

Korelasi Alih Fungsi Lahan DAS Padolo Terhadap Frekuensi dan Dampak Kerugian Bencana Banjir di Kota Bima (Periode 2017–2024)

Sulaiman

Magister Manajemen Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Universitas Mataram
Jl. Pendidikan No.37, Dasan Agung Baru, Kec. Mataram, Kota Mataram, Nusa Tenggara Bar. 83125

*Correspondent email: mesa.geo04@gmail.com

Diterima: 1 Desember 2025 | Disetujui: 27 April 2026 | Diterbitkan: 28 April 2026

Abstract. *The Padolo Watershed (DAS), which spans Bima Regency and Bima City, is the main focus of hydrological disaster issues in West Nusa Tenggara (Nusa Tenggara Barat). This study aims to analyze the correlation between land cover change within the Padolo Watershed and the increase in the frequency and damage caused by flood disasters in Bima City during the 2017–2024 period. The methodology employed is a mixed-method analysis, involving qualitative literature review and quantitative time-series data analysis from BMKG (Agency for Meteorology, Climatology, and Geophysics) and BPBD (Regional Disaster Management Agency) data, coupled with a spatial analysis approach using land cover data from Esri | Sentinel-2 Land Cover Explorer. The results indicate significant land cover changes from 2017 until 2024, characterized by an increase in Built Area from 2,195 Ha to 2,904 Ha and a corresponding loss of natural forest land (Trees) from 8,283 Ha to 6,245 Ha. These alterations correlate with a high frequency and impact of disasters, which peaked in 2021 with 12 flood incidents and 3,427 submerged houses (Indonesian Disaster Data Geoportal). Bima City's naturally concave topography (often described as a 'water bowl') is further exacerbated by the degradation of critical land in the upstream area, resulting in persistent flood disasters even during years with relatively lower rainfall intensity. This analysis underscores the necessity of restoring the Padolo Watershed's carrying capacity through integrated, policy-supported management.*

Keywords: *Padolo watershed; land use change; Bima city flood; critical land; watershed carrying capacity*

PENDAHULUAN

Bencana banjir telah menjadi permasalahan berulang yang merugikan bagi Kota Bima, utamanya diakibatkan oleh luapan dari DAS Padolo (Budianto et al., 2024). Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu kesatuan ekosistem yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air. Integritas fungsi hidrologis DAS sangat dipengaruhi oleh tata guna lahan di dalamnya (Pemerintah Republik Indonesia, 2012). Berdasarkan data Batas DAS KLHK Seluruh Indonesia-INDONESIA GEOSPASIAL, DAS Padolo berada dibawah kewenangan BP DAS Dodolan Moyosari dengan kode DAS420446 dan memiliki luas 25.874 Ha. Menurut data klasifikasi DAS dalam Peta Interaktif SIGAP Kementerian LHK, DAS Padolo termasuk DAS dengan klasifikasi dipertahankan.

Dinamika kondisi DAS di hulu (Kabupaten Bima) sangat memengaruhi kondisi di hilir (Kota Bima) (Budianto et al., 2024). Faktor pemicu banjir di Bima melibatkan kombinasi dari topografi, curah hujan, dan alih fungsi kawasan hutan (Adi & Muladi, 2022). Secara topografis, Kota Bima berada pada cekungan yang rentan menerima limpasan air dari perbukitan di sekitarnya, dikenal sebagai efek "mangkok air" (Adi & Muladi, 2022).

Alih fungsi lahan, terutama di hulu DAS, diyakini menjadi pemicu meningkatnya debit limpasan dan mengindikasikan penurunan Daya Dukung DAS (Isnain & Hasnawir, 2017). Penurunan daya dukung DAS (yaitu kemampuan DAS untuk mewujudkan kelestarian dan keserasian ekosistem) dicirikan dengan terjadinya banjir, tanah longsor, erosi, sedimentasi, dan kekeringan (Pemerintah Republik Indonesia, 2012). Kondisi ini seringkali disebabkan oleh kegiatan manusia yang mengabaikan faktor fisik lahan, seperti kemampuan lahan dan kesesuaian lahan, yang pada akhirnya memicu kondisi lahan kritis (Bashit, 2019; Basuki et al., 2020).

Masalah degradasi lahan di DAS Padolo tidak terlepas dari konteks nasional. Alih fungsi lahan, khususnya konversi kawasan hutan menjadi lahan pertanian monokultur (Adi & Muladi, 2022), telah menjadi pemicu



kerusakan di berbagai DAS prioritas di Indonesia. Misalnya, di DAS Citarum Hulu terjadi pengurangan hutan dan peningkatan lahan terbangun yang menyebabkan perubahan karakteristik hidrologi (Salim et al., 2019; Fadhil et al., 2021). Demikian pula di DAS Cisadane dan DAS Babon, pertumbuhan permukiman di wilayah pinggiran telah mengubah lahan pertanian menjadi area limpasan yang tinggi (Lestari & Hidayawanti, 2016; Prihestiwi et al., 2023). Kerusakan DAS yang semakin meluas menuntut implementasi kebijakan pengelolaan DAS terpadu yang harus berazaskan pemanfaatan sumber daya alam dengan memperhatikan perlindungan lingkungan, seperti yang diamanatkan dalam PP No. 37 Tahun 2012 (Sudaryono, 2002; Sabila et al., 2023; Mulyawan et al., 2022).

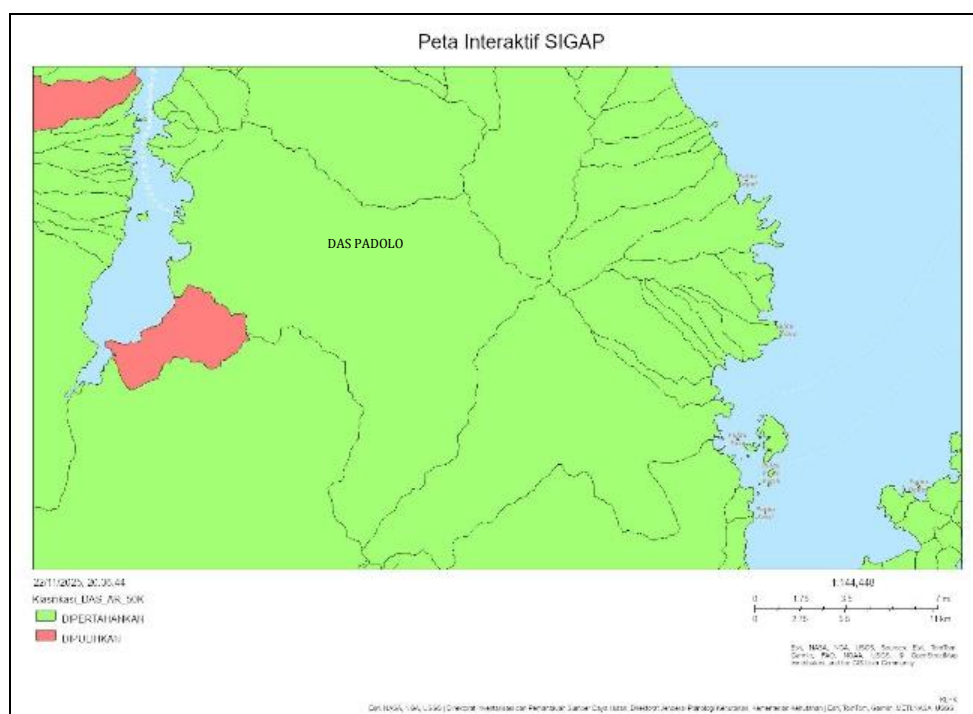
Pengelolaan DAS yang efektif harus bersifat terkoordinasi, terintegrasi, dan sinergis karena permasalahan di hulu selalu memberikan dampak signifikan di hilir (Lestari & Hidayawanti, 2016). Kewenangan pengelolaan ini juga harus mempertimbangkan otonomi daerah dalam tata pengurusan sumber daya air (Wulandari & Ilyas, 2019).

Penelitian ini bertujuan menganalisis secara deskriptif korelasi antara perubahan tutupan lahan di DAS Padolo (berdasarkan data spasial) dengan data frekuensi kejadian banjir serta dampak kerugian di Kota Bima berdasarkan data historis BPBD dan BMKG, untuk menegaskan perlunya penanganan DAS secara terpadu.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini memfokuskan studi pada DAS Padolo yang secara kewilayahan melintasi Kabupaten Bima dan Kota Bima (Budianto et al., 2024). Data yang dikumpulkan mencakup periode tahun 2017 hingga 2024.



Gambar 1. Lokasi dan Status DAS Padolo (sumber peta interaktif SIGAP)

Pendekatan Penelitian

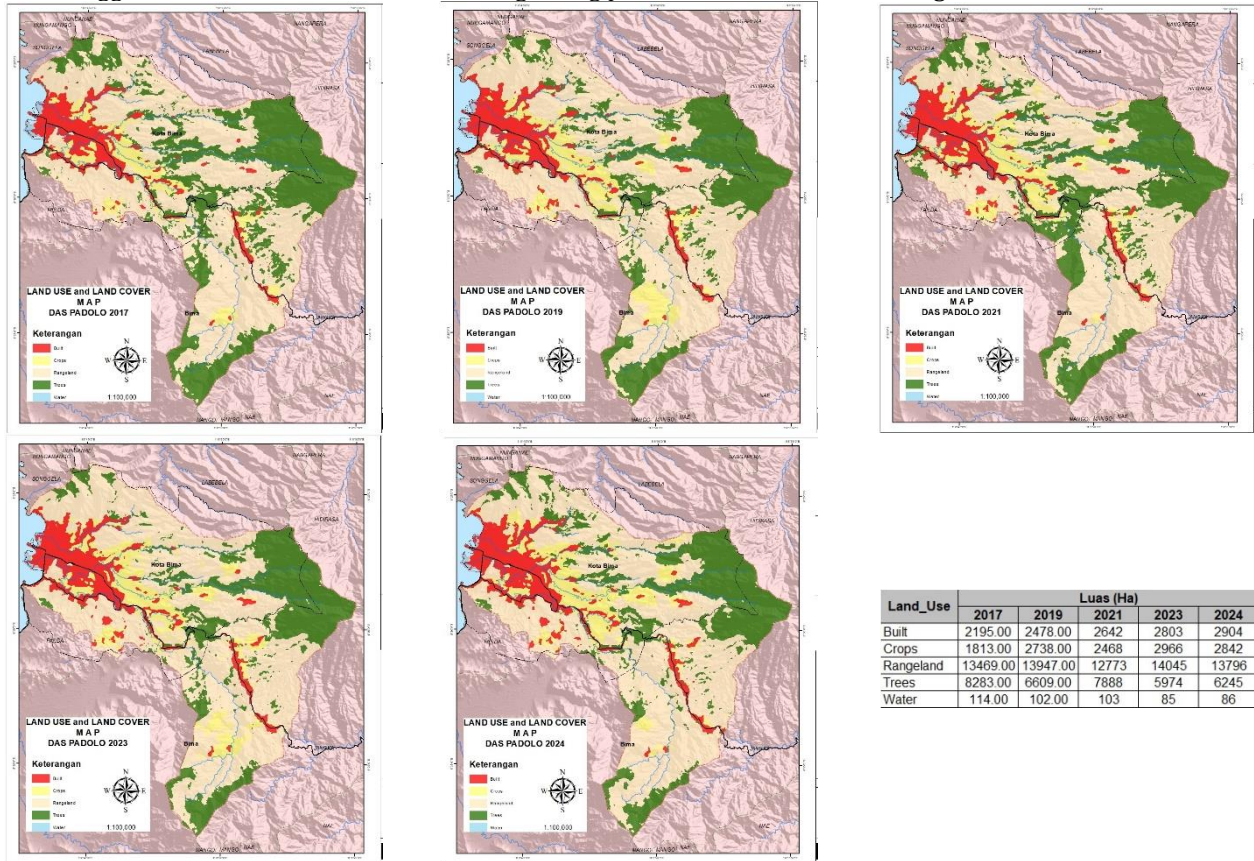
Metode penelitian ini menggunakan pendekatan analisis gabungan (mixed-method), yaitu:

1. Analisis Kualitatif: Dilakukan melalui kajian studi pustaka (jurnal dan peraturan) untuk membangun kerangka konseptual mengenai Daya Dukung DAS, Lahan Kritis, dan implikasi kebijakan (Pemerintah Republik Indonesia, 2012; Isnain & Hasnawir, 2017; Adi & Muladi, 2022).
2. Analisis Kuantitatif: Dilakukan melalui analisis data time-series dari data sekunder yang diperoleh dari portal pemerintah (BMKG dan BPBD) dan data tutupan lahan yang diperoleh dari Esri | Sentinel-2 Land Cover Explorer untuk menguji korelasi antar variabel.



Sumber Data

1. Data Tutupan Lahan (Spasial): Data luasan tutupan lahan DAS Padolo untuk tahun 2017, 2019, 2021, 2023, dan 2024 diambil dari portal Esri | Sentinel-2 Land Cover Explorer dan dilakukan analisis spasial menggunakan software ArcGis untuk menghitung perubahan luasan antar kategori lahan.

**Gambar 2.** Peta Perubahan Tutupan Lahan DAS Padolo 2017-2024

2. Data Curah Hujan (Meteorologis): Data curah hujan tahunan (BMKG) periode 2017–2024 digunakan sebagai variabel pemicu eksternal (Data Online - Direktorat Data dan Komputasi BMKG).

Tabel 1. Data Curah Hujan Tahunan Kota Bima Stasiun Meteorologi Sultan Muhammad Salahuddin

Bulan	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Januari	228.1	350.7	163.9	80.6	350.3	153.1	106.2	109.9
Februari	154	189.8	128.4	327.7	148.3	188.1	180.1	105.8
Maret	229.3	136.5	125.4	208.4	172.8	58.5	232.5	150.8
April	121.9	35	117.7	34	153.5	113.6	205.9	80.7
Mei	29.8	0	0.6	35	4.1	47.9	0	0
Juni	62.3	1	0	0.2	16.9	32.9	11	1.5
Juli	0.4	0	0	4	5.2	21.9	0	0
Agustus	0.5	2.2	0	0	4.4	1.7	0	0
September	0.2	14.6	2.1	0.9	41.2	10.7	0	0
Oktober	99.7	7.5	0	95.2	32.9	123.4	0	6.9
November	199.6	132.5	52.6	33.1	280.1	190.3	42.8	206.8
Desember	175.8	247.9	201.8	224.2	340.4	151.9	144.6	349.7
Tahunan (mm)	1301.60	1117.70	792.50	1043.30	1550.10	1094.00	923.10	1012.10

Bulan Basah
 Bulan Lembab
 Bulan Kering

(<https://dataonline.bmkg.go.id/>)



3. Data Bencana Banjir (Empiris): Data kejadian banjir (Geoportal Data Bencana Indonesia) periode 2017–2024, meliputi total frekuensi kejadian dan jumlah rumah terendam, digunakan untuk mengukur dampak perubahan tutupan lahan DAS Padolo terhadap frekwensi kejadian banjir Kota Bima.

Tabel 2. Frekwensi Kejadian Banjir Kota Bima tahun 2017-2024

Tahun	Total Kejadian	Bulan Kejadian	Rumah Rusak	Jumlah Rumah Terendam	Fasum Rusak	Korban Meninggal
2017	2	Jan, Mar	0	950	4	0
2018	2	Jan	0	0	0	0
2019	3	Mar, Des	0	892	0	0
2020	4	Jan, Feb	2	55	0	0
2021	12	Jan, Feb, Mar, Nov, Des	6	3427	4	1
2022	1	Nov	0	44	0	0
2023	6	Feb, Mar, Apr, Nov	2	2972	9	0
2024	5	Feb, Des	0	0	1	0

<https://gis.bnpb.go.id/>

Metode Analisis

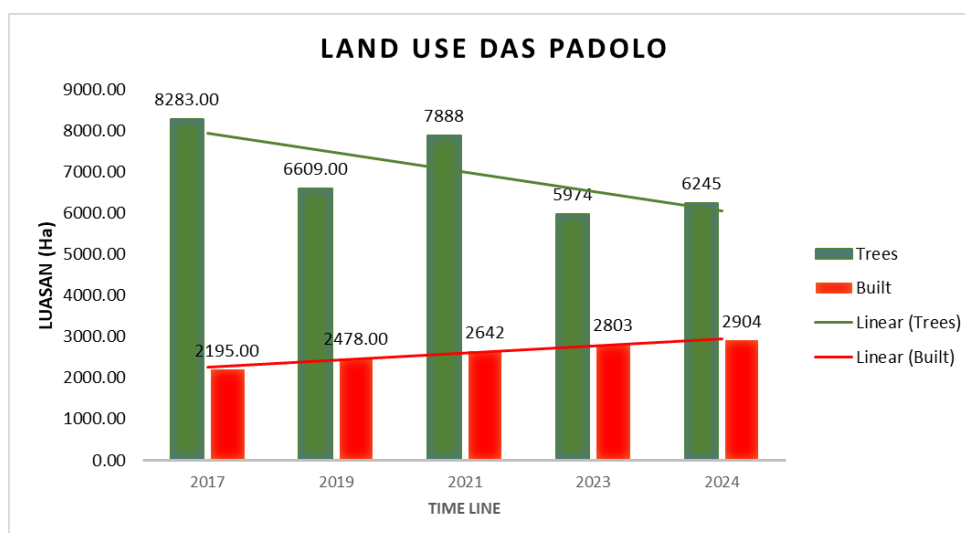
Metode analisis yang digunakan adalah Analisis Komparatif Korelasional Time-Series Deskriptif. Analisis ini melibatkan:

1. Analisis Perubahan Lahan: Menghitung tren perubahan luasan tutupan lahan, khususnya pada kategori Trees, Built, dan Crops, untuk mengidentifikasi tingkat degradasi DAS.
2. Analisis Korelasi Deskriptif: Membandingkan tren data Curah Hujan Tahunan dengan tren data dampak bencana (frekuensi dan kerugian rumah terendam) dari tahun ke tahun untuk menunjukkan hubungan antara degradasi DAS dan peningkatan risiko bencana. Semua bahan dan metode yang telah digunakan dalam pekerjaan harus dinyatakan dengan jelas dan terjemahan harus digunakan bila perlu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dinamika Perubahan Tutupan Lahan dan Korelasi Awal dengan Dampak Banjir

Analisis tutupan lahan di DAS Padolo dari tahun 2017 hingga 2024 menunjukkan pergeseran fungsi lingkungan yang ekstrem, yang berkorelasi dengan degradasi kapasitas resapan DAS.



Gambar 3. Grafik perubahan tutupan lahan DAS Padolo

Sementara itu, kejadian banjir di wilayah hilir Kota Bima menunjukkan peningkatan baik dari segi frekwensi dan dampak yang ditimbulkan. Dimana pada periode 2017 sampai 2020 rata rata terjadi 3 kali



kejadian banjir di daerah hilir per periode musim penghujan, kemudian pada periode 2021 sampai 2024 meningkat menjadi rata rata 6 kali kejadian banjir per musim penghujan.



Gambar 4. Grafik Frekwensi Kejadian Banjir Kota Bima tahun 2017-2024

Untuk mengidentifikasi hubungan ini, dilakukan komparasi antara luasan lahan resapan (Trees) dan lahan kedap air (Built) dengan dampak bencana banjir tahunan (Jumlah Rumah Terendam). Data komparasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Komparasi Tutupan Lahan Resapan, Lahan Terbangun, Curah Hujan, dan Dampak Banjir di DAS Padolo

Tahun	Curah Hujan Tahunan (mm) https://dataonline.bmkg.go.id/dataonline-home	Luas Trees DAS Padolo (Ha) Esri Sentinel-2 Land Cover Explorer	Luas Built Area DAS Padolo (Ha) Esri Sentinel-2 Land Cover Explorer	Kejadian Banjir Kota Bima (BPBD) https://gis.bn-pb.go.id/	Kejadian Banjir Kota Bima (BPBD) https://gis.bn-pb.go.id/
2017	1301.6	8283	2195	2	950
2019	792.5	6609	2478	3	892
2021	1550.1	7888	2642	12	3427
2022	923.1	5974	2803	6	2972
2024	1012.1	6245	2904	5	0

Data Tabel 3 menunjukkan bahwa luasan lahan Trees (pohon/hutan) dan Built (lahan terbangun/permukiman) mengalami dinamika yang saling berlawanan. Luasan Trees mencapai puncak pada tahun 2019 (8.283 Ha) dan kemudian menurun drastis menjadi hanya 5.974 Ha pada tahun 2023, meskipun sedikit meningkat kembali pada 2024 (6.245 Ha). Sebaliknya, luasan lahan Built terus meningkat secara konsisten, mencapai 2.904 Ha pada tahun 2024.

Kenaikan luasan lahan Built dan Crops (lahan pertanian, yang juga meningkat dari 1.813 Ha pada 2017 menjadi 2.842 Ha pada 2024) menunjukkan intensitas aktivitas antropogenik di DAS. Peningkatan lahan terbangun akan meningkatkan limpasan permukaan, sementara konversi lahan Trees menjadi Crops (lahan pertanian musiman seperti jagung, Adi & Muladi, 2022) secara ekologis setara dengan menciptakan lahan kritis yang sangat sensitif terhadap limpasan (Basuki et al., 2020). Perubahan ini menciptakan DAS yang sangat rentan kehilangan fungsi hidrologisnya, yang merupakan kondisi prasyarat bagi bencana.



Analisis time-series menunjukkan korelasi antara curah hujan dan dampak bencana yang diperparah oleh degradasi lahan. Tahun 2021 merupakan periode puncak bencana. Curah hujan tahunan mencapai angka tertinggi 1550.10 mm/t (Data Online - Direktorat Data dan Komputasi BMKG), yang bertepatan dengan rekor frekuensi banjir tertinggi (12 kali) dan dampak terparah (3.427 rumah terendam). Ini menunjukkan efek sinergis antara curah hujan ekstrem dan DAS yang telah kehilangan daya resipnya akibat alih fungsi lahan.

Interpretasi Korelasi: Kerentanan Akibat Degradasi Lahan

Perbandingan data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa degradasi lahan telah menyebabkan DAS Padolo memasuki fase kerentanan permanen. Hal ini terbukti dari perbandingan tren data tutupan lahan dan dampak banjir:

- Peningkatan Kerugian Tanpa Curah Hujan Ekstrem: Dampak kerugian yang sangat tinggi terjadi pada tahun 2023 (2.972 rumah terendam). Kerugian ini tercatat saat Curah Hujan Tahunan hanya 923.10 mm/thn, jauh lebih rendah dibandingkan Curah Hujan tahun 2017 1301.60 mm/thn. Peningkatan kerugian ini bertepatan dengan titik terendah luasan Trees (5.974 Ha) dan tingginya luasan Built (2.803 Ha) di DAS Padolo. Disparitas ini menunjukkan bahwa faktor kerentanan internal DAS yang diakibatkan oleh alih fungsi lahan (peningkatan Built dan Crops serta penurunan Trees) telah menjadi dominan. Fenomena ini secara hidrologis dikaitkan dengan peningkatan Koefisien Limpasan Permukaan (runoff coefficient), di mana laju air yang mengalir di permukaan tanah menjadi lebih cepat dan volume yang diinfiltrasi berkurang, seperti yang terjadi di DAS Garang (Nada & Sunariya, 2025) dan Sub-DAS Sumitro (Febriansyah & Kusumandari, 2025).
- Tren Berkelanjutan 2024: Pada tahun 2024, Curah Hujan Tahunan sebesar 1012.10 mm/thn berada pada level sedang. Meskipun data jumlah rumah terendam tidak tercatat (0), frekuensi kejadian banjir masih cukup tinggi (5 kejadian). Hal ini memperkuat argumentasi bahwa DAS Padolo berada dalam kondisi sangat sensitif. Frekuensi banjir yang terjadi bersamaan dengan luasan Built tertinggi (2.904 Ha) dan luasan Trees yang belum pulih sepenuhnya menunjukkan bahwa setiap kejadian hujan, bahkan yang intensitasnya menengah, masih berpotensi menyebabkan luapan sungai. Pola aliran air di daerah hilir sangat dipengaruhi oleh struktur geologi (Siagian et al., 2023), yang memperburuk efek "mangkok air" di Kota Bima. Oleh karena itu, penanganan DAS harus mengacu pada konsep pengelolaan terpadu.
- Kontradiksi Status Daya Dukung dan Realita Bencana: Menurut Peraturan Pemerintah No. 37 Tahun 2012, suatu DAS diklasifikasikan berdasarkan kondisi daya dukungnya. Penurunan daya dukung dicirikan secara empiris oleh frekuensi banjir, erosi, dan tanah longsor (Isnain & Hasnawir, 2017). Kontradiksi muncul ketika DAS Padolo secara konsisten mencatat frekuensi banjir yang tinggi (12 kejadian di 2021; 6 kejadian di 2023) dengan dampak kerugian yang masif, namun tindakan restorasi yang efektif tampak belum memadai. Realita bencana yang persisten ini secara de facto mengindikasikan bahwa DAS Padolo telah berada dalam klasifikasi DAS yang dipulihkan daya dukungnya (DAS Kritis), yang menuntut penanganan prioritas, tetapi alih fungsi lahan justru terus meningkat. Kontradiksi ini menyoroti diskoneksi antara kebijakan penetapan status dan implementasi manajemen lapangan.

SIMPULAN

DAS Padolo telah mengalami alih fungsi lahan yang ekstrem, ditandai dengan peningkatan luasan Built dan Crops, serta kehilangan luasan Trees yang signifikan antara tahun 2017 hingga 2024. Terdapat korelasi kuat antara degradasi lahan di hulu DAS Padolo dengan peningkatan frekuensi dan kerugian akibat bencana banjir di Kota Bima. Puncak bencana terjadi pada 2021 yang bertepatan dengan curah hujan tahunan tertinggi. Persistensi dampak kerugian yang tinggi pada tahun 2023 (2.972 rumah terendam) meskipun curah hujan menurun drastis, membuktikan bahwa DAS Padolo telah berada dalam kondisi kritis permanen dan telah kehilangan daya dukungnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Prof. Muhamad Husni Idris, SP., M.Sc., Ph.D. dan Dr. Ir. I Wayan Yasa, ST., MT., IPM, selaku Dosen pengajar matakuliah Pengelolaan DAS Terpadu Wilayah Kepulauan Pascasarjana Universitas Mataram, atas bimbingan, masukan, dan dukungannya dalam menyelesaikan penelitian ini.



DAFTAR PUSTAKA

- Adi, W. B., & Muladi, A. (2022). Alih Fungsi Kawasan Hutan dan Dampaknya terhadap Bencana Banjir yang Ada di Kabupaten Bima. *AGRIENVI*, 16(1), 75–82. <https://doi.org/10.36873/aev.2022.16.1.75>.
- Basuki, A., Takumansang, E. D., & Tarore, R. Ch. (2020). Analisis Tingkat Lahan Kritis Berbasis SIG (Sistem Informasi Geografis) di Kabupaten Banggai. *Jurnal Spasial*, 7(2). <https://doi.org/10.35793/sp.v7i2.28575>.
- Bashit, N. (2019). Analisis Lahan Kritis Berdasarkan Kerapatan Tajuk Pohon Menggunakan Citra Sentinel_2. *ELIPSOIDA Jurnal Geodesi dan Geomatika*, 2(1), 32-40.
- Budianto, M. B., Hartana, & Ihtiar, R. A. (2024). Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Banjir DAS Padolo. *Dinamika Teknik Sipil: Majalah Ilmiah Teknik Sipil*, 17(2), 78–87. <https://doi.org/10.23917/dts.v17i2.7290>.
- Fadhil, M. Y., Hidayat, Y., Murti Laksono, K., & Baskoro, D. P. T. (2021). Perubahan Penggunaan Lahan dan Karakteristik Hidrologi DAS Citarum Hulu. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 26(2), 213-220. DOI: 10.18343/jipi.26.2.213.
- Febriansyah, M. D., & Kusumandari, A. (2025). Land Use Change and Its Impact on the Water Balance in Sumitro Sub-Watershed. *BIO Web of Conferences*, 167, 03006. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202516703006>.
- Isnain, W., & Hasnawir. (2017). Kajian Daya Dukung Daerah Aliran Sungai (DAS) Mapili Provinsi Sulawesi Barat. *Balai Litbang Lingkungan Hidup dan Kehutanan Makassar*.
- Lestari, E., & Hidayawanti, R. (2016). Perencanaan Pengelolaan DAS Terpadu Dalam Mengatasi Ketidakseimbangan Kebutuhan Air Bersih Dan Permasalahan Banjir (Kajian Daerah Aliran Sungai Cisadane). *Jurnal Forum Mekanika*, 5(2). DOI: 10.33322/forummekanika.v5i2.627.
- Mulyawan, R., Wahjunie, E. D., & Ichwandhi, I. (2022). Kajian Peran Stakeholder Pada Implementasi Kebijakan Pengelolaan DAS Terpadu, Studi Kasus DAS Krueng Aceh. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(2), 198-209. doi:1-14710/jil.20.2.198-209.
- Nada, F. M. H., & Sunariya, M. I. T. (2025). The impact of land cover change on runoff coefficient at Upper Garang Watershed, Jawa Tengah Province, Indonesia. *IOP Conf. Series: Earth Environ. Sci.*, 1438, 012021. doi:10.1088/1755-1315/1438/1/012021.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2012). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2009). Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.31/Menhut-II/2009 tentang Penetapan Kawasan Hutan dan Perubahan Status Kawasan Hutan.
- Prihastiwi, R. C., Handayani, W., & Sarasadi, A. (2023). Land Use and Surface Runoff Change in Babon Watershed Semarang Greater Area. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1264(1), 012020. doi:10.1088/1755-1315/1264/1/012020.
- Sabila, B. A., Priyambodo, D., & Azzalea, G. D. (2023). Implementasi Kebijakan Pemerintah Dalam Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Terhadap Aktivitas Alih Fungsi Lahan. *Reformasi Hukum*, 27(1), 1-11. <https://doi.org/10.46257/jrh.v27i1.497>.
- Salim, A. G., Dharmawan, I. W. S., & Narendra, B. H. (2019). Pengaruh Perubahan Luas Tutupan Lahan Hutan Terhadap Karakteristik Hidrologi DAS Citarum Hulu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2), 333-340. doi:10.14710/jil.17.2.333-340.



ZONA

Jurnal Lingkungan

ISSN : 2502-6496 (Print)

ISSN : 2775-4065 (Online)

Volume 10, No 1, April 2026, p. 8-15

<http://zona.pelantarpres.co.id>

<https://doi.org/10.52364/zona.v10i1.202>

Siagian, H. J. S. T., Haluk, H., Mayzarah, E. M., & Tandirerung, R. (2023). Hubungan Antara Analisis Pola Aliran Air Dengan Struktur Geologi: Studi Pada Kampung Klaka Dan Sekitarnya, Distrik Maudus, Kabupaten Sorong, Provinsi Papua Barat. JURNAL GEOSAINS DAN TEKNOLOGI, 6(1). DOI: 10.14710/jgt.6.1.2023.38-42.

Sudaryono. (2002). Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) Terpadu, Konsep Pembangunan Berkelanjutan. Jurnal Teknologi Lingkungan, Vol.3, No. 2, Mei 2002: 153-158. DOI: 10.29122/jtl.v3i2.249.

Wulandari, A. S. R., & Ilyas, A. (2019). Pengelolaan Sumber Daya Air di Indonesia: Tata Pengurusan Air dalam Bingkai Otonomi Daerah. Jurnal Gema Keadilan, 6(3). DOI: 10.14710/gk.6.3.287-299.

Geoportal Data Bencana Indonesia, <https://gis.bnpb.go.id/>.

Data Online - Direktorat Data dan Komputasi BMKG, <https://dataonline.bmkg.go.id/dataonline-home>

Esri|Sentinel-2LandCoverExplorer,

<https://livingatlas.arcgis.com/landcoverexplorer/#mapCenter=14.59029%2C51.86863%2C11.00&mode=s tep&timeExtent=2017%2C2024&year=2024>.

Batas DAS KLHK Seluruh Indonesia Indonesia Geospasial. <https://www.indonesia-geospasial.com/2020/08/download-shp-batas-das-klhk-se-indonesia.html>.

Peta Interaktif SIGAP Kementerian LHK,

<https://geoportal.menlhk.go.id/portal/apps/webappviewer/index.html?id=2ee8bdda1d714899955fccbe7df8468>.

