

## **Kerugian Infrastruktur Kawasan Permukiman Rentan Banjir di Sub DAS Bendung Kota Palembang**

**Poppy Augustina Legislatifa<sup>1,2\*</sup>, Sartika Nisumanti<sup>3</sup>**

Program Doktor Ilmu Teknik, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan<sup>1</sup>

Pekerjaan Umum dan Perencanaan Tata Ruang, Kota Palembang, Sumatera Selatan<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Indo Global Mandiri, Palembang<sup>3</sup>

---

### **ARTICLE INFO**

**Kata Kunci:**

Probabilitas; Risiko;  
Kerentanan.

**\*Correspondence email:**

poppyaugustina.12@gmail.com

**Submitted:** 06-11-2024

**Revised:** 20-01-2025

**Accepted:** 01-02-2025

**Published:** 01-02-2025

### **ABSTRAK**

Permasalahan rutin Kota Palembang dalam menghadapi banjir yang cukup luas dan lama, salah satunya terjadi di Daerah Aliran Sungai (DAS) Bendung. Banjir di wilayah DAS Bendung dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain meliputi faktor alam seperti karakteristik sungai yang memiliki kapasitas aliran sungai yang kecil, pasang surutnya air laut menaham aliran sungai dan kondisi topografi yang relatif datar sehingga sebagian wilayah DAS Bendung merupakan dataran banjir. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengukur tinggi atau genangan banjir dan lamanya waktu genangan banjir pada daerah rawan banjir pada pemukiman warga di sepanjang wilayah DAS Bendung, mengidentifikasi unsur risiko dan mengkaji risiko yang dialami warga di sekitar Sungai Bendung akibat pengaruh banjir atau genangan banjir dengan kondisi kerentanan warga tersebut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah obeservasi langsung (kuisioner) tentang kerugian infrastruktur pada kawasan pemukiman rawan (mudah terkena banjir) di Kota Palembang. Hasil dari penelitian ini didapat rata-rata kejadian banjir sebanyak 37,5 kali. Nilai risiko yang dialami oleh warga di wilayah DAS Bendung terjadi setiap tahun, dengan nilai probabilitas 0,930. Untuk nilai risiko terbesar pada wilayah elevasi lahan 0-5 m atau di bantaran Sungai Bendung sebesar 63,24 dengan kedalaman 50 cm dan jumlah rumah yang terendam mencapai hampir 68 rumah. Pada daerah elevasi daratan 5-10 m adalah 79,98 dengan kedalaman 20 cm dan jumlah rumah yang terendam hampir 86 rumah.

**Keywords:**

Probability; Risk;  
Vulnerability.

### **ABSTRACT**

*Palembang City's routine problems in dealing with flooding are quite extensive and long, one of which occurs in the Bendung Watershed (DAS). Flooding in the Bendung watershed area is influenced by several things, including natural factors such as the characteristics of the river which has a small river flow capacity, the ebb and flow of sea water in the river and the relatively flat topographic conditions so that some areas of the Bendung watershed are floodplains. The purpose of this study is to measure the height or inundation of floods and the length of time of flood inundation in flood-prone areas in residential areas along the Bendung watershed area, identify risk elements and assess the risks experienced by residents around the Bendung River due to the influence of flooding or flood inundation with the condition of the residents' vulnerability. The method used in this research is direct observation (questionnaire) about infrastructure losses in vulnerable residential areas (easily affected by flooding) in Palembang City. The results of this study obtained an average flood event of 37.5 times. The risk value experienced by residents in the Bendung watershed area occurs every year, with a probability value of 0.930. For the largest risk value in the land elevation area 0-5 m or on the banks of the Bendung River is 63.24 with a depth of 50 cm and the number of submerged houses reaches almost 68 houses. In the 5-10 m land elevation area is 79.98 with a depth of 20 cm and the number of submerged houses is almost 86 houses.*

---

### **PENDAHULUAN**

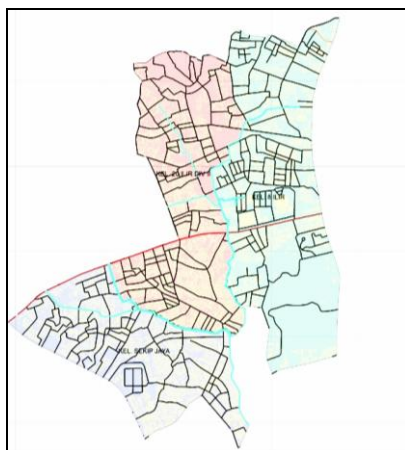
Banjir merupakan salah satu bencana alam yang paling sering terjadi dan berdampak buruk terhadap masyarakat dan lingkungan. infrastruktur lokal (Van Ginkel et al., 2021). Permasalahan banjir semakin kompleks dari tiap tahunnya (Noer Hidayath et al., 2023). Banjir sering kali menimbulkan kerusakan dan penderitaan yang tidak dapat dihindari, dan merupakan hal yang umum terjadi di seluruh belahan dunia (Papilloud et al., 2020), (Stefanidis et al., 2022). Akan tetapi, karakteristik dan intensitasnya berbeda-beda di setiap wilayah (Munawar et al., 2022). Ukuran utama dampak banjir cenderung berfokus pada kerusakan langsung pada aset fisik, yang memberikan gambaran tentang apa yang terekspos dan sejauh mana (Tate et al., 2021). Banjir adalah tergenangnya

lahan kering seperti lahan pertanian, pemukiman, dan pusat kota. Banyak faktor yang menyebabkan terjadinya banjir di pusat kota, antara lain curah hujan yang tinggi, debit air yang melebihi kapasitas drainase, terbatasnya daerah tangkapan air akibat alih fungsi menjadi kawasan pemukiman, masyarakat yang membuang sampah ke sungai dan menyebabkan aliran sungai tersumbat, penebangan liar, drainase yang meluap, dan masih banyak faktor lainnya (Sholihah et al., 2020). Kota Palembang merupakan salah satu kota terbesar yang memiliki luas wilayah 400,61 km<sup>2</sup> yang merupakan pusat kegiatan sosial dan ekonomi di wilayah Sumatera Selatan yang juga merupakan ibukota Provinsi Sumatera Selatan (Lestari, 2023). Palembang merupakan daerah dataran rendah yang banyak terdapat rawa-rawa dan anak sungai. Hal ini selalu menyebabkan hujan di beberapa daerah menyebabkan beberapa daerah tergenang banjir (Lumuan et al., 2017). Beberapa wilayah di Kota Palembang hampir setiap tahun mengalami banjir pada saat musim hujan (Nisumanti et al., 2023). Bertambahnya titik banjir akan menjadi ancaman bagi infrastruktur (Faqih & Lestarini, 2020). Permasalahan rutin Kota Palembang dalam menghadapi banjir yang cukup luas dan lama, salah satunya terjadi di Daerah Aliran Sungai (DAS) Bendung. Banjir di wilayah DAS Bendung dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain meliputi faktor alam seperti karakteristik sungai yang memiliki kapasitas aliran sungai yang kecil, pasang surutnya air laut menaham aliran sungai dan kondisi topografi yang relatif datar sehingga sebagian wilayah DAS Bendung merupakan dataran banjir.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian tentang kerentanan struktur bangunan dan jalan lingkungan di kawasan permukiman akibat genangan banjir perlu dilakukan untuk mengetahui nilai risiko bahayanya. Bahaya dan risiko yang berhubungan dengan banjir merupakan dua konsep penting yang secara umum terkait dengan fenomena ini. Saat ini, analisis risiko banjir dan pemetaan banjir telah mengalami pengembangan lebih lanjut (Nkwunonwo et al., 2020). Banyak penelitian telah dilakukan untuk menganalisis risiko dan kerentanan banjir di Indonesia dan di seluruh dunia (Ullah & Zhang, 2020). Bahaya banjir mencerminkan kecenderungan suatu wilayah dalam konteks karakteristik fisik geografisnya (Lasaiba, 2023). Dalam hal ini, risiko biasanya didefinisikan sebagai kombinasi dari bahaya, paparan, dan kerentanan (Röthlisberger et al., 2018). Masyarakat merupakan pihak pertama yang menangani risiko bencana sehingga kapasitas mitigasi bencana lebih efektif dengan partisipasi masyarakat (Budiarti et al., 2017). Salah satu hal yang harus diperhatikan dalam upaya mitigasi yaitu ketersediaan informasi dan peta daerah rawan bencana serta sosialisasi untuk meningkatkan kewaspadaan masyarakat dalam menghadapi bencana (Helmi et al., 2019). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengukur tinggi atau genangan banjir dan lamanya waktu genangan banjir pada daerah rawan banjir pada pemukiman warga di sepanjang wilayah DAS Bendung, mengidentifikasi unsur risiko dan mengkaji risiko yang dialami warga di sekitar Sungai Bendung akibat pengaruh banjir atau genangan banjir dengan kondisi kerentanan warga tersebut. Manfaat dari penelitian yang dilakukan ialah memberi pemahaman mengenai permasalahan banjir yang sering terjadi di Sub DAS Bendung yang disertai dengan nilai resikonya baik dalam tahap pasca banjir maupun tahap terjadinya banjir, dalam hal ini apabila pengambilan Keputusan dilakukan dengan baik dan benar maka hal tersebut dapat meminimalisir biaya yang akan timbul.

## **METODE**

Penelitian ini berlokasi di Daerah Aliran Sungai (DAS) Bendung yang terletak di bagian tengah Kota Palembang dengan luas daerah tangkapan air 19.187 km<sup>2</sup>. Kondisi topografi Daerah Aliran Sungai (DAS) Bendung merupakan daerah dengan elevasi tanah yang berbedabeda terhadap permukaan laut. Pada daerah di luar pemukiman penduduk, kondisi tanahnya berbukit-bukit dengan ketinggian bervariasi antara 8-10 meter.



**Gambar 1.** Peta Bangunan di Sub DAS Bendung  
(Sumber: analisis ArcGis, 2024)

Pengambilan sampel bangunan dilakukan pada 3 (tiga) kelompok lokasi di dalam wilayah Sungai Bendung yaitu Kelurahan 20 Ilir D.II Kecamatan Ilir Timur I Kelurahan Sekip Jaya Kecamatan Kemuning dan Kelurahan 8 Ilir Kecamatan Ilir Timur II Kota Palembang dengan jumlah rumah sebanyak 6.000 rumah dengan tingkat kepercayaan 95% yang berarti sampel diambil 5% dari jumlah rumah. Sampel yang diambil kemudian dikelompokkan berdasarkan kontur/elevasi lahan dengan 2 (dua) jenis elevasi lahan yaitu daerah elevasi lahan rendah (0-5 m) dan daerah elevasi lahan tinggi (5-10 m).

### Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan dengan metode pengumpulan data, yaitu data yang perlu dikumpulkan melalui observasi tentang kerugian infrastruktur pada kawasan permukiman rawan (mudah terkena banjir) di Kota Palembang Studi Kasus Sub Daerah Aliran Sungai Bendung.

### Pengolahan Data

Pengolahan data dengan melakukan analisis data yang diperoleh dari kuesioner untuk menganalisis unsur risiko kerentanan fisik akibat banjir dan penilaian kerentanan sehingga diperoleh estimasi risiko yang dialami penduduk akibat kerentanan fisik berupa bangunan gedung, serta estimasi risiko kerentanan fisik jalan permukiman, dengan menggunakan rumus estimasi risiko (van Westen et al., 2002).

$$\text{Resiko} = (H \times \Sigma (V \times A)) \tag{1}$$

Dimana:

H = Bencana (digambarkan sebagai probabilitas kerugian tahun sebelumnya).

V = Kerentanan fisik dari tiap elemen resiko.

A = jumlah bangunan yang terendam dalam setiap klasifikasi genangan.

sedangkan probabilitasnya, dengan mengukur nilai lama (waktu) tergenang/tergenang, semakin lama tergenangnya suatu material misalnya triplek maka tingkat kerusakan atau nilai kerusakan material tersebut akan semakin besar.

## HASIL

### Klasifikasi Bahan Bangunan Rendah 0-5 m

Bahan bangunan yang diteliti sebagai elemen risiko akibat banjir di sini dinilai pada lantai dan dinding bangunan tempat tinggal.

**Tabel 1. Jenis Material Lantai Pada Ketinggian Permukaan Tanah 0 – 5 m meter di atas permukaan tanah (MSL)**

Jenis Material Lantai	Jumlah Bangunan	Persentase (%)
Tanah	-	0
Kayu atau Papan	80	53,33
Semen	44	29,33
Keramik	26	17,33
Total	150	100

(Sumber: survey, 2024)

Berdasarkan tabel 1. Dapat dilihat bahwa rata-rata penduduk yang tinggal di pinggir Sungai Bendung bangunan dan materialnya terbuat dari kayu atau papan dengan konstruksi rumah panggung. Namun ada juga rumah yang tidak permanen (terbuat dari kayu) dengan lantai kayu/papan yang bertumpu langsung di tanah. Sedangkan klasifikasi berdasarkan material dinding rumah rendah 0-5 m dapat dilihat pada Tabel 2

**Tabel 2. Jenis Material Dinding Pada Ketinggian Permukaan Tanah 0 – 5 m meter di atas permukaan tanah (MSL)**

Jenis Material Dinding	Jumlah Bangunan	Persentase (%)
Playwood	2	1,33
Kayu	87	58,00
Bata	61	40,67
Seng	-	-
Batako	-	-
Total	150	100

(Sumber: survey, 2024)

Tabel 2. Menunjukkan bahwa rata-rata penduduk yang tinggal disepanjang aliran Sub Das Bendung atau bantaran Sungai Bendung adalah penduduk dengan kondisi rumah berukuran kecil/bedeng.

### Klasifikasi Bahan Bangunan Tinggi 5 – 10 cm

Bahan bangunan yang diteliti sebagai elemen risiko banjir dinilai pada lantai dan dinding bangunan tempat tinggal seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3

**Tabel 3. Jenis Material Lantai pada Elevasi Tanah 5 – 10 meter di atas permukaan tanah (MSL)**

Jenis Material Lantai	Jumlah Bangunan	Persentase (%)
Tanah	-	0
Kayu atau Papan	18	12
Semen	21	14
Keramik	111	74
Total	150	100

(Sumber: survey, 2024)

Tabel 3 menunjukkan bahwa sebagian besar rumah yang agak jauh dari Sungai Bendungan (kerentanan banjir/ genangan air rendah) memiliki struktur yang sebagian besar berbahan keramik. Faktor kerentanan akibat banjir atau genangan air sangat dipengaruhi oleh jenis bahan bangunan rumah tersebut. Untuk bahan keramik lebih tahan terhadap genangan air akibat banjir dibandingkan bahan kayu atau tripleks yang sangat rentan terhadap air karena tidak diperbaiki melainkan harus diganti dengan bahan yang baru. Untuk klasifikasi berdasarkan bahan dinding rumah dengan tinggi 5-10 m seperti pada Tabel 4.

**Tabel 4. Jenis Material Dinding pada Ketinggian Lahan 5 – 10 meter diatas permukaan tanah**

Jenis Material Dinding	Jumlah Bangunan	Persentase (%)
Playwood	-	-
Kayu	27	18
Bata	123	82
Seng	-	-
Batako	-	-
Total	150	100

(Sumber: survey, 2024)

Berdasarkan Tabel 4, dapat dilihat bahwa rata-rata penduduk yang tinggal di wilayah ini secara ekonomi lebih mampu membangun rumah permanen dari batu bata dengan ukuran yang lebih besar. Selain faktor ekonomi, kondisi tanah di Sub-Saluran Bendung yang lebih tinggi dan luas lahan yang lebih besar menyebabkan penduduk membangun rumah permanen yang langsung berada di atas tanah.

### Kedalaman dan Durasi Banjir

Banjir yang terjadi tentu saja menimbulkan kerusakan dan kerugian dengan nilai yang berbeda-beda karena kerusakan/kerugian ini berkaitan dengan kedalaman banjir (dalam cm) dan lamanya waktu (dalam jam) terjadinya banjir/genangan. Berikut ini adalah tabel rata - rata kedalaman banjir berdasarkan data kuesioner di wilayah Sub DAS Bendung pada elevasi daratan rendah (0-5 m).

**Tabel 5. Rata-rata Kedalaman Banjir di Wilayah Sub Das Bendung Ketinggian Tanah 0 – 5 m**

Rata-rata kedalaman Banjir	Jumlah Bangunan	Relatif (%)
20 cm	9	4,67
30 cm	41	6,67
50 cm	68	33,33
100 cm	31	55,33

(Sumber: survey, 2024)

**Tabel 6. Lamanya Terjadi Banjir di Wilayah Kecamatan Das Bendung Ketinggian Tanah 0 – 5 m**

Lama terjadi Banjir/Genangan	Jumlah Bangunan	Relatif (%)
4 jam	6	3,33
6 jam	23	6,67
12 jam	110	80,00
24 jam	11	10,00

(Sumber: survey, 2024)

Berdasarkan Tabel 5 dan Tabel 6 dapat ditarik hubungan bahwa semakin dalam banjir maka semakin lama genangan dan banjir itu sendiri. Kedalaman banjir yang terjadi lebih banyak dengan tingkat kedalaman banjir 50 cm dan dengan lama waktu genangan 12 jam, ini berarti bahwa banjir yang terjadi sudah pasti menimbulkan kerusakan pada bangunan fisik seperti lantai, dinding maupun perabot rumah tangga dan harta/aset lainnya. Dari permukaan tanah 5-10 cm.

**Tabel 7. Rata-rata Kedalaman Banjir di Wilayah Sub Das Bendung Ketinggian Tanah 5 – 10 m**

Rata-rata kedalaman Banjir	Jumlah Bangunan	Relatif (%)
20 cm	86	57,33
30 cm	41	27,33
50 cm	23	15,33

(Sumber: survey, 2024)

**Tabel 8. Lamanya Terjadi Banjir di Wilayah Sub Das Bendung Ketinggian Tanah 5 – 10 m**

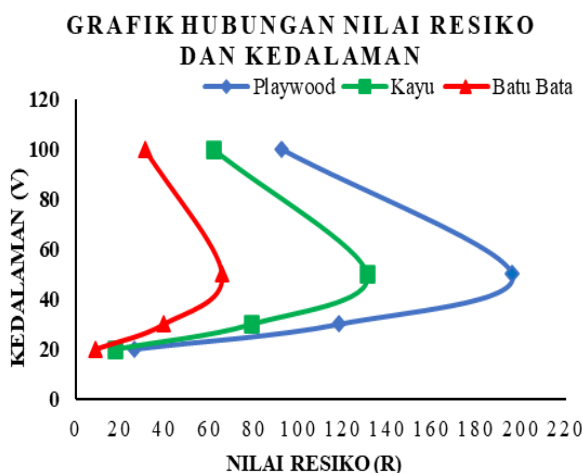
Lama terjadi Banjir/Genangan	Jumlah Bangunan	Relatif (%)
4 jam	58	38,67
6 jam	77	51,33
12 jam	15	10,00

(Sumber: survey, 2024)

Tabel 7 dan Tabel 8 menunjukkan bahwa kedalaman banjir lebih banyak terjadi pada elevasi banjir 30 cm, kondisi ini dikarenakan elevasi daratan di wilayah tersebut jauh lebih tinggi dari MSR Sungai Bendung. Sementara itu, kedalaman banjir rata-rata 50 cm lebih sedikit, yakni sebanyak 23 rumah berada pada elevasi daratan yang berbatasan dengan elevasi daratan 0-5 m, yakni pada wilayah sekitar elevasi daratan 5-6 m.

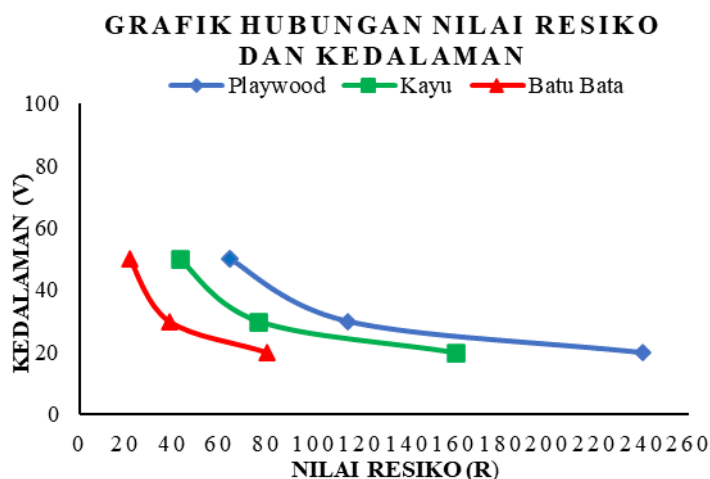
### Kedalaman Risiko

Rumus matem atika yang digunakan dalam perhitungan risiko adalah hasil perkalian risiko (van Westen et al., 2002). ari rumus estimasi risiko tersebut diperoleh perhitungan nilai risiko kerentanan fisik bangunan pada daerah kontur rentan 0-5 m dengan tinggi kontur 5-10 m. Berikut ini merupakan grafik hubungan antara nilai risiko dengan kedalaman banjir pada kontur 0-5 m.



**Gambar 2.** Grafik Hubungan Nilai Risiko (R) dengan Kedalaman Banjir (V) Ketinggian Lahan 0 – 5 m (Sumber: analisis, 2024)

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa semakin dalam rumah tergenang atau tergenang dengan berbagai jenis material bangunan, maka nilai risiko yang dialami penghuni juga berbeda. Untuk nilai risiko masing-masing bangunan pada area kontur 5-10 m seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Hubungan Nilai Risiko (R) dengan Kedalaman Banjir (V) Ketinggian Lahan 5 – 10 m (Sumber: analisis, 2024)

Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai risiko yang dialami oleh warga pada daerah kontur ini berbeda dengan nilai risiko pada kontur 0-5 m, dimana untuk semua jenis bahan bangunan yang berbeda semakin rendah kedalamannya maka nilai risikonya semakin besar. Pada daerah ini nilai risikonya lebih rendah dikarenakan kondisi yang jauh dari Sungai Bendung dengan elevasi tanah yang lebih tinggi menyebabkan masyarakat lebih banyak membuat rumah permanen dengan bahan dinding dari batu bata dan lantai keramik serta faktor kapasitas ekonomi yang lebih tinggi sehingga masyarakat dapat melakukan renovasi dan perbaikan rumah dikarenakan daya tampung banjir atau coping cap

## SIMPULAN

Dari hasil analisis yang telah dilakukan maka didapat kedalaman (ketinggian) genangan atau banjir di wilayah DAS Bendung untuk daerah elevasi dataran rendah 0-5 m rata-rata 50 cm, untuk daerah elevasi dataran tinggi 5-10 m rata-rata 20 cm. sedangkan rata-rata kejadian banjir sebanyak 37,5 kali untuk unsur risiko pada kawasan rawan banjir pada kawasan permukiman sepanjang DAS Bendung yang sangat menentukan adalah lamanya (waktu) genangan, tinggi genangan dan jenis bahan bangunan. Nilai risiko yang dialami oleh warga di wilayah DAS Bendung terjadi setiap tahun, dimana nilai probabilitas yang diperoleh sebesar 0,930. Dengan demikian probabilitas terjadinya banjir mendekati satu kejadian pada setiap tahun hujan. Nilai risiko terbesar pada wilayah elevasi lahan 0-5 m atau di bantaran Sungai Bendung sebesar 63,24 dengan kedalaman 50 cm dan jumlah rumah yang terendam mencapai hampir 68 rumah. Sebaran nilai risiko pada daerah elevasi daratan 5-10 m adalah 79,98 dengan kedalaman 20 cm dan jumlah rumah yang terendam hampir 86 rumah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Budiarti, W., Gravitiani, E. V. I., & Mujiyo, D. A. N. (2017). *Flood Mitigation Efforts in Samin Sub-Watershed through the Disaster Resilient Community Development*. 18(2), 241–250.
- Faqih, N., & Lestari, W. (2020). Redesign of road drainage system in jalan Banyumas Km 7 Selomerto, Wonosobo with normal discharge method. *Journal of Physics: Conference Series*, 1511(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1511/1/012063>
- Helmi, H., Basri, H., Sufardi, S., & Helmi, H. (2019). Flood vulnerability level analysis as a hydrological disaster mitigation effort in Krueng Jreue Sub-Watershed, Aceh Besar, Indonesia. *Jamba: Journal of Disaster Risk Studies*, 11(1), 1–8. <https://doi.org/10.4102/jamba.v11i1.737>
- Lasaiba, M. (2023). Analisis Multikriteria Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) terhadap Bahaya dan Resiko Banjir di Kecamatan Sirimau Kota Ambon. *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing*, 4(2), 77–90. <https://doi.org/10.23960/jgrs.ft.unila.146>
- Lestari, M. A. (2023). Pengadaan Tanah Bagi Pembangunan Kolam Retensi Dan Pompa Pengendali Banjir Sub

- Das Bendung Kota Palembang Sebagai Pembangunan Prioritas. *Lex LATA*, 4(3), 279–291. <https://doi.org/10.28946/lexl.v4i3.1862>
- Lumuan, M. D., Sujono, J., & Supraba, I. (2017). Pola Penanganan Genangan Air Hujan dengan Pendekatan Konsep Blue Green Cities di Kawasan Kampus UGM. *Jurnal Teknisia*, 22(2), 400–409.
- Munawar, H. S., Hammad, A. W. A., & Waller, S. T. (2022). Remote Sensing Methods for Flood Prediction: A Review. *Sensors*, 22(3). <https://doi.org/10.3390/s22030960>
- Nisumanti, S., Baniva, R., & Afrizal. (2023). Analysis of drainage network capacity in Rawa Jaya Area, Ilir Timur I, Palembang. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1173(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1173/1/012039>
- Nkwunonwo, U. C., Whitworth, M., & Baily, B. (2020). A review of the current status of flood modelling for urban flood risk management in the developing countries. *Scientific African*, 7, e00269. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00269>
- Noer Hidayath, T. W., Azwarman, A., & Zulfiati, R. (2023). Simulasi Banjir Sungai Putri Danau Sipin Kota Jambi. *Jurnal Talenta Sipil*, 6(1), 171. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v6i1.217>
- Röthlisberger, V., Zischg, A. P., & Keiler, M. (2018). A comparison of building value models for flood risk analysis. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 18(9), 2431–2453. <https://doi.org/10.5194/nhess-18-2431-2018>
- Sholihah, Q., Kuncoro, W., Wahyuni, S., Puni Suwandi, S., & Dwi Feditasari, E. (2020). The analysis of the causes of flood disasters and their impacts in the perspective of environmental law. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 437(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/437/1/012056>
- Stefanidis, S., Alexandridis, V., & Theodoridou, T. (2022). Flood Exposure of Residential Areas and Infrastructure in Greece. *Hydrology*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/hydrology9080145>
- Tate, E., Rahman, M. A., Emrich, C. T., & Sampson, C. C. (2021). Flood exposure and social vulnerability in the United States. *Natural Hazards*, 106(1), 435–457. <https://doi.org/10.1007/s11069-020-04470-2>
- Ullah, K., & Zhang, J. (2020). GIS-based flood hazard mapping using relative frequency ratio method: A case study of panjkora river basin, eastern Hindu Kush, Pakistan. *PLoS ONE*, 15(3), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229153>
- Van Ginkel, K. C. H., Dottori, F., Alfieri, L., Feyen, L., & Koks, E. E. (2021). Flood risk assessment of the European road network. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 21(3), 1011–1027. <https://doi.org/10.5194/nhess-21-1011-2021>
- van Westen, C. J., Montoya, L., & Boerboom, L. (2002). Multi-Hazard Risk Assessment using GIS in urban areas: A case study for the city of Turrialba, Costa-Rica. *Proc. Regional Workshop*, 53–72. <http://www.adpc.net/AUDMP/rlw/themes/th1-westen.pdf>