

Implementasi Metode Random Forest untuk Prediksi Bencana Banjir Bulanan di Wilayah Kabupaten Kediri

^{1*}Billkaf Syava Al Bana, ²Risa Helilintar, ³Rony Heri Irawan

^{1,2,3} Teknik Informatiks, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹billkafsyava2004@gmail.com, ²risa.helilintar@gmail.com, ³rony@unpkediri.ac.id

Penulis Korespondensi : Billkaf Syava Al Bana

Abstrak— Kejadian banjir yang dipengaruhi oleh tingginya curah hujan dan jumlah hari hujan dapat menimbulkan berbagai dampak bagi masyarakat, terutama pada wilayah yang memiliki potensi banjir cukup tinggi seperti Kabupaten Kediri. Proses identifikasi potensi banjir secara manual dinilai kurang efektif dalam mengenali pola hubungan data historis sehingga diperlukan sistem prediksi yang mampu membantu proses klasifikasi kondisi banjir secara lebih cepat dan terstruktur. Penelitian ini bertujuan membangun sistem prediksi bencana banjir bulanan menggunakan metode Random Forest dengan tahapan pra-pemrosesan berupa penggabungan data, transformasi data, normalisasi data dan pembagian data latih serta data uji. Hasil evaluasi model menunjukkan bahwa Random Forest memperoleh nilai akurasi sebesar 75% sehingga metode ini dinilai cukup baik dalam melakukan klasifikasi kondisi banjir dan tidak banjir. Model yang telah melalui proses evaluasi kemudian diimplementasikan ke dalam aplikasi berbasis web menggunakan *framework* Streamlit untuk membantu proses prediksi banjir secara lebih cepat dan terstruktur berdasarkan data yang dimasukkan pengguna.

Kata Kunci— banjir, klasifikasi, machine learning, random forest, sistem prediksi

Abstract— *Flooding, influenced by high rainfall and the number of rainy days, can have various impacts on the community, especially in areas with a high potential for flooding, such as Kediri Regency. The manual process of identifying flood potential is considered ineffective in recognizing historical data relationship patterns, so a prediction system is needed that can help classify flood conditions more quickly and structured. This study aims to build a monthly flood disaster prediction system using the Random Forest method with pre-processing stages such as data merging, data transformation, data normalization, and dividing training and test data. The model evaluation results show that Random Forest obtained an accuracy value of 75%, so this method is considered quite good in classifying flood and non-flood conditions. The model that has gone through the evaluation process is then implemented into a web-based application using the Streamlit framework to help the flood prediction process more quickly and structured based on user-entered data.*

Keywords— *classification, flood, machine learning, prediction system, random forest*

This is an open access article under the CC BY-SA License.



I. PENDAHULUAN

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia[1], terutama pada wilayah yang memiliki curah hujan tinggi dan sistem drainase yang kurang optimal[2]. Kejadian banjir dapat menimbulkan berbagai dampak, seperti kerusakan lingkungan, gangguan aktivitas

masyarakat, hingga kerugian ekonomi[3]. Kabupaten Kediri menjadi salah satu wilayah yang beberapa kali mengalami kejadian banjir[4] akibat peningkatan curah hujan dan jumlah hari hujan pada periode tertentu[5]. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa diperlukan upaya untuk membantu proses identifikasi potensi banjir lebih dini berdasarkan data yang tersedia.

Permasalahan dalam proses prediksi banjir menjadi semakin kompleks karena kondisi cuaca dan curah hujan dapat berubah pada setiap periode tertentu[6]. Selain itu, proses analisis data secara manual cenderung membutuhkan waktu lebih lama[7] dan kurang efektif dalam mengenali pola hubungan antar data historis[8]. Perkembangan teknologi di bidang Machine Learning memungkinkan pemanfaatan data historis untuk membantu proses klasifikasi dan prediksi secara lebih cepat serta terstruktur[9]. Oleh karena itu, diperlukan metode klasifikasi yang mampu mengenali pola hubungan antar curah hujan, jumlah hari hujan dan potensi kejadian banjir.

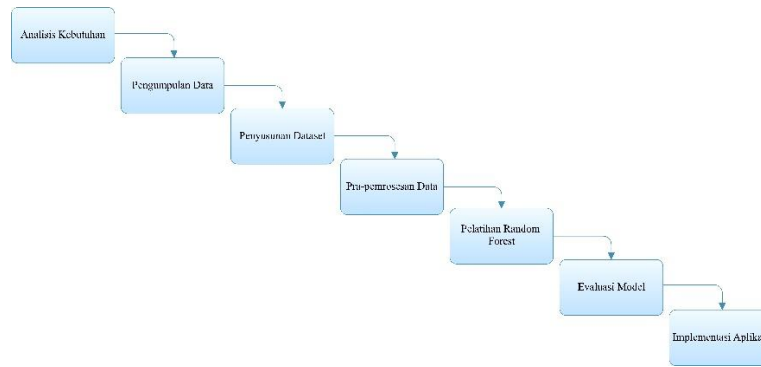
Sebagai upaya untuk menjawab permasalahan tersebut, penelitian ini menerapkan metode Random Forest untuk prediksi bencana banjir bulanan di Kabupaten Kediri berdasarkan data curah hujan dan jumlah hari hujan. Metode Random Forest dipilih karena memiliki kemampuan yang cukup baik dalam proses klasifikasi melalui pembentukan beberapa decision tree[10] serta mampu mengurangi risiko overfitting pada data pelatihan[11]. Selain itu, model yang dihasilkan diimplementasikan ke dalam aplikasi berbasis web untuk membantu membantu proses prediksi potensi banjir berdasarkan data historis yang tersedia.

II. METODE

A. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian pada penelitian ini dilakukan secara sistematis dengan menerapkan prosedur penelitian berbasis model Waterfall dalam pengembangan sistem prediksi bencana banjir bulanan di Kabupaten Kediri menggunakan metode Random Forest. Penelitian ini diawali dengan tahap analisis kebutuhan sistem, pengumpulan data kejadian banjir dari BPBD (Badan Penanggulangan Bencana Daerah) Kabupaten Kediri, serta data curah hujan dan jumlah hari hujan dari BPS (Badan Pusat Statistik) Kabupaten Kediri periode 2020-2024. Data yang diperoleh kemudian disusun menjadi dataset yang terstruktur untuk mendukung proses pengembangan model prediksi.

Tahapan berikutnya meliputi pra-pemrosesan data, pelatihan model menggunakan algoritma Random Forest, serta evaluasi performa model menggunakan *confusion matrix* dan *classification report* untuk mengetahui tingkat akurasi model dalam mengklasifikasikan kondisi banjir berdasarkan data historis yang digunakan. Kemudian model yang telah dibangun diimplementasikan ke dalam aplikasi berbasis web menggunakan framework Streamlit



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

B. Dataset dan Pra-pemrosesan Data

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data time series bulanan periode 2020-2024 yang terdiri atas data curah hujan, jumlah hari hujan dan kejadian banjir di Kabupaten Kediri. Data curah hujan dan jumlah hari hujan diperoleh dari publikasi resmi BPS Kabupaten Kediri, sedangkan data kejadian banjir diperoleh dari BPBD Kabupaten Kediri. Dataset yang digunakan berjumlah 60 data atribut *month*, *rainfall*, *rainday* dan *floods*.

Tabel 1. Data Curah Hujan

<i>Year</i>	<i>Month</i>	<i>Rainfall</i>
2020	JAN	347
2020	FEB	296

Tabel 2. Data Jumlah Hari Hujan

<i>Year</i>	<i>Month</i>	<i>Rainday</i>
2020	JAN	21
2020	FEB	18

Tabel 3. Data Kejadian Banjir

<i>Year</i>	<i>Month</i>	<i>Floods</i>
2020	JAN	Yes
2020	FEB	No

Tahap pra-pemrosesan data dilakukan sebelum proses pelatihan model menggunakan Random Forest. Proses ini meliputi penggabungan data, pengurangan atribut year, transformasi variabel *month* menjadi bentuk numerik, pemisahan variabel fitur dan label, normalisasi data menggunakan *Robust Scaler*, serta transformasi label *floods* ke bentuk biner. Setelah itu, dataset dibagi menjadi data latih dan data uji menggunakan rasio 80:20 untuk mendukung proses pelatihan dan evaluasi model.

C. Metode Random Forest dan Evaluasi Performa

Penerapan metode Random Forest dilakukan untuk membangun model klasifikasi prediksi bulanan berdasarkan data month, rainfall dan rainday. Dataset yang telah melalui tahap pra-pemrosesan kemudian dibagi menjadi data latih dan data uji menggunakan rasio 80:20. Proses pelatihan model dilakukan menggunakan parameter $n_estimators$ sebanyak 50, $creiterion$ entropy, max_depth sebesar 3, $min_samples_split$ sebesar 4 dan $min_samples_leaf$ sebesar 2. Dengan rumus dasar perhitungan Random Forest sebagai berikut:

$$Y = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T f_t(X) \quad (1)$$

Keterangan:

1. Y = Output
2. T = Jumlah Pohon
3. $\sum_{t=1}^T f_t(X)$ = Menjumlahkan seluruh hasil prediksi

Model Random Forest yang telah dilatih selanjutnya digunakan untuk melakukan prediksi kondisi banjir dan tidak banjir pada data uji. Evaluasi performa model dilakukan menggunakan *confusion matrix* sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Model *Confusion Matrix*

Actual	Positif	True Positive	False Negative
	Negatif	False Positive	True Negative
Class		Positif	Negatif
Predicted			

Serta *classification raport* berupa *accuracy*, *precision*, *recall* dan *F1-score* untuk mengetahui tingkat kemampuan model dalam mengklasifikasikan potensi banjir di Kabupaten Kediri. Perhitungan rumus dari masing-masing evaluasi tersebut ditunjukkan sebagai berikut:

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (2)$$

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (3)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (4)$$

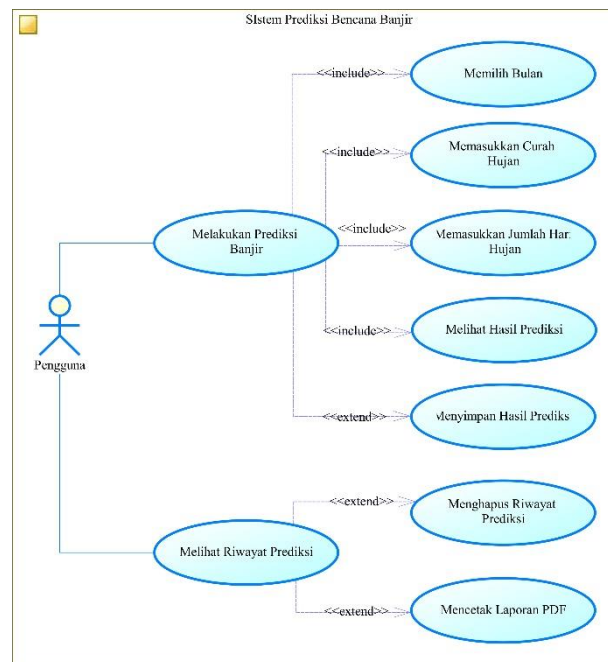
$$F1 - Score = \frac{2 \times Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (5)$$

D. Desain Sistem

Desain sistem pada penelitian ini menggunakan pendekatan *Object-Oriented Analysis and Design* (OOAD) yang direpresentasikan melalui *use case diagram*. *Use case diagram* digunakan untuk menggambarkan interaksi antara pengguna dengan sistem prediksi banjir

bulanan yang dikembangkan. Pengguna berperan sebagai aktor utama yang dapat melakukan beberapa aktivitas, seperti memilih bulan, memasukkan nilai curah hujan dan jumlah hari hujan, menjalankan proses prediksi, serta melihat hasil prediksi yang dihasilkan sistem.

Selain itu, sistem juga menyediakan fitur pengelolaan hasil prediksi berupa penyimpanan hasil prediksi, melihat riwayat prediksi, menghapus riwayat prediksi serta mencetak laporan hasil prediksi ke dalam format PDF. Melalui desain sistem tersebut, alur interaksi antara pengguna dan sistem dapat digambarkan secara terstruktur mulai dari proses input data hingga pengelolaan hasil prediksi banjir.



Gambar 2. Use Case Diagram Sistem Prediksi

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pra-pemrosesan Data

Pra-pemrosesan data dilakukan sebelum proses pelatihan model untuk memastikan dataset siap digunakan pada proses klasifikasi menggunakan metode Random Forest. Adapun hasil dari setiap tahapan pra-pemrosesan data ditunjukkan pada tabel berikut:

1. Penggabungan Data

Tahap penggabungan data dilakukan dengan menggabungkan data curah hujan, jumlah hari hujan dan kejadian banjir berdasarkan periode waktu yang sama sehingga membentuk dataset yang terstruktur yang siap digunakan dalam proses pengolahan data. Hasil penggabungan data ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Penggabungan Data

<i>Year</i>	<i>Month</i>	<i>Rainfall</i>	<i>Rainday</i>	<i>Floods</i>
2020	JAN	347	21	Yes
2020	FEB	296	18	No

2. Pengurangan Variabel

Tahap pengurangan variabel dilakukan dengan menghapus variabel *year* karena variabel tersebut tidak digunakan sebagai fitur utama dalam proses prediksi banjir. Pengurangan variabel bertujuan agar model lebih fokus pada variabel *month*, *rainfall*, *rainday* yang digunakan dalam proses klasifikasi. Hasil pengurangan variabel *year* ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengurangan Atribut Year

<i>Month</i>	<i>Rainfall</i>	<i>Rainday</i>	<i>Floods</i>
JAN	347	21	Yes
FEB	296	18	No

3. Transformasi Variabel *Month* ke Bentuk Numerik

Variabel *month* yang awalnya masih berbentuk kategorikal diubah ke dalam bentuk numerik agar dapat diproses oleh metode Random Forest. Transformasi dilakukan dengan mengubah nama bulan menjadi representasi angka secara berurutan. Hasil transformasi variabel *month* ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 7. Transformasi Variabel Month

<i>Month</i>	<i>Rainfall</i>	<i>Rainday</i>	<i>Floods</i>
1	347	21	Yes
2	296	18	No

4. Pemisahan Variabel Fitur dan Label

Tahap berikutnya dilakukan pemisahan antara variabel fitur dan variabel label. Variabel fitur terdiri atas *month*, *rainfall* dan *rainday* yang digunakan sebagai input model, sedangkan variabel *floods* digunakan sebagai label atau target klasifikasi dalam proses prediksi banjir.

5. Normalisasi Data

Normalisasi data dilakukan untuk mengurangi pengaruh *outlier* pada data menggunakan metode *Robust Scaler*. Proses normalisasi bertujuan agar distribusi data menjadi lebih stabil sehingga dapat membantu meningkatkan performa model dalam proses pelatihan. Hasil normalisasi data ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Normalisasi Data

<i>Month</i>	<i>Rainfall</i>	<i>Rainday</i>	<i>Floods</i>
-1.00000000e+00	6.25566636e-01	5.00000000e-01	Yes
-8.18181818e-01	4.40616500e-01	3.12500000e-01	No

6. Transformasi Variabel *Floods* ke Bentuk Biner

Variabel *floods* yang sebelumnya juga berbentuk kategorikal diubah menjadi bentuk biner agar dapat diproses oleh model klasifikasi. Label *Yes* diubah menjadi nilai 1 dan label *No* diubah menjadi nilai 0. Hasil transformasi data *floods* ditunjukkan pada tabel 9.

Tabel 9. Transformasi Atribut *Floods*

<i>Month</i>	<i>Rainfall</i>	<i>Rainday</i>	<i>Floods</i>
-1.00000000e+00	6.25566636e-01	5.00000000e-01	1
-8.18181818e-01	4.40616500e-01	3.12500000e-01	0

7. Pembagian Data Latih dan Data Uji

Tahap terakhir pada pra-pemrosesan data adalah pembagian dataset menjadi data latih dan data uji menggunakan rasio 80:20. Data latih digunakan untuk proses pelatihan model Random Forest, sedangkan data uji digunakan untuk mengevaluasi kemampuan model dalam melakukan prediksi terhadap data yang belum pernah dipelajari sebelumnya.

B. Analisis Metode dan Performa Random Forest

Analisis performa model dilakukan untuk mengetahui tingkat kemampuan metode Random Forest dalam mengklasifikasikan kondisi banjir dan tidak banjir berdasarkan data *month*, *rainfall* dan *rainday*. Evaluasi model dilakukan menggunakan confusion matrix serta classification report berupa *accuracy*, *precision*, *recall* dan *F1-score* terhadap data yang telah dipisahkan menggunakan rasio 80:20.

Tabel 10. Hasil Confusion Matrix

Actual	0	4	2
	1	1	5
Class		0	1
		Predicted	

Berdasarkan Tabel 10, *confusion matrix* menunjukkan bahwa sebagian besar data uji berhasil diklasifikasikan dengan benar oleh Model Random Forest. Model mampu memprediksi 4 data tidak banjir dan 3 data banjir secara tepat. Namun, masih terdapat beberapa kesalahan prediksi, yaitu 2 data tidak banjir yang diprediksi sebagai banjir dan 1 data banjir yang diprediksi sebagai tidak banjir. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model Random Forest cukup efektif digunakan

dalam mendukung prediksi potensi banjir bulanan di Kabupaten Kediri meskipun masih terdapat beberapa kesalahan klasifikasi pada data uji.

Tabel 11. Hasil Evaluasi Akurasi Model Random Forest

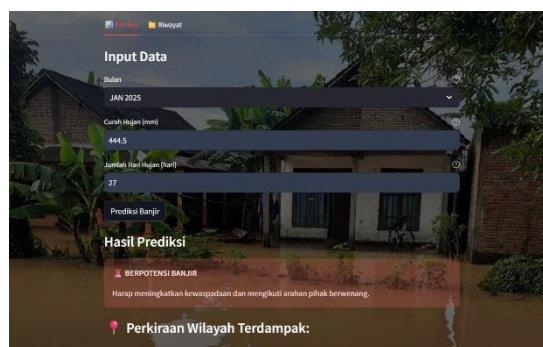
<i>Accuracy</i>		0,75%		
<i>Class</i>	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>F1-Score</i>	
0	0,80%	0,67%	0,73%	
1	0,71%	0,83%	0,77%	

Berdasarkan Tabel 11, model Random Forest memperoleh nilai *accuracy* 75%. Pada kelas tidak banjir, model menghasilkan nilai *precision* sebesar 80%, *recall* sebesar 67% dan *F1-score* sebesar 73%. Sedangkan pada kelas banjir, model memperoleh nilai *precision* sebesar 71%, *recall* sebesar 83% dan *F1-score* sebesar 77%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan yang cukup baik dalam membedakan kondisi banjir dan tidak banjir berdasarkan data yang digunakan.

C. Implementasi Antarmuka Sistem Prediksi

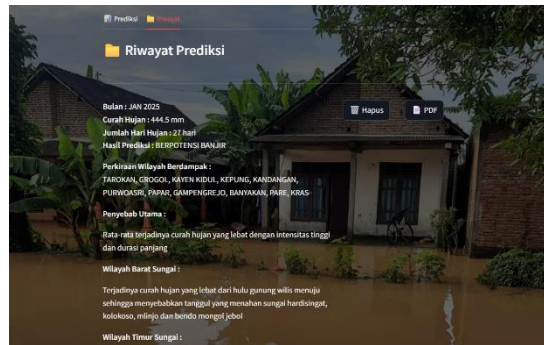
Model Random Forest yang telah melalui proses pelatihan dan evaluasi kemudian diimplementasikan ke dalam aplikasi berbasis web menggunakan *framework* Streamlit. Antarmuka sistem dirancang untuk memudahkan pengguna dalam melakukan proses prediksi banjir bulanan berdasarkan data curah hujan dan jumlah hari hujan melalui dua komponen utama, yaitu menu prediksi dan menu riwayat:

1. Menu Prediksi: Pada menu ini pengguna dapat memilih bulan, memasukkan nilai curah hujan serta jumlah hari hujan untuk melakukan proses prediksi banjir. Setelah proses prediksi dilakukan, sistem akan menampilkan hasil klasifikasi kondisi banjir. Selain itu, hasil prediksi yang telah dilakukan juga dapat disimpan ke dalam menu riwayat.



Gambar 3. Antarmuka Menu Prediksi

2. Menu Riwayat: Sedangkan menu ini akan menampilkan data hasil prediksi yang telah dilakukan oleh pengguna sebelumnya, meliputi bulan, curah hujan, jumlah hari hujan, serta klasifikasi banjir. Selain itu, pengguna juga dapat menghapus riwayat prediksi dan mencetak hasil prediksi ke dalam format pdf untuk kebutuhan dokumentasi.



Gambar 4. Antarmuka Menu Riwayat

D. Analisis Keterbatasan Model

Model Random Forest yang digunakan dalam penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Dataset yang digunakan hanya berjumlah 60 data sehingga pola hubungan antar variabel belum dapat dipelajari secara lebih kompleks. Selain itu, model yang dibangun pada penelitian ini hanya difokuskan untuk melakukan prediksi kejadian banjir tahun 2025 berdasarkan data historis 2020-2024. Hal tersebut disebabkan karena penelitian ini belum menerapkan metode prediksi time series untuk memperkirakan nilai curah hujan dan jumlah hari hujan pada periode berikutnya, sehingga model hanya dapat melakukan klasifikasi berdasarkan data input yang sudah tersedia.

Selain itu, hasil pengujian menunjukkan masih terdapat beberapa kesalahan klasifikasi pada data uji, sehingga model belum sepenuhnya mampu mengenali seluruh pola kejadian banjir secara optimal. Kondisi tersebut dapat dipengaruhi oleh jumlah dataset yang terbatas serta distribusi data yang belum sepenuhnya seimbang antara kelas banjir dan tidak banjir.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, metode Random Forest dapat diterapkan untuk membangun sistem prediksi bencana banjir bulanan di Kabupaten Kediri berdasarkan data curah hujan dan jumlah hari hujan periode 2020-2024. Model yang dibangun mampu melakukan klasifikasi kondisi banjir dan tidak banjir dengan cukup baik sehingga dapat membantu proses prediksi bencana banjir secara lebih cepat dan terstruktur berdasarkan data historis yang tersedia. Dengan demikian, tujuan penelitian untuk membangun sistem prediksi banjir menggunakan metode Random Forest telah tercapai.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah menambahkan metode prediksi time series guna memperkirakan nilai curah hujan dan jumlah hari hujan pada periode berikutnya sehingga sistem dapat digunakan untuk melakukan prediksi banjir pada tahun-tahun selanjutnya. Selain itu, penambahan jumlah dataset dan variabel pendukung lainnya diharapkan dapat meningkatkan kemampuan model dalam mengenali pola kejadian banjir secara lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Sunarya and E. Sutoyo, "STRATEGI PENANGANAN BANJIR DI KAMPUNG BABAKAN BANDUNG DESA LEUWISADENG KECAMATAN LEUWISADENG," *JPMUJ*, vol. 1, no. 1, pp. 40–45, Feb. 2023, doi: 10.32832/JPMUJ.V1I1.1672.
- [2] H. Kurniawan, A. Khamid, D. D. Apriliano, Imron, and W. Diantoro, "Evaluasi dan Rencana Pengembangan Sistem Drainase di Kota Tegal (Studi Kasus di Kecamatan Tegal Barat)," *Era Sains J. Penelit. Sains, Keteknikan dan Inform.*, vol. 1, no. 2, pp. 1–11, Jun. 2023, Accessed: May 22, 2026. [Online]. Available: <https://jurnal.eraliterasi.com/index.php/erasains/article/view/105>
- [3] F. B. Arashi *et al.*, "Analisis Dampak Bencana Banjir terhadap Kondisi Sosial dan Ekonomi pada Masyarakat : Analysis of the Impact of Flood Disaster on Social and Economic Conditions in the Society," *BANDAR J. Civ. Eng.*, vol. 6, no. 2, pp. 56–64, Nov. 2024, doi: 10.31605/BJCE.V6I2.3788.
- [4] P. Pengendalian Banjir Di Kali Hardisingat Kabupaten Kediri Menggunakan HEC-RAS *et al.*, "Pemodelan Pengendalian Banjir Di Kali Hardisingat Kabupaten Kediri Menggunakan HEC-RAS 6.2," *J. Teknol. dan Rekayasa Sumber Daya Air*, vol. 4, no. 1, pp. 778–789, Jan. 2024, doi: 10.21776/UB.JTRESDA.2024.004.01.066.
- [5] S. Suhadi, F. Mabruroh, A. Wiyanto, and I. Ikra, "ANALISIS FENOMENA PERUBAHAN IKLIM TERHADAP CURAH HUJAN EKSTRIM," *Opt. J. Pendidik. Fis.*, vol. 7, no. 1, pp. 94–100, Jun. 2023, doi: 10.37478/OPTIKA.V7I1.2738.
- [6] U. Nurul *et al.*, "Analisis Potensi Bencana Banjir Berdasarkan Hasil Prediksi Curah Hujan di Kabupaten Sumbawa," *Titian Ilmu J. Ilm. Multi Sci.*, vol. 16, no. 2, pp. 124–133, Jul. 2024, doi: 10.30599/JTI.V16I2.3436.
- [7] J. Elektronika and D. Komputer, "Mengoptimalkan Proses Pembersihan Data dalam Analisis Big Data Menggunakan Pipeline Berbasis AI," *Elkom J. Elektron. dan Komput.*, vol. 17, no. 2, pp. 657–666, Dec. 2024, doi: 10.51903/ELKOM.V17I2.2311.
- [8] N. Susi, S. Sugiana, and B. Musty, "Analisis Data Sistem Informasi Monitoring Marketing; Tools Pengambilan Keputusan Strategic," *Jutisi J. Ilm. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 12, no. 2, pp. 696–708, Aug. 2023, doi: 10.35889/JUTISI.V12I2.1240.
- [9] A. Ryan Pratama *et al.*, "Literature Review The Impact of Machine Learning in Modern Industries," *Nian Tana Sikk. J. ilmiah Mahasiswa*, vol. 3, no. 1, pp. 177–182, Jan. 2025, doi: 10.59603/NIANTANASIKKA.V3I1.680.
- [10] A. Putra Argadianata, D. Abdul Fatah, H. Sukri, J. Raya Telang, K. Kamal, and J. Timur, "KLASIFIKASI KUALITAS BUAH APEL MENGGUNAKAN METODE RANDOM FOREST," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 9, no. 2, pp. 2016–2022, Mar. 2025, doi: 10.36040/JATI.V9I2.12854.
- [11] C. N. Syahputri and M. S. Hasibuan, "OPTIMASI KLASIFIKASI DECISION TREE DENGAN TEKNIK PRUNING UNTUK MENGURANGI OVERFITTING," *JSiI (Jurnal Sist. Informasi)*, vol. 11, no. 2, pp. 87–96, Sep. 2024, doi: 10.30656/JSiI.V11I2.9161.