

ANALISIS POTENSI BENCANA BANJIR DI DAERAH SAUKOREM DISTRIK AMBERBAKEN KABUPATEN TAMBRAUW PROVINSI PAPUA BARAT DAYA

Alfons Warijo^{1*}, Erikha M Mayzarah¹, Eric A Patandianan¹

¹Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan Universitas Papua,
Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik Universitas Papua
Jl. Gunung Salju Amban Manokwari
Telp./Fax. 081248689758
Penulis Korespondensi: warijoalfons@gmail.com

Abstract

Floods are hydrometeorological disasters that frequently occur in Southwest Papua Province, including Tambrau Regency. This research was conducted in January – July 2024 in Saukorem Village, Tambrau Regency, West Papua Province. The research area is located at the coordinates 0° 34' 00" South Latitude - 133° 12' 00" East Longitude. This research employed the overlay method with weighting and scoring based on several key parameters such as distance from the river, land use, type of lithology, altitude, slope, and rainfall. The result reveals that the highest flood potential covers an area of 220,9 ha (hectares) or 2,8% of the total area. Moderate flood potential has 683 ha (hectares) representing 8,7% area, while the low flood area accounts for 1202.6 ha (hectares) or 15,3%. Area with negligible potential for flooding covering 4930.5 ha (hectares) with a percentage of 62,8%, followed by areas with no flood potential which cover 811.1 ha (hectares) or 10,4%.

Keywords: *Floods, Saukorem, Overlay*

Abstrak

Banjir merupakan bencana hidrometeorologi yang sering terjadi di Provinsi Papua Barat Daya, salah satunya di Kabupaten Tambrau. Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari–Juli 2024 di Kampung Saukorem, Kabupaten Tambrau, Provinsi Papua Barat, pada koordinat 0° 34' 00" LS - 133° 12' 00" BT. Penelitian ini menggunakan metode *Overlay*/tumpang tindih dengan pemberian bobot dan skoring berdasarkan beberapa parameter seperti jarak dari sungai, penggunaan lahan, jenis litologi, ketinggian, kemiringan lereng, dan curah hujan. Dari hasil analisis ditemukan bahwa area berpotensi bencana banjir tertinggi memiliki luas 220,9 ha (hektare) dengan persentase 2,8 %, tingkat berpotensi bencana banjir memiliki 683 luas ha (hektare) atau 8,7 %. Tingkat cukup berpotensi memiliki luas 1202,6 ha (hektare) dengan persentase 15,3 %, tingkat tidak berpotensi banjir memiliki luas 4930,5 ha (hektare) dengan persentase 62,8 % dan tingkat sangat tidak berpotensi banjir memiliki luas 811.1 ha (hektare) dengan persentase 10,4%.

Kata kunci: Banjir, Saukorem, Tumpang tindih

PENDAHULUAN

Salah satu bencana yang kerap terjadi setiap tahun di Indonesia adalah banjir. Banjir merupakan salah satu bencana yang dapat terjadi di mana saja, hampir di seluruh permukaan daratan di belahan bumi ini (Rosyida, et al., 2018). Banjir adalah kondisi ketika aliran sungai meluap akibat volume air yang melebihi daya tampung sungai, sehingga mengakibatkan air meluap dan menggenangi daerah dataran rendah di sekitarnya. Banjir juga didefinisikan sebagai bencana alam hidrometeorologi yang menimbulkan genangan air di permukaan bumi dan sering kali menimbulkan kerugian materil bagi masyarakat dan yang paling parah menimbulkan korban jiwa.

Banjir umumnya terjadi di wilayah pesisir, aliran sungai, dan permukiman padat penduduk dengan drainase yang buruk (Teng, et al., 2023).

Perubahan iklim dapat meningkatkan kerentanan banjir di wilayah tersebut (Fofana et al., 2022). Sebagian wilayah di bumi mengalami peningkatan intensitas dan frekuensi hujan dan sebagian lainnya mengalami kekeringan akibat perubahan iklim (Adunya & Bentri, 2020). Hal ini membuat wilayah yang terkena peningkatan curah hujan lebih rentan terhadap banjir. Kerentanan juga akan meningkat apabila kondisi lingkungan menghambat infiltrasi air limpasan ke dalam tanah. Kondisi lingkungan yang mempengaruhi banjir antara lain tata guna lahan, kemiringan lereng, ketinggian, drainase dan jenis tanah (Desalegn & Mulu, 2021). Komponen-komponen tersebut penting untuk diperhatikan dalam penyusunan peta potensi bencana banjir sebagai dasar mitigasi.

Penerapan SIG sebagai alat observasi dapat memudahkan pemetaan wilayah yang memiliki

tingkat kerawanan banjir. Dalam analisis menggunakan SIG metode *Overlay* digunakan untuk mengidentifikasi parameter banjir, meliputi kemiringan lereng, elevasi, jenis litologi, curah hujan, tata guna lahan, dan jarak dari sungai. Dengan demikian, metode tersebut memungkinkan informasi spasial, khususnya yang terkait dengan penentuan tingkat kerawanan banjir disajikan dengan akurat. Selain itu, SIG juga dapat digunakan untuk menganalisis dan mengumpulkan informasi baru pada wilayah yang sering menjadi sasaran banjir (Nurdiawan, 2018). Sementara itu, pemanfaatan teknologi penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis melalui analisis pemetaan digital spasial memungkinkan identifikasi wilayah yang berpotensi terkena banjir secara cepat dan akurat.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi bencana banjir di Kampung Saukorem. Hal ini dilakukan karena daerah tersebut belum pernah diobservasi secara detail terkait bencana banjir, meskipun Kampung Saukorem berada di dekat Induk Sungai. Selain itu, Kampung Saukorem memiliki litologi endapan aluvial. Dimana litologi tersebut memiliki permukaan yang landai sehingga lebih rentan terhadap banjir, mengingat sifat air yang akan menyebar ke segala arah pada permukaan yang datar dan kemampuan menyimpan air yang minim

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari – Juli 2024 di Kampung Saukorem, Kabupaten Tambrau, Provinsi Papua Barat pada koordinat 133°6'40" BT - 133°11'05"BT dan 0°33'05" LS - 0°39'00" LS. Penelitian ini menggunakan metode *Overlay*/tumpang tindih. Metode ini merupakan salah

satu metode dalam analisis spasial yaitu dengan proses penggabungan antara suatu peta digital dengan peta digital lainnya yang kemudian akan menghasilkan peta digital baru berdasarkan dengan data atributnya

sehingga menghemat tampilan *layer* saat proses analisis spasial (Fauzi, 2022). Selain itu, penelitian ini menggunakan metode pembobotan dan skoring. Pembobotan adalah pemberian bobot pada peta digital dari masing-masing parameter yang berpengaruh terhadap bencana banjir. Penentuan bobot pada masing-masing peta tematik didasari oleh pertimbangan baik secara objektif/kuantitatif dengan menggunakan perhitungan statistik, maupun secara kualitatif berdasarkan pertimbangan tertentu yang dilandasi suatu pemahaman tentang proses tersebut sebagaimana kemungkinan terjadi banjir dipengaruhi oleh setiap parameter geografis yang sudah ditentukan dan akan digunakan dalam melakukan analisis SIG (Suhardiman, 2012). Demikian juga skoring adalah pemberian nilai total terhadap tiap kelas pada masing-masing parameter pengaruh kelas, terhadap sebuah kejadian yang mempengaruhi pemberian skor. Dalam mendapatkan skor atau nilai total diperlukan pemberian nilai terlebih dahulu pada setiap kelas masing-masing parameter yang kemudian akan dikalikan dengan bobot sehingga hasil akhir dari operasi perkalian tersebut berupa nilai total atau biasa dikenal dengan skor. Pemberian nilai pada tiap kelas masing-masing parameter adalah 1-5, sedangkan dalam pemberian bobot bergantung pada seberapa besar pengaruh dari setiap parameter terhadap tingkat kerawanan banjir (Matondang, 2013). Bobot dan skoring tiap parameternya disajikan pada tabel 1.

Tabel 1 Bobot dan Skor tiap Parameter Penelitian

No	Parameter	Kriteria	Skoring	Bobot
1	Curah Hujan (Hardianto, 2020)	Sangat Tinggi >500 mm	5	5%
		Tinggi 300-500 mm	4	
		Sedang 100-300 mm	3	
		Rendah 0-100 mm	1	
2	Litologi	Aluvial	5	20%
		Sedimen	3	
		Vulkanik	1	
3	Kelerengan (Van Zuidam, 1985)	Datar-Landai 0 – 7%	5	25%
		Bergelombang 8 – 20%	4	
		Berbukit Terjal 21 – 55%	3	
		Pegunungan Sangat Terjal 56 – 140%	2	
		Pegunungan Sangat Curam >140%	1	
4	Ketinggian (Van Zuidam, 1985)	0 – 5 m	5	30%
		5 – 50 m	4	
		50 – 75 m	3	
		75 – 200 m	2	
		200 – 300 m	1	
5	Penggunaan Lahan	Pemukiman	5	10%
		Ladang/Kebun	4	

No	Parameter	Kriteria	Skoring	Bobot
6	Jarak Dari Sungai (Hardianto, 2020)	Semak Belukar	3	30%
		Sawah/Tambak	2	
		Hutan	1	
		0 – 50 m	5	
		50 – 100 m	4	
		100 – 200 m	3	
		200 – 300 m	1	

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelerengan

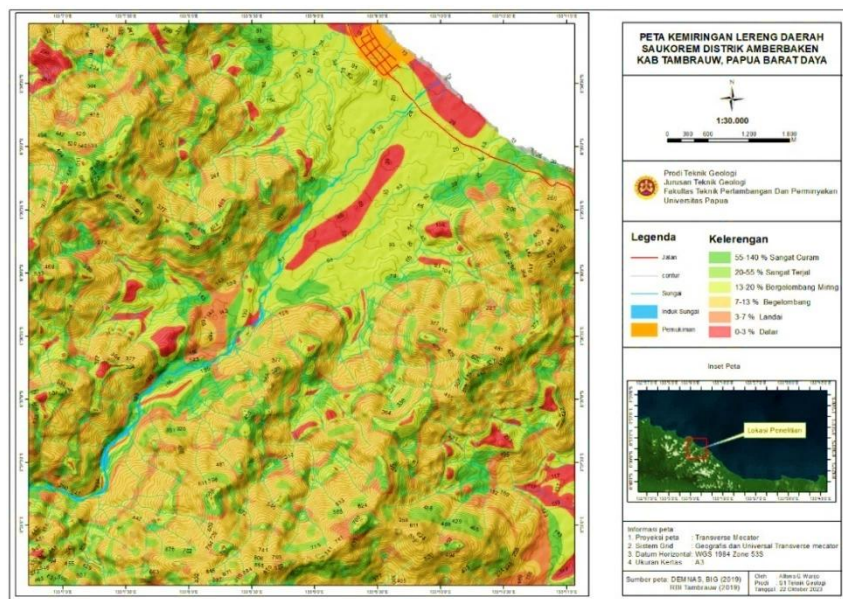
Kemiringan merupakan sudut bidang atau gradien yang diukur dari tingkat perubahan elevasi pada suatu lokasi (Zhu, 2016). Menurut Chakraborty & Mukhopadhyay (2019), kemiringan dan elevasi dianggap sebagai faktor pembentuk bencana karena memiliki peran penting dalam mengubah bahaya banjir menjadi bencana. Keduanya merupakan faktor topografi yang penting (Das, 2018). Kemiringan pada suatu wilayah akan mempengaruhi kecepatan aliran, laju limpasan, dan infiltrasi, sehingga dapat berdampak pada terjadinya banjir (Rahmati et al., 2016). Pada wilayah dengan gradien kemiringan yang tinggi, aliran air juga akan bergerak cepat sehingga proses infiltrasi berkurang. Sebaliknya, ketika aliran air berada pada gradien kemiringan yang rendah atau datar, air akan terkumpul dan menggenang.

Kelerengan	Keterangan	Luas (Ha)
3 – 7 %	Landai	736,9
7 – 13 %	Bergelombang	3081
13 – 20 %	Bergelombang Miring	1954,8
20 – 55 %	Sangat Terjal	562,1
55 – 140 %	Sangat Curam	971,4

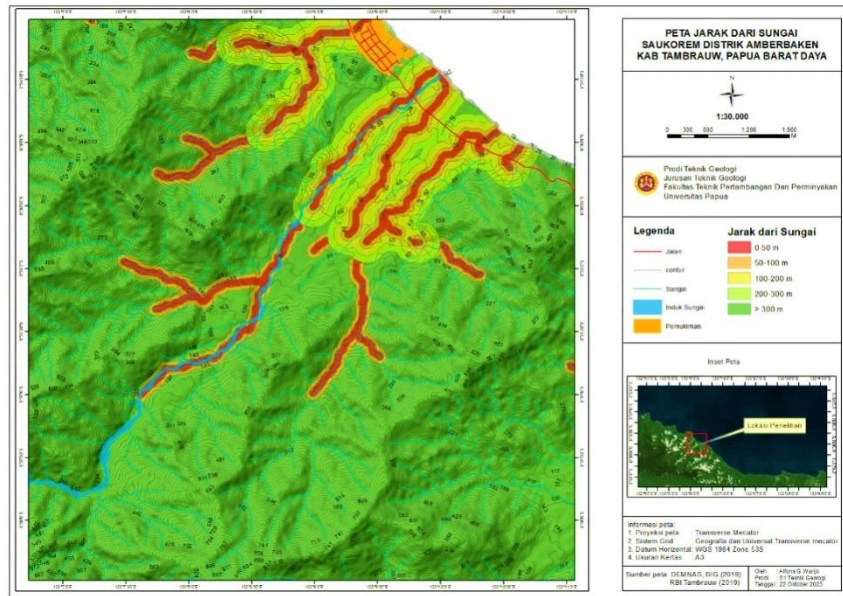
Berdasarkan Gambar 1 dan tabel 2, dapat dilihat bahwa Kampung Saukorem memiliki 6 Jenis Kemiringan lereng yaitu 0 – 3% (datar), 3 – 7% (landai), 7 - 13% (bergelombang), 13 – 20% (bergelombang miring), 20 – 55% (Sangat Terjal), >55% (sangat curam). Berdasarkan tabel 2, Daerah datar seluas 451 Hektare, Daerah landai seluas 736,9 Hektare, daerah bergelombang seluas, 3081 Hektare, daerah bergelombang miring seluas 1954,8 Hektare, daerah sangat terjal seluas 562,1 dan daerah sangat curam seluas 971,4. Kemiringan Lereng paling tinggi yaitu kelerengan 13-20% dan paling rendah pada kelerengan 0-3 %.

Tabel 2 Luas Daerah Saukorem Berdasarkan Kelerengan

Kelerengan	Keterangan	Luas (Ha)
0 – 3 %	Datar	451



Gambar 1 Peta Kelerengan Daerah Saukorem



Gambar 2 Peta Jarak dari Sungai Daerah Saukorem

Jarak dari Sungai

Ketika sungai meluap, daerah yang paling dekat dengan sungai merupakan daerah yang paling terdampak banjir (Fernández & Lutz, 2010). Sungai merupakan titik terendah suatu daerah. Ketika jarak dari sungai semakin jauh, maka kemiringan dan elevasinya juga akan semakin meningkat, sehingga daerah yang jauh dari sungai akan memiliki kerentanan yang rendah terhadap kejadian banjir (Das, 2018). Jarak dari sungai pada beberapa penelitian sebelumnya merupakan variabel yang paling signifikan dalam pemetaan banjir, sehingga memiliki bobot skor tertinggi dibandingkan dengan variabel lainnya (Handini et al., 2021; Olii et al., 2021; Ajjur & Mogheir, 2020).

Berdasarkan Gambar 2 dan tabel 3, dapat dilihat bahwa Zona Jarak dari sungai yang analisa pada Kampung Saukorem dibagi menjadi beberapa kelas dimana zona yang berwarna merah dengan jarak persentase 0 - 50m seluas 463 ha, zona berwarna kuning dengan jarak persentase 51 – 100m seluas 457,5 ha, zona yang berwarna hijau muda dengan jarak persentase 101-20 m seluas 287 ha, dan zona berwarna hijau tua dengan jarak persentase 200-300m seluas 240 ha.

Tabel 3 Luas Daerah Saukorem Berdasarkan Jarak dari Sungai

Jarak Dari Sungai	Luas (Ha)
0 – 50 m	463
50 – 100 m	457,5
100 – 200 m	287
200 – 300 m	240

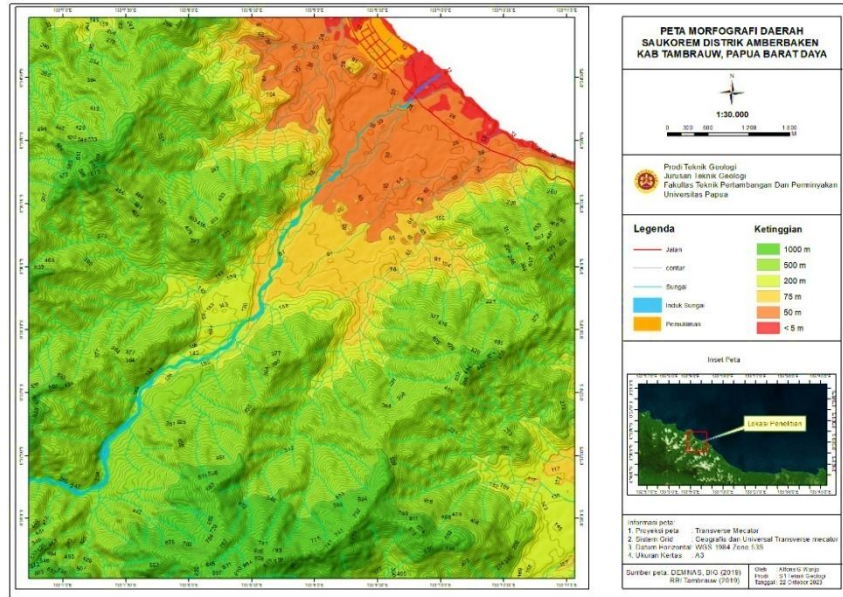
Ketinggian

Ketinggian tempat sangat berpengaruh terhadap penyebaran banjir, terutama terhadap arah pergerakan banjir dan kedalaman genangan (Hammami et al., 2019). Prinsip pergerakan air adalah dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah, sehingga tempat yang lebih rendah dengan lereng yang datar akan lebih rentan terhadap banjir (Das & Pardeshi, 2018).

Tabel 4 Luas Daerah Saukorem Berdasarkan Ketinggian

Ketinggian	Luas (Ha)
0 – 5 m	138
5 – 50 m	703,6
51 – 75 m	760,4
76 – 200 m	983,3
201 – 500 m	4195
>500 m	1028

Berdasarkan Gambar 3 dan tabel 4, dapat dilihat bahwa Ketinggian yang terdapat pada Kampung Saukorem dibagi menjadi 6 kelas. Daerah ketinggian <5meter ditandai dengan warna merah seluas 138 Hektare, ketinggian 6 – 50 meter ditandai dengan warna orange seluas 703,6 Hektare, ketinggian 51 – 75 meter ditandai dengan warna kuning seluas 760,4 Hektare, ketinggian 75 – 200 meter ditandai dengan warna hijau muda seluas 983,3 Hektare, ketinggian 201 – 500 meter ditandai dengan warna hijau seluar 4195 Hektare dan ketinggian >500 meter ditandai dengan warna hijau tua seluas 1028 Hektare. Kampung Saukorem didominasi oleh ketinggian 201 – 500 meter atau berbukit terjal.

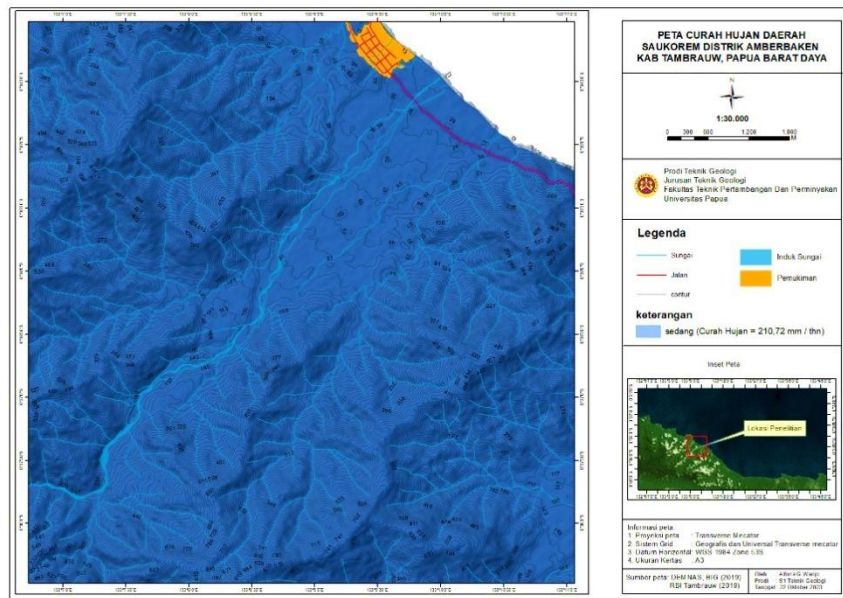


Gambar 3 Peta Ketinggian Daerah Saukorem

Curah Hujan

Curah hujan merupakan parameter penting dalam penilaian banjir (Parsian et al., 2021). Curah hujan merupakan salah satu faktor utama penyebab terjadinya banjir. Jumlah curah hujan yang lebih dari rata-rata biasanya menjadi pemicu terjadinya banjir (Handoyo et al., 2016). Curah hujan yang tinggi dan tidak diikuti dengan saluran drainase yang baik akan memicu terjadinya banjir. Curah hujan memiliki hubungan antara aliran permukaan dengan erosi.

Semakin besar curah hujan maka semakin besar pula laju aliran permukaan dan erosi, dimana peningkatan laju aliran permukaan akan meningkatkan potensi terjadinya banjir. Kelas curah hujan sedang dan basah memiliki peluang yang sama untuk terjadinya banjir, dan hal ini sangat bergantung pada karakteristik lahan itu sendiri serta pengelolaan drainase suatu wilayah dalam mengendalikan dan menekan limpasan air saat hujan (Rosyida et al., 2018).



Gambar 4 Peta Curah Hujan Daerah Saukorem

Tabel 5. Luas Daerah Saukorem Berdasarkan Curah Hujan

Curah Hujan	Luas (ha)
Sedang (210 mm)	7660,1

Berdasarkan Gambar 4 dan Tabel 5, dapat dilihat bahwa curah hujan pada Kampung Saukorem memiliki 1 kelas tingkat curah hujan setiap tahun, yang mana daerah terluas dengan tingkat curah hujan tahunan-nya yaitu sebesar 175-274 mm/thn. Dengan demikian, Kampung Saukorem memiliki tingkat curah hujan tahunan tertinggi sebesar 215-274

mm/thn dan tingkat curah hujan tahunan terendah berada <100 mm/ thn. Berdasarkan rentang curah hujan tersebut, maka tingkat intensitas curah hujan di kampung saukorem masuk dalam kategori sedang dengan rata-rata 210 mm setiap 5 tahunnya.

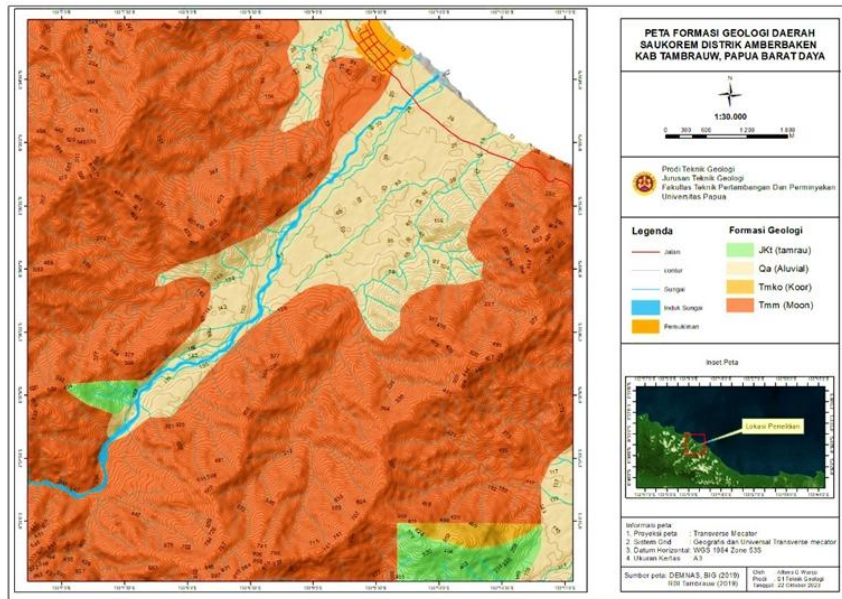
Jenis litologi

Berdasarkan Gambar 4 dan Tabel 5, dapat dilihat bahwa Jenis litologi (Andesit, aglomerat, Breksi) terdapat pada daerah Saukorem terbagi dalam beberapa formasi, dimana kawasan berwarna krem merupakan Dataran Aluvial (Qa) didominasi oleh litologi aluvial, kawasan dengan warna jingga tua merupakan Gunungapi Moon (Tmm) didominasi oleh litologi vulkanik, sedangkan kawasan berwarna hijau merupakan Formasi Tambrauw didominasi oleh

litologi Batupasir hingga meta sedimen dan kawasan warna jingga merupakan Formasi Koor (TmKo) didominasi oleh litologi sedimen. Formasi Aluvial seluas 1600 Hektare, Formasi Koor seluas 47,8 Hektare, formasi Tambrauw seluas 205 Hektare dan Formasi Moon seluas 5939 Hektare.

Tabel 6 Luas Daerah Saukorem Berdasarkan Formasi Geologi

Litologi	Simbol	Luas (Ha)
Aluvial	Qa	1600
Sedimen	Tmko	47,8
Vulkanik	JKt	205
Vulkanik	Tmm	5939



Gambar 3 Peta Geologi Daerah Saukorem

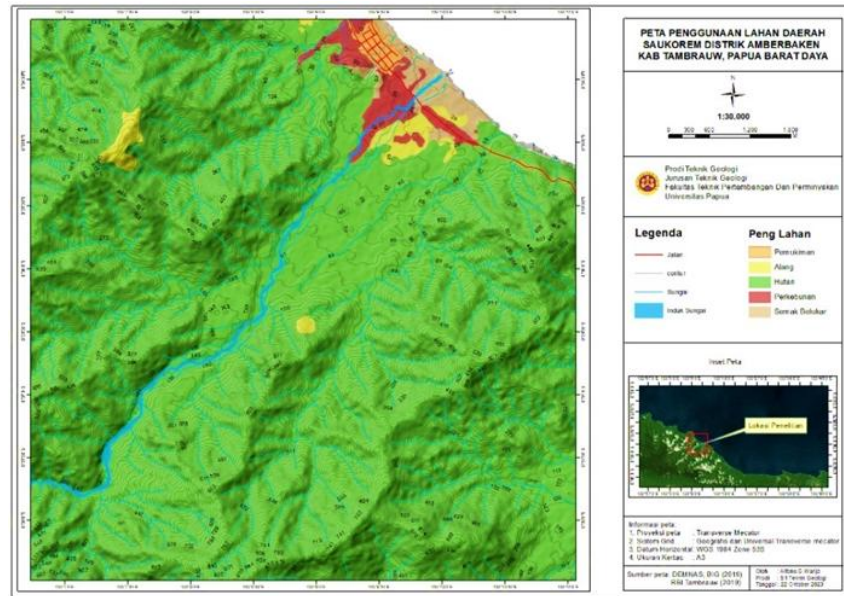
Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan juga merupakan aspek penting dari kerentanan banjir, penilaian risiko banjir, dan pengelolaan. Penggunaan lahan dan tutupan lahan merupakan faktor penting dalam menilai kerentanan terhadap risiko banjir, karena keduanya mempengaruhi jumlah air yang mengalir ke suatu wilayah. Misalnya, wilayah yang ditutupi beton atau aspal memiliki tingkat infiltrasi yang rendah, sehingga meningkatkan kemungkinan terjadi banjir dan paparan, sementara wilayah yang ditutupi rumput atau vegetasi memiliki tingkat infiltrasi yang tinggi, sehingga mengurangi risiko kerentanan banjir (Ibrahim et al., 2024). Identifikasi pemanfaatan lahan sangat penting dalam menentukan zonasi daerah rawan banjir di suatu wilayah. Pemanfaatan lahan yang tidak terencana dan tidak berkelanjutan, ditambah dengan pembangunan infrastruktur, akan meningkatkan risiko banjir di daerah rawan banjir, terutama di daerah perkotaan (Ibrahim et al., 2024; Mohajervatan et al., 2021).

Tabel 7 Luas Daerah Saukorem Berdasarkan Penggunaan Lahan

Penggunaan Lahan	Luas (Ha)
Pemukiman	34,6
Perkebunan	120
Alang	101
Semak Belukar	84,5
Hutan	7337,8

Berdasarkan Gambar 6 dan Tabel 7, dapat dilihat bahwa penggunaan lahan di daerah penelitian sebanyak 5 yaitu pemukiman, perkebunan, alang, semak belukar dan hutan. Pemukiman ditandai dengan warna jingga seluar 34,6 Hektare, lahan perkebunan ditandai dengan warna merah seluas 120 Hektare, alang ditandai dengan warna kuning seluas 101 Hektare, semak belukar ditandai dengan warna coklat muda seluas 84,5 Hektare dan lahan hutan ditandai dengan warna hijau seluas 7337,8 Hektare. Daerah Saukorem didominasi oleh penggunaan lahan hutan



Gambar 6 Peta Penggunaan Lahan Daerah Saukorem

Tabel 8 Total Bobot tiap Parameter Banjir

Kriteria	Skoring	Bobot	Bobot Total
Curah Hujan			
Sedang 100-300 mm	3	5%	15%
Litologi			
Aluvial (Qa)	5		100
Sedimen (Tmko)	3	20%	60
Vulkanik (JKt)	1		20
Vulkanik (Tmm)	1		20
Kelerengan			
0 – 3 %	5		125
3 – 7 %	5		125
7 – 13 %	4	25%	100
13 – 20 %	3		75
20 – 55 %	2		50
55 – 140 %	1		25
Ketinggian			
< 5 m	5		150
6-50 m	5		150
51-75 m	4	30%	120
76-200 m	3		90
201-500 m	2		60
> 500 m	1		30
Penggunaan Lahan			
Pemukiman	5		50
Perkebunan	4		40
Alang	3	10%	30
Semak Belukar	2		20
Hutan	1		10
Jarak dari Sungai			
0 – 50 m	5		150
50 – 100 m	4	30%	120
100 – 200 m	3		90
200 – 300 m	1		30

Potensi Bencana Banjir di Daerah Saukorem

Peta Zonasi potensi bencana banjir di Kampung Saukorem dihasilkan dari tumpang tindih beberapa parameter yaitu curah hujan, jenis litologi, kemiringan lereng, ketinggian, penggunaan lahan,

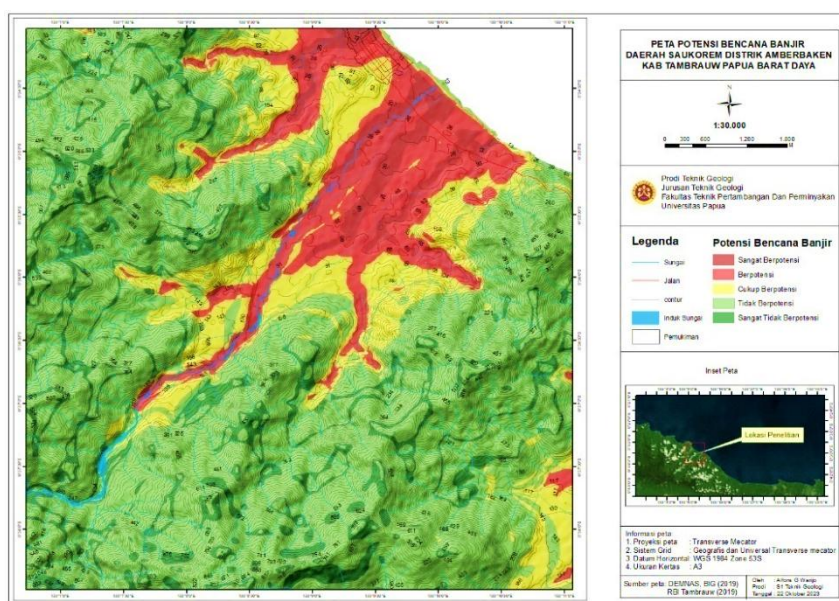
dan jarak dari sungai. Total Bobot tiap parameter dapat dilihat pada tabel 8. Sesuai dengan pemberian skor dan bobot didapatkan hasil bobot total dengan nilai bobot total tertinggi yakni 540, sedangkan nilai terendah adalah 20, pada interval sebesar 114.

Tabel 9 Kelas Potensi Bencana Banjir daerah Penelitian

No	Kelas	Interval	Luas (Ha)	%
1	Sangat tidak berpotensi	20 - 124	811	10,4
2	Tidak Berpotensi	124 - 228	4930,5	62,8
3	Cukup Berpotensi	228 - 332	1202,6	15,3
4	Berpotensi	332 - 436	683	8,7
5	Sangat Berpotensi	436 - 540	220,9	2,8
Total			7848	100

Berdasarkan Gambar 7 dan Tabel 9, dapat dilihat bahwa kelas sangat berpotensi ditandai dengan warna merah marun seluas 220,9 *Hektare*, kelas berpotensi ditandai dengan warna merah seluas 683 *Hektare*, kelas cukup berpotensi ditandai dengan warna kuning seluas 1202,6 *Hektare*, kelas tidak berpotensi diwarnai dengan warna hijau muda seluas 4930,5

Hektare, dan kelas sangat tidak berpotensi ditandai dengan warna hijau tua seluas 811 *Hektare*. Kelas tidak berpotensi banjir mendominasi daerah Saukorem kemudian diikuti dengan kelas cukup berpotensi banjir. Sedangkan, daerah pemukiman di Kampung Saukorem terdapat pada kelas berpotensi banjir dan sangat berpotensi banjir.



Gambar 4 Peta Potensi Bencana Banjir Daerah Saukorem

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diatas maka disimpulkan bahwa tingkat sangat berpotensi bencana banjir memiliki luas 220,9 *Hektare* dengan persentase sebesar 2,8 %, tingkat berpotensi bencana banjir memiliki luas 683 *Hektare* atau 8,7 %, tingkat cukup berpotensi memiliki luas 1202,6 *Hektare* atau 15,3 %, tingkat tidak berpotensi banjir memiliki luas 4930,5 *Hektare* dengan rasio 62,8 % dan tingkat sangat tidak berpotensi banjir yang memiliki luas 811.1 *Hektare* atau 10,4 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Adunya, T., & Benti, F. (2020). **The impacts of climate-induced agricultural drought on four cereal crops: a case study in Bako Tibe District, Oromia National Regional state, Ethiopia.**
- Ajjur, S. B., & Mogheir, Y. K. (2020). **Flood hazard mapping using a multi-criteria decision analysis and GIS (case study Gaza Governorate, Palestine).** *Arabian Journal of*

Geosciences, 13(2).
<https://doi.org/10.1007/s12517-019-5024-6>.

- Al Fauzi, R. (2022). **Analisis tingkat kerawananbanjir Kota Bogor menggunakan metode overlay dan scoring berbasis sistem informasi geografis.** *Geomedia: Majalah Ilmiah dan Informasi Kegeografian*, 20(2), 96-107.
- Chakraborty, S., & Mukhopadhyay, S. (2019). **Assessing flood risk using analytical hierarchyprocess (AHP) and geographical information system (GIS): application in Coochbehardistrict of West Bengal, India.** *Natural Hazards*, 99(1), 247–274.
<https://doi.org/10.1007/s11069-019-03737-7>.
- Das, S. (2018). **Geographic information system and AHP-based flood hazard zonation ofVaitarna basin, Maharashtra, India.** *Arabian Journal of Geosciences*, 11(19).
<https://doi.org/10.1007/s12517-018-3933-4>.
- Das, S., & Pardeshi, S. D. (2018). **Comparative analysis of lineaments extracted**

- from Cartosat, SRTM and ASTER DEM: a study based on four watersheds in Konkan region, India. *Spatial Information Research*, 26 (1), 47–57. <https://doi.org/10.1007/s41324-017-0155-x>
- Desalegn, H., & Mulu, A. (2021). **Flood vulnerability assessment using GIS at Fetam watershed, upper Abbay basin, Ethiopia.** *Heliyon*, 7(1).
- Fernández, D. S., & Lutz, M. A. (2010). **Urban flood hazard zoning in Tucumán Province, Argentina, using GIS and multicriteria decision analysis.** *Engineering Geology*, 111(1–4), 90–98. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2009.12.006>
- Fofana, M., Adoukpe, J., Larbi, I., Hounkpe, J., Koubodana, H. D. N., Toure, A., ... & Limantol, A. M. (2022). **Urban flash flood and extreme rainfall events trend analysis in Bamako, Mali.** *Environmental Challenges*, 6, 100449.
- Hammami, S., Zouhri, L., Souissi, D., Souei, A., Zghibi, A., Marzougui, A., & Dlala, M. (2019). **Application of the GIS based multi-criteria decision analysis and analytical hierarchy process (AHP) in the flood susceptibility mapping (Tunisia).** *Arabian Journal of Geosciences*, 12 (21). <https://doi.org/10.1007/s12517-019-4754-9>.
- Handini, D. R., Hidayah, E., & Halik, G. (2021). **Flash Flood Susceptibility Mapping at Andungbiru Watershed, East Java Using AHP-Information Weighted Method.** *Geosfera Indonesia*, 6(2), 157–172. <https://doi.org/https://doi.org/10.19184/geosi.v6i2.24173>.
- Ibrahim, M., Huo, A., Ullah, W., Ullah, S., Ahmad, A., & Zhong, F. (2024). **Flood vulnerability assessment in the flood prone area of Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan.** *Frontiers in Environmental Science*, 12, 1303976.
- Handoyo, G., Suryoputro, A. A., & Subardjo, P. (2016). **Genangan Banjir Rob Di Kecamatan Semarang Utara.** *Jurnal Kelautan Tropis*, 19(1), 55–59.
- Matondang, J. P., Kahar, S., & Sasmito, B. (2013). **Analisis zonasi daerah rentan banjir dengan pemanfaatan sistem informasi geografis (Studi kasus: Kota Kendal dan Sekitarnya).** *Jurnal Geodesi Undip*, 2(2).
- Mohajervatan, A., Tavakoli, N., Khankeh, H., Raeesi, A. R., & Atighechian, G. (2021). **Health sector's flood response plan: A comprehensive review.** *Environmental Health Engineering and Management Journal*, 8(3), 169–178
- Nurdiawan, O. (2018). **Pemetaan daerah rawan banjir berbasis sistem informasi geografis dalam upaya mengoptimalkan langkah antisipasi bencana.** *INFOTECH Journal*, 4(2), 6–14.
- Olii, M. R., Olii, A., & Pakaya, R. (2021). **The integrated spatial assessment of the flood hazard using AHP-GIS: The case study of gorontalo regency.** *Indonesian Journal of Geography*, 53(1), 126–135. <https://doi.org/10.22146/IJG.59999>.
- Parsian, S., Amani, M., Moghimi, A., Ghorbanian, A., & Mahdavi, S. (2021). **Flood Hazard Mapping Using Fuzzy Logic, Analytical Hierarchy Process, and Multi - Source Geospatial Datasets.** *Remote Sensing*, 13(23), 4761. <https://doi.org/10.3390/rs13234761>
- Rahmati, O., Zeinivand, H., & Besharat, M. (2016). **Flood hazard zoning in Yasooj region, Iran, using GIS and multi-criteria decision analysis.** *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 7(3), 1000–1017. <https://doi.org/10.1080/19475705.2015.1045043>
- Suhardiman. (2012). **Zonasi Tingkat Kerawanan Banjir dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) pada Sub DAS Walanae Hilir.** Universitas Hasanuddin: Makassar.
- Teng, X., Zhang, X., Jiao, J., Diao, M., & Li, W. (2023). **Early warning index of flash flood disaster: a case study of Shuyuan watershed in Qufu City.** *Water Science & Technology*, 87(4), 892–909.
- Zhu, X. (2016). *GIS for Environmental Applications: a practical approach.* New York: Routledge.