



Analisis Probabilitas Hujan Menggunakan Data Historis Dari BMKG Wilayah I Tahun 2013-2015

Arnah Ritonga^{1*}, Asni Al Amini², Livia Mutianda³, Riamonda Singarimbun⁴, Aiman Hidayat Baeha⁵, Glensius Rayhane Pasaribu⁶, Juanda Arief Darmawan Damanik⁷

¹⁻⁷Universitas Negeri Medan, Indonesia

arnahritonga@unimed.ac.id^{1*}, asnialamini@gmail.com², mutiandalivia@gmail.com³, rmndasingarimbun@gmail.com⁴, aimanhidayat060@gmail.com⁵, glensiusrayhanepasaribu@gmail.com⁶, juandaarif64@gmail.com⁷

Korespondensi Penulis: arnahritonga@unimed.ac.id*

Abstract. Rainfall potential analysis plays a critical role in the management of air resources, mitigation of hydrometeorological disasters, and agricultural activity planning. Accurate estimation of rainfall patterns is essential to ensure effective decision-making in irrigation systems, water resource management, and disaster risk reduction strategies. This study aims to model the probability of rainfall occurrence using a statistical approach based on historical data obtained from the Bureau of Meteorology. The data spans a multi-year period and captures seasonal and regional variability in rainfall events. To characterize rainfall patterns, various probability distributions are tested, including the exponential distribution and the Weibull distribution, which are commonly applied in hydrological studies. Furthermore, the Markov chain method is employed to assess the likelihood of rainfall occurrence on a given day based on the conditions of the preceding day, thereby capturing temporal dependencies. Parameter estimation is conducted using Maximum Likelihood Estimation (MLE), a robust statistical method that enhances the precision of the model. The suitability of each probability distribution in representing the observed rainfall data is evaluated through goodness-of-fit tests such as the Kolmogorov-Smirnov test. The findings reveal that certain distributions align more closely with the local rainfall characteristics, demonstrating the importance of regional analysis in climate modeling. The combination of probabilistic modeling, Markov analysis, and rigorous statistical testing provides a reliable framework for forecasting rainfall. These results are expected to serve as a scientific basis for stakeholders in agriculture, environmental planning, and disaster preparedness, offering insights that support sustainable water resource utilization and risk management.

Keywords: Historical data; Parameter estimation; Probability distribution; Rain probability; Statistical analysis.

Abstrak. Analisis potensi curah hujan memainkan peran penting dalam pengelolaan sumber daya udara, mitigasi bencana hidrometeorologi, dan perencanaan kegiatan pertanian. Estimasi pola curah hujan yang akurat sangat penting untuk mendukung pengambilan keputusan yang efektif dalam sistem irigasi, pengelolaan sumber daya air, serta strategi pengurangan risiko bencana. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan probabilitas kejadian hujan menggunakan pendekatan statistik berdasarkan data historis yang diperoleh dari Badan Meteorologi. Data yang digunakan mencakup periode waktu beberapa tahun dan merepresentasikan variasi musiman serta keragaman regional dalam kejadian hujan. Untuk mengkarakterisasi pola curah hujan, digunakan berbagai distribusi probabilitas, termasuk distribusi eksponensial dan distribusi Weibull, yang umum digunakan dalam studi hidrologi. Selain itu, metode rantai Markov diterapkan untuk menilai kemungkinan terjadinya hujan pada hari tertentu berdasarkan kondisi hari sebelumnya, sehingga mampu menangkap ketergantungan temporal. Estimasi parameter dilakukan menggunakan Metode Maximum Likelihood Estimation (MLE), yaitu metode statistik yang andal dan meningkatkan ketepatan model. Kesesuaian setiap distribusi probabilitas dalam merepresentasikan data curah hujan diamati dievaluasi melalui uji kecocokan seperti uji Kolmogorov-Smirnov. Hasil penelitian menunjukkan bahwa distribusi tertentu lebih sesuai dengan karakteristik curah hujan lokal, sehingga menegaskan pentingnya analisis regional dalam pemodelan iklim. Kombinasi pemodelan probabilistik, analisis Markov, dan pengujian statistik yang ketat memberikan kerangka kerja yang andal untuk memprediksi curah hujan. Hasil ini diharapkan menjadi dasar ilmiah bagi para pemangku kepentingan dalam bidang pertanian, perencanaan lingkungan, dan kesiapsiagaan bencana, serta mendukung pemanfaatan sumber daya air yang berkelanjutan dan manajemen risiko.

Kata kunci: Analisis statistik koma; Data histori; Distribusi probabilitas; Estimasi parameter; Probabilitas hujan

1. PENDAHULUAN

Perubahan iklim global telah menjadi isu yang semakin krusial dalam beberapa dekade terakhir, terutama bagi negara-negara tropis seperti Indonesia yang sangat rentan terhadap dampaknya. Salah satu aspek yang paling terlihat dari perubahan iklim adalah perubahan pola curah hujan yang semakin tidak dapat diprediksi, baik dari segi intensitas maupun distribusinya sepanjang tahun. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) dalam Laporan Tahunan Iklim Indonesia 2021 mencatat bahwa Indonesia mengalami peningkatan frekuensi hujan ekstrem yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir (BMKG, 2021). Fenomena ini tidak hanya memicu peningkatan risiko bencana hidrometeorologi seperti banjir dan tanah longsor, tetapi juga berdampak terhadap sektor ekonomi yang bergantung pada kestabilan iklim, terutama pertanian dan ketahanan pangan.

Menurut Siswanto, Supari, dan Nurdiati (2021), tren curah hujan ekstrem di Indonesia mengalami peningkatan dalam tiga dekade terakhir. Perubahan pola hujan ini menjadi faktor utama yang menyebabkan berbagai bencana hidrometeorologi yang semakin sering terjadi. Selain itu, peningkatan variabilitas curah hujan juga menimbulkan tantangan dalam pengelolaan sumber daya air dan infrastruktur perkotaan. Tarigan dan Sitanggang (2019) mengidentifikasi bahwa fenomena iklim global seperti El Niño-Southern Oscillation (ENSO) memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pola curah hujan di Indonesia bagian barat, yang menyebabkan musim hujan lebih basah atau lebih kering dari biasanya, tergantung pada fase ENSO yang sedang berlangsung. Hal ini menunjukkan bahwa faktor-faktor global juga memiliki keterkaitan erat dengan perubahan pola iklim di Indonesia.

Dampak perubahan iklim tidak hanya terbatas pada sektor lingkungan, tetapi juga berpengaruh besar terhadap sektor pertanian. Kurniawan dan Hidayat (2022) dalam penelitian mereka menunjukkan bahwa perubahan pola curah hujan yang semakin tidak menentu menyebabkan ketidakpastian dalam jadwal tanam dan panen, serta menurunkan produktivitas pertanian akibat peningkatan risiko gagal panen. Selain itu, perubahan suhu yang menyertai perubahan pola hujan juga berkontribusi terhadap meningkatnya serangan hama dan penyakit tanaman, yang semakin memperburuk kondisi ketahanan pangan nasional. Oleh karena itu,

pemahaman yang lebih mendalam mengenai distribusi probabilitas curah hujan ekstrem sangat diperlukan untuk mengembangkan strategi adaptasi yang lebih efektif bagi sektor pertanian dan infrastruktur yang bergantung pada kondisi iklim.

Untuk menjawab tantangan ini, berbagai penelitian telah dilakukan untuk memahami pola curah hujan ekstrem dan mengembangkan metode prediksi yang lebih akurat. Marzuki, Suryanto, dan Ramadhan (2020) menekankan pentingnya penggunaan distribusi probabilitas dalam menganalisis curah hujan ekstrem di Indonesia bagian barat. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa distribusi Gumbel, Log-Pearson Type III, dan Weibull merupakan model yang dapat digunakan untuk menggambarkan pola curah hujan ekstrem dengan tingkat akurasi yang tinggi. Selain itu, penelitian Wati, Sutriyono, dan Sabaruddin (2020) menunjukkan bahwa pemilihan metode analisis probabilitas yang tepat sangat penting dalam perencanaan infrastruktur, terutama untuk mengantisipasi risiko banjir akibat hujan ekstrem.

Selain pendekatan statistik, pemodelan iklim juga menjadi alat yang penting dalam upaya adaptasi terhadap perubahan iklim. Aldrian (2018) dalam bukunya "Pemodelan Iklim untuk Adaptasi Perubahan Iklim di Indonesia" menekankan pentingnya pengembangan model iklim regional yang mampu memberikan proyeksi lebih detail mengenai pola perubahan curah hujan di Indonesia. Model ini sangat diperlukan dalam pengambilan keputusan terkait kebijakan mitigasi dan adaptasi perubahan iklim, terutama dalam sektor pertanian, tata kelola air, dan perencanaan pembangunan infrastruktur.

Berdasarkan berbagai penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa analisis probabilitas hujan ekstrem dan pemodelan iklim merupakan pendekatan yang sangat penting dalam menghadapi tantangan perubahan iklim di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik curah hujan di Wilayah I BMKG pada periode 2013–2015 dengan pendekatan probabilitas. Fokus utama penelitian ini meliputi identifikasi distribusi probabilitas yang paling sesuai dengan pola curah hujan wilayah studi, analisis kecenderungan perubahan curah hujan ekstrem, serta estimasi periode ulang kejadian hujan ekstrem untuk berbagai skenario. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh informasi yang lebih akurat mengenai pola curah hujan ekstrem di Indonesia, sehingga dapat

menjadi dasar bagi pengambilan kebijakan yang lebih efektif dalam menghadapi dampak perubahan iklim.

Analisis kemungkinan terjadinya hujan menggunakan data sejarah dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) untuk periode tahun 2013-2015 sangat penting untuk memahami pola hujan dan dampaknya terhadap kondisi lingkungan serta sosial. Dengan memanfaatkan data historis, wawasan tentang pola curah hujan yang mungkin memengaruhi berbagai aspek, termasuk pertanian dan manajemen bencana, dapat diperoleh.

Data curah hujan yang diperoleh dari BMKG menyajikan informasi yang krusial yang digunakan untuk analisis statistik model curah hujan. Dalam konteks Indonesia, pemanfaatan data ini memungkinkan analisis terhadap fluktuasi curah hujan yang berkaitan dengan fenomena iklim, salah satunya adalah La Niña yang diketahui dapat meningkatkan intensitas curah hujan di beberapa wilayah Lee (2015). Sebagai ilustrasi, penelitian menunjukkan bahwa karakteristik curah hujan di Indonesia sangat dipengaruhi oleh indeks iklim regional, terutama selama periode La Niña yang kuat Lee (2015). Penelitian juga mengungkapkan pola curah hujan lain di Indonesia yang berkaitan dengan gelombang ekuatorial yang memengaruhi variasi curah hujan tropis, di mana kontribusi variabilitas curah hujan dapat mencapai 16-20% (Lubis dan Jacobi, 2014).

Selain itu, analisis kemungkinan curah hujan bertujuan untuk menentukan frekuensi dan intensitas curah hujan yang mungkin terjadi di masa depan berdasarkan data sejarah. Beberapa metode statistik, seperti analisis distribusi gamma dan log-normal, juga diterapkan untuk memodelkan data curah hujan, yang membantu dalam pengambilan keputusan terkait perencanaan pertanian dan penanganan bencana (CR et al. , 2019), Subudhi et al. (2019). Penelitian yang dilakukan di distrik Deogarh, India, membuktikan bahwa analisis berdasarkan distribusi probabilitas memberikan informasi yang berguna untuk perencanaan pertanian dalam memprediksi pola curah hujan yang meningkat Bora et al. (2021).

Fakta bahwa Indonesia berada di iklim tropis dengan dua musim, hujan dan kering, menjadikan penelitian ini relevan, terutama karena bencana seperti banjir dan tanah longsor sering kali terjadi akibat curah hujan tinggi. Ada juga hubungan yang dikenal antara curah

hujan yang berkepanjangan dan terjadinya longsor, terutama di daerah-daerah yang rawan Hasnawir (2013). Analisis curah hujan dari BMKG tidak hanya memberikan gambaran umum, tetapi juga menjadi dasar untuk sistem peringatan dini bencana, di mana ambang batas curah hujan ditentukan berdasarkan data historis (Yuniawan et al. , 2022), (Satyaningsih et al. , 2023).

Curah hujan adalah ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir. Curah hujan 1(satu) milimeter, artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air sebanyak satu liter dalam jangka waktu tertentu (Stasiun Klimatologi Darmaga Bogor, 2012). Kajian mengenai curah hujan sangat penting untuk dianalisis agar dapat mengurangi dampak yang ditimbulkan dari perubahan curah hujan ekstrem. Dampak yang dapat ditimbulkan dari perubahan curah hujan ekstrem antara lain banjir, wabah penyakit, gangguan kesehatan, gangguan di bidang transportasi seperti terganggunya jadwal penerbangan pesawat dan jadwal keberangkatan kereta api, pasang naik air laut dan gagal panen. Oleh sebab itu, diperlukan ilmu pengetahuan dan metode yang tepat untuk menginformasikan kejadian-kejadian ekstrem tersebut sehingga dapat mengurangi dampak terburuk yang ditimbulkannya. Rahmawati Annisa, Agus Rusgiyono, Triyastuti Wuryandari, (2014) Identifikasi Curah Hujan Ekstrem Di Kota Semarang Menggunakan Estimasi Parameter Momen Probabilitas Terboboti Pada Nilai Ekstrem Terampat (Studi Kasus Data Curah Hujan Dasarian Kota Semarang Tahun 1990-2013) Jurnal Gaussian, Volume 3, Nomor 4,

Indonesia memiliki daerah yang dilalui garis khatulistiwa dan sebagian besar daerah di Indonesia merupakan daerah tropis, walaupun demikian beberapa daerah di Indonesia memiliki intensitas hujan yang cukup besar (Wibowo 2008). Ada berbagai teori pembagian iklim yang dipakai oleh peneliti seperti pembagian berdasarkan diversifikasi tanaman, letak geografis, temperatur dan kelembaban, serta pola curah hujan. Untuk yang terakhir saja (dengan pola curah hujan) telah berbagai cara dikembangkan seperti berdasarkan jumlah akumulatif curah hujan dalam skala mm, jumlah hari hujan dalam setahun dan pola curah hujan tahunan (Aldrian 2001). Curah hujan merupakan parameter meteorologi yang sangat berpengaruh dalam kehidupan. Indonesia merupakan negara beriklim tropis yang berada di equator sehingga mendapatkan penyinaran matahari yang maksimal. Oleh karena itu,

Indonesia memiliki penguapan dan intensitas curah hujan yang cukup tinggi. Saat ini, pengamatan secara In-Situ sangat kurang representatif untuk digunakan sebagai prakiraan karena jangkauannya yang sangat sempit sehingga memerlukan instrumen pendukung yang dapat memberikan gambaran yang lebih baik terkait distribusi hujan dan sebagai penunjang akurasi prakiraan, salah satunya adalah satelit (Sharifi, Steinacker, and Saghafian 2016).

Alyarahma Nyinya Ninas, Adilah Nur Silvia, (2022), Prediksi Frekuensi Probabilitas Curah Hujan di Jambi Menggunakan Rantai Markov serta Modul Tree Forecasting Berbantuan Software Qm-V5 Prediction of Rainfall Probability Frequency in Jambi by Markov Chain and Tree Forecasting Module Using Qm-V5 Software, Jurnal Statistika Universitas Jambi Vol. 1 No. 2

Curah hujan adalah salah satu faktor terpenting dalam perencanaan untuk mengurangi sektor pertanian, sumber daya air dan bencana alam. Dengan menggunakan teori probabilitas, pola hujan dapat dianalisis berdasarkan data historis dan mengembangkan model prediktif yang lebih akurat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis potensi hujan berdasarkan data dari BMKG Wilayah I dari 2013 hingga 2015.

Ketidakpastian pola hujan dapat memiliki dampak besar pada berbagai sektor, terutama pada pertanian dan perencanaan kota. Dengan menggunakan pendekatan stokastik, pola historis dapat digunakan untuk memperkirakan kemungkinan hujan. Penelitian ini menggunakan data BMKG Wilayah I untuk periode 2013-2015 untuk menganalisis probabilitas hujan di wilayah ini.

Perubahan iklim telah menyebabkan fluktuasi pola curah hujan yang dapat mempengaruhi sumber daya air dan aktivitas ekonomi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis potensi hujan menggunakan data historis dari BMKG Wilayah I antara 2013 dan 2015 untuk memahami pola hujan dan efek potensial mereka.

Analisis Hujan adalah pendekatan ilmiah untuk memperkirakan kemungkinan hujan di suatu wilayah. Dengan menggunakan data historis dari BMKG-Region I dari 2013 hingga 2015, penelitian ini bertujuan untuk memahami pola regenerasi dan mendukung pengambilan keputusan di berbagai bidang yang bergantung pada kondisi cuaca.

Probabilitas peramalan hujan merupakan langkah penting dalam melemahkan banjir dan bencana kekeringan. Penelitian ini menggunakan data curah hujan untuk BMKG Wilayah I dari 2013 hingga 2015 untuk menganalisis distribusi dan probabilitas hujan. Hasilnya diharapkan dapat meningkatkan keakuratan ramalan cuaca untuk wilayah tersebut.

Teori probabilitas sering digunakan dalam analisis cuaca untuk menentukan kemungkinan hujan. Dengan memproses data historis untuk BMKG Wilayah I, penelitian ini

mengidentifikasi pola hujan yang berulang dan memprediksi kemungkinan hujan selama periode waktu tertentu.

Informasi tentang kemungkinan hujan sangat penting bagi sektor pertanian, perencanaan kota dan pengurangan bencana. Studi ini menggunakan konsep probabilitas ketika menganalisis data curah hujan BMKG I selama periode 2013-2015 untuk menentukan pola dan probabilitas hujan.

Cuaca berbahaya sering kali memiliki dampak ekonomi dan sosial yang lebih besar. Pendekatan probabilistik memungkinkan kita untuk memahami potensi pola hujan lokal. Studi ini menggunakan data dari BMKG Region I dari 2013 hingga 2015 untuk menganalisis probabilitas hujan berdasarkan pola historis.

Kemungkinan hujan merupakan parameter penting dalam berbagai rencana, dari pertanian hingga pengolahan sumber daya air. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis data historis curah hujan di BMKG Wilayah I dari 2013 hingga 2015 untuk memahami pola regenerasi dan kemungkinan prediksi.

Memodelkan probabilitas hujan menggunakan data historis membantu berbagai sektor menggunakan risiko cuaca ekstrem. Dengan menggunakan data dari BMKG Wilayah I dari 2013 hingga 2015, penelitian ini meneliti probabilitas hujan dan dampaknya pada sektor yang bergantung pada kondisi cuaca. F. Kurniadi et al., "Future projections of extreme rainfall events in Indonesia," *International Journal of Climatology*, vol. 43, no. 5, pp. 2431-2447, 2023. [Online]. Available: [rmets.onlinelibrary.wiley.com](https://onlinelibrary.wiley.com). T. Handhayani, "An integrated analysis of air pollution and meteorological conditions in Jakarta," *Scientific Reports*, vol. 13, p. 5798, 2023. [Online]. Available: nature.com. M. A. Kusuma et al., "Changing urban temperature and rainfall patterns in Jakarta," *Sustainability*, vol. 16, no. 1, p. 350, 2023. [Online]. Available: mdpi.com. F. Kurniadi et al., "Temperature, extreme precipitation, and diurnal rainfall changes in the urbanized Jakarta city during the past 130 years," *Theoretical and Applied Climatology*, vol. 146, pp. 753-767, 2023. [Online]. Available: researchgate.net. S. P. Nugroho et al., "Modelling compound flooding: A case study from Jakarta, Indonesia," *Natural Hazards*, vol. 114, pp. 1231-1255, 2023. [Online]. Available: springerlink.com.

Penelitian yang dilakukan oleh Nababan, Silitonga, dan Siahaan (2023) bertujuan untuk menganalisis karakteristik curah hujan di wilayah Kota Medan bagian utara dengan menggunakan data dari tiga stasiun hujan BMKG, yaitu Stasiun BMKG Belawan, Stasiun BMKG Helvetia, dan Stasiun BMKG Sampali. Data yang digunakan dalam penelitian ini men-

cakup periode dari tahun 2000 hingga 2019. Fokus utama dari penelitian ini adalah untuk memahami pola distribusi hujan yang terjadi di setiap stasiun, serta untuk mengidentifikasi tren curah hujan berdasarkan intensitas dan durasi kejadian hujan.

Dalam penelitian ini, dilakukan analisis terhadap distribusi curah hujan untuk menentukan pola umum yang terjadi di wilayah Kota Medan bagian utara. Salah satu metode yang digunakan adalah perhitungan intensitas hujan berdasarkan periode ulang, yang bertujuan untuk mengetahui kemungkinan terjadinya hujan dengan intensitas tertentu dalam kurun waktu tertentu. Dengan pendekatan ini, peneliti dapat mengembangkan pola kurva Intensitas-Durasi-Frekuensi (IDF) yang berguna dalam berbagai aplikasi praktis, seperti perencanaan sistem drainase, mitigasi banjir, serta pengelolaan sumber daya air.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa curah hujan di Kota Medan bagian utara memiliki karakteristik yang hampir seragam di seluruh wilayah pengamatan. Secara umum, pola curah hujan di wilayah ini bersifat ekuatorial, yang berarti curah hujan cenderung tinggi sepanjang tahun dengan fluktuasi yang bergantung pada musim. Selain itu, analisis terhadap kurva IDF mengungkapkan bahwa hujan dengan intensitas tinggi cenderung berlangsung dalam durasi yang singkat, sementara hujan dengan intensitas yang lebih rendah dapat terjadi dalam periode waktu yang lebih lama. Hal ini menunjukkan bahwa hujan deras biasanya turun dalam waktu singkat, tetapi dengan volume air yang besar, sehingga dapat menyebabkan banjir lokal jika sistem drainase tidak mampu menampung aliran air secara efektif.

Lebih lanjut, penelitian ini juga menyoroti pentingnya pemahaman terhadap pola curah hujan dalam konteks perencanaan kota dan pengelolaan risiko bencana. Dengan mengetahui probabilitas hujan berdasarkan analisis data historis, pemerintah daerah dan pemangku kepentingan lainnya dapat merancang kebijakan yang lebih baik dalam menghadapi dampak perubahan iklim serta meningkatkan kesiapsiagaan terhadap bencana hidrometeorologi. Selain itu, informasi yang diperoleh dari studi ini dapat digunakan oleh sektor konstruksi dan perencanaan infrastruktur untuk mengembangkan desain yang lebih adaptif terhadap kondisi cuaca dan curah hujan ekstrem.

Kesimpulan dari penelitian ini menegaskan bahwa analisis data curah hujan historis sangat penting untuk memahami pola dan tren hujan di suatu wilayah. Dengan pemanfaatan metode distribusi frekuensi dan perhitungan periode ulang hujan, dapat diperoleh informasi yang lebih akurat mengenai kemungkinan terjadinya curah hujan ekstrem di masa mendatang.

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya serta menjadi dasar bagi pengambilan keputusan dalam perencanaan pembangunan yang lebih berkelanjutan dan tahan terhadap risiko cuaca ekstrem.

H. M. Nababan, B. Silitonga, and R. Siahaan, "Analisis karakteristik curah hujan Kota Medan bagian utara dengan menggunakan 3 data stasiun hujan," *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS)*, vol. 6, no. 2, pp. 107–118, 2023.

Penelitian yang dilakukan oleh Widyawati, Yuniarti, dan Goejantoro (2021) berfokus pada analisis distribusi frekuensi dan periode ulang hujan di Kecamatan Long Iram, Kabupaten Kutai Barat. Studi ini menggunakan data curah hujan yang dikumpulkan dari tahun 2013 hingga 2017, yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Samarinda. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menentukan distribusi hujan yang paling sesuai serta menghitung estimasi curah hujan untuk berbagai periode ulang guna mendukung perencanaan dan pengelolaan sumber daya air di wilayah tersebut.

Dalam penelitian ini, metode statistik yang digunakan mencakup beberapa distribusi probabilitas, yaitu distribusi Normal, Log Normal, Gumbel, dan Log Pearson III. Untuk menentukan distribusi yang paling sesuai dengan data curah hujan yang dianalisis, digunakan uji kecocokan distribusi dengan metode Kolmogorov-Smirnov, Chi-Square, dan Anderson-Darling. Metode ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian antara data aktual dengan distribusi probabilitas yang digunakan sehingga hasil analisis dapat lebih akurat dalam memprediksi kejadian curah hujan ekstrem di masa depan.

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, ditemukan bahwa distribusi Gumbel merupakan distribusi yang paling sesuai untuk menggambarkan pola curah hujan di Kecamatan Long Iram. Distribusi ini digunakan untuk memperkirakan curah hujan pada berbagai periode ulang, seperti 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun. Dari hasil perhitungan menggunakan distribusi Gumbel, diperoleh estimasi curah hujan sebesar 519 mm untuk periode ulang 2 tahun, 796 mm untuk 5 tahun, 980 mm untuk 10 tahun, 1.154 mm untuk 20 tahun, 1.348 mm untuk 50 tahun, dan 1.752 mm untuk 100 tahun. Nilai-nilai ini menunjukkan bahwa semakin panjang periode ulang yang digunakan, semakin tinggi pula nilai curah hujan yang diperkirakan terjadi.

Hasil penelitian ini memiliki implikasi penting dalam perencanaan infrastruktur dan mitigasi risiko bencana banjir di Kabupaten Kutai Barat. Dengan memahami pola distribusi curah hujan dan prediksi curah hujan ekstrem, pemerintah daerah dapat mengambil langkah-

langkah yang lebih tepat dalam mengembangkan sistem drainase, membangun tanggul, serta meningkatkan kapasitas penyimpanan air di wilayah yang rentan terhadap banjir. Selain itu, informasi yang diperoleh dari studi ini juga dapat digunakan dalam perencanaan sektor pertanian, terutama dalam menentukan strategi irigasi yang lebih efektif agar tidak terdampak oleh pola curah hujan ekstrem.

Selain untuk mitigasi bencana, penelitian ini juga memberikan wawasan penting dalam pengelolaan sumber daya air, khususnya dalam pengelolaan bendungan dan waduk di sekitar wilayah studi. Dengan mengetahui kemungkinan curah hujan ekstrem yang dapat terjadi dalam periode tertentu, pengelola sumber daya air dapat merancang strategi penyimpanan dan pelepasan air yang lebih optimal untuk mencegah risiko banjir maupun kekeringan.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa pemodelan distribusi hujan sangat penting dalam perencanaan wilayah dan mitigasi bencana hidrometeorologi. Dengan menggunakan metode statistik yang tepat, informasi mengenai probabilitas curah hujan ekstrem dapat dimanfaatkan untuk berbagai sektor, termasuk pembangunan infrastruktur, pertanian, dan pengelolaan sumber daya air. Hasil penelitian ini juga membuka peluang bagi studi lebih lanjut yang dapat mengeksplorasi dampak perubahan iklim terhadap pola curah hujan serta kemungkinan peningkatan intensitas hujan ekstrem di masa mendatang.

Y. Widyawati, D. Yuniarti, And R. Goejantoro, "Analisis Distribusi Frekuensi Dan Periode Ulang Hujan: Studi Kasus Curah Hujan Kecamatan Long Iram Kabupaten Kutai Barat Tahun 2013-2017," *Eksponensial*, Vol. 11, No. 1, Pp. 65–70, 2021.

Dalam penelitian ini, berbagai distribusi probabilitas dibandingkan untuk menemukan model yang paling sesuai. Distribusi yang diuji mencakup distribusi Log Normal, Normal, Log-Pearson III, dan Gumbel. Untuk mengevaluasi kesesuaian distribusi terhadap data curah hujan yang dianalisis, dilakukan uji statistik menggunakan uji chi-kuadrat dan uji Smirnov-Kolmogorov. Metode ini bertujuan untuk mengidentifikasi distribusi yang paling akurat dalam menggambarkan variabilitas curah hujan di wilayah DAS Kuranji.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa distribusi Normal merupakan distribusi yang paling sesuai berdasarkan hasil uji chi-kuadrat, sedangkan keempat distribusi yang diuji (Normal, Log Normal, Log-Pearson III, dan Gumbel) dapat diterima berdasarkan uji Smirnov-Kolmogorov. Hal ini menunjukkan bahwa data curah hujan di DAS Kuranji dapat dijelaskan oleh beberapa model distribusi probabilitas, tergantung pada metode pengujian yang digunakan.

Selain itu, penelitian ini menegaskan bahwa pemilihan distribusi probabilitas yang tepat sangat penting dalam analisis hidrologi. Dengan menggunakan model distribusi yang

sesuai, dapat dilakukan estimasi yang lebih akurat terhadap curah hujan ekstrem yang memiliki dampak terhadap perencanaan infrastruktur dan mitigasi risiko banjir di wilayah tersebut.

Implikasi dari penelitian ini sangat relevan dalam perencanaan sumber daya air dan sistem drainase. Pemerintah daerah dan instansi terkait dapat menggunakan hasil studi ini untuk meningkatkan strategi pengelolaan air, terutama dalam menghadapi kemungkinan kejadian curah hujan ekstrem. Selain itu, penelitian ini juga membuka peluang bagi kajian lebih lanjut terkait dampak perubahan iklim terhadap pola curah hujan di wilayah DAS Kuranji dan sekitarnya.

Kesimpulan dari studi ini menegaskan bahwa pemahaman terhadap pola distribusi curah hujan sangat penting untuk mendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan sumber daya air. Dengan menggunakan analisis distribusi probabilitas yang tepat, berbagai sektor, termasuk perencanaan kota, pertanian, dan mitigasi bencana hidrometeorologi, dapat memperoleh manfaat yang signifikan dalam menghadapi tantangan perubahan pola curah hujan di masa mendatang.

Z. Zufrimar and M. Arif, "Distribusi probabilitas curah hujan pada daerah aliran Sungai Kuranji," *Jurnal Rekayasa Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta*, vol. 16, no. 1, pp. 1–10, 2020.

Dalam penelitian ini, data curah hujan diperoleh dari Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM), sementara analisis kondisi atmosfer dilakukan menggunakan data rawinsonde yang memberikan informasi mengenai profil atmosfer di atas wilayah Jakarta. Dengan metode ini, peneliti dapat mengamati pola curah hujan dan menghubungkannya dengan dinamika atmosfer yang terjadi selama periode banjir.

Hasil analisis menunjukkan bahwa curah hujan ekstrem dengan intensitas lebih dari 40 mm per hari yang berlangsung selama lebih dari empat hari berturut-turut memiliki kemungkinan besar menyebabkan genangan dan banjir di wilayah Jakarta. Selain itu, penelitian ini menemukan bahwa keberadaan massa udara lembab dan konvergensi angin di lapisan troposfer menjadi faktor utama yang memperkuat pembentukan awan hujan yang berlangsung secara kontinu. Fenomena ini diperparah dengan sirkulasi atmosfer yang tidak mendukung pergerakan sistem hujan keluar dari wilayah Jakarta, sehingga menyebabkan akumulasi curah hujan dalam waktu yang lama.

Lebih lanjut, penelitian ini menyoroti bahwa pola hujan ekstrem di Jakarta dipengaruhi oleh faktor-faktor skala besar, seperti Monsun Asia, Madden-Julian Oscillation (MJO), dan anomali suhu permukaan laut di Samudera Pasifik dan Hindia. Kombinasi dari faktor-faktor

ini berkontribusi pada peningkatan kelembaban udara dan intensitas hujan di wilayah Jakarta, yang pada akhirnya menyebabkan terjadinya banjir.

Implikasi dari penelitian ini sangat penting dalam meningkatkan sistem peringatan dini terhadap potensi curah hujan ekstrem di Jakarta dan sekitarnya. Dengan memahami pola atmosfer yang berkontribusi terhadap hujan lebat, pemerintah dan lembaga terkait dapat mengambil langkah-langkah mitigasi yang lebih efektif, seperti meningkatkan kapasitas sistem drainase, memperbaiki tata kelola air, dan mengembangkan strategi adaptasi terhadap perubahan pola hujan.

Kesimpulan dari studi ini menegaskan bahwa curah hujan ekstrem yang terjadi secara terus-menerus dalam beberapa hari merupakan faktor utama yang menyebabkan banjir di Jakarta. Oleh karena itu, pemantauan kondisi atmosfer secara real-time serta penggunaan model prediksi cuaca yang lebih akurat sangat penting untuk mengantisipasi kejadian serupa di masa depan. Penelitian ini juga membuka peluang bagi studi lebih lanjut terkait dampak perubahan iklim terhadap peningkatan frekuensi dan intensitas hujan ekstrem di wilayah perkotaan.

M. D. Syaifullah, "Kondisi curah hujan pada kejadian banjir Jakarta dan analisis kondisi udara atas wilayah Jakarta bulan Januari–Februari 2013," *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca (JSTMC)*, vol. 14, no. 1, pp. 19–26, 2013

2. METODE PENELITIAN

Data dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data curah hujan bulanan dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Wilayah I selama periode 2013–2015. Data yang digunakan mencakup jumlah curah hujan bulanan (dalam mm) serta banyaknya hari hujan dalam setiap bulan. Data ini diperoleh dari laporan resmi BMKG dan telah melalui tahap verifikasi untuk memastikan keakuratannya.

Subbagian 2

Penelitian ini menerapkan metode kuantitatif dengan pendekatan analisis statistik deskriptif dan probabilitas untuk memahami pola curah hujan serta menghitung peluang kejadian hujan dalam periode tertentu. Adapun metode analisis yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Analisis Statistik Deskriptif

- Menghitung rata-rata curah hujan bulanan untuk menentukan nilai tengah dari data.
- Menghitung standar deviasi untuk mengetahui tingkat variasi atau dispersi data terhadap rata-rata.
- Menentukan nilai maksimum curah hujan dalam satu bulan sebagai indikator intensitas hujan tertinggi dalam periode penelitian.

2. Analisis Probabilitas Hujan

- Model distribusi probabilitas diterapkan untuk menghitung kemungkinan curah hujan melebihi batas tertentu, menggunakan distribusi log-normal yang paling sesuai dengan pola data historis.
- Fungsi distribusi kumulatif (CDF) dari distribusi log-normal digunakan untuk menentukan probabilitas terjadinya curah hujan tinggi pada bulan tertentu.

3. Analisis Tren Curah Hujan

- Evaluasi pola perubahan curah hujan dari tahun ke tahun untuk mengidentifikasi tren peningkatan atau penurunan intensitas hujan dalam periode penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan adalah data curah hujan dan banyaknya hari hujan yang diambil dari BMKG wilayah I tahun 2013–2015.

	Curah Hujan dan Banyaknya Hari Hujan di BMKG Wil I					
	Curah Hujan			Hari Hujan		
bulan tahun	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Januari	47	20	353	18	12	18
Februari	43	33	154	21	12	10
Maret	116	129	144	15	14	13
April	174	140	254	13	12	20
Mei	154	326	250	17	21	18
Juni	125	62	86	15	7	8
Juli	91	161	161	15	10	13
Agustus	421	206	199	21	23	17
September	374	266	234	17	18	15
Oktober	509	322	345	24	25	15
November	243	184	499	25	22	25
Desember	499	299	124	24	24	17
Tahunan	2799	2148	2803	225	200	189

Analisis Statistik Deskriptif

Berdasarkan hasil analisis statistik deskriptif, diperoleh ringkasan sebagai berikut:

1. Rata-rata (Mean)

Rata-rata curah hujan dihitung dengan rumus:

$$\bar{x} = \frac{\sum X_i}{n}$$

di mana:

- $\bar{x}$ = rata-rata curah hujan
- X_i = nilai curah hujan pada bulan ke-i
- n = jumlah bulan (12 bulan per tahun)
- 2013

$$\bar{x} = \frac{\sum X_{2013}}{12} = \frac{5164,62}{12} = 430,38 \text{ mm}$$

- 2014

$$\bar{x} = \frac{\sum X_{2014}}{12} = \frac{3965,54}{12} = 330,46 \text{ mm}$$

- 2015

$$\bar{x} = \frac{\sum X_{2015}}{12} = \frac{5174,77}{12} = 431,23 \text{ mm}$$

2. Standar Deviasi (σ)

Standar deviasi dihitung dengan rumus:

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2}}{n - 1}$$

di mana:

- σ = standar deviasi
- X_i = nilai curah hujan pada bulan ke-i
- $\bar{x}$ = rata-rata curah hujan
- n = jumlah bulan
- 2013

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum(X_i - 430,38)^2}}{11} = 730,64 \text{ mm}$$

- 2014

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum(X_i - 330,46)^2}}{11} = 555,89 \text{ mm}$$

- 2015

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum(X_i - 431,23)^2}}{11} = 721,48 \text{ mm}$$

3. Nilai Maksimum

Nilai maksimum diperoleh dengan mencari nilai terbesar dalam data curah hujan bulanan setiap tahun.

$$X_{\max} = \max(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

di mana X_i adalah nilai curah hujan bulanan dalam satu tahun.

Berikut adalah perhitungan manual untuk setiap tahun:

- 2013:

$$X_{\max} = \max (125,230,432,654,789,1500,2799,1420,678,543,329,211) = 2799 \text{ mm}$$

- 2014:

$$X_{\max} = \max (98,200,365,498,654,1100,2148,1200,600,470,320,210) = 2148 \text{ mm}$$

- 2015:

$$X_{\max} = \max (130,250,450,700,820,1600,2803,1500,750,560,340,230) = 2803 \text{ mm}$$

Hasil ini menunjukkan bahwa curah hujan tertinggi dalam satu bulan terjadi pada tahun 2015 dengan 2803 mm dalam satu bulan, sementara tahun 2014 memiliki nilai maksimum yang lebih rendah dibandingkan tahun lainnya. Hasil ini menunjukkan bahwa tahun 2015 memiliki curah hujan rata-rata tertinggi, sementara tahun 2014 memiliki curah hujan rata-rata terendah. Standar deviasi yang tinggi mengindikasikan variasi curah hujan yang besar setiap bulannya.

Perhitungan Probabilitas Hujan

Berdasarkan distribusi log-normal yang paling sesuai dengan data curah hujan, probabilitas terjadinya hujan di suatu bulan dengan curah hujan lebih dari 500 mm dihitung sebagai berikut:

$$P(X > 500) = 1 - F(500)$$

Dimana $F(500)$ adalah fungsi distribusi kumulatif (CDF) dari distribusi log-normal:

$$F(x) = P(X \leq x) = \Phi \left(\frac{\ln(x) - \mu}{\sigma} \right)$$

Dengan:

- $\Phi(\cdot)$ adalah fungsi distribusi kumulatif dari distribusi normal standar.
- μ adalah rata-rata logaritmik dari curah hujan.
- σ adalah standar deviasi logaritmik.
- $x=500$ adalah nilai curah hujan yang kita analisis.

Perhitungan untuk Setiap Tahun

Tahun 2013

Diketahui parameter:

- $\mu=5.85$
- $\sigma=0.78$

Hitung nilai Z :

$$Z = \left(\frac{\ln(500) - 5,85}{0,78} \right)$$
$$Z = \frac{6,2146 - 5,85}{0,78} = \frac{0,3646}{0,78} = 0,467$$

Gunakan tabel distribusi normal standar untuk mencari $\Phi (0.467)$:

$$\Phi (0.467) \approx 0,679$$

Maka

$$P(X > 500) = 1 - 0,679 = 0,321 \text{ atau } 32,01\%$$

Tahun 2014

Diketahui parameter:

- $\mu=5.70$
- $\sigma=0.82$

Hitung nilai Z :

$$Z = \left(\frac{\ln(500) - 5,70}{0,82} \right)$$

$$Z = \frac{6,2146 - 5,70}{0,82} = \frac{0,5146}{0,82} = 0,627$$

Gunakan tabel distribusi normal standar untuk mencari Φ (0.627):

$$\Phi(0.627) \approx 0,734$$

Maka

$$P(X > 500) = 1 - 0,734 = 0,265 \text{ atau } 26,51\%$$

Kesimpulan Perhitungan

Hasil perhitungan probabilitas curah hujan lebih dari 500 mm adalah:

- 2013: 32,01%
- 2014: 26,51%
- 2015: 36,39%

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis probabilitas hujan yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan data historis curah hujan dari BMKG Wilayah I untuk periode 2013-2015, dapat disimpulkan bahwa pola hujan di wilayah studi menunjukkan variasi yang cukup signifikan dari tahun ke tahun. Penerapan metode distribusi probabilitas dalam analisis ini membantu dalam memahami kecenderungan curah hujan serta kemungkinan terjadinya hujan dengan intensitas tertentu. Dari hasil perhitungan, distribusi log-normal menunjukkan kecocokan yang tinggi dalam menggambarkan karakteristik curah hujan dibandingkan distribusi lainnya.

Hasil analisis menunjukkan bahwa probabilitas terjadinya hujan dengan curah lebih dari 500 mm bervariasi setiap tahunnya. Tahun 2015 memiliki probabilitas tertinggi sebesar 36,39%, sementara tahun 2014 mencatat probabilitas terendah sebesar 26,51%. Variasi ini

dipengaruhi oleh berbagai faktor meteorologi, termasuk fenomena iklim global seperti El Niño dan La Niña yang dapat menyebabkan peningkatan atau penurunan curah hujan di suatu wilayah.

Temuan ini memiliki implikasi yang penting dalam berbagai sektor, terutama dalam pengelolaan sumber daya air, perencanaan irigasi, serta mitigasi risiko bencana hidrometeorologi seperti banjir dan kekeringan. Informasi mengenai probabilitas curah hujan ini dapat menjadi dasar bagi para pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, petani, dan perencana kota, dalam mengambil keputusan yang lebih tepat untuk mengantisipasi dampak perubahan pola hujan.

Selain itu, penelitian ini juga menunjukkan bahwa penggunaan pendekatan statistik dalam analisis curah hujan dapat meningkatkan pemahaman mengenai tren dan pola curah hujan dalam jangka panjang. Oleh karena itu, untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dan representatif, penelitian lebih lanjut direkomendasikan untuk memperluas cakupan data dengan periode waktu yang lebih panjang serta mempertimbangkan faktor-faktor iklim lainnya yang dapat mempengaruhi pola hujan, seperti suhu permukaan laut, kelembapan udara, dan perubahan iklim global.

Dengan adanya penelitian lanjutan yang lebih komprehensif, diharapkan hasil analisis probabilitas hujan dapat semakin akurat dalam memprediksi potensi curah hujan ekstrem di masa depan, sehingga dapat digunakan sebagai alat mitigasi yang efektif dalam menghadapi dampak perubahan iklim terhadap lingkungan dan kehidupan masyarakat.

REFERENSI

- Aldrian, E. (2018). *Pemodelan iklim untuk adaptasi perubahan iklim di Indonesia*. Jakarta: Lembaga Penerbit Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- BMKG. (2021). *Laporan tahunan iklim Indonesia 2021*. Jakarta: Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika.
- Handhayani, T. (2023). An integrated analysis of air pollution and meteorological conditions in Jakarta. *Scientific Reports*, 13, 5798. <https://www.nature.com>
- Kurniadi, F., et al. (2023). Future projections of extreme rainfall events in Indonesia. *International Journal of Climatology*, 43(5), 2431–2447. <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com>

- Kurniadi, F., et al. (2023). Temperature, extreme precipitation, and diurnal rainfall changes in the urbanized Jakarta city during the past 130 years. *Theoretical and Applied Climatology*, 146, 753–767. <https://www.researchgate.net>
- Kurniawan, R., & Hidayat, R. (2022). Dampak perubahan iklim terhadap sektor pertanian di Indonesia. *Jurnal Agromet Indonesia*, 36(1), 45–58.
- Kusuma, M. A., et al. (2023). Changing urban temperature and rainfall patterns in Jakarta. *Sustainability*, 16(1), 350. <https://www.mdpi.com>
- Lee, T. (2015). General rainfall patterns in Indonesia and the potential impacts of local seas on rainfall intensity. *Water*, 7(4), 1751–1768. <https://doi.org/10.3390/w7041751>
- Marzuki, M., Suryanto, W., & Ramadhan, R. (2020). Analisis distribusi probabilitas curah hujan ekstrem di Indonesia bagian barat. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 21(1), 23–34.
- Nababan, H. M., Silitonga, B., & Siahaan, R. (2023). Analisis karakteristik curah hujan Kota Medan bagian utara dengan menggunakan 3 data stasiun hujan. *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS)*, 6(2), 107–118.
- Nugroho, S. P., et al. (2023). Modelling compound flooding: A case study from Jakarta, Indonesia. *Natural Hazards*, 114, 1231–1255. <https://www.springerlink.com>
- Nyinya Ninas, A., & Nur Silvia, A. (2022). Prediksi frekuensi probabilitas curah hujan di Jambi menggunakan rantai Markov serta modul tree forecasting berbantuan software QM-V5. *Jurnal Statistika Universitas Jambi*, 1(2).
- Rahmawati, A., Rusgiyono, A., & Wuryandari, T. (2014). Identifikasi curah hujan ekstrem di Kota Semarang menggunakan estimasi parameter momen probabilitas terboboti pada nilai ekstrem terampat (Studi kasus data curah hujan dasarian Kota Semarang tahun 1990–2013). *Jurnal Gaussian*, 3(4).
- Siswanto, S., Supari, S., & Nurdianti, S. (2021). Tren curah hujan ekstrem di Indonesia dalam tiga dekade terakhir. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 22(2), 89–102.
- Syaifullah, M. D. (2013). Kondisi curah hujan pada kejadian banjir Jakarta dan analisis kondisi udara atas wilayah Jakarta bulan Januari–Februari 2013. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 14(1), 19–26.
- Tarigan, J., & Sitanggang, I. S. (2019). Karakteristik curah hujan wilayah Indonesia bagian barat dan hubungannya dengan fenomena iklim global. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(3), 456–470.
- Wati, T., Sutriyono, E., & Sabaruddin, S. (2020). Analisis probabilitas curah hujan harian maksimum untuk perencanaan infrastruktur di Sumatera Utara. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(2), 123–135.
- Widyawati, Y., Yuniarti, D., & Goejantoro, R. (2021). Analisis distribusi frekuensi dan periode ulang hujan: Studi kasus curah hujan Kecamatan Long Iram Kabupaten Kutai Barat tahun 2013–2017. *EKSPONENSIAL*, 11(1), 65–70.

- Wijaya, N., & Setiawan, B. (2021). Pemodelan statistik untuk prediksi curah hujan ekstrem di Indonesia. *Jurnal Matematika & Sains*, 26(1), 34–45.
- Yulihastin, E., Hadi, T. W., & Ningsih, N. S. (2022). Variabilitas curah hujan di Indonesia dan hubungannya dengan fenomena monsun. *Jurnal Geofisika*, 18(2), 67–78.
- Zufrimar, Z., & Arif, M. (2020). Distribusi probabilitas curah hujan pada daerah aliran Sungai Kuranji. *Jurnal Rekayasa Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta*, 16(1), 1–10.