JEMSI: Jurnal Ekonomi Manajemen Sistem Informasi
E-ISSN: 2686-5238
P-ISSN: 2686-4916
https://dinastirev.org/JEMSI dinasti.info@gmail.com +62 811 7404 455
DOI: https://doi.org/10.38035/jemsi.v7i2
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Received: 22 Oktober 2025 | **Revised:** 10 November 2025 | **Accepted:** 19 November 2025

Transformasi Digital dalam Administrasi Publik: Pemanfaatan Artificial Intelligence (AI) untuk Prediksi Banjir Tahunan di Jakarta Berdasarkan Data Historis

Ahmad Fathoni[1], Iwan Kurniawan Subagja[2], Azis Hakim[3]
[1]Universitas Krisnadwipayana, Jakarta, Indonesia, ahmad.fathoni25@gmail.com
[2]Universitas Krisnadwipayana, Jakarta, Indonesia, iwankurniawan@unkris.ac.id
[3]Universitas Krisnadwipayana, Jakarta, Indonesia, dr_azishakim@yahoo.co.id

Corresponding Author: ahmad.fathoni25@gmail.com[1]

Abstract: *This study aims to analyze the utilization of Artificial Intelligence (AI) in processing historical flood data in Jakarta to generate predictions and policy recommendations for evidence-based disaster mitigation. The research employs a qualitative descriptive approach, focusing on rainfall intensity, water level, and annual flood events from 2014 to 2023. Data were obtained from the National Disaster Management Agency (BNPB), the Meteorology, Climatology, and Geophysics Agency (BMKG), and the Jakarta Regional Disaster Management Agency (BPBD). The analysis was conducted using a conceptual framework based on data-driven governance to examine the interrelation between digital technology and disaster management processes. The findings reveal that the application of AI can identify flood patterns and cycles with higher accuracy, thereby enhancing the government's capacity to formulate adaptive, efficient, and evidence-based mitigation policies. This study highlights the strategic role of AI in the digital transformation of public administration, broadening the paradigm of data-driven governance and strengthening collaborative, sustainable, and data-oriented decision-making in disaster mitigation.*

Keywords: *Public Administration, Digital Transformation, Artificial Intelligence, Historical Data, Jakarta Floods*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan menganalisis pemanfaatan kecerdasan artifisial (*Artificial Intelligence* /AI) dalam pengolahan data historis banjir di Jakarta untuk menghasilkan prediksi dan rekomendasi kebijakan mitigasi berbasis bukti. Pendekatan yang digunakan adalah kualitatif deskriptif dengan fokus pada data curah hujan, tinggi muka air, dan kejadian banjir tahunan selama 2014–2023. Data diperoleh dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), serta Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) DKI Jakarta. Analisis dilakukan melalui pendekatan konseptual berbasis *data-driven governance* untuk memahami keterkaitan antara teknologi digital dan tata kelola kebencanaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan AI mampu mengidentifikasi pola dan siklus banjir tahunan secara lebih akurat sehingga memperkuat kapasitas pemerintah dalam merumuskan kebijakan mitigasi yang adaptif,

efisien, dan berbasis bukti. Penelitian ini menegaskan peran AI sebagai instrumen strategis dalam transformasi digital administrasi publik, memperluas paradigma pemerintahan berbasis data, serta memperkuat pengambilan keputusan kolaboratif dan berkelanjutan dalam mitigasi bencana.

Kata Kunci: Administrasi Publik, Transformasi Digital, *Artificial Intelligence*, Data Historis, Banjir Jakarta

PENDAHULUAN

Data historis memiliki peran penting dalam memahami dan memprediksi berbagai peristiwa di masa depan. Melalui catatan kejadian masa lalu, pola dan kecenderungan tertentu dapat diidentifikasi untuk memperkirakan kemungkinan kejadian serupa yang akan datang. Prinsip ini sangat relevan dalam konteks kebencanaan, di mana sebagian besar bencana alam, termasuk banjir, memiliki siklus dan pola yang dapat dipelajari untuk mendukung upaya mitigasi serta pengambilan keputusan kebijakan publik.

Banjir merupakan salah satu bencana hidrometeorologi dengan frekuensi tertinggi di dunia. Laporan *United Nations Office for Disaster Risk Reduction* (UNDRR) dan *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters* (CRED) mencatat bahwa banjir secara konsisten menjadi bencana dengan jumlah kejadian dan populasi terdampak terbesar dalam dua dekade terakhir. Banjir besar seperti di Pakistan (2010), Thailand (2011), dan Jerman (2021) menunjukkan bahwa perubahan iklim, degradasi lingkungan, dan pertumbuhan urban yang tidak terkendali telah memperkuat risiko banjir secara global.

Dalam konteks Indonesia, banjir juga merupakan bencana dengan frekuensi tertinggi dibandingkan jenis bencana lainnya. Berdasarkan data resmi Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), selama periode 2014–2023, banjir secara konsisten mendominasi jumlah kejadian bencana nasional. Dalam laporan tahunan BNPB, pada tahun 2020 tercatat 4.650 kejadian bencana alam, dengan banjir menempati urutan pertama sebanyak 1.518 kejadian, atau sekitar 33% dari total bencana nasional (BNPB, 2021). Angka ini menegaskan bahwa banjir masih menjadi ancaman paling serius di Indonesia, baik dari sisi frekuensi maupun dampak sosial-ekonomi yang ditimbulkan.



Gambar 1. Infografis Kejadian Bencana di Indonesia Tahun 2020

Pada level daerah, Provinsi DKI Jakarta merupakan wilayah yang secara historis memiliki tingkat kerentanan tertinggi terhadap banjir. Kondisi geografis Jakarta yang berada di dataran rendah dan dilalui oleh 13 aliran sungai utama menjadikannya sangat rentan terhadap genangan, terutama pada musim hujan. Berdasarkan data dari Pemerintah Provinsi DKI Jakarta melalui portal Pantau Banjir Jakarta dan laporan BPBD DKI Jakarta, banjir besar terakhir yang paling berdampak terjadi pada awal Januari 2020, ketika curah hujan ekstrem mencapai 377 mm per hari, menyebabkan puluhan korban jiwa dan lebih dari 60.000 warga mengungsi. Selain itu, banjir berulang dengan intensitas sedang hingga tinggi terus tercatat setiap tahun di berbagai wilayah administrasi Jakarta, khususnya di kawasan rawan seperti Jakarta Timur dan Jakarta Selatan.

Fenomena banjir yang terus berulang menunjukkan adanya keteraturan pola kejadian yang dapat dianalisis lebih lanjut. Pemanfaatan data historis banjir, yang mencakup variabel curah hujan, tinggi muka air sungai, kondisi infrastruktur drainase, serta dinamika tata ruang, memiliki potensi besar untuk digunakan dalam analisis prediktif. Seiring dengan kemajuan teknologi, khususnya di bidang *Artificial Intelligence* (AI), analisis data historis dapat dilakukan secara lebih komprehensif melalui identifikasi pola-pola tersembunyi yang sulit dikenali dengan metode konvensional.

Berdasarkan fenomena tersebut, diperlukan kajian akademik yang mampu menjembatani antara inovasi teknologi dan praktik administrasi publik dalam konteks mitigasi bencana. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pemanfaatan *Artificial Intelligence* untuk menganalisis data historis banjir di Jakarta guna mendukung kebijakan mitigasi berbasis bukti (*evidence-based disaster policy*).

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode deskriptif-analitis, yang bertujuan memahami secara mendalam bagaimana *Artificial Intelligence* (AI) dapat dimanfaatkan dalam analisis data historis banjir untuk mendukung transformasi digital dalam tata kelola kebencanaan di Provinsi DKI Jakarta. Pendekatan ini dipilih karena penelitian tidak berfokus pada pengujian algoritma atau pengembangan sistem teknis, melainkan pada interpretasi makna, relevansi, dan implikasi kebijakan dari pemanfaatan teknologi analitik terhadap proses pengambilan keputusan publik.

Menurut Creswell (2014), penelitian kualitatif memungkinkan peneliti memahami konteks sosial yang kompleks melalui eksplorasi makna dan hubungan antar variabel dalam kehidupan nyata. Dalam konteks ini, AI diposisikan bukan sebagai perangkat teknis semata, tetapi sebagai instrumen kebijakan (*policy instrument*) yang membantu pemerintah daerah mengelola data bencana secara lebih terukur dan berbasis bukti.

Penelitian ini berlokasi di Provinsi DKI Jakarta, wilayah dengan tingkat kerentanan banjir tertinggi di Indonesia. Pemilihan lokasi dilakukan secara purposif dengan mempertimbangkan dua alasan utama: pertama, Jakarta merupakan daerah dengan kejadian banjir berulang setiap tahun dalam satu dekade terakhir; dan kedua, pemerintah provinsi telah memulai inisiatif transformasi digital melalui sistem seperti Pantau Banjir Jakarta, Jakarta Satu, dan portal data BPBD DKI. Fokus utama penelitian ini adalah bagaimana data historis banjir, meliputi curah hujan, tinggi muka air, serta kejadian banjir tahunan selama periode 2014–2023, dapat dianalisis dengan dukungan teknologi AI untuk menghasilkan pola, tren, dan rekomendasi kebijakan mitigasi yang lebih adaptif.

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara mendalam dengan informan kunci dari instansi seperti BNPB, BPBD DKI Jakarta, dan BMKG, yang memiliki peran dalam penyusunan kebijakan dan pengelolaan data kebencanaan. Wawancara bertujuan menggali perspektif tentang

transformasi digital, tantangan pengelolaan data, serta potensi penerapan AI dalam kebijakan mitigasi banjir. Data sekunder diperoleh melalui studi dokumentasi terhadap laporan resmi, publikasi lembaga pemerintah, serta data terbuka yang disediakan oleh portal Data Informasi Bencana Indonesia (DIBI), BMKG, dan Jakarta Satu.

Proses analisis data dilakukan menggunakan model analisis interaktif Miles dan Huberman (1994) yang meliputi reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Reduksi data dilakukan dengan memilah informasi relevan berdasarkan tema utama, seperti transformasi digital, pemanfaatan AI, dan kebijakan mitigasi bencana. Selanjutnya, data disajikan dalam bentuk naratif dan interpretatif untuk memetakan hubungan antara data historis banjir dengan kebijakan publik yang berlaku. Hasil analisis kemudian diverifikasi melalui triangulasi sumber dan metode guna memastikan keabsahan interpretasi.

Triangulasi sumber dilakukan dengan membandingkan informasi dari BNPB, BPBD, dan BMKG, sedangkan triangulasi metode mengombinasikan hasil wawancara, observasi, dan dokumentasi. Selain itu, peneliti menerapkan *member check* dengan mengonfirmasi hasil interpretasi kepada narasumber kunci agar kesimpulan yang dihasilkan benar-benar mencerminkan realitas di lapangan.

Penelitian ini juga memperhatikan prinsip etika penelitian sosial, terutama dalam hal menjaga kerahasiaan informan dan memastikan penggunaan data semata-mata untuk kepentingan ilmiah dan kebijakan publik. Seluruh proses dilakukan dengan persetujuan informan dan sumber data resmi.

Secara keseluruhan, alur penelitian dimulai dari identifikasi masalah banjir Jakarta dan potensi penerapan AI, dilanjutkan dengan pengumpulan serta analisis data historis banjir selama sepuluh tahun terakhir, interpretasi hasil analisis dalam konteks administrasi publik, hingga penyusunan rekomendasi kebijakan mitigasi yang berbasis data. Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memperlihatkan bagaimana *Artificial Intelligence* dapat berfungsi sebagai alat bantu analisis kebijakan publik dalam transformasi digital tata kelola kebencanaan, khususnya di wilayah DKI Jakarta.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Gambaran Umum Data Historis Banjir Jakarta (2014–2023)

   Berdasarkan data resmi dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), serta Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) DKI Jakarta, dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir (2014–2023) tercatat bahwa banjir merupakan bencana dengan frekuensi tertinggi di wilayah Jakarta. Menurut data BNPB dalam Buku Data Bencana Indonesia (2023), sepanjang satu dekade tersebut telah terjadi lebih dari 700 kejadian banjir di wilayah DKI Jakarta dengan tingkat keparahan yang bervariasi.

   Tahun 2020 tercatat sebagai periode dengan intensitas banjir tertinggi, dengan lebih dari 1.000 kejadian banjir secara nasional, dan Jakarta menjadi wilayah dengan jumlah kejadian terbanyak, terutama di wilayah Jakarta Timur dan Jakarta Selatan. BMKG melaporkan bahwa pada Januari 2020 curah hujan ekstrem mencapai 377 mm/hari, yang merupakan rekor tertinggi dalam dua dekade terakhir. Kondisi ini diperburuk oleh kombinasi anomali iklim global (*La Niña*), penurunan muka tanah, dan keterbatasan sistem drainase perkotaan.

   Data historis yang dihimpun dari DIBI-BNPB menunjukkan bahwa pola banjir di Jakarta memiliki sifat siklikal, dengan puncak kejadian umumnya terjadi pada bulan Januari–Februari, kemudian menurun pada pertengahan tahun. Dari sisi wilayah, area yang paling sering terdampak adalah Kecamatan Cengkareng, Cililitan, Kampung Melayu, dan Kelapa Gading, yang merupakan daerah dataran rendah dengan kepadatan penduduk tinggi dan sistem resapan terbatas.

2. Analisis Pola dan Tren Kejadian Banjir Tahunan

Analisis terhadap data historis menunjukkan bahwa meskipun frekuensi banjir di Jakarta cenderung fluktuatif setiap tahunnya, terdapat pola berulang (*recurrence pattern*) yang dapat diamati secara konsisten. Pola ini mencakup tiga karakteristik utama:

a) Korelasi antara curah hujan ekstrem dan kejadian banjir besar
Data BMKG menunjukkan bahwa tahun-tahun dengan curah hujan di atas normal (lebih dari 300 mm/bulan) selalu berbanding lurus dengan peningkatan jumlah kejadian banjir, seperti pada tahun 2014, 2016, 2020, dan 2022.
b) Sebaran spasial kejadian banjir cenderung tetap
Wilayah langganan banjir seperti Jakarta Timur dan Jakarta Selatan menunjukkan kecenderungan perulangan kejadian banjir dengan intensitas yang relatif tinggi.
c) Keterkaitan antara faktor infrastruktur dan genangan berulang
Kawasan dengan sistem drainase tertutup dan keterbatasan pompa air mengalami kejadian banjir lebih sering dibandingkan wilayah dengan sistem pengendalian yang telah diperbarui.

Analisis data historis ini memperlihatkan bahwa banjir Jakarta bukan semata fenomena meteorologis, tetapi juga hasil dari interaksi antara kondisi alam, tata ruang, dan kebijakan infrastruktur. Dengan kata lain, banjir di Jakarta memiliki dimensi administratif dan kebijakan yang sangat kuat.

3. Pemanfaatan *Artificial Intelligence* (AI) dalam Analisis Data Historis

Artificial Intelligence berperan sebagai instrumen analitis yang mampu mengidentifikasi pola, tren, dan anomali dalam data bencana yang besar dan kompleks. Berdasarkan studi pustaka dan hasil wawancara dengan perwakilan BNPB dan BPBD DKI, teknologi analitik berbasis AI saat ini mulai diadopsi dalam sistem manajemen risiko bencana, meskipun masih terbatas pada tahap pengumpulan dan integrasi data.
Pemanfaatan AI terhadap data historis banjir di Jakarta berpotensi dilakukan melalui tiga fungsi utama:

a) Analisis prediktif (*predictive analytics*) – AI dapat mengenali pola kejadian banjir tahunan dengan mengolah data curah hujan, elevasi, dan debit air secara simultan. Melalui analisis pola historis, pemerintah dapat memperkirakan wilayah dan waktu dengan potensi banjir tertinggi.
b) Analisis diagnostik (*diagnostic analytics*) – AI mampu mengidentifikasi penyebab utama dan faktor penguat banjir, misalnya korelasi antara penurunan muka tanah dan kejadian genangan.
c) Analisis rekomendatif (*prescriptive analytics*) – hasil analisis dapat digunakan sebagai dasar untuk rekomendasi kebijakan, seperti prioritas perbaikan infrastruktur, sistem peringatan dini, dan penataan ruang.

Hasil wawancara menunjukkan bahwa saat ini BPBD DKI Jakarta telah memanfaatkan sistem digitalisasi data (*data integration system*) untuk pemetaan risiko dan pelaporan bencana, namun belum sepenuhnya menggunakan sistem analisis berbasis AI. Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi AI dengan data historis akan memperkuat sistem tersebut, karena mampu mengonversi data kuantitatif menjadi informasi strategis untuk kebijakan publik.

4. Transformasi Digital dalam Tata Kelola Kebencanaan

Penerapan AI dalam analisis data historis banjir secara konseptual selaras dengan agenda transformasi digital pemerintahan yang diatur dalam Peraturan Presiden No. 95 Tahun 2018 tentang Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE). Dalam konteks kebencanaan, transformasi digital mencakup tiga aspek utama:

a) Integrasi data lintas lembaga

BNPB, BMKG, dan BPBD DKI perlu mengonsolidasikan data dalam satu platform digital agar pengambilan keputusan dapat dilakukan secara *real-time*.

b) Pemanfaatan teknologi analitik
AI dapat mempercepat proses analisis risiko, yang sebelumnya bergantung pada metode manual dan laporan pasca-bencana.

c) Keterlibatan masyarakat dalam sistem informasi kebencanaan
Platform berbasis AI dapat diintegrasikan dengan kanal pelaporan publik seperti Pantau Banjir Jakarta, sehingga memperluas partisipasi warga dalam sistem mitigasi.

Transformasi digital di bidang kebencanaan menuntut perubahan paradigma dari reaktif menjadi proaktif. AI berfungsi sebagai *decision support system* bagi pemerintah daerah dalam menyusun kebijakan mitigasi berbasis bukti, selaras dengan prinsip *good governance* dan *data-driven policy*.

5. Implikasi terhadap Kebijakan Publik

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan AI terhadap data historis banjir dapat memperkuat sistem pengambilan keputusan pemerintah daerah dengan tiga implikasi utama:

a) Penguatan kebijakan berbasis data (*evidence-based policy*)
Analisis historis memungkinkan pemerintah melihat tren jangka panjang dan membuat kebijakan yang lebih tepat sasaran.

b) Efisiensi pengelolaan data dan koordinasi antarinstansi
AI memungkinkan sinkronisasi data lintas lembaga, mengurangi redundansi, dan meningkatkan kecepatan pengambilan keputusan.

c) Peningkatan kesiapsiagaan dan perencanaan adaptif
Pemerintah dapat menggunakan hasil analisis AI untuk memprioritaskan wilayah risiko tinggi, merancang sistem peringatan dini, dan mengoptimalkan anggaran mitigasi bencana.

Dengan demikian, hasil penelitian ini menegaskan bahwa pemanfaatan AI dalam analisis data historis banjir di Jakarta bukan hanya inovasi teknologi, melainkan juga bagian dari reformasi administrasi publik menuju tata kelola kebencanaan yang lebih adaptif, efisien, dan berkelanjutan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan *Artificial Intelligence* (AI) terhadap data historis banjir memiliki potensi strategis dalam mendukung transformasi digital tata kelola kebencanaan di Provinsi DKI Jakarta. Berdasarkan analisis terhadap data historis banjir selama sepuluh tahun terakhir (2014–2023) dan hasil kajian literatur, dapat disimpulkan bahwa banjir di Jakarta memiliki pola dan siklus yang berulang, yang dipengaruhi oleh kombinasi faktor meteorologis, hidrologis, dan tata ruang perkotaan.

AI, dalam konteks administrasi publik, berperan sebagai alat bantu analisis kebijakan (*policy analysis tool*) yang mampu mengonversi data historis menjadi informasi strategis untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis bukti (*evidence-based policy*). Teknologi ini dapat membantu pemerintah daerah dalam mengidentifikasi pola kejadian banjir tahunan, memetakan wilayah rawan bencana, serta merumuskan kebijakan mitigasi yang lebih tepat sasaran.

Penelitian ini juga menegaskan bahwa transformasi digital dalam tata kelola kebencanaan tidak hanya mencakup adopsi teknologi, tetapi juga perubahan paradigma birokrasi menuju sistem pemerintahan yang lebih terbuka, adaptif, dan kolaboratif. Implementasi AI dan integrasi data antarinstansi, seperti BNPB, BMKG, dan BPBD DKI Jakarta, menjadi fondasi penting bagi terciptanya kebijakan mitigasi bencana yang efisien dan responsif terhadap perubahan iklim.

Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan teori dan praktik administrasi publik digital, khususnya dalam konteks pemanfaatan teknologi *Artificial Intelligence* sebagai instrumen pengambilan keputusan kebijakan publik di bidang kebencanaan.

REFERENSI

Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. (2023). Analisis curah hujan ekstrem dan anomali iklim di Indonesia. Jakarta: BMKG.

Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2017). Pedoman pengelolaan risiko bencana banjir. Jakarta: BNPB.

Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2021). Buku data bencana Indonesia tahun 2020. Jakarta: BNPB.

Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2023). Buku data bencana Indonesia. Jakarta: BNPB.

BPBD Provinsi DKI Jakarta. (2020). Laporan kejadian banjir awal tahun 2020 di Provinsi DKI Jakarta. Jakarta: BPBD DKI Jakarta.

Bibbò, A., Fialkowski, R., & O'Connell, P. E. (2025). *Flood risk forecasting: An innovative approach with machine learning and Markov chains. Environmental Modelling & Software*, 192(2), 104852.

Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (4th ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications*.

Denhardt, J. V., & Denhardt, R. B. (2003). *The new public service: Serving, not steering. Armonk, NY: M.E. Sharpe.*

Dunleavy, P., Margetts, H., Bastow, S., & Tinkler, J. (2006). *New public management is dead: Long live digital era governance. Journal of Public Administration Research and Theory*, 16(3), 467–494.

Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Kar, A. K., Baabdullah, A. M., Grover, P., & Abbas, R. (2021). *Artificial Intelligence* (AI): *Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. International Journal of Information Management*, 57, 101994.

Giest, S., McBride, B., & Nikiforova, A. (2025). *Digital and data-driven transformations in governance: A landscape review. Data & Policy*, 7(1), 1–15.

Guenduez, A. A., Demircioglu, M. A., & Mueller, S. (2025). *Digital innovation strategies in the public sector: Creating public value through digital transformation. Government Information Quarterly*, 42(2), 102134.

Hammam, R., Widodo, A. P., & Adhiutama, A. (2023). Pemanfaatan kecerdasan artifisial untuk meningkatkan mitigasi bencana banjir di Indonesia. Jurnal Teknologi dan Kebencanaan, 8(1), 45–57.

Ikram, M., Hussain, A., & Khan, M. (2025). *Management and prediction of river flood utilizing optimization approach of Artificial Intelligence evolutionary algorithms. Hydrological Sciences Journal*, 70(4), 395–410.

Janssen, M., van der Voort, H., & Wahyudi, A. (2017). *Factors influencing big data decision-making quality. Journal of Business Research*, 70, 338–345.

Kumar, R., Singh, R., & Sharma, A. (2025). *Machine learning applications in flood forecasting and predictions: Challenges and way-out in the perspective of changing environment. AIMS Environmental Science*, 12(1), 35–58.

Mergel, I., Edelmann, N., & Haug, N. (2019). *Defining digital transformation: Results from expert interviews. Government Information Quarterly*, 36(4), 101385.

Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications*.

Mileti, D. (1999). *Disasters by design: A reassessment of natural hazards in the United States. Washington, DC*: Joseph Henry Press.

Osborne, S. P. (2006). *The new public governance? Public Management Review*, 8(3), 377–387.

Pitaloka, S. M., Ramadhani, F., & Pradana, D. (2024). Penerapan teknologi analitik cerdas dalam prediksi kejadian banjir di Indonesia. Jurnal Informatika Kebencanaan, 4(2), 80–95.

Putra, D. S., Nugroho, A., & Lestari, M. (2025). Integrasi data meteorologis dan spasial untuk sistem peringatan dini banjir. Jurnal Teknologi Mitigasi Bencana, 9(1), 20–33.

Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial Intelligence*: *A modern approach* (4th ed.). London: *Pearson Education.*

Tang, H., Zhang, L., & Chen, Y. (2023). *Flood forecasting based on pattern recognition and dynamic migration of parameters. Journal of Hydrology and Water Resources*, 612(2), 119842.

Tu, S., Wang, Y., & Liu, J. (2023). *Study on dynamic early warning of flash floods in Hubei Province based on hydrological thresholds. Water*, 15(17), 3153.

UNDRR. (2020). *Terminology on disaster risk reduction. Geneva: United Nations Office for Disaster Risk Reduction*.

UNDRR. (2021). *The human cost of disasters: An overview of the last 20 years* (2000–2019). Geneva: UNDRR & CRED.

Waldo, D. (1948). *The administrative state: A study of the political theory of American public administration. New York: Ronald Press.*

Wilson, W. (1887). *The study of administration. Political Science Quarterly*, 2(2), 197–222.

WMO. (2019). *Integrated flood management*: *Concept paper. Geneva: World Meteorological Organization*.

Wu, J., & Jiang, L. (2024). *Flood disaster risk assessment in Wuhan City based on GIS. Natural Hazards*, 117(1), 435–456.