Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: galungwaknook@gmail.co

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X (Printed)
6 (2) 2026, Pages: 43550-43562

VARIABILITAS SPASIAL DAN TREN EROSIVITAS HUJAN DI SUB DAS BATANG ALAI TAHUN 2010–2025

Anandia Nabila[1], Efrinda Ari Ayuningtyas[2], Norma Yuni Kartika[3], Indra Agung Pamuja[3]
Jurusan Geografi
Universitas Lambung Mangkurat, Indonesia
Corresponding Author : **Anandia Nabila,** E-mail: 2210416220001@mhs.ulm.ac.id

Published: July , 2026

ABSTRAK
Erosivitas hujan merupakan salah satu faktor utama yang memengaruhi terjadinya erosi tanah karena menggambarkan kemampuan hujan dalam melepaskan dan mengangkut partikel tanah. Informasi mengenai distribusi spasial dan tren erosivitas hujan diperlukan sebagai dasar dalam perencanaan konservasi tanah dan pengelolaan daerah aliran sungai. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis variabilitas spasial dan tren erosivitas hujan di Sub DAS Batang Alai, Kalimantan Selatan, selama periode 2010–2025. Penelitian menggunakan data curah hujan bulanan dari lima pos curah hujan yang dianalisis menggunakan metode *Modified Fournier Index* (MFI) untuk menghitung erosivitas hujan. Distribusi spasial erosivitas hujan dipetakan menggunakan metode *Inverse Distance Weighted* (IDW), sedangkan tren erosivitas hujan dianalisis menggunakan uji Mann-Kendall dan Sen's Slope. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh wilayah Sub DAS Batang Alai termasuk dalam kategori erosivitas hujan sangat tinggi dengan nilai MFI lebih dari 160. Wilayah dengan tingkat erosivitas hujan relatif tinggi umumnya berada pada bagian tengah hingga selatan Sub DAS. Analisis tren menunjukkan bahwa sebagian besar pos curah hujan memiliki kecenderungan tren menurun, sedangkan Pos Curah Hujan Kambat menunjukkan tren meningkat. Namun demikian, hanya Pos Curah Hujan Mangunang yang menunjukkan tren penurunan signifikan secara statistik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun terjadi fluktuasi erosivitas hujan antar tahun, secara umum kondisi erosivitas hujan di Sub DAS Batang Alai relatif stabil selama periode penelitian.

Keyword : **Erosivitas Hujan, Modified Fournier Index, Inverse Distance Weighted, Mann-Kendall, Sen's Slope, Sub DAS Batang Alai**

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu wilayah yang secara alami berfungsi sebagai sistem hidrologi yang menampung, menyimpan, dan mengalirkan air hujan menuju sungai utama. Kondisi suatu DAS dipengaruhi oleh interaksi berbagai faktor, seperti iklim, topografi, tanah, vegetasi, dan penggunaan lahan. Salah satu komponen iklim yang memiliki pengaruh besar terhadap kondisi hidrologi DAS adalah curah hujan. Curah hujan berperan sebagai sumber utama masukan air dalam sistem DAS sekaligus menjadi faktor yang dapat memicu berbagai proses degradasi lahan, salah satunya erosi tanah (Asdak & Press, 2023; Chow et al., 2013). Erosi merupakan proses pelepasan, pengangkutan, dan pengendapan partikel tanah yang terjadi akibat energi penghancur dari butir hujan dan aliran permukaan. Apabila berlangsung secara terus-menerus, erosi dapat menyebabkan penurunan kualitas lahan, sedimentasi sungai, penurunan kapasitas tampung badan air, hingga meningkatkan risiko terjadinya banjir (Lal, 2001; Morgan, 2005).

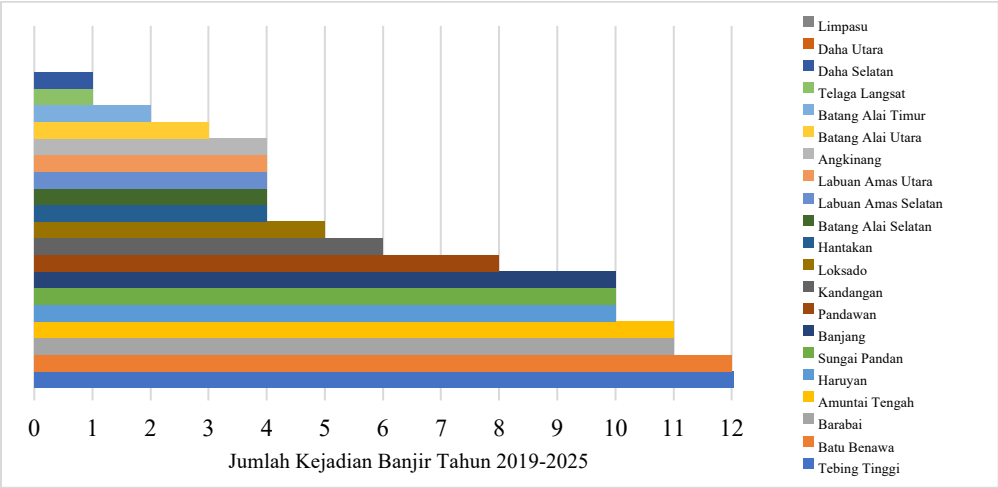
Salah satu faktor utama yang menentukan besarnya potensi erosi adalah erosivitas hujan. Erosivitas hujan menggambarkan kemampuan hujan dalam menyebabkan pelepasan dan pengangkutan partikel tanah yang dipengaruhi oleh karakteristik curah hujan, terutama jumlah, intensitas, frekuensi, dan distribusi hujan sepanjang tahun (Wischmeier et al., 1978). Semakin tinggi

nilai erosivitas hujan, semakin besar energi kinetik yang dimiliki hujan untuk menghancurkan agregat tanah dan mempercepat proses erosi. Oleh karena itu, informasi mengenai erosivitas hujan sangat penting dalam mendukung perencanaan konservasi tanah dan air, pengelolaan DAS, serta mitigasi bencana hidrometeorologi (Arsyad, 2010).

Perubahan iklim global dalam beberapa dekade terakhir telah memengaruhi pola curah hujan di berbagai wilayah dunia. Laporan Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) menunjukkan bahwa perubahan iklim menyebabkan meningkatnya frekuensi kejadian cuaca ekstrem, termasuk hujan lebat yang terjadi dalam durasi singkat maupun perubahan distribusi curah hujan tahunan (IPCC, 2021). Perubahan tersebut berpotensi memengaruhi besarnya erosivitas hujan sehingga dapat meningkatkan kerentanan suatu wilayah terhadap erosi dan banjir. Penelitian yang dilakukan oleh Qin et al. (Qin et al., 2016) di Tiongkok menunjukkan bahwa perubahan pola curah hujan dapat menyebabkan perubahan distribusi spasial dan temporal erosivitas hujan dalam jangka panjang. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Panagos et al. (Panagos et al., 2016) dan Yang dan Lu (Yang & Lu, 2015) yang menunjukkan adanya variasi spasial dan tren erosivitas hujan yang berbeda antar wilayah sebagai respon terhadap dinamika iklim regional.

Tingginya curah hujan tahunan yang terjadi di Indonesia dipengaruhi oleh kondisi iklim tropis menyebabkan banyak DAS memiliki potensi erosivitas hujan yang tinggi (Aldrian & Dwi Susanto, 2003). Kondisi tersebut menjadi semakin penting untuk dikaji pada wilayah yang memiliki kerentanan hidrologi tinggi, seperti Sub DAS Batang Alai di Kalimantan Selatan. Secara administratif, sebagian besar wilayah Sub DAS Batang Alai berada di Kabupaten Hulu Sungai Tengah, serta mencakup sebagian wilayah Kabupaten Hulu Sungai Utara, Kabupaten Hulu Sungai Selatan, dan Kabupaten Balangan. Luas total wilayah Sub DAS Batang Alai mencapai sekitar 1.403 km² dengan karakteristik topografi yang didominasi oleh daerah perbukitan hingga pegunungan yang berfungsi sebagai daerah tangkapan air utama.

Selain memiliki curah hujan yang relatif tinggi, wilayah Sub DAS Batang Alai juga merupakan kawasan yang rentan terhadap kejadian banjir. Berdasarkan data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), beberapa kecamatan yang berada dalam wilayah Sub DAS Batang Alai mengalami kejadian banjir berulang selama periode 2019–2025. Kecamatan Barabai dan Amuntai Tengah tercatat sebagai wilayah dengan frekuensi kejadian banjir tertinggi, diikuti oleh Kecamatan Haruyan, Sungai Pandan, Pandawan, Batu Benawa, Loksado, dan Hantakan. Tingginya frekuensi kejadian banjir tersebut menunjukkan bahwa wilayah Sub DAS Batang Alai memiliki tingkat kerentanan hidrologi yang cukup tinggi dan memerlukan upaya pengelolaan DAS yang lebih efektif ((BNPB), 2025).



Gambar 1. Jumlah Kejadian Banjir Tahun 2019-2025 di Wilayah Sub DAS Batang Alai

Kejadian banjir yang berulang tidak hanya dipengaruhi oleh perubahan tutupan lahan dan kapasitas sungai, tetapi juga dipengaruhi oleh karakteristik hujan yang terjadi pada suatu wilayah (Ridwan & Sarjito, 2024). Curah hujan dengan intensitas tinggi dalam periode tertentu dapat meningkatkan limpasan permukaan sehingga memperbesar peluang terjadinya banjir. Pada saat yang sama, energi kinetik hujan yang tinggi juga berpotensi meningkatkan erosivitas hujan yang

berkontribusi terhadap proses erosi dan sedimentasi sungai. Oleh karena itu, kajian mengenai karakteristik erosivitas hujan menjadi penting untuk memahami potensi dampak hidrologi yang dapat terjadi pada suatu DAS.

Berbagai metode telah dikembangkan untuk mengestimasi erosivitas hujan. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah *Modified Fournier Index (MFI)* yang diperkenalkan oleh Arnoldus (Arnoldus, 1980). Metode ini memanfaatkan data curah hujan bulanan sehingga lebih mudah diterapkan pada wilayah yang memiliki keterbatasan data intensitas hujan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa metode MFI mampu memberikan estimasi erosivitas hujan yang cukup baik pada berbagai kondisi iklim dan banyak digunakan dalam kajian erosi maupun konservasi tanah (Andriyani et al., 2024), (Costea, 2012). Selain menghitung nilai erosivitas hujan, hasil analisis MFI dapat dipadukan dengan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk menggambarkan pola distribusi spasial erosivitas hujan pada suatu wilayah.

Analisis spasial merupakan pendekatan yang penting dalam kajian erosivitas hujan karena mampu menggambarkan variasi nilai erosivitas antar lokasi secara visual. Salah satu metode interpolasi yang banyak digunakan adalah *Inverse Distance Weighted* (IDW). Metode ini bekerja berdasarkan asumsi bahwa titik yang berdekatan memiliki karakteristik yang lebih mirip dibandingkan titik yang berjauhan sehingga sesuai digunakan untuk memetakan distribusi variabel hidrologi (Chen & Liu, 2012), (Li & Heap, 2014). Informasi mengenai distribusi spasial erosivitas hujan dapat digunakan untuk mengidentifikasi wilayah yang memiliki tingkat kerentanan erosi lebih tinggi sehingga dapat menjadi prioritas dalam kegiatan konservasi tanah dan rehabilitasi DAS.

Selain distribusi spasial, perubahan erosivitas hujan dari waktu ke waktu juga perlu dianalisis untuk mengetahui adanya kecenderungan peningkatan atau penurunan erosivitas hujan dalam jangka panjang. Salah satu metode yang umum digunakan untuk mendeteksi tren hidrologi adalah uji Mann-Kendall, yaitu metode statistik nonparametrik yang mampu mengidentifikasi tren monotonik pada data deret waktu tanpa memerlukan asumsi distribusi normal (Mann, 1945), (Kendall, 1948). Untuk mengetahui besarnya laju perubahan yang terjadi, hasil uji Mann-Kendall biasanya dikombinasikan dengan *Sen's Slope Estimator* yang dikembangkan oleh Sen (Sen, 1968). Kombinasi kedua metode tersebut telah banyak digunakan dalam penelitian hidrologi dan klimatologi karena mampu memberikan hasil yang andal dalam mendeteksi perubahan jangka panjang pada data lingkungan (Aditya et al., 2021).

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji erosivitas hujan menggunakan metode MFI maupun analisis tren pada berbagai wilayah. Supriyono et al. (Supriyono et al., 2021) menganalisis tren spasial dan temporal erosivitas hujan di DAS Air Bengkulu dan menemukan adanya variasi erosivitas yang dipengaruhi oleh kondisi iklim lokal. Andriyani et al. (Andriyani et al., 2024) menunjukkan bahwa faktor erosivitas hujan memiliki peranan penting dalam estimasi kehilangan tanah pada DAS Mayang di Kabupaten Jember. Sementara itu, penelitian Aditya et al. (Aditya et al., 2021) menunjukkan bahwa metode Mann-Kendall dan *Sen's Slope* efektif digunakan untuk mendeteksi perubahan curah hujan di Kalimantan Barat. Namun demikian, penelitian yang mengintegrasikan analisis distribusi spasial erosivitas hujan dan perubahan jangka panjang menggunakan kombinasi metode *Modified Fournier Index (MFI)*, *Inverse Distance Weighted* (IDW), Mann-Kendall, dan *Sen's Slope* masih relatif terbatas, khususnya pada wilayah DAS di Kalimantan Selatan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis variabilitas spasial dan perubahan erosivitas hujan di Sub DAS Batang Alai selama periode 2010–2025. Analisis dilakukan menggunakan metode *Modified Fournier Index* (MFI) untuk menghitung erosivitas hujan, metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) untuk memetakan distribusi spasial erosivitas hujan, serta uji Mann-Kendall dan *Sen's Slope* untuk mengidentifikasi arah dan besarnya perubahan erosivitas hujan. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar dalam mendukung pengelolaan DAS, konservasi tanah dan air, serta mitigasi bencana hidrometeorologi di wilayah Sub DAS Batang Alai.

METODE

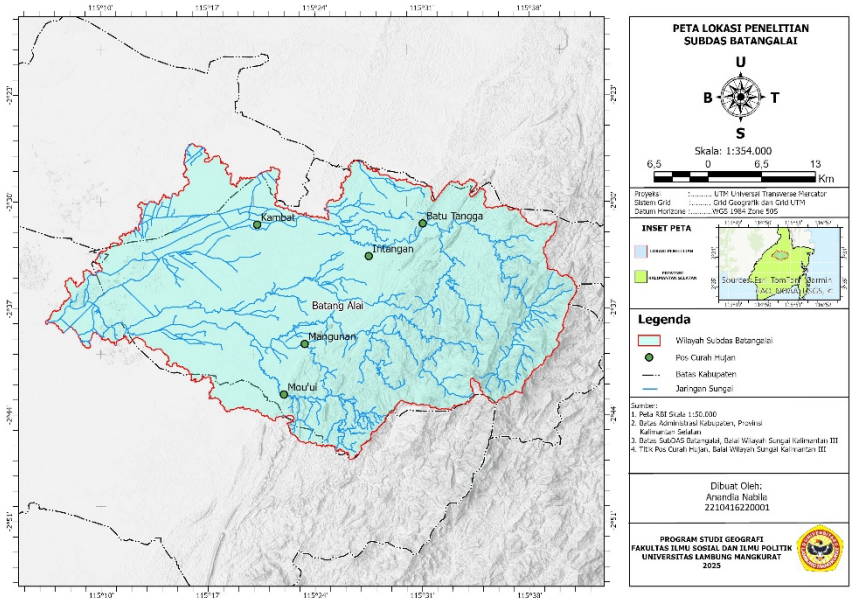
Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Sub DAS Batang Alai yang merupakan bagian dari DAS Barito dan secara administratif berada di wilayah Kabupaten Hulu Sungai Tengah serta sebagian wilayah

Kabupaten Hulu Sungai Utara, Kabupaten Hulu Sungai Selatan, dan Kabupaten Balangan, Provinsi Kalimantan Selatan. Sub DAS Batang Alai memiliki luas sekitar 1.403 km² dan berfungsi sebagai salah satu daerah tangkapan air penting di Kalimantan Selatan. Secara fisiografis, wilayah penelitian didominasi oleh daerah perbukitan dan pegunungan pada bagian hulu yang berangsur berubah menjadi dataran yang lebih landai pada bagian hilir. Kondisi topografi tersebut memengaruhi distribusi curah hujan, pola aliran permukaan, serta proses erosi yang terjadi di wilayah DAS (Asdak & Press, 2023).

Penelitian ini menggunakan data curah hujan bulanan periode 2010–2025 yang diperoleh dari lima pos curah hujan yang tersebar di wilayah Sub DAS Batang Alai, yaitu PCH Mo'ui, PCH Kambat, PCH Mangunang, PCH Intangan, dan PCH Batu Tangga. Kelima stasiun tersebut dipilih karena memiliki ketersediaan data yang lengkap dan mampu mewakili kondisi spasial curah hujan pada wilayah penelitian. Selain data curah hujan, penelitian ini juga menggunakan data batas Sub DAS, jaringan sungai, titik lokasi stasiun hujan, serta data administrasi wilayah yang digunakan dalam proses analisis spasial menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG).

.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian Sub DAS Batang Alai

Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan yang meliputi pengumpulan data, pengolahan data curah hujan, perhitungan erosivitas hujan, analisis distribusi spasial, serta analisis tren erosivitas hujan. Tahap pertama dilakukan dengan mengumpulkan data curah hujan bulanan dari lima pos curah hujan selama periode 2010–2025. Data tersebut kemudian digunakan untuk menghitung indeks erosivitas hujan menggunakan metode *Modified Fournier Index* (MFI). Hasil perhitungan erosivitas hujan selanjutnya digunakan sebagai data masukan dalam analisis distribusi spasial menggunakan metode *Inverse Distance Weighted* (IDW). Tahap berikutnya adalah analisis perubahan erosivitas hujan menggunakan uji Mann-Kendall dan *Sen's Slope* untuk mengetahui arah dan besarnya perubahan erosivitas hujan selama periode penelitian. Hasil seluruh analisis kemudian disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan peta untuk memudahkan interpretasi hasil penelitian.

Analisis Erosivitas Hujan Menggunakan *Modified Fournier Indeks (MFI)*

Erosivitas hujan merupakan faktor yang menggambarkan kemampuan hujan dalam menyebabkan pelepasan dan pengangkutan partikel tanah. Besarnya erosivitas hujan dipengaruhi oleh jumlah, intensitas, dan distribusi curah hujan yang terjadi pada suatu wilayah (Chow et al., 2013). Dalam penelitian ini, erosivitas hujan dihitung menggunakan metode *Modified Fournier Index* (MFI) yang dikembangkan oleh Arnoldus (Arnoldus, 1980). Metode ini dipilih karena mampu memberikan

estimasi erosivitas hujan dengan menggunakan data curah hujan bulanan sehingga sesuai diterapkan pada wilayah yang memiliki keterbatasan data intensitas hujan. Perhitungan nilai MFI dilakukan menggunakan data curah hujan bulanan dan curah hujan tahunan. Nilai indeks yang diperoleh menggambarkan tingkat erosivitas hujan pada masing-masing pos pengamatan selama periode penelitian. Semakin tinggi nilai MFI yang dihasilkan, maka semakin besar pula kemampuan hujan dalam memicu proses erosi tanah. Persamaan *Modified Fournier Index* yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

$$MFI = \sum_{i=1}^{12} \frac{P_i^2}{P_t} \quad \text{.....(1)}$$

Keterangan :
P_i = curah hujan bulanan (mm)
P_t = total curah hujan tahunan (mm)

Nilai MFI yang diperoleh kemudian diklasifikasikan berdasarkan tingkat erosivitas hujan untuk mengetahui tingkat potensi daya rusak hujan pada wilayah penelitian.
Tabel 1. Klasifikasi *Nilai Modified Fournier Index*

Nilai MFI	Kategori Erosivitas
< 60	Sangat Rendah
60-90	Rendah
90-120	Sedang
120-160	Tinggi
>160	Sangat Tinggi

Sumber : (Costea, 2012)

Analisis Distribusi Spasial Erosivitas Hujan

Distribusi spasial erosivitas hujan dianalisis menggunakan metode *Inverse Distance Weighted* (IDW). Metode ini merupakan salah satu teknik interpolasi deterministik yang banyak digunakan dalam analisis hidrologi dan klimatologi karena mampu menghasilkan estimasi nilai pada lokasi yang tidak memiliki data pengamatan berdasarkan nilai pada titik-titik di sekitarnya (Morgan, 2005). Prinsip dasar metode IDW adalah bahwa titik yang berdekatan memiliki tingkat kemiripan yang lebih tinggi dibandingkan titik yang berjauhan sehingga pengaruh suatu titik pengamatan akan berkurang seiring bertambahnya jarak (Wischmeier et al., 1978). Dalam penelitian ini, nilai erosivitas hujan hasil perhitungan MFI dari lima pos curah hujan digunakan sebagai data masukan untuk menghasilkan peta distribusi spasial erosivitas hujan tahunan. Metode IDW digunakan untuk menginterpolasi nilai erosivitas hujan sehingga diperoleh gambaran pola distribusi spasial erosivitas hujan pada seluruh wilayah Sub DAS Batang Alai. Persamaan IDW yang digunakan adalah:

$$\text{IDW} = Z(x) = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{Z_i}{d_i^p}}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{d_i^p}} \quad \text{.....(2)}$$

Keterangan:
$Z(x)$ = nilai estimasi pada lokasi yang tidak memiliki data pengamatan
$Z(i)$ = nilai variabel (erosivitas hujan) pada titik pengamatan ke-i
d_i = jarak antara titik pengamatan ke-i dengan lokasi estimasi
p = parameter *power* yang menunjukkan tingkat pengaruh jarak terhadap bobot
n = jumlah titik pengamatan yang digunakan dalam interpolasi

Hasil interpolasi spasial yang diperoleh selanjutnya diklasifikasikan ke dalam lima kelas interval untuk memudahkan interpretasi dan perbandingan distribusi spasial erosivitas hujan antar tahun. Klasifikasi ini tidak menggunakan kategori erosivitas hujan berdasarkan *Modified Fournier Index* (MFI), melainkan disusun berdasarkan rentang nilai minimum dan maksimum erosivitas hujan yang diperoleh selama

periode penelitian. Penggunaan interval kelas yang sama pada seluruh tahun pengamatan bertujuan untuk menjaga konsistensi visualisasi peta dan memungkinkan perbandingan perubahan distribusi spasial erosivitas hujan secara langsung dari tahun ke tahun. Dengan demikian, perubahan warna pada peta mencerminkan perubahan nilai erosivitas hujan yang sebenarnya dan tidak dipengaruhi oleh perbedaan interval kelas antar tahun.

Tabel 1. Klasifikasi Nilai Erosivitas Hujan pada Peta Interpolasi IDW

Kelas	Nilai Erosivitas Hujan (MFI)
I	0-250
II	260-320
III	330-390
IV	400-460
V	470-540

Rentang kelas tersebut ditentukan berdasarkan distribusi keseluruhan nilai erosivitas hujan selama periode penelitian. Kelas dengan nilai yang lebih tinggi menunjukkan wilayah yang memiliki tingkat erosivitas relatif lebih besar dibandingkan wilayah lainnya, sedangkan kelas dengan nilai yang lebih rendah menunjukkan wilayah dengan tingkat erosivitas relatif lebih kecil. Pendekatan ini umum digunakan dalam analisis spasial multitemporal karena dapat menghasilkan peta yang lebih konsisten dan memudahkan identifikasi perubahan pola spasial antar periode pengamatan (Wischmeier et al., 1978).

Analisis Tren Menggunakan Uji Mann-Kendall dan Sen's Slope

Analisis tren dilakukan untuk mengetahui adanya kecenderungan perubahan erosivitas hujan selama periode penelitian. Metode yang digunakan adalah uji Mann-Kendall yang merupakan metode statistik nonparametrik yang banyak digunakan dalam penelitian hidrologi untuk mendeteksi tren monotonik pada data deret waktu (Arsyad, 2009), (IPCC, 2021). Keunggulan metode ini adalah tidak memerlukan asumsi distribusi normal sehingga sesuai digunakan untuk data hidrologi yang umumnya bersifat tidak normal.

Uji Mann-Kendall menghasilkan nilai statistik Tau dan p-value yang digunakan untuk menentukan arah dan signifikansi tren. Nilai Tau positif menunjukkan kecenderungan tren meningkat, sedangkan nilai Tau negatif menunjukkan kecenderungan tren menurun. Suatu tren dianggap signifikan apabila nilai *p-value* lebih kecil dari tingkat signifikansi yang digunakan, yaitu 0,05.

Untuk mengetahui besarnya laju perubahan erosivitas hujan, hasil uji Mann-Kendall dikombinasikan dengan metode *Sen's Slope Estimator* yang dikembangkan oleh Sen [8]. Metode ini menghitung median kemiringan dari seluruh pasangan data dalam deret waktu sehingga mampu memberikan estimasi perubahan yang lebih stabil dan tidak sensitif terhadap nilai pencilan. Nilai *slope* positif menunjukkan peningkatan erosivitas hujan dari waktu ke waktu, sedangkan nilai *slope* negatif menunjukkan penurunan erosivitas hujan selama periode pengamatan.

Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan data curah hujan dan perhitungan *Modified Fournier Index* dilakukan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel. Analisis tren Mann-Kendall dan *Sen's Slope* dilakukan menggunakan perangkat lunak statistik, sedangkan analisis spasial dan penyusunan peta distribusi erosivitas hujan dilakukan menggunakan perangkat lunak ArcGIS. Seluruh hasil analisis kemudian disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan peta yang digunakan untuk menginterpretasikan variabilitas spasial dan perubahan erosivitas hujan di Sub DAS Batang Alai selama periode 2010–2025.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Erosivitas Hujan Berdasarkan Modified Fournier Index (MFI)

Perhitungan erosivitas hujan menggunakan metode *Modified Fournier Index (MFI)* dilakukan untuk mengetahui tingkat kemampuan hujan dalam menyebabkan erosi tanah. Metode MFI banyak digunakan karena mampu menggambarkan hubungan antara distribusi curah hujan bulanan dan total curah hujan tahunan dalam menentukan tingkat erosivitas hujan (Morgan, 2005).

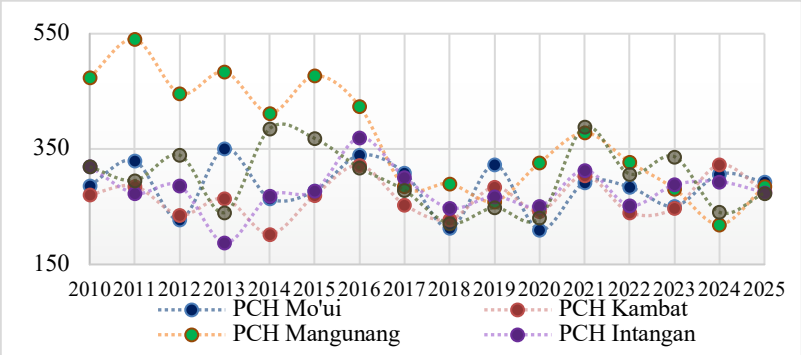
Tabel 2. Hasil Perhitungan Indeks Erosivitas Hujan Menggunakan Modified Fournier Index (MFI)

Tahun	PCH Mo'ui	PCH Kambat	PCH Mangunang	PCH Intangan	PCH Batu Tangga
2010	286,92	270,77	474,38	319,72	319,42
2011	329,54	285,85	540,35	273,27	295,40
2012	227,19	235,56	446,22	286,31	339,37
2013	350,90	264,27	483,76	187,54	239,98
2014	264,76	202,50	412,33	269,15	385,40
2015	277,25	269,64	476,97	277,22	368,62
2016	339,47	321,92	424,24	369,71	317,39
2017	308,26	253,46	285,18	301,24	278,49
2018	212,89	227,55	290,14	247,74	221,03
2019	322,87	284,07	259,25	268,00	248,39
2020	209,88	241,99	326,14	250,77	230,55
2021	292,06	304,77	378,22	313,58	388,33
2022	284,37	240,17	327,53	252,26	306,93
2023	250,89	247,36	281,13	288,19	336,75
2024	306,58	322,67	219,24	293,57	240,42
2025	292,99	276,38	285,11	274,72	273,67

Sumber : Olah Data, 2026

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa seluruh wilayah Sub DAS Batang Alai memiliki nilai erosivitas hujan yang termasuk dalam kategori sangat tinggi. Seluruh nilai MFI yang diperoleh berada di atas 160 sehingga menunjukkan bahwa hujan yang terjadi memiliki potensi besar dalam menyebabkan pelepasan dan pengangkutan partikel tanah. Temuan ini sejalan dengan penelitian Andriyani et al. (Andriyani et al., 2024) yang menyatakan bahwa wilayah tropis dengan curah hujan tinggi cenderung memiliki nilai erosivitas hujan yang tinggi hingga sangat tinggi.

Berdasarkan data yang diperoleh, nilai erosivitas hujan tertinggi selama periode penelitian tercatat pada Pos Curah Hujan Mangunang sebesar 540,35 pada tahun 2011. Sebaliknya, nilai terendah ditemukan pada Pos Curah Hujan Intangan sebesar 187,54 pada tahun 2013. Meskipun merupakan nilai terendah yang diperoleh selama periode penelitian, nilai tersebut masih termasuk dalam kategori erosivitas hujan sangat tinggi.

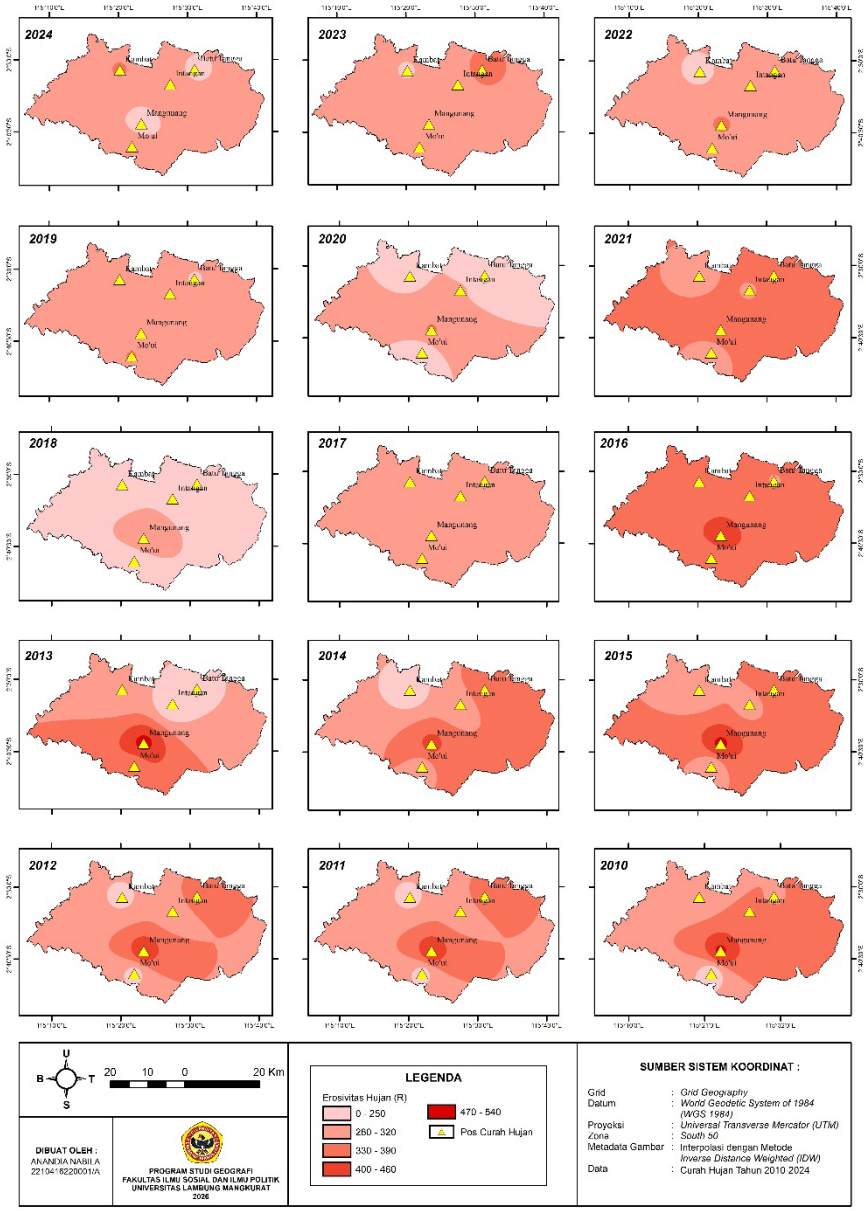


Gambar 2. Distribusi Temporal Indeks Erosivitas Hujan Menggunakan Modified Fournier Index di Sub DAS Batang Alai Tahun 2010-2025

Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai erosivitas hujan mengalami fluktuasi dari tahun ke tahun pada seluruh stasiun pengamatan. Pos Curah Hujan Mangunang secara konsisten menunjukkan nilai erosivitas hujan yang lebih tinggi dibandingkan stasiun lainnya. Tingginya nilai erosivitas pada wilayah tersebut berkaitan dengan besarnya curah hujan yang diterima sepanjang tahun sebagaimana ditunjukkan pada analisis karakteristik curah hujan sebelumnya. Untuk memperoleh gambaran umum mengenai tingkat erosivitas hujan pada masing-masing stasiun, dilakukan analisis statistik deskriptif terhadap nilai MFI selama periode penelitian. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa Pos Curah Hujan Mangunang memiliki rata-rata erosivitas hujan tertinggi sebesar 369,39 dengan standar deviasi sebesar 97,40. Nilai tersebut menunjukkan bahwa wilayah sekitar Mangunang memiliki potensi erosivitas hujan yang lebih besar dibandingkan wilayah lainnya sekaligus menunjukkan variasi tahunan yang cukup tinggi. Sebaliknya, Pos Curah Hujan Kambat memiliki rata-rata erosivitas hujan terendah sebesar 265,56 dengan standar deviasi sebesar 33,56 yang menunjukkan kondisi erosivitas hujan yang relatif lebih stabil selama periode penelitian. Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun seluruh wilayah penelitian termasuk dalam kategori erosivitas hujan sangat tinggi, terdapat variasi tingkat erosivitas antar lokasi yang dipengaruhi oleh perbedaan distribusi curah hujan tahunan pada masing-masing wilayah pengamatan.

Variabilitas Spasial Erosivitas Hujan

Distribusi spasial erosivitas hujan dianalisis menggunakan metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) berdasarkan nilai *Modified Fournier Index* (MFI) yang diperoleh dari lima pos curah hujan di Sub DAS Batang Alai. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui pola sebaran erosivitas hujan dan mengidentifikasi wilayah yang memiliki tingkat kerentanan lebih tinggi terhadap proses erosi.



Gambar 3. Peta Distribusi Spasial Erosivitas Hujan di Sub DAS Batang Alai Tahun 2010-2025

Berdasarkan hasil interpolasi spasial pada Gambar 4, terlihat bahwa distribusi erosivitas hujan di Sub DAS Batang Alai mengalami variasi antar tahun selama periode pengamatan. Meskipun demikian, secara umum wilayah penelitian didominasi oleh nilai erosivitas hujan yang tinggi hingga sangat tinggi. Variasi spasial yang terbentuk menunjukkan adanya perbedaan distribusi energi hujan antar wilayah yang dipengaruhi oleh kondisi curah hujan pada masing-masing lokasi pengamatan. Wilayah sekitar Pos Curah Hujan Mangunang secara konsisten menunjukkan nilai erosivitas hujan yang lebih tinggi dibandingkan wilayah lainnya. Kondisi tersebut terlihat pada sebagian besar periode pengamatan, khususnya tahun 2010–2016, ketika area dengan kelas erosivitas tertinggi terkonsentrasi pada bagian tengah Sub DAS Batang Alai. Hasil ini sejalan dengan analisis statistik deskriptif yang menunjukkan bahwa Pos Curah Hujan Mangunang memiliki nilai rata-rata erosivitas hujan tertinggi sebesar 369,39 serta nilai maksimum mencapai 540,35 pada tahun 2011. Sebaliknya, wilayah sekitar Pos Curah Hujan Kambat dan sebagian kawasan utara Sub DAS cenderung menunjukkan nilai erosivitas hujan yang relatif lebih rendah dibandingkan wilayah lainnya. Hal tersebut terlihat dari dominasi kelas erosivitas yang lebih rendah pada beberapa tahun pengamatan, terutama pada periode 2018–2024. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa distribusi curah hujan pada wilayah utara relatif lebih merata sehingga menghasilkan nilai indeks erosivitas yang lebih kecil dibandingkan wilayah tengah dan selatan.

Secara temporal, peta distribusi spasial menunjukkan bahwa periode 2010–2016 didominasi oleh luasan area dengan erosivitas hujan tinggi hingga sangat tinggi yang relatif lebih luas dibandingkan periode setelahnya. Pada tahun 2011, 2013, dan 2016 terlihat perkembangan zona erosivitas tinggi yang cukup dominan pada bagian tengah hingga timur wilayah penelitian. Sementara itu, pada periode 2018–2024 terlihat kecenderungan penyempitan area dengan erosivitas sangat tinggi dan peningkatan area dengan erosivitas relatif lebih rendah. Fenomena ini menunjukkan adanya perubahan distribusi spasial erosivitas hujan yang berkaitan dengan variasi curah hujan tahunan pada masing-masing lokasi pengamatan. Pola distribusi spasial yang terbentuk mengindikasikan bahwa bagian tengah hingga selatan Sub DAS Batang Alai merupakan wilayah yang relatif lebih rentan terhadap dampak erosivitas hujan dibandingkan bagian utara. Tingginya nilai erosivitas hujan pada wilayah tersebut berpotensi meningkatkan laju erosi tanah apabila tidak diimbangi oleh kondisi tutupan lahan yang baik dan tindakan konservasi yang memadai. Oleh karena itu, wilayah tengah dan selatan Sub DAS Batang Alai perlu menjadi prioritas dalam perencanaan konservasi tanah dan pengelolaan DAS secara berkelanjutan. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Supriyono et al. (Supriyono et al., 2021) yang menunjukkan bahwa distribusi spasial erosivitas hujan pada wilayah tropis umumnya dipengaruhi oleh variasi curah hujan lokal dan kondisi fisiografi wilayah. Selain itu, Panagos et al. (Panagos et al., 2016) juga menyatakan bahwa variasi spasial erosivitas hujan dapat menjadi indikator penting dalam mengidentifikasi wilayah yang memiliki potensi erosi lebih tinggi dibandingkan wilayah sekitarnya.

Perubahan Erosivitas Hujan Berdasarkan Uji Mann-Kendall dan *Sen's Slope*

Analisis tren erosivitas hujan dilakukan untuk mengetahui adanya kecenderungan perubahan erosivitas hujan selama periode 2010–2025. Analisis ini menggunakan uji Mann-Kendall untuk mendeteksi arah dan signifikansi tren, sedangkan metode *Sen's Slope* digunakan untuk menentukan besarnya laju perubahan erosivitas hujan pada masing-masing stasiun pengamatan.

Tabel 3. Hasil Uji Mann-Kendall dan *Sen's Slope*

No	Pos Pengamatan	*p-value*	*Sen's Slope*	Arah Tren
1	PCH Mo'ui	0,62	-1,837	Menurun
2	PCH Kambat	0,62	1,041	Meningkat
3	PCH Mangunang	0,001	-16,336	Menurun
4	PCH Intangan	0,964	-0,24	Menurun
5	PCH Batu Tangga	0,392	-3,147	Menurun

Sumber : Olah Data, 2026

Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar pos curah hujan di Sub DAS Batang Alai memiliki kecenderungan tren menurun. Dari lima stasiun pengamatan, empat stasiun menunjukkan nilai Sen's Slope negatif, yaitu Pos Curah Hujan Mo'ui (-1,837), Mangunang (-16,336), Intangan (-0,240), dan Batu Tangga (-3,147). Sementara itu, Pos Curah Hujan Kambat merupakan satu-satunya stasiun yang menunjukkan kecenderungan peningkatan erosivitas hujan dengan nilai Sen's Slope sebesar 1,041.

Berdasarkan nilai statistik Mann-Kendall, Pos Curah Hujan Mangunang memiliki nilai Tau sebesar -0,617 dengan nilai p-value sebesar 0,001. Nilai tersebut menunjukkan bahwa tren penurunan erosivitas hujan yang terjadi pada stasiun tersebut signifikan secara statistik pada tingkat kepercayaan 95%. Sebaliknya, Pos Curah Hujan Mo'ui, Kambat, Intangan, dan Batu Tangga memiliki nilai p-value lebih besar dari 0,05 sehingga tren yang terdeteksi pada stasiun tersebut tidak signifikan secara statistik. Sebagian besar nilai statistik Mann-Kendall berada di sekitar nilai nol yang menunjukkan bahwa perubahan erosivitas hujan pada sebagian besar lokasi pengamatan relatif kecil. Pos Curah Hujan Mangunang menunjukkan nilai statistik paling rendah dibandingkan stasiun lainnya sehingga menjadi satu-satunya lokasi yang mengalami tren penurunan signifikan selama periode penelitian. Nilai Sen's Slope terbesar ditemukan pada Pos Curah Hujan Mangunang dengan nilai -16,336.

Hasil ini menunjukkan bahwa erosivitas hujan pada wilayah tersebut mengalami penurunan rata-rata sekitar 16,34 satuan MFI setiap tahun. Penurunan yang relatif besar tersebut sejalan dengan hasil analisis spasial yang menunjukkan berkurangnya luasan wilayah dengan erosivitas sangat tinggi pada beberapa tahun terakhir dibandingkan awal periode penelitian. Meskipun sebagian besar stasiun menunjukkan arah tren menurun, hasil pengujian statistik mengindikasikan bahwa perubahan tersebut umumnya belum cukup kuat untuk dinyatakan signifikan. Kondisi ini menunjukkan bahwa fluktuasi erosivitas hujan yang terjadi di Sub DAS Batang Alai masih berada dalam rentang variasi alami tahunan. Dengan demikian, secara umum erosivitas hujan di wilayah penelitian dapat dikatakan relatif stabil selama periode 2010–2025, kecuali pada wilayah sekitar Pos Curah Hujan Mangunang yang menunjukkan penurunan nyata secara statistik. Temuan ini sejalan dengan penelitian Aditya et al. (Aditya et al., 2021) yang menunjukkan bahwa tidak seluruh perubahan curah hujan menghasilkan tren yang signifikan secara statistik. Menurut Qin et al. (Qin et al., 2016), tren erosivitas hujan dipengaruhi oleh perubahan distribusi curah hujan tahunan sehingga setiap wilayah dapat menunjukkan pola perubahan yang berbeda meskipun berada dalam zona iklim yang sama.

Implikasi Terhadap Pengelolaan DAS

Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh wilayah Sub DAS Batang Alai memiliki tingkat erosivitas hujan yang termasuk dalam kategori sangat tinggi. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa hujan merupakan faktor yang memiliki peranan penting dalam proses erosi yang terjadi pada wilayah penelitian. Tingginya nilai erosivitas hujan dapat meningkatkan risiko degradasi lahan, sedimentasi sungai, serta memperbesar potensi terjadinya banjir apabila tidak diimbangi dengan pengelolaan DAS yang baik.

Wilayah sekitar Pos Curah Hujan Mangunang yang secara konsisten menunjukkan nilai erosivitas hujan tertinggi perlu menjadi prioritas dalam upaya konservasi tanah dan air. Beberapa tindakan yang dapat dilakukan antara lain rehabilitasi vegetasi pada daerah hulu, penerapan teknik konservasi tanah pada lahan miring, serta pengendalian perubahan penggunaan lahan yang berpotensi meningkatkan limpasan permukaan. Upaya tersebut penting untuk mengurangi dampak negatif erosivitas hujan terhadap kondisi lingkungan DAS.

Selain itu, hasil analisis tren menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah tidak mengalami perubahan erosivitas hujan yang signifikan selama periode penelitian. Kondisi ini menunjukkan bahwa potensi erosivitas hujan di Sub DAS Batang Alai masih relatif stabil sehingga strategi konservasi yang diterapkan saat ini perlu dipertahankan dan ditingkatkan pada wilayah-wilayah yang memiliki tingkat kerentanan lebih tinggi. Informasi mengenai distribusi spasial dan perubahan erosivitas hujan yang diperoleh dari penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar dalam penyusunan kebijakan pengelolaan DAS, konservasi tanah, serta mitigasi bencana hidrometeorologi di Sub DAS Batang Alai.

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis variabilitas spasial dan perubahan erosivitas hujan di Sub DAS Batang Alai, Kalimantan Selatan, selama periode 2010–2025 menggunakan metode Modified Fournier Index (MFI), Inverse Distance Weighted (IDW), Mann-Kendall, dan Sen's Slope. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh wilayah Sub DAS Batang Alai memiliki tingkat erosivitas hujan yang termasuk dalam kategori sangat tinggi dengan nilai MFI lebih dari 160 pada seluruh stasiun pengamatan. Nilai erosivitas hujan tertinggi ditemukan pada Pos Curah Hujan Mangunang dengan nilai maksimum sebesar 540,35 pada tahun 2011 dan rata-rata sebesar 369,39, sedangkan nilai terendah tercatat pada Pos Curah Hujan Intangan sebesar 187,54 pada tahun 2013. Analisis distribusi spasial menunjukkan bahwa wilayah bagian tengah hingga selatan Sub DAS Batang Alai secara umum memiliki tingkat erosivitas hujan yang lebih tinggi dibandingkan wilayah lainnya. Pola distribusi tersebut terlihat konsisten pada sebagian besar periode pengamatan dan menunjukkan bahwa wilayah tersebut memiliki potensi kerentanan yang lebih besar terhadap proses erosi. Sementara itu, wilayah utara cenderung menunjukkan nilai erosivitas hujan yang relatif lebih rendah. Hasil analisis tren

menggunakan uji Mann-Kendall dan Sen's Slope menunjukkan bahwa sebagian besar stasiun pengamatan memiliki kecenderungan tren menurun. Namun demikian, hanya Pos Curah Hujan Mangunang yang menunjukkan tren penurunan signifikan secara statistik dengan nilai Tau sebesar -0,617 dan p-value sebesar 0,001. Pos Curah Hujan Kambat menunjukkan kecenderungan tren meningkat, tetapi tidak signifikan secara statistik. Temuan ini mengindikasikan bahwa meskipun terjadi fluktuasi erosivitas hujan antar tahun, secara umum perubahan erosivitas hujan di Sub DAS Batang Alai masih relatif stabil selama periode penelitian. Hasil penelitian ini memberikan informasi penting mengenai karakteristik spasial dan temporal erosivitas hujan yang dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan konservasi tanah dan air, pengelolaan daerah aliran sungai, serta mitigasi risiko erosi dan banjir di Sub DAS Batang Alai. Wilayah dengan tingkat erosivitas hujan yang tinggi, khususnya pada bagian tengah dan selatan DAS, perlu menjadi prioritas dalam penerapan program konservasi dan rehabilitasi lahan guna mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan oleh proses erosi.

DAFTAR REFERENSI

Aditya, F., Gusmayanti, E., & Sudrajat, J. (2021). Rainfall trend analysis using Mann-Kendall and Sen's slope estimator test in West Kalimantan. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *893*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/893/1/012006

Aldrian, E., & Dwi Susanto, R. (2003). Identification of three dominant rainfall regions within Indonesia and their relationship to sea surface temperature. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, *23*(12), 1435–1452.

Andriyani, I., Indarto, Soekarno, S., & Pradana, M. P. (2024). Analysis of rainfall erosivity factor (R) on prediction of erosion yield using USLE and RUSLE Model's; A case study in Mayang Watershed, Jember Regency, Indonesia. *Sains Tanah*, *21*(1), 64–73. https://doi.org/10.20961/stjssa.v21i1.63641

Arnoldus, H. M. J. (1980). *An approximation of the rainfall factor in the Universal Soil Loss Equation.*

Arsyad, S. (2009). *Konservasi tanah & air*. IPB Press. https://books.google.co.id/books?id=CLbKtQEACAAJ

Arsyad, S. (2010). *Soil and Water Conservation* (2nd ed.). IPB Press.

Asdak, C., & Press, U. G. M. (2023). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. UGM PRESS. https://books.google.co.id/books?id=1c6pEAAAQBAJ

(BNPB), B. N. P. B. (2025). Data Bencana Indonesia. *Sistem Informasi Geospasial Bencana Indonesia*. https://gis.bnpb.go.id/databencana/tabel/pencarian.php

Chen, F.-W., & Liu, C.-W. (2012). Estimation of the spatial rainfall distribution using inverse distance weighting (IDW) in the middle of Taiwan. *Paddy and Water Environment*, *10*(3), 209–222.

Chow, V., Maidment, D., & Mays, L. (2013). *Applied Hydrology, 2nd Edition*. McGraw-Hill Companies,Incorporated. https://books.google.co.id/books?id=cAKXkgEACAAJ

Costea, M. (2012). Using the Fournier indexes in estimating rainfall erosivity. Case study-the Secasul Mare Basin. *Aerul Si Apa. Componente Ale Mediului*, 313.

IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. IPCC. https://books.google.co.id/books?id=ZQihzgEACAAJ

Kendall, M. G. (1948). *Rank correlation methods.*

Lal, R. (2001). Soil degradation by erosion. *Land Degradation & Development*, *12*(6), 519–539. https://doi.org/10.1002/ldr.472

Li, J., & Heap, A. D. (2014). Spatial interpolation methods applied in the environmental sciences: A review. *Environmental Modelling & Software*, *53*, 173–189.

Mann, H. B. (1945). Nonparametric Tests Against Trend. *Econometrica*, *13*(3), 245. https://doi.org/10.2307/1907187

Morgan, R. P. C. (2005). *Soil Erosion and Conservation*. Wiley. https://books.google.co.id/books?id=S9xZuAAACAAJ

Panagos, P., Ballabio, C., Borrelli, P., & Meusburger, K. (2016). Spatio-temporal analysis of rainfall erosivity and erosivity density in Greece. *Catena*, *137*, 161–172.

Qin, W., Guo, Q., Zuo, C., Shan, Z., Ma, L., & Sun, G. (2016). Spatial distribution and temporal trends of rainfall erosivity in mainland China for 1951–2010. *Catena*, *147*, 177–186.

Ridwan, M., & Sarjito, J. (2024). Studi Kajian Dampak Perubahan Tutupan Lahan terhadap Kejadian Banjir di Daerah Aliran Sungai. *ENVIRO: Journal of Tropical Environmental Research*, *26*(1), 38. https://doi.org/10.20961/enviro.v26i1.93145

Sen, P. K. (1968). Estimates of the Regression Coefficient Based on Kendall's Tau. *Journal of the American Statistical Association*, *63*(324), 1379–1389. https://doi.org/10.1080/01621459.1968.10480934

Supriyono, S., Utaya, S., Taryana, D., & Handoyo, B. (2021). Spatial-Temporal Trend Analysis of Rainfall Erosivity and Erosivity Density of Tropical Area in Air Bengkulu Watershed, Indonesia. *Quaestiones Geographicae*, *40*(3), 125–142. https://doi.org/10.2478/quageo-2021-0028

Wischmeier, W. H., Smith, D. D., Administration, U. States. S. and E., & Station, P. University. A. E. (1978). *Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning*. Department of Agriculture, Science and Education Administration. https://books.google.co.id/books?id=rRAUAAAAYAAJ

Yang, F., & Lu, C. (2015). Spatiotemporal variation and trends in rainfall erosivity in China's dryland region during 1961–2012. *Catena*, *133*, 362–372.