

Kerawanan Banjir pada Permukiman di Kalimantan Barat

Muhammad Harits Ertian¹, Dian Rahayu Jati¹, dan Aji Ali Akbar^{1*}

¹Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia; e-mail: aji.ali.akbar.2011@gmail.com

ABSTRAK

Kalimantan Barat merupakan salah satu daerah yang masih sering dilanda permasalahan banjir. Perubahan tutupan lahan, deforestasi hutan khususnya tipe riparian, dan alih fungsi lahan gambut menjadi permukiman memberikan dampak besar berupa kerusakan siklus hidrologi alami yang mampu meningkatkan kuantitas dan intensitas kejadian banjir. Kondisi lingkungan alami yang rawan terhadap banjir akan diperparah oleh alih fungsi lahan yang tidak tepat menjadi permukiman. Penelitian ini akan mengkaji faktor – faktor apa saja yang mengakibatkan kerawanan banjir di permukiman semakin meningkat di Kalimantan Barat. Upaya mitigasi apa saja yang perlu dilakukan untuk mencegah banjir. Analisis data yang dilakukan berbasis *geographic information system* (GIS). Metode kajian ini dengan cara tumpang susun dan skoring. Hasil penelitian ini mengungkap bahwa luas permukiman terbangun di Kalimantan Barat yaitu sebesar 101.149,58 ha. Terindikasi bahwa permukiman terbangun yang rawan banjir sekitar 92.963,76 ha. Artinya, 92% wilayah permukiman di Kalimantan Barat berada di wilayah rawan banjir. Kejadian banjir di Provinsi Kalimantan Barat dalam lima tahun terakhir dari tahun 2018 hingga 2022 sebanyak 139 kejadian banjir dengan pola yang berulang setiap tahunnya. Faktor penyebab terjadinya banjir di Kalimantan Barat umumnya terjadi karena intensitas curah hujan yang tinggi, kemiringan lereng, tinggi elevasi, serta dampak perubahan tutupan lahan hutan menjadi non hutan dalam waktu panjang.

Kata kunci: Banjir, Permukiman, Mitigasi, perubahan tutupan lahan

ABSTRACT

Flooding remains a recurrent environmental challenge in West Kalimantan, Indonesia. Land-cover changes, deforestation on particularly within riparian zones and the conversion of peatlands into residential areas have significantly disrupted the natural hydrological cycle, thereby intensifying both the frequency and severity of flood events. Such environmental vulnerability is further exacerbated by inappropriate land-use practices that increase settlement exposure to flood hazards. This study aims to identify the key factors contributing to flood vulnerability in residential areas of West Kalimantan and to evaluate appropriate mitigation measures. A Geographic Information System (GIS)-based analysis was employed using overlay and scoring techniques. The results indicate that the total built-up residential area in West Kalimantan covers approximately 101,149.58 ha, of which 92,963.76 ha (92%) are located in flood-prone zones. Between 2018 and 2022, a total of 139 flood events were recorded, demonstrating a recurring annual pattern. The findings highlight that high rainfall intensity, slope gradients, elevation levels, and long-term deforestation are the primary drivers of flooding in the region.

Keywords: Flood, Settlement, Mitigation, land cover change

Citation: Ertian, M. H., Jati, D. R., dan Akbar, A. A. (2025). Kerawanan Banjir pada Permukiman di Kalimantan Barat. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 23(5), 1359-1369, doi:10.14710/jil.23.5.1359-1369

1. PENDAHULUAN

Banjir merupakan peristiwa yang terjadi akibat fenomena alam. Banjir umumnya terjadi dikarenakan curah hujan yang tinggi serta kurangnya kapasitas badan air seperti sungai atau saluran drainase untuk menampung dan mengalirkan air dengan cukup (Astuti *et al.*, 2018.). Provinsi Kalimantan Barat sering terjadi banjir yang melanda Kabupaten dan Kota terutama pada musim penghujan, hal ini dianggap sebagai masalah yang serius karena kejadian bencana banjir telah meningkat pesat dalam beberapa tahun terakhir (Rakuasa *et al.*, 2022). Bencana banjir dapat

menyebabkan berbagai macam kerusakan. Kerusakan akibat bencana banjir memiliki dampak yang sangat merugikan masyarakat dengan demikian perlunya dilakukan upaya pencegahan untuk bencana banjir (Muin & Rakuasa, 2023). Kejadian banjir berasal dari luapan sungai yang terjadi hampir setiap musim penghujan di wilayah Indonesia tiba, genangan yang terjadi akibat banjir dikategorikan sebagai bencana karena telah mengganggu aktivitas sehari-hari masyarakat (Wibowo *et al.*, 2019). Beberapa jenis Banjir antara lain banjir kiriman yang terjadi karena terjadi banjir di daerah tertentu, serta banjir lokal

yang terjadi karena hujan (Hamdani *et al.*, 2016), sehingga mengakibatkan limpasan air hujan mengalir dari wilayah yang tinggi menuju ke yang rendah dalam waktu yang singkat (Kaharu *et al.*, 2022).

Pertumbuhan jumlah penduduk Provinsi Kalimantan Barat mengalami peningkatan yang berpengaruh terhadap kebutuhan lahan untuk kawasan permukiman. Semakin bertambahnya area permukiman sebagai lahan terbangun dapat mengakibatkan hilangnya lahan pertanian dan kawasan hutan. Pertumbuhan permukiman menjadi faktor utama berkurangnya lahan pertanian (Hou *et al.*, 2021). Perubahan ini juga dipicu tekanan ekonomi dan perubahan perilaku petani di wilayah peri-urban (Zhou *et al.*, 2021). (Molla *et al.*, 2024) juga menambahkan bahwa ekspansi permukiman kota menyebabkan penurunan signifikan luas pertanian sejak 1980-an. Pola alih fungsi lahan pertanian menjadi permukiman di tepi kota berkaitan dengan akses infrastruktur (Kocur-Bera & Pszeny, 2020). Penurunan luasan sawah mengakibatkan berkurangnya kapasitas retensi air dan fungsi ekosistem penahan limpasan (Hao *et al.*, 2015), sementara di Jepang menemukan bahwa pengabaian lahan pertanian mengurangi kemampuan sawah menahan air hujan yang berperan penting dalam mitigasi banjir (Osawa *et al.*, 2025). Model hidrologi menunjukkan bahwa sawah mampu menahan debit puncak banjir secara signifikan sehingga penurunannya berdampak langsung pada kenaikan risiko genangan di permukiman (Nihei *et al.*, 2024). Di sisi lain, bahwa sawah yang hilang atau rusak akan memperburuk kejadian banjir permukiman baru di sekitarnya (Ibrahim & Balzter, 2024; Singha *et al.*, 2020).

Penebangan hutan di zona riparian dan konversi lahan gambut untuk permukiman dan infrastruktur di Sumatra dan Kalimantan berdampak mengurangi kapasitas penyimpanan air tanah dan permukaan, serta mempercepat limpasan dan puncak debit sungai, serta memicu penurunan muka tanah. Selain itu, proyek kanalisasi yang meningkatkan frekuensi dan dampak banjir pada permukiman bantaran (Heo *et al.*, 2024). Dampak negatif lainnya yaitu terjadinya degradasi dan drainase lahan gambut sehingga mengubah rezim hidrologi setempat yang meningkatkan banjir yang lebih parah (Nguyen *et al.*, 2024). Pembangunan infrastruktur besar dan jalan di kawasan permukiman mengakibatkan perubahan tata guna lahan dan fragmentasi tutupan hutan yang memperparah aliran permukaan suatu wilayah menjadi meningkatkan intensitas kejadian banjir (Spencer *et al.*, 2023). Kondisi ini yang mengakibatkan bencana alam, salah satunya banjir (Syafitri & Rochani, 2022).

Permukiman umumnya memiliki tingkat kepadatan penduduk yang tinggi (Aguspriyanti *et al.*, 2020). Permukiman adalah kelompok rumah yang berfungsi sebagai tempat tinggal bersama dengan berbagai fasilitas-fasilitas pendukung (Erviyanto, 2019). Meningkatnya pembangunan permukiman

yang berada di pinggir sungai dapat mengakibatkan erosi serta juga dapat mengakibatkan bencana banjir (Rahmanto & Parahyangan, 2023). Di Kalimantan Barat dan di berbagai bagian Sumatra, pertumbuhan permukiman di bantaran sungai mengakibatkan deforestasi riparian dan lahan gambut. Kondisi ini telah menurunkan kapasitas alami bantaran dan cekungan untuk menyimpan dan memperlambat limpasan, sehingga meningkatkan aliran puncak, frekuensi genangan, dan kerentanan permukiman terhadap banjir (Tarigan *et al.*, 2018; Merten *et al.*).

Upaya identifikasi kerawanan banjir dapat dilakukan dengan cara pemetaan dengan mengidentifikasikan berdasarkan letak geografisnya (Gunadi *et al.*, 2015). Sistem informasi geografis (SIG) dapat digunakan untuk menganalisis jenis data berbasis spasial (Kasnar *et al.*, 2019). Penggunaan sistem informasi geografis dapat dipadukan dengan peta dasar seperti peta administratif, topografi, guna lahan sehingga dapat memberikan informasi spasial seperti contohnya untuk pemetaan bencana banjir (Najib & Hidayat, 2009).

Analisis banjir pada permukiman dan lahan bertujuan untuk mengidentifikasi luas area permukiman dan lahan terbangun yang rawan terhadap bencana banjir. Penelitian terhadap wilayah rawan banjir di Provinsi Kalimantan Barat dapat dijadikan sebagai langkah untuk mengurangi risiko dan mengantisipasi kemungkinan terjadinya bencana banjir di masa depan (Nella Wakhidatus *et al.*, 2021). Analisis kerawanan banjir memberikan informasi mengenai risiko banjir di permukiman dan lahan terbangun di provinsi tersebut (Aziza *et al.*, 2021).

Penelitian ini mengidentifikasikan permasalahan berupa perubahan tutupan lahan, deforestasi hutan khususnya tipe riparian, dan alih fungsi lahan gambut menjadi permukiman memberikan dampak besar berupa kerusakan siklus hidrologi alami yang mampu meningkatkan kuantitas dan intensitas kejadian banjir. Kondisi lingkungan alami yang rawan terhadap banjir akan diperparah oleh alih fungsi lahan yang tidak tepat menjadi permukiman. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini akan mengkaji faktor – faktor apa saja yang mengakibatkan kerawanan banjir di permukiman semakin meningkat di Kalimantan Barat. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi luasan wilayah yang rawan banjir di Kalimantan Barat menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). Penelitian ini juga memberikan luaran berupa peta rawan banjir di permukiman Kalimantan Barat.

2. METODE PENELITIAN

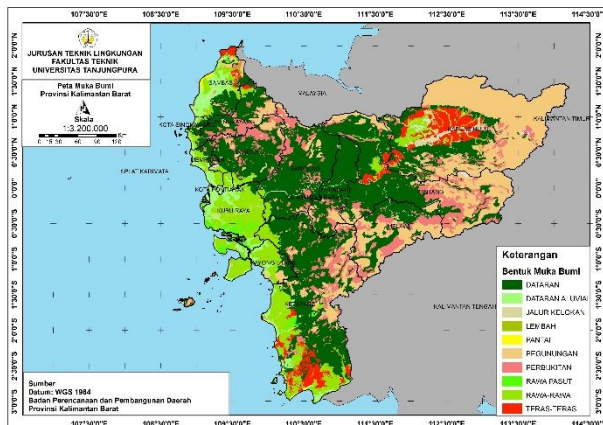
2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian ini dilakukan di Provinsi Kalimantan Barat, yang terdiri dari 14 kabupaten dan kota. Wilayah ini terbagi menjadi 174 kecamatan, yang mencakup total 2.151 desa/kelurahan. Secara keseluruhan, daratan Kalimantan Barat adalah dataran rendah yang dilintasi oleh banyak sungai. Provinsi ini memiliki luas wilayah sebesar

Tabel 3. Bentuk Rupa Bumi Kalimantan barat

No	Bentuk Muka Bumi	Luas (ha)	%
1	Dataran	5.881.634,45	40,00
2	Dataran Aluvial	621.309,44	4,23
3	Lembah	195.586,81	1,33
4	Pantai	39.040,88	0,27
5	Pegunungan	3.414.909,04	23,23
6	Perbukitan	1.826.960,24	12,43
7	Rawa-Rawa	1.609.073,18	10,94
8	Rawa Pasut	326.671,93	2,22
9	Teras-Teras	693.189,89	4,71
10	Jalur Kelokan	94.953,62	0,65
TOTAL		14.703.328,96	100

Sumber: Hasil Analisis, 2024

**Gambar 2.** Peta Rupa Bumi Kalimantan Barat

Pada Gambar 2 area dataran mendominasi Kalimantan Barat, untuk area dataran aluvial sebagian berada di wilayah pesisir dan sungai, jalur kelokan merupakan area yang memiliki kelokan, umumnya berada di sepanjang sungai, daerah pesisir Kalimantan Barat berada pada area rawa-rawa dan pantai, dan untuk area pegunungan dan perbukitan berada di bagian timur dan sebagian utara yang mencakup Kabupaten Kapuas Hulu, Sintang, dan Melawi.

3.2. Penggunaan Lahan

Penggunaan Lahan merupakan cara untuk mengelola dan memanfaatkan bentang alam pada suatu Kawasan. Penggunaan lahan memiliki banyak fungsi seperti mengurangi bencana alam contohnya banjir. Pengelolaan penggunaan lahan sangat efektif untuk mengurangi risiko dan dampak banjir yang akan terjadi. Tabel 4 berisi penggunaan lahan di Kalimantan Barat tahun 2024.

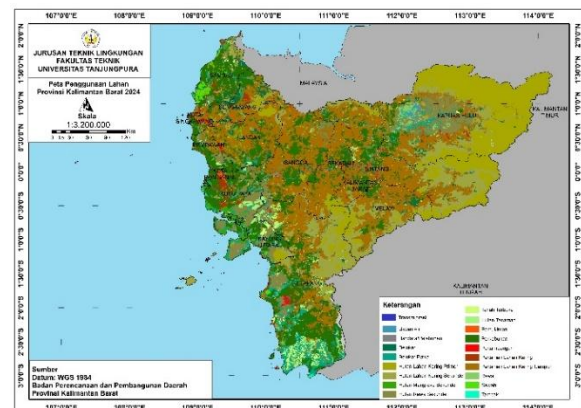
Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa penggunaan lahan di Kalimantan Barat terbesar berada di sektor budidaya lahan pertanian berupa Pertanian Lahan Kering Campur dan Perkebunan. Sektor Pertanian Lahan Kering Campur dan perkebunan memiliki peranan besar terhadap pendapatan bagi masyarakat. Namun demikian, dampak negatif dinamika tutupan lahan hutan menjadi lahan pertanian tentunya akan memengaruhi dampak lingkungan, khususnya bencana banjir. Pencegahan banjir sangat dibutuhkan untuk menghindari banjir yang dapat merusak lahan

pangan dan permukiman. Berikut ini peta penggunaan lahan Kalimantan Barat tahun 2024.

Tabel 4. Penggunaan Lahan Kalbar 2024

No	Jenis Penggunaan Lahan	Luas (ha)	%
1	Hutan Lahan Kering Primer	2.279.969,53	15,51
2	Hutan Lahan kering Sekunder	2.018.649,98	13,73
3	Hutan Tanaman	111.949,73	0,76
4	Belukar	411.745,66	2,80
5	Perkebunan	2.553.289,95	17,37
6	Pemukiman	77.517,72	0,53
7	Tanah Terbuka	253.330,02	1,72
8	Badan Air	135.886,69	0,92
9	Mangrove Sekunder	133.194,27	0,91
10	Rawa Sekunder	1.105.894,88	7,52
11	Belukar Rawa	650.089,66	0,00
12	Pertanian Lahan Kering	134.269,39	0,91
13	Pertanian Lahan Kering Campur	4.466.607,94	30,38
14	Sawah	121.487,36	0,83
15	Tambak	12.390,69	0,08
16	Bandara/Pelabuhan	299,63	0,00
17	Transmigrasi	7.295,44	0,05
18	Pertambangan	96.568,30	0,66
19	Rawa	131.277,88	0,89
TOTAL		14.703.328,96	100

Sumber: Bappeda prov Kalbar 2024

**Gambar 3.** Peta Penutupan Lahan Kalimantan Barat Tahun 2024

Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa wilayah pesisir Kalimantan Barat di dominasi oleh warna hijau yang menunjukkan Kawasan Perkebunan, juga terdapat kawasan hutan mangrove sekunder dan rawa sekunder. Tutupan lahan rawa sekunder terindikasi berupa gambut. Sedangkan kawasan tengah menunjukkan campuran penggunaan lahan yang bervariasi. Sebaran yang tidak homogen ini menunjukkan adanya aktivitas konversi lahan yang masif dari tahun ke tahun. Kawasan timur di dominasi oleh hutan lahan kering primer dan hutan lahan kering sekunder, hal ini sangat sejalan dengan status Kapuas Hulu sebagai jantung borneo yang memiliki kawasan hutan lindung dan taman nasional yang memiliki peran vital sebagai penopang ekosistem di Kalimantan Barat.

Wilayah Kalimantan Barat beberapa dekade ini umumnya di dominasi oleh perubahan kawasan hutan dan non hutan menjadi perkebunan. Dominasi

peningkatan komoditas sawit ini sangat mencerminkan orientasi penopang pembangunan ekonomi Kalimantan Barat di masa depan. Namun demikian, salah satu dampak negatif perubahan penggunaan lahan dari Kawasan hutan menjadi Perkebunan dapat menurunkan daya serap air, sehingga dapat meningkatkan risiko dan intensitas banjir pada bagian hilir, seperti contohnya Kabupaten Mempawah dan Kabupaten Ketapang. Bahkan Kota Sintang secara geografis terletak di bagian hulu Kalimantan Barat, cenderung terjadi bencana banjir yang parah.

Banjir besar di Kabupaten Sintang, Kalimantan Barat, merupakan bencana hidrometeorologi yang bersifat kompleks dan berulang setiap tahun akibat kombinasi faktor alamiah dan aktivitas manusia. Secara geomorfologis, wilayah Sintang berada di pertemuan Sungai Kapuas dan Melawi yang menyebabkan potensi genangan tinggi saat curah hujan ekstrem melanda wilayah hulu (Putra *et al.*, 2022). Analisis curah hujan ekstrem pada peristiwa banjir tahun 2021 menunjukkan anomali iklim dengan intensitas hujan di atas normal selama lebih dari dua minggu (Sutikno *et al.*, 2025). Penurunan tutupan vegetasi akibat deforestasi dan alih fungsi lahan menjadi area perkebunan turut memperburuk kemampuan daerah tangkapan air dalam menahan limpasan permukaan (Irawan & Mulki, 2020). Dampak sosial dan ekonomi akibat banjir tersebut sangat besar, mencakup kerusakan permukiman, gangguan pendidikan, serta penurunan produktivitas masyarakat (Novianti & Jiu, 2024).

3.3. Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng merupakan komponen penting untuk membangun permukiman. Permukiman yang dibangun di lahan dengan kemiringan tinggi menghadapi risiko lebih besar terhadap bencana (Setiawan *et al.*, 2020). Kemiringan lereng memiliki kaitan yang erat dengan banjir, wilayah yang memiliki kemiringan yang curam dapat mengakibatkan banjir ketika terjadinya hujan, air cenderung mengalir cepat ke bawah tanpa meresap ke tanah dan akhirnya menjadi banjir pada wilayah permukiman sekitar (Darmawan *et al.*, 2017). Berikut ini kemiringan lereng Provinsi Kalimantan Barat

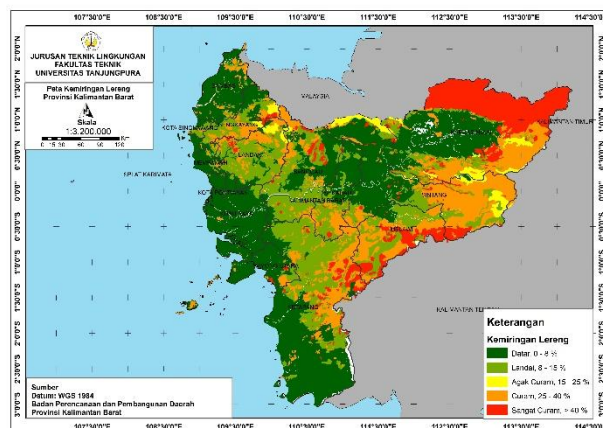
Tabel 5. Kemiringan Lereng Kalimantan Barat

No	Kelas	Keterangan	Luas	%
1	0-8%	Datar	492.631,15	3,35
2	8-15%	Landai	1.746.030,32	11,88
3	15-25%	Agak Curam	3.066.617,20	20,86
4	25-40%	Curam	3.449.336,12	23,46
5	>40%	Sangat Curam	5.947.480,13	40,45
Luas			14.703.328,96	100

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Pada Tabel 5 menunjukkan bahwa Provinsi Kalimantan Barat memiliki Kemiringan lereng yang sangat curam dengan 5,9 juta ha (40,45%) dari luas Provinsi Kalimantan Barat. Kemiringan lereng yang sangat curam di bagian timur (Kapuas Hulu) berfungsi

sebagai "penyumbang" air yang besar ke wilayah dataran rendah di bawahnya. Saat curah hujan sangat tinggi, air mengalir deras dari lereng curam dan menumpuk di area elevasi rendah, yang mengakibatkan banjir. Faktor kemiringan lereng dan curah hujan tinggi saling berkaitan dan menjadi penyebab utama banjir yang berulang di wilayah tersebut. Gambar 4 adalah peta kemiringan lereng Kalimantan Barat.



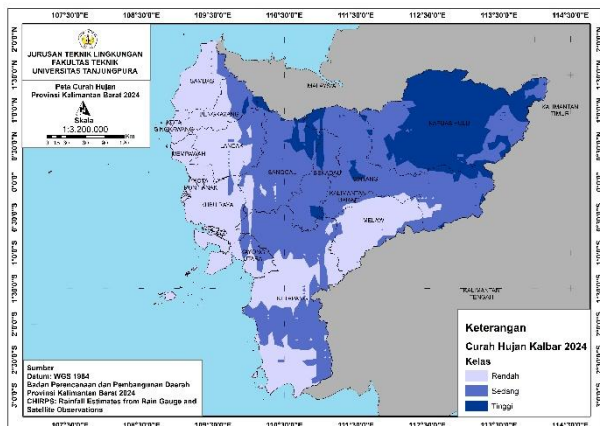
Gambar 4. Peta Kemiringan lereng Kalimantan Barat

Pada Gambar 4 wilayah yang memiliki kemiringan lereng curam, sangat curam berada di wilayah bagian timur Kalimantan Barat, terutama Kapuas Hulu yang memiliki kawasan dengan kemiringan yang sangat curam, sedangkan untuk wilayah pesisir memiliki wilayah yang datar dan landai. Wilayah datar dan landai sangat cocok untuk pembangunan permukiman dan infrastruktur, sedangkan untuk wilayah curam dan sangat curam harus diperhatikan dengan khusus terutama dalam pengelolaan lahan untuk mencegah bencana.

Kemiringan lereng berkontribusi besar terhadap kerawanan banjir di Kalimantan Barat, terutama di daerah dengan kombinasi tanah liat dan tutupan lahan terbuka (Miharja dkk., 2020). Daerah dengan lereng curam memiliki potensi bahaya banjir lebih tinggi dibandingkan daerah yang landai (Purwanto dkk., 2022). Kajian di Sub-DAS Kapuas Hulu menunjukkan bahwa kemiringan lereng antara 25–45 % mempercepat aliran permukaan (*runoff*) sehingga meningkatkan potensi banjir pada wilayah dengan curah hujan tinggi (Simanjuntak dkk., 2023). Pramulya dkk (2021) juga menambahkan bahwa di Kota Sintang yang memiliki wilayah dengan lereng curam cenderung lebih rentan terhadap banjir bandang karena pengaruh percepatan limpasan, sedangkan daerah datar lebih sering mengalami genangan yang lama karena akumulasi air permukaan. Kemiringan lereng curam tidak hanya memperbesar kecepatan aliran air hujan menuju sungai tetapi juga meningkatkan potensi erosi dan sedimentasi di bagian hilir, yang pada akhirnya memperparah risiko banjir di kawasan rendah Kalimantan Barat.

3.4. Curah Hujan

Air yang turun di suatu tempat dalam waktu tertentu disebut curah hujan. Data curah hujan digunakan untuk mengetahui kemungkinan banjir. Curah hujan diperlukan untuk merancang strategi penanggulangan banjir. Curah hujan yang tinggi meningkatkan potensi banjir di suatu area, sementara penurunan curah hujan mengurangi risiko terjadinya banjir di tempat tersebut (Darmawan *et al.*, 2017). Indonesia merupakan salah satu negara yang berada di wilayah tropis yang memiliki curah hujan yang tinggi (Aditya *et al.*, 2021). Banjir adalah kondisi di mana terjadi genangan air di suatu wilayah akibat tingginya curah hujan, banjir juga dapat terjadi karena kiriman dari daerah yang lebih tinggi. Oleh karena itu, salah satu faktor alami yang sangat mempengaruhi terjadinya banjir adalah curah hujan (Aziza *et al.*, 2021). Curah hujan dapat mempengaruhi waktu tanam di daerah monsunial dan tidak mempengaruhi waktu tanam di daerah ekuatorial (Aditya, 2021). Berikut ini peta curah hujan 2018-2022.



Gambar 5. Curah Hujan Kalimantan Barat 2024

Pada Gambar 5 menunjukkan curah hujan Kalimantan Barat tahun 2024 yang memberikan gambaran bahwa curah hujan di Kalimantan tidak merata. Wilayah timur khususnya Kabupaten Kapuas Hulu memiliki curah hujan yang tinggi, berbanding dengan wilayah pesisir yang cenderung memiliki curah hujan yang rendah.

Wilayah yang memiliki curah hujan tinggi dipengaruhi oleh topografi, seperti contohnya Kabupaten Kapuas Hulu yang dimana memiliki pegunungan dan perbukitan serta banyak badan air mengakibatkan kelembaban yang tinggi, kelembaban udara yang tinggi ini menjadi uap air yang melimpah dan menjadi awan hujan kapan saja.

3.5. Permukiman dan Lahan Terbangun Kalimantan Barat

Menurut Undang-undang No. 1 Tahun 2011 tentang Perumahan dan Kawasan Permukiman, permukiman dan lahan terbangun adalah bagian dari lingkungan hunian yang terdiri dari lebih dari satu satuan perumahan yang memiliki prasarana, sarana, dan utilitas umum serta memfasilitasi kegiatan fungsi

lain di kawasan perkotaan atau perdesaan. Kawasan permukiman adalah lingkungan tempat tinggal yang terdiri dari lebih dari sekedar bangunan atau perumahan (Zazilatur *et al.*, 2018). Pemukiman dan lahan terbangun adalah satu kesatuan fungsional karena pembangunan permukiman dan lahan terbangun harus berlandaskan permukiman yang menyeluruh, yang berarti tidak hanya membangun secara fisik, tetapi juga membangun prasarana lingkungan, sarana umum, dan fasilitas sosial (Nasution, 2019). Permukiman kumuh dapat menjadi sebab terjadinya banjir umumnya permukiman kumuh dikelompokkan menjadi tiga yaitu kumuh ringan, kumuh sedang, dan kumuh berat berdasarkan dari beberapa aspek seperti sarana dan prasarana, fisik, sosial, dan ekonomi (Fitria & Setiawan, 2014). Berikut ini merupakan luasan Permukiman dan lahan terbangun Provinsi Kalimantan Barat.

Tabel 6. Luas Permukiman dan Lahan Terbangun

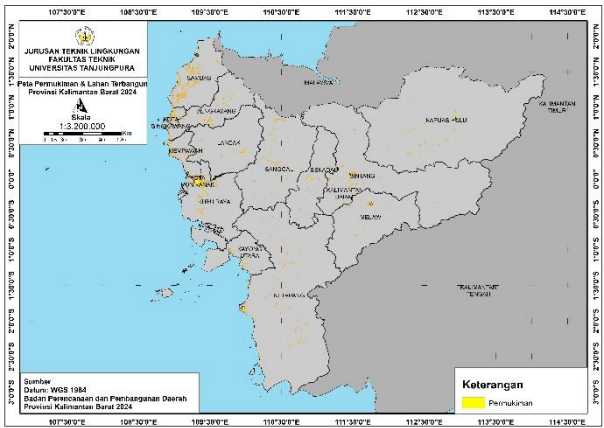
No	Kabupaten	Luas (ha)
1	Bengkayang	5.454,14
2	Kapuas Hulu	4.486,26
3	Kayong Utara	2.032,78
4	Ketapang	9.244,67
5	Kota Pontianak	7.489,56
6	Kota Singkawang	4.181,80
7	Kubu Raya	11.258,80
8	Melawi	2.853,58
9	Sambas	8.833,30
10	Sanggau	6.004,10
11	Sekadau	2.612,31
12	Sintang	6.142,42
13	Mempawah	4.524,92
14	Landak	2.529,80
Total		77.648,44

Sumber: Bappeda Prov Kalbar, 2024

Pada Tabel 6 menunjukkan permukiman dan lahan terbangun Provinsi Kalimantan Barat memiliki total luasan 77.648,44 ha. Sebaran permukiman dan lahan terbangun tersebut terdiri dari 14 (empat belas) Kabupaten dan Kota. Permukiman dan lahan terbangun yang memiliki luasan terbesar berdasarkan hasil analisis berdasarkan data permukiman dan lahan terbangun Kalimantan Barat 2023 berada di Kabupaten Singtang yang memiliki luasan permukiman dan lahan terbangun sebesar 11.258,8 ha, dan Kabupaten Kayong Utara yang memiliki luasan permukiman dan lahan terbangun yang terkecil dengan memiliki luasan sebesar 2.032,78 ha. Berikut ini Peta permukiman dan Lahan Terbangun Provinsi Kalimantan Barat.

Pada Gambar 6 diketahui bahwa kawasan permukiman dan lahan terbangun Kalimantan Barat banyak tersebar di wilayah pesisir dikarenakan permukiman terkonsentrasi di sepanjang garis pantai barat, terutama di sekitar Kota Pontianak, Kota Singkawang, dan beberapa wilayah di Kabupaten Sambas, Bengkayang, dan Kubu Raya. Ini mencerminkan kepadatan penduduk yang lebih tinggi di wilayah pesisir dibandingkan dengan pedalaman, bagian pedalaman Kalimantan Barat, terutama di wilayah Kapuas Hulu dan Melawi, distribusi

permukiman lebih jarang, menunjukkan populasi yang lebih tersebar dan lebih sedikit pembangunan.



Gambar 6. Peta Permukiman dan Lahan Terbangun

3.6. Wilayah Permukiman Rawan Banjir Kalimantan Barat

Permukiman dan lahan terbangun merupakan unsur yang memiliki peran khusus bagi kelangsungan hidup masyarakat (Anwar *et al.*, 2022). Bencana banjir sering terjadi pada musim penghujan yang dapat mengakibatkan banyak kerusakan (Putra *et al.*, 2021). Banjir memiliki banyak dampak yang buruk bagi wilayah permukiman seperti contohnya merusak akses jalan yang biasa digunakan masyarakat sebagai jalur transportasi sehari-hari (Nurdiantoro & Arsandrie, 2020). Berikut ini persentase wilayah rawan banjir Kalimantan Barat.

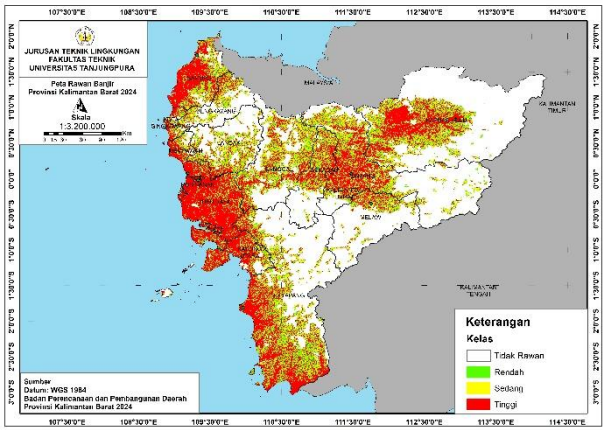
Tabel 7. Wilayah Rawan Banjir Kalimantan Barat

No	Kelas	Skor	Luas	%
1	Tidak Rawan	0	7.320.903,98	49,71
2	Rendah	1	3.550.625,16	24,11
3	Sedang	2	2.072.459,95	14,07
4	Tinggi	3	1.783.791,87	12,11
Total			14.703.328,96	100

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Pada Tabel 7 diketahui bahwa Hampir setengah wilayah Kalimantan Barat termasuk ke wilayah rawan banjir dengan persentase 50,29% termasuk pada wilayah rawan banjir dari kelas rendah sampai tinggi. Sedangkan 49,71% termasuk pada wilayah tidak rawan banjir. Gambar 7 merupakan peta rawan banjir Kalimantan Barat.

Pada Gambar 7 diketahui Sebagian besar wilayah pesisir, termasuk Kota Pontianak, Kubu Raya, Mempawah, Sambas, dan sebagian besar wilayah Ketapang, menunjukkan risiko rawan banjir yang tinggi, ini disebabkan oleh topografi yang datar dan ketinggian yang rendah di wilayah-wilayah tersebut. Area di sekitar Bengkayang, Sanggau, dan Kapuas Hulu memiliki risiko banjir yang bervariasi antara tinggi, sedang dan rendah, menandakan adanya potensi banjir tetapi dengan intensitas yang lebih rendah dibandingkan dengan wilayah pesisir.



Gambar 7. Rawan Banjir Kalimantan Barat

Bencana banjir yang melanda kawasan permukiman menjadi permasalahan yang dapat mengganggu aktivitas sehari-hari dari masyarakat, berikut ini merupakan luasan permukiman rawan banjir Kalimantan Barat.

Tabel 8. Wilayah Permukiman Rawan Banjir Kalimantan Barat

No	Kelas	Luas
1	Rendah	21.578,79
2	Sedang	23.347,14
3	Tinggi	24.838,65
Luas		69.764,58

Sumber: Hasil Analisis, 2024

Pada Tabel 8 menunjukkan bahwa wilayah permukiman rawan banjir pada Provinsi Kalimantan seluas 69.764,58 ha atau 90% dari wilayah permukiman dan lahan terbangun di Kalimantan Barat. Hanya 7.753,14 ha wilayah permukiman yang tidak berada di wilayah rawan banjir.

3.7. Kejadian Banjir Kalimantan Barat 5 Tahun Terakhir (2018-2022)

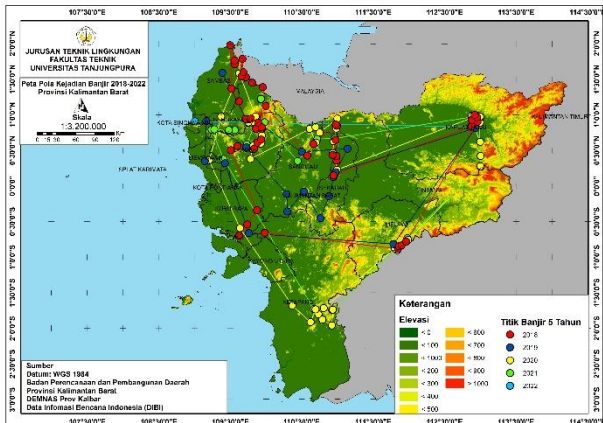
Kejadian banjir yang cukup parah Banjir yang terjadi di Kalimantan Barat sering terjadi setiap tahunnya, berikut ini merupakan tabel titik dan pola terjadi banjir di Provinsi Kalimantan Barat dalam 5 tahun terakhir (2018-2022).

Tabel 9. Titik dan Pola Banjir Kalimantan Barat 2018-2022

Kabupaten/Kota	Tahun				
	2018	2019	2020	2021	2022
Bengkayang	6	1	5	8	0
Kapuas Hulu	6	1	12	7	1
Kayong Utara	0	0	0	0	0
Ketapang	1	0	8	2	0
Kota Pontianak	0	0	0	0	0
Kota Singkawang	0	1	0	0	1
Kubu Raya	3	1	1	0	0
Melawi	4	1	4	1	0
Sambas	8	1	1	0	0
Sanggau	4	4	6	3	0
Sekadau	3	5	1	0	0
Sintang	2	0	3	0	0
Mempawah	0	1	1	0	0
Landak	9	3	6	3	0
Total	46	19	48	24	2

Sumber: Data Informasi Bencana Indonesia

Pada Tabel 9 Kejadian bencana banjir yang terjadi di Provinsi Kalimantan Barat dalam 5 tahun terakhir sebanyak 139 titik kejadian di seluruh 14 Kabupaten/Kota. Berdasarkan titik lokasi banjir yang diperoleh dari data informasi bencana Indonesia (dibi) bahwa titik banjir dalam 5 tahun terakhir paling banyak terjadi di Kabupaten Kapuas Hulu dengan total 27 kejadian, dan untuk Kabupaten Kayong Utara dengan 0 kejadian. Berikut hasil peta pola sebaran titik banjir 5 tahun terakhir (2018-2022).



Gambar 8. Titik Pola Banjir Kalimantan Barat 2018-2022

Pada Gambar 8 titik banjir dalam kurun waktu 5 tahun terakhir di Provinsi Kalimantan Barat tersebar di seluruh 14 Kabupaten/Kota Provinsi Kalimantan Barat. Titik banjir yang terjadi dalam 5 tahun terakhir mulai dari tahun 2018, 2019, 2020, 2021, dan 2022 jumlah titik setiap tahunnya selalu membentuk pola berbeda-beda, berdasarkan data yang diperoleh dari dibi (data informasi bencana Indonesia). Informasi peta titik kejadian banjir 5 tahun (2018-2022) memberikan informasi untuk perencanaan mitigasi bencana khususnya banjir, pengelolaan sumber daya alam, serta untuk merencanakan pembangunan pada daerah-daerah yang rentan akan bencana banjir.

Kejadian banjir di Provinsi Kalimantan Barat dari tahun 2018-2022 memiliki pola kejadian yang sama yaitu berada pada wilayah yang memiliki elevasi yang rendah dilihat pada Gambar 11. Pola kejadian banjir dalam lima tahun terakhir terakumulasi pada Kabupaten Kapuas Hulu disebabkan karena pada wilayah yang terjadi banjir berada pada elevasi yang rendah. Titik banjir yang terjadi di wilayah Kapuas Hulu ini konsisten dengan data curah hujan tinggi yang ditunjukkan pada Gambar 4, 5, 6, 7, dan 8 yang menunjukkan curah hujan yang tinggi pada Kapuas Hulu tahun 2018-2022.

Pola kejadian banjir di Kabupaten Sambas, Bengkayang, dan Kota Singkawang (Wilayah Barat) terjadi karena elevasi rendah di sepanjang pantai barat. Wilayah Sanggau, Sintang, dan Sekadau terjadi juga beberapa kejadian banjir, tetapi intensitasnya lebih tersebar dibandingkan dengan wilayah barat dan timur.

Wilayah dengan elevasi rendah cenderung terjadi banjir, terutama di sepanjang dataran rendah dan

lembah sungai, yang merupakan lokasi yang rawan banjir karena air cenderung mengalir dan menggenangi di area ini. Banjir juga terjadi di daerah dengan elevasi menengah, yang disebabkan oleh curah hujan yang tinggi dan saluran air yang tersumbat.

Pola kejadian banjir di Provinsi Kalimantan Barat terjadi di berbagai wilayah dengan kecenderungan lebih tinggi di daerah dengan elevasi rendah dan curah hujan yang tinggi. Kabupaten Kapuas Hulu secara khusus menunjukkan pola banjir yang berulang setiap tahun, yang menunjukkan kerawanan terhadap banjir, selain itu juga diperlukannya upaya mitigasi banjir terhadap wilayah yang rawan terjadinya banjir.

Berbagai strategi mitigasi seperti sosialisasi dan simulasi kebencanaan berbasis masyarakat di wilayah rawan banjir seperti Desa Temiang Kapuas, yang terbukti meningkatkan kesiapsiagaan warga (Supraningsih *et al.*, 2023). Dari sisi adaptasi fisik, konsep rumah lanting atau rumah apung di tepian Sungai Melawi menjadi bentuk adaptasi aktif dan pasif masyarakat terhadap pasang surut air sungai (Putro & Zain, 2021). Secara spasial, daerah bahaya banjir di sub-DAS Sepauk dan Tempunak diidentifikasi meningkat karena perubahan tata guna lahan dan elevasi rendah di sekitar sempadan sungai (Auliyani, 2017). Berbagai kajian juga menunjukkan relevansi pendekatan teknologi, seperti pemanfaatan citra radar dan *machine learning* terhadap prediksi banjir di Kalimantan (Bioresita *et al.*, 2022; Mosavi *et al.*, 2019), serta integrasi kearifan lokal dalam meningkatkan ketahanan komunitas di wilayah Kapuas (Putro & Zain, 2021).

4. KESIMPULAN

Kalimantan Barat merupakan daerah yang memiliki karakteristik rawan banjir dengan curah hujan yang tinggi sepanjang tahun, hutan hujan tropis dan rawa gambut yang terhampar. Sedangkan pola permukiman di Kalimantan Barat pada umumnya sejak dahulu kala berada di sekitar bantaran sungai. Kondisi ini tentunya menunjukkan bahwa permukiman di Kalimantan Barat berada pada daerah yang rawan banjir cukup tinggi. Karakteristik permukiman yang dominan di daerah pesisir dan bantaran sungai merupakan salah satu penyebab sering terjadinya banjir di permukiman Kalimantan Barat. Salah satu bentuk kemampuan adaptasi masyarakat Kalimantan Barat dalam menghadapi banjir adalah konstruksi rumah panggung. Perubahan tutupan lahan dan tata guna lahan dari hutan menjadi non hutan beberapa dekade ini tentunya akan meningkatkan kerawanan banjir di permukiman. Perubahan penataan kawasan permukiman yang tidak adaptif terhadap fenomena bencana banjir tentunya memperparah intensitas, durasi dan luasan banjir pada permukiman.

Luas Permukiman dan lahan terbangun Kalimantan 101.149,58 ha dengan area rawan banjir terhadap permukiman dan lahan terbangun sebesar

92.963,72 ha, yang artinya 92% permukiman dan lahan terbangun Kalimantan Barat termasuk dalam kawasan rawan banjir, hanya 8.185,82 ha kawasan permukiman dan lahan terbangun Kalimantan Barat tidak berada di daerah rawan banjir.

Beberapa upaya strategi mitigasi menghadapi banjir pada permukiman antara lain 1) sosialisasi dan simulasi kebencanaan berbasis masyarakat di wilayah rawan banjir untuk meningkatkan kesiapsiagaan warga; 2) Konsep rumah lanting atau rumah apung di bantaran Sungai menjadi bentuk adaptasi aktif dan pasif masyarakat terhadap pasang surut air sungai. Di samping itu, 3) pengintegrasian kearifan lokal dalam meningkatkan ketahanan dan kemampuan adaptasi komunitas di wilayah permukiman rawan bencana banjir sedang – tinggi. Penelitian ini juga menghasilkan peta kerawanan bencana banjir guna memprioritaskan upaya pencegahan dan perlindungan wilayah yang rawan banjir untuk memastikan pembangunan yang berkelanjutan di masa depan Kalimantan Barat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, F. (2021). Analisis Variabilitas Curah Hujan di Kalimantan Barat Tahun 1991-2020. *Buletin Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika*, 2(July), 9–17. <https://www.researchgate.net/publication/353581704>
- Aditya, F., Gusmayanti, E., & Sudrajat, J. (2021). Pengaruh Perubahan Curah Hujan terhadap Produktivitas Padi Sawah di Kalimantan Barat. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(2), 237–246. <https://doi.org/10.14710/jil.19.2.237-246>
- Aguspriyanti, C. D., Nimita, F., & Deviana, D. (2020). Analisis Faktor-Faktor Penyebab Kekumuhan Di Permukiman Pesisir Kampung Tua Tanjung Riau. *Journal of Architectural Design and Development*, 1(2), 176. <https://doi.org/10.37253/jad.v1i2.1501>
- Anwar, Y., Ningrum, M. V. R., & Setyasih, I. (2022). Dampak Bencana Banjir Terhadap Ekonomi Masyarakat di Kecamatan Samarinda Utara, Kota Samarinda. *JPG (Jurnal Pendidikan Geografi)*, 9(1), 40–48. <https://doi.org/10.20527/jpg.v9i1.12457>
- Astuti, F. A., & Sudarsono, H. (2018.). *Analisis Penanggulangan Banjir Sungai Kanci*. VII(3), 163–170.
- Auliyani, D. (2017). Daerah Bahaya Banjir Di Sub Daerah Aliran Sungai Sepauk Dan Tempunak, Kabupaten Sintang, Provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Journal of Watershed Management Research)* Vol. 1 No. 2 : 83-95
- 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 Geografis Undiksha*, 9(2), 109–120.
- Bappeda Provinsi Kalimantan Barat 2024
- Bioresita, F., Hayati, N., Ngurawan, M. G. R., & Berliana, M. (2022). *Integrating InSAR coherence and SAR backscattering for identification of temporary surface water: Case study South Kalimantan flooding, Indonesia*. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLIII-B3, 33–39. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B3-2022-33-2022>
- BNPB (2012) Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana. Jakarta: BNPB.
- Darmawan, K., Hani'ah, H., & 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. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/geodesi/article/view/15024>
- Drobne, S., & Lisec, A. (2009). Multi-attribute decision analysis in GIS: Weighted linear combination and ordered weighted averaging. *Informatica (Ljubljana)*, 33(4), 459–474.
- Ervianto, W. I. (2019). Di Perkotaan Sustainable Urban Slums Management. *Jurnal Spektran*, 7(2), 178–186.
- Fitria, N., & Setiawan, R. Pr. (2014). Identifikasi karakteristik lingkungan permukiman kumuh di Kelurahan Kapuk, Jakarta Barat. *Jurnal Teknik POMITS*, 3(2), 240–244.
- Gunadi, B. J. A., Nugraha, A. L., & Suprayogi, A. (2015). Aplikasi Pemetaan Multi Risiko Bencana di Kabupaten Banyumas Menggunakan Open Source Software GIS. *Jurnal Geodesi*, 4(4), 287–296.
- Hamdani, H., Permana, S., & Susetyaningsih, A. (2016). Analisa Daerah Rawan Banjir Menggunakan Aplikasi Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus Pulau Bangka). *Jurnal Konstruksi*, 12(1), 1–13. <https://doi.org/10.33364/konstruksi.v12-1.283>
- Hao, L., Sun, G., Liu, Y., Wan, J., Qin, M., Qian, H., Liu, C., Zheng, J., John, R., Fan, P., & Chen, J. (2015). Urbanization dramatically altered the water balances of a paddy field-dominated basin in southern China. *Hydrology and Earth System Sciences*, 19(7), 3319–3331. <https://doi.org/10.5194/hess-19-3319-2015>
- Heo, S., Sohn, W., Park, S., & Lee, D. K. (2024). Multi-hazard assessment for flood and Landslide risk in Kalimantan and Sumatra: Implications for Nusantara, Indonesia's new capital. *Heliyon*, 10(18), e37789. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e37789>
- Ibrahim, S., & Balzter, H. (2024). Evaluating Flood Damage to Paddy Rice Fields Using PlanetScope and Sentinel-1 Data in North-Western Nigeria: Towards Potential Climate Adaptation Strategies. *Remote Sensing*, 16(19). <https://doi.org/10.3390/rs16193657>
- Irawan, R. & Mulki, G. Z. (2016). Analisa Kawasan Rawan Banjir Kota Sintang Menggunakan Sistem Informasi Geografi. *Jurnal Teknik Sipil Untan*, 16(2) <https://doi.org/10.26418/jtst.v16i2.37659>
- Juhadi, J. (2009). Fungsi Dan Aplikasi Peta Rupabumi Untuk Pembelajaran Di Sekolah. *Geo Edukasi*, 1(2).
- Kaharu, A. N., Husnan, R., & Labdul, B. Y. (2022). Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Bone Terhadap Elevasi Dasae Jembatan Molintogupo. *Composite Journal*, 2(2), 1–8. <https://doi.org/10.37905/cj.v2i2.102>
- Kasnar, S., Hasan, M., Arfin, L., & Sejati, A. E. (2019). Overlay Dengan Kondisi Sebenarnya Di Kota Kendari. *Jurnal Tunas Geografi*, 08Kasnar,(02), 85–92.
- Kocur-Bera, K., & Pszenny, A. (2020). Conversion of agricultural land for urbanization purposes: A case study of the suburbs of the capital of Warmia and

- Mazury, Poland. *Remote Sensing*, 12(14), 1–21. <https://doi.org/10.3390/rs12142325>
- Larasati, N. M. (2017). Analisis Penggunaan Dan Pemanfaatan Tanah (P2T) Menggunakan Sistem Informasi Geografis Kecamatan Banyumanik Tahun 2016. *Jurnal Geodesi Undip*, 6, 89–97.
- Miharja, N., Panjaitan, S.D. & Sumiyattinah, S. (2013) 'Analisis Kerawanan dan Pengurangan Risiko Banjir di Kalimantan Barat Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG)', *Jurnal Teknik Sipil*, Universitas Tanjungpura, Pontianak.
- Molla, M. B., Gelebo, G., & Girma, G. (2024). Urban expansion and agricultural land loss: a GIS-Based analysis and policy implications in Hawassa city, Ethiopia. *Frontiers in Environmental Science*, 12(November). <https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1499804>
- Muin, A., & Rakuasa, H. (2023). Pemanfaat Geographic Artificial Intelligence (Geo-AI) Untuk Identifikasi Daerah Rawan Banjir Di Kota Ambon. *Gudang Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 1(2), 58-63.
- Mosavi, A., Ozturk, P., & Chau, K. W. (2019). *Flood prediction using machine learning models: Literature review*. *Water*, 11(12), 2519.
- Najib, & Hidayat, W. K. (2009). Penyusunan rencana induk penanganan kawasan rawan bencana di Kabupaten Sintang, Kalimantan Barat. *Teknik*, 30(2), 128–136.
- Nasution, A. M. (2019). Analisis Permasalahan Perumahan dan Permukiman di Kota Medan. (*Journal of Architecture and Urbanism Research*, 3(1), 27–46. <https://doi.org/10.31289/jaur.v3i1.2908>
- Nella Wakhidatus, Arief Laila Nugraha, M. A. D. (2021). Analisis Ancaman Terhadap Bencana Banjir dan Tanah Longsor pada Wilayah Permukiman di Kabupaten Jepara. *April*, 29–35.
- Nguyen, C. H., Jahnk, S. L., Saad, A., Sabiham, S., & Behling, H. (2024). Tracing the dynamics of Late Holocene Tropical Peatland: A case study from the Bram Itam Peatland Protection Area, Coastal Sumatra, Indonesia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 648(April), 112294. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2024.112294>
- Nihei, Y., Ogata, Y., Yoshimura, R., Ito, T., & Kashiwada, J. (2024). Subgrid Model of Water Storage in Paddy Fields for a Grid-Based Distributed Rainfall–Runoff Model and Assessment of Paddy Field Dam Effects on Flood Control. *Water (Switzerland)*, 16(2). <https://doi.org/10.3390/w16020255>
- Ningrum, A. S., & Ginting, K. B. (2020). Strategi Penanganan Banjir Berbasis Mitigasi Bencana Pada Kawasan Rawan Bencana Banjir di Daerah Aliran Sungai Seulalah Kota Langsa. *Geography Science Education Journal (GEOSEE)*, 1(1), 6–13. <https://jurnal.unsil.ac.id/index.php/geosee/article/view/1919>
- Nurdiantoro, D., & Arsandrie, Y. (2020). Dampak Banjir Rob Terhadap Permukiman Di Kecamatan Wonokerto Kabupaten Pekalongan. *Prosiding SIAR: Seminar Ilmiah Arsitektur*, 8686, 286–295.
- Novianti, E., dan Jiu, C. K. (2024). Banjir Kabupaten Sintang Tahun 2021 : Fakta dan Dampaknya Serta Kebijakan Mitigasi Bencana. *Journal of Educational Innovation and Public Health*, Vol 2(2).
- Osawa, T., Nishida, T., & Oka, T. (2025). Evaluating the impact of agricultural abandonment on flood mitigation functions. *Scientific Reports*, 15(1), 2–5. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-04419-0>
- Pramulya, M., Gandasasmita, K. & Tjahjono, B. (2011) 'Kajian Geomorfologi, Bahaya dan Risiko Banjir, serta Aplikasinya untuk Evaluasi Tata Ruang Kota Sintang', *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, IPB.
- Purwanto, A., Rustam, R., Andrasmo, D. & Eviliyanto, E. (2022) 'Flood Risk Mapping Using GIS and Multi-Criteria Analysis at Nanga Pinoh West Kalimantan Area', *Indonesian Journal of Geography*, 54(3), pp. 463-470.
- Putra, M. A. T., Putra, Y. S., & Adriat, R. (2021). Analisis Tingkat Kerawanan Banjir Kabupaten Mempawah Provinsi Kalimantan Barat Menggunakan Metode Overlay Dengan Scoring Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Prisma Fisika*, 9(3), 234–243.
- Putra, P. B., Auliyani, D., & Adi, R. N. (2022). Sintang Regency Flood Analysis of 2021. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1109, 012020.
- Putro, J. and Zain, Z. (2021) Active and passive adaptation of floating houses (Rumah Lanting) to the tides of the Melawi river in West Kalimantan, Indonesia. *Geographica Pannonica* 25(2):72-84. DOI: 10.5937/gp25-30422
- Rahmanto, F., & Parahyangan, U. K. (2023). *INTEGRATED FLOOD CONTROL STRATEGIES IN THE MELAWI SUB*. November. <https://doi.org/10.33541/cen.v4i2.5233>
- Rakuasa, H., Helwend, J. K., & Sihasale, D. A. (2022). *JURNAL GEOGRAFI Pemetaan Daerah Rawan Banjir di Kota Ambon Menggunakan Sistim Infor- masi Geografis*. 19(2), 73–82. <https://doi.org/10.15294/jg.v19i2.34240>
- Setiawan, Y., Purwandari, E. P., Wijanarko, A., & Sunandi, E. (2020). Pemetaan Zonasi Rawan Banjir Dengan Analisis Indeks Rawan Banjir Menggunakan Metode Fuzzy Simple Adaptive Weighting. *Pseudocode*, 7(1), 78–87. <https://doi.org/10.33369/pseudocode.7.1.78-87>
- Simanjuntak, N.R., Umar, U., Gunarto, D. & Soeryamassoeka, S.B. (2023) 'Flood Hazard Level Analysis of Kapuas Hulu Sub-watershed Using Geographic Information System', *Jurnal Teknik Sipil*, Universitas Tanjungpura.
- Singha, M., Dong, J., Sarmah, S., You, N., Zhou, Y., Zhang, G., Doughty, R., & Xiao, X. (2020). Identifying floods and flood-affected paddy rice fields in Bangladesh based on Sentinel-1 imagery and Google Earth Engine. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 166(January), 278–293. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2020.06.011>
- Spencer, K.L., Deere, N.J., Aini, M., Avriandy, R., Campbell-Smith, G., Cheyne, S.M., Gaveau, D.L.A., Humle, T., Hutabarat, J., Loken, B. et al. (2023) 'Implications of large-scale infrastructure development for biodiversity in Indonesian Borneo', *Science of the Total Environment*, 866, 161075. doi:10.1016/j.scitotenv.2022.161075.
- Supraningsih, N., Wedyawati, N., & Rita, R. (2023). *Sosialisasi dan simulasi kebencanaan banjir di Desa Temiang Kapuas Kecamatan Sepauk Kabupaten Sintang*. JPPM: Jurnal Pelayanan dan Pemberdayaan Masyarakat, 2(2), 66–73.
- Sutikno, S., Gusmayanti, E., & Mulki, G. Z. (2025). Tingkat ekstrem curah hujan pada banjir besar Sintang tahun 2021. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 13(2), 1–10.
- Syafitri, A. W., & Rochani, A. (2022). Analisis Penyebab Banjir Rob di Kawasan Pesisir Studi Kasus: Jakarta Utara, Semarang Timur, Kabupaten Brebes, Pekalongan. *Jurnal Kajian Ruang*, 1(1), 16.

- Ertian, M. H., Jati, D. R., dan Akbar, A. A. (2025). Kerawanan Banjir pada Permukiman di Kalimantan Barat. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 23(5), 1359-1369, doi:10.14710/jil.23.5.1359-1369
<https://doi.org/10.30659/jkr.v1i1.19975>
- Wibowo, Y. A., Ronggowulan, L., Arif, D. A., Afrizal, R., Anwar, Y., & Fathonah, A. (2019). Perencanaan Mitigasi Bencana Banjir Non-Struktural Di Daerah Aliran Sungai Comal Hilir, Jawa Tengah. *JPIG (Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Geografi)*, 4(2), 87-100. <https://doi.org/10.21067/jpig.v4i2.3632>
- Wisnawa, I. G. Y., Jayantara, I. G. N. Y., & Putra, D. G. D. (2021). Pemetaan Lokasi Rawan Banjir Berbasis Sistem Informasi Geografis Di Kecamatan Denpasar Barat. *Jurnal ENMAP*, 2(2), 18-28. <https://doi.org/10.23887/em.v2i2.39841>
- Zazilatur Rachmah, Michael M. Rengkung, V. L. (2018). *Kesesuaian Lahan Permukiman Di Kawasan Kaki Gunung Dua Sudara*. 5(1), 118-129.
- Zhou, B. B., Aggarwal, R., Wu, J., & Lv, L. (2021). Urbanization-associated farmland loss: A macro-micro comparative study in China. *Land Use Policy*, 101(November 2020), 105228. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.105228>