996, 2002, and 2007. *MATEC Web of Conferences*, 229, 02012. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201822902012>
- Priambodo, I., Tambunan, M. P., & Kusratmoko, E. (2018). Spatial and statistical analysis on the cause of flooding in Northwest Jakarta floodplain (Kapuk and Penjaringan Districts). *MATEC Web of Conferences*, 229, 04008. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201822904008>
- Puno, G. R., Amper, R. A. L., Opiso, E. M., & Cipriano, J. A. B. (2020). Mapping and analysis of flood scenarios using numerical models and GIS techniques. *Spatial Information Research*, 28(2), 215–226. <https://doi.org/10.1007/s41324-019-00280-2>
- Rakuasa, H., & Pakniany, Y. (2022). Spatial Dynamics of Land Cover Change in Ternate Tengah District, Ternate City, Indonesia. *Forum Geografi*, 36(2), 126–135. <https://doi.org/DOI:10.23917/forgeo.v36i2.19978>
- 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., 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/DOI: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>
- Rakuasa, H., Sihasale, D. A., & Latue, P. C. (2022). Model Tutupan Lahan di Daerah Aliran Sungai Kota Ambon Tahun 2031: Studi Kasus DAS Wai Batu Gantung, Wai Batu Gajah, Wai Tomu, Wai Batu Merah Dan Wai Ruhu. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 9(2), 473–486. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2022.009.2.29>
- Rakuasa, H., 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>
- Rakuasa, H., Somae, G. (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>
- Sitorus, I. H. O., Bioresita, F., & Hayati, N. (2021). Analisa Tingkat Rawan Banjir di Daerah Kabupaten Bandung Menggunakan Metode Pembobotan dan Scoring. *Jurnal Teknik ITS*, 10(1), C14-C19.
- Sugandhi, N., Supriatna, S., Kusratmoko, E., & Rakuasa, H. (2022). Prediksi Perubahan Tutupan Lahan di Kecamatan Sirimau, Kota Ambon Menggunakan Celular Automata-Markov Chain. *JPG (Jurnal Pendidikan Geografi)*, 9(2), 104–118. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.20527/jpg.v9i2.13880>