

Analisis Tren Curah Hujan Bulanan di Stasiun Klimatologi Bogor Menggunakan Uji Mann–Kendall dan Sen's Slope Tahun 2019–2022

Edy Sutomo

Program Studi Arsitektur, Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Gunadarma

Email edysutomo@staff.gunadarma.ac.id

Diterima: 12-07-2026 | Disetujui: 18-07-2026 | Diterbitkan: 20-07-2026

ABSTRACT

Changes in rainfall patterns caused by climate variability and global climate change have significant implications for water resource management and the increasing risk of hydrometeorological disasters. Therefore, rainfall trend analysis is essential to support regional planning and disaster mitigation efforts. This study aims to analyze the characteristics of monthly rainfall, identify rainfall trends using the Mann–Kendall test and Sen's Slope Estimator, and evaluate the relationship between rainfall and the number of rainy days using Pearson correlation analysis. A quantitative approach with a descriptive-analytical design was employed using secondary data obtained from the Statistics Indonesia (BPS) of West Java Province, based on observations from the Bogor Climatological Station during the 2019–2022 period, comprising a total of 48 monthly observations. Descriptive statistical analysis showed that the average monthly rainfall was 285.47 mm, while the average number of rainy days was 18.23 days per month. The Mann–Kendall test indicated that the rainfall trend was not statistically significant ($p = 0.2516$), although Sen's Slope Estimator suggested a slight increasing trend of 1.5675 mm per observation period. Furthermore, the Pearson correlation analysis revealed a moderate positive relationship between rainfall and the number of rainy days ($r = 0.4646$; $p = 0.0009$). These findings indicate that rainfall patterns in the Bogor region remained relatively stable during the study period, although increases in rainfall tended to be accompanied by an increase in the number of rainy days. The results are expected to serve as a scientific reference for water resource management, drainage system planning, and hydrometeorological disaster mitigation in the Bogor region.

Keywords: rainfall, Mann–Kendall test, Sen's Slope Estimator, Pearson correlation, Bogor Climatological Station, secondary data.

ABSTRAK

Perubahan pola curah hujan akibat variabilitas iklim dan perubahan iklim global memberikan dampak terhadap pengelolaan sumber daya air serta peningkatan risiko bencana hidrometeorologi. Oleh karena itu, analisis tren curah hujan menjadi penting sebagai dasar dalam mendukung perencanaan dan mitigasi bencana di tingkat regional. Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik curah hujan bulanan, mengidentifikasi tren perubahan curah hujan menggunakan metode Mann–Kendall dan Sen's Slope Estimator, serta mengevaluasi hubungan antara curah hujan dan jumlah hari hujan menggunakan korelasi Pearson. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain deskriptif-analitis berbasis data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Barat berdasarkan observasi Stasiun Klimatologi Bogor selama periode 2019–2022, dengan total 48 observasi. Hasil statistik deskriptif menunjukkan rata-rata curah hujan sebesar 285,47 mm dan rata-rata jumlah hari hujan sebesar 18,23 hari per bulan. Hasil uji Mann–Kendall menunjukkan bahwa curah hujan tidak memiliki tren

yang signifikan ($p = 0,2516$), meskipun Sen's Slope mengindikasikan kecenderungan peningkatan sebesar 1,5675 mm per periode pengamatan. Sementara itu, hasil korelasi Pearson menunjukkan hubungan positif dengan kekuatan sedang antara curah hujan dan jumlah hari hujan ($r = 0,4646$; $p = 0,0009$). Temuan ini menunjukkan bahwa pola curah hujan di wilayah Bogor selama periode penelitian relatif stabil, namun peningkatan curah hujan tetap cenderung diikuti oleh peningkatan jumlah hari hujan. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengelolaan sumber daya air, perencanaan sistem drainase, dan mitigasi bencana hidrometeorologi di wilayah Bogor.

Kata kunci: curah hujan, Mann–Kendall, Sen's Slope, korelasi Pearson, Stasiun Klimatologi Bogor, data sekunder..

Bagaimana Cara Sitasi Artikel ini:

Sutomo, E. . (2026). Analisis Tren Curah Hujan Bulanan di Stasiun Klimatologi Bogor Menggunakan Uji Mann–Kendall dan Sen's Slope Tahun 2019–2022. *Jurnal Ilmu Sosial Dan Humaniora*, 2(3), 2883-2894. <https://doi.org/10.63822/qctv6q91>

PENDAHULUAN

Perubahan iklim global telah mengubah pola curah hujan di berbagai wilayah dunia dan meningkatkan frekuensi serta intensitas kejadian hidrometeorologi, seperti banjir, kekeringan, dan tanah longsor. Fenomena ini dipicu oleh peningkatan suhu permukaan bumi yang memperkuat siklus hidrologi sehingga distribusi curah hujan menjadi semakin tidak merata, baik secara spasial maupun temporal (Tabari, 2020; Wang & Liu, 2023). Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa pola *wet get wetter, dry get drier* (WWDD) semakin nyata, ditandai dengan meningkatnya konsentrasi curah hujan di wilayah basah dan semakin panjangnya periode kering di wilayah yang secara klimatologis memiliki curah hujan rendah (Suo et al., 2025). Perubahan tersebut tidak hanya meningkatkan risiko bencana hidrometeorologi, tetapi juga memengaruhi ketersediaan sumber daya air, produktivitas pertanian, serta ketahanan sosial dan ekonomi masyarakat (Bai et al., 2023). Oleh karena itu, pemantauan dan analisis tren curah hujan menjadi aspek yang semakin penting dalam mendukung penyusunan kebijakan adaptasi perubahan iklim dan mitigasi risiko bencana di berbagai wilayah.

Indonesia sebagai negara kepulauan yang berada di kawasan tropis memiliki karakteristik curah hujan yang sangat dinamis karena dipengaruhi oleh interaksi berbagai sistem atmosfer dan oseanografi, seperti sistem monsun Asia–Australia, El Niño Southern Oscillation (ENSO), dan Indian Ocean Dipole (IOD). Variabilitas iklim tersebut menyebabkan perbedaan distribusi curah hujan antardaerah maupun antarmusim, sehingga memengaruhi ketersediaan sumber daya air serta meningkatkan risiko bencana hidrometeorologi. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa fase El Niño umumnya menurunkan curah hujan, terutama pada musim kemarau, sedangkan fase La Niña meningkatkan intensitas dan frekuensi hujan di sebagian besar wilayah Indonesia. Di sisi lain, fase positif IOD cenderung memperkuat kondisi kering, sedangkan fase negatif IOD meningkatkan peluang terjadinya hujan dengan intensitas yang lebih tinggi (Aslama Afghani et al., 2025). Analisis data klimatologi jangka panjang juga mengindikasikan adanya peningkatan frekuensi kejadian hujan ekstrem di beberapa wilayah Indonesia (Marzuki et al., 2025). Oleh karena itu, pemantauan curah hujan secara berkelanjutan melalui jaringan stasiun klimatologi menjadi sangat penting sebagai dasar penyusunan strategi mitigasi bencana, pengelolaan sumber daya air, dan perencanaan pembangunan yang adaptif terhadap perubahan iklim (Mardyansyah et al., 2022).

Provinsi Jawa Barat merupakan salah satu wilayah dengan karakteristik curah hujan yang tinggi di Indonesia, terutama pada kawasan Bogor yang secara klimatologis dikenal sebagai daerah dengan intensitas hujan yang relatif besar sepanjang tahun. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh kombinasi faktor topografi, sirkulasi atmosfer regional, serta variabilitas iklim global yang menyebabkan wilayah ini memiliki kerentanan tinggi terhadap bencana hidrometeorologi, seperti banjir dan tanah longsor. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa fase negatif Indian Ocean Dipole (IOD) mampu meningkatkan intensitas curah hujan di wilayah Jawa Barat, termasuk Bogor, sehingga meningkatkan potensi terjadinya bencana (Hatmaja et al., 2019). Selain itu, analisis spasial dan pemodelan spatio-temporal menunjukkan bahwa faktor geografis, seperti elevasi, lintang, dan bujur, berperan penting dalam membentuk pola distribusi curah hujan di Jawa Barat (Rinaldi et al., 2025). Penelitian lain juga melaporkan bahwa perubahan intensitas curah hujan ekstrem di wilayah Jawa, termasuk Bogor, menunjukkan kecenderungan meningkat sehingga diperlukan pemantauan yang lebih komprehensif (Giarno et al., 2024). Oleh karena itu, analisis tren curah hujan berdasarkan data observasi pada Stasiun Klimatologi Bogor menjadi penting untuk memberikan gambaran empiris mengenai karakteristik perubahan curah hujan sebagai dasar penyusunan strategi mitigasi bencana dan pengelolaan sumber daya air.

Analisis tren curah hujan merupakan salah satu pendekatan penting dalam mengidentifikasi perubahan pola hujan yang terjadi dari waktu ke waktu sebagai dasar pengelolaan sumber daya air, mitigasi bencana, dan perencanaan infrastruktur yang adaptif terhadap perubahan iklim. Berbagai penelitian di berbagai negara menunjukkan bahwa karakteristik tren curah hujan dapat berbeda antarwilayah, mulai dari tidak ditemukannya perubahan yang signifikan hingga adanya peningkatan intensitas maupun frekuensi hujan yang dipengaruhi oleh variabilitas iklim regional dan global (Mishra et al., 2023). Perbedaan karakteristik

tersebut menunjukkan bahwa analisis tren harus dilakukan berdasarkan data observasi pada setiap wilayah karena respons iklim lokal tidak selalu mengikuti pola global maupun nasional. Oleh karena itu, penggunaan metode statistik nonparametrik, seperti Mann–Kendall dan Sen's Slope, menjadi semakin banyak digunakan karena mampu mengidentifikasi arah serta besarnya perubahan tren tanpa mensyaratkan distribusi data tertentu (C et al., 2024). Pendekatan tersebut memberikan dasar ilmiah yang kuat dalam mengevaluasi perubahan pola curah hujan serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data pada tingkat regional.

Berbagai penelitian terdahulu telah menerapkan beragam pendekatan statistik untuk menganalisis karakteristik dan tren curah hujan pada berbagai kondisi iklim. Metode Simple Linear Regression banyak digunakan untuk mengidentifikasi kecenderungan perubahan curah hujan berdasarkan hubungan linier antarperiode pengamatan, sedangkan Mann–Kendall menjadi salah satu metode nonparametrik yang paling banyak digunakan karena mampu mendeteksi arah tren tanpa mensyaratkan distribusi normal data (Muthiah et al., 2024). Selain itu, beberapa penelitian menggabungkan analisis regresi, analisis faktor, maupun indeks presipitasi terstandarisasi (*Standardized Precipitation Index/SPI*) untuk mengevaluasi variabilitas curah hujan, kekeringan, serta perubahan pola hujan pada berbagai wilayah (Owusu, 2018; Yassine & Youssef, 2024). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa karakteristik tren curah hujan sangat bervariasi antarwilayah, mulai dari tren meningkat, tren menurun, hingga tidak menunjukkan perubahan yang signifikan (Paul et al., 2023). Temuan-temuan tersebut menegaskan bahwa pemilihan metode analisis yang sesuai serta penggunaan data observasi lokal merupakan faktor penting dalam menghasilkan informasi yang akurat untuk mendukung pengelolaan sumber daya air dan mitigasi bencana (B. & M., 2025).

Meskipun berbagai penelitian telah mengkaji tren curah hujan menggunakan pendekatan statistik maupun nonparametrik, sebagian besar masih berfokus pada identifikasi arah perubahan curah hujan tanpa mengevaluasi keterkaitannya dengan jumlah hari hujan sebagai salah satu indikator karakteristik iklim. Beberapa penelitian melaporkan tidak adanya hubungan yang konsisten antara total curah hujan dan jumlah hari hujan (de la Casa & Nasello, 2012), sementara penelitian lain lebih menitikberatkan pada analisis perubahan curah hujan tanpa mengintegrasikan informasi mengenai frekuensi kejadian hujan (Majhi, 2025; Oluwadare & Oluwadare, 2023). Di sisi lain, kajian mengenai metode analisis tren juga masih didominasi oleh identifikasi arah perubahan, sedangkan evaluasi besarnya perubahan tren menggunakan Sen's Slope serta analisis hubungan antara curah hujan dan jumlah hari hujan masih relatif terbatas (Khan et al., 2019; Wu et al., 2019). Selain itu, penelitian yang memanfaatkan data observasi lokal dari Stasiun Klimatologi Bogor dengan pendekatan tersebut masih jarang ditemukan. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian yang membuka peluang untuk mengembangkan analisis tren curah hujan yang lebih komprehensif melalui integrasi metode Mann–Kendall, Sen's Slope, dan analisis hubungan curah hujan dengan jumlah hari hujan berdasarkan data observasi lokal.

Penelitian ini menawarkan pendekatan yang mengintegrasikan analisis tren nonparametrik menggunakan metode Mann–Kendall untuk mengidentifikasi arah perubahan curah hujan, estimasi Sen's Slope untuk mengukur besarnya perubahan tren, serta analisis korelasi Pearson untuk mengevaluasi hubungan antara curah hujan dan jumlah hari hujan berdasarkan data observasi Stasiun Klimatologi Bogor. Berbeda dengan sebagian besar penelitian terdahulu yang hanya berfokus pada identifikasi tren curah hujan atau analisis variabilitas hujan secara terpisah, penelitian ini menggabungkan ketiga pendekatan tersebut dalam satu kerangka analisis sehingga mampu memberikan informasi yang lebih komprehensif mengenai karakteristik, arah perubahan, besarnya perubahan, dan keterkaitan antara curah hujan dengan frekuensi hari hujan. Pendekatan ini diharapkan dapat menghasilkan informasi ilmiah yang lebih akurat sebagai dasar pendukung pengelolaan sumber daya air, mitigasi bencana hidrometeorologi, dan perencanaan pembangunan yang adaptif terhadap perubahan iklim.

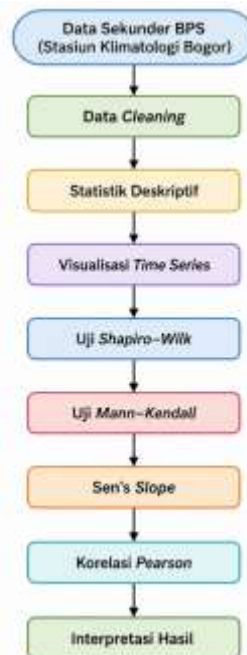
Berdasarkan permasalahan dan kesenjangan penelitian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik curah hujan bulanan berdasarkan data sekunder Stasiun Klimatologi Bogor selama periode 2019–2022, mengidentifikasi arah dan signifikansi tren perubahan curah hujan menggunakan metode Mann–Kendall, mengestimasi besarnya perubahan tren menggunakan Sen's Slope,

serta mengevaluasi hubungan antara curah hujan dan jumlah hari hujan menggunakan analisis korelasi Pearson. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi empiris mengenai dinamika curah hujan di wilayah Bogor serta menjadi referensi ilmiah dalam mendukung pengelolaan sumber daya air, mitigasi bencana hidrometeorologi, dan pengambilan kebijakan yang berbasis data klimatologi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain deskriptif-analitis berbasis data sekunder. Data yang digunakan berupa curah hujan bulanan dan jumlah hari hujan yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Barat berdasarkan hasil observasi Stasiun Klimatologi Bogor selama periode 2019–2022, sehingga diperoleh 48 observasi. Data tersebut dipilih karena berasal dari sumber resmi pemerintah dan memiliki konsistensi pengamatan yang memadai untuk menganalisis karakteristik serta tren curah hujan pada wilayah penelitian. Data yang diperoleh selanjutnya melalui tahapan pemeriksaan kelengkapan, pembersihan data (data cleaning), dan penyusunan dataset sebelum dilakukan analisis. Analisis diawali dengan statistik deskriptif untuk menggambarkan karakteristik data, kemudian dilanjutkan dengan visualisasi deret waktu (time series) guna mengidentifikasi pola perubahan curah hujan dan jumlah hari hujan selama periode penelitian.

Analisis tren curah hujan dilakukan menggunakan Uji Mann–Kendall untuk mengidentifikasi arah dan signifikansi perubahan tren, sedangkan Sen's Slope Estimator digunakan untuk mengestimasi besarnya perubahan tren. Sebelum analisis hubungan antarvariabel dilakukan, data diuji menggunakan Shapiro–Wilk untuk mengetahui distribusi data. Selanjutnya, hubungan antara curah hujan dan jumlah hari hujan dianalisis menggunakan korelasi Pearson karena kedua variabel memenuhi asumsi normalitas. Seluruh proses pengolahan dan analisis data dilakukan menggunakan Google Colaboratory dengan bahasa pemrograman Python melalui pustaka Pandas, NumPy, Matplotlib, SciPy, dan PyMannKendall.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Statistik Deskriptif

Tabel 1. Statistik Deskriptif Curah Hujan dan Hari Hujan

Variabel	N	Mean	Median	Std Dev	Min	Max	Skewness	Kurtosis
Curah Hujan (mm)	48	285,47	290,15	148,13	30,30	671,00	0,39	-0,08
Hari Hujan	48	18,23	18,50	7,49	4	31	-0,17	-0,72

Sumber: Hasil pengolahan data menggunakan Python (2026).

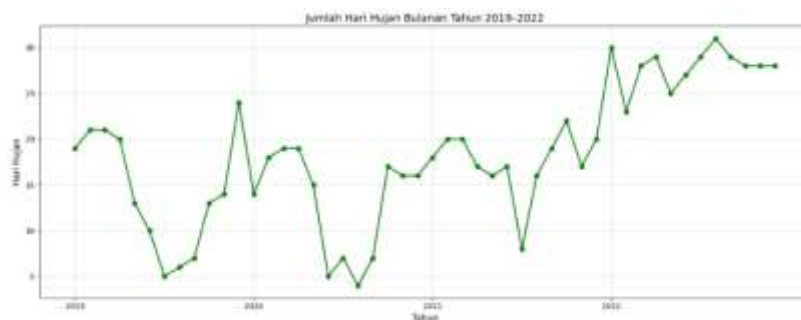
Hasil statistik deskriptif menunjukkan bahwa data curah hujan bulanan di Stasiun Klimatologi Bogor selama periode 2019–2022 terdiri atas 48 observasi. Rata-rata curah hujan sebesar 285,47 mm dengan nilai maksimum 671,00 mm dan minimum 30,30 mm. Standar deviasi sebesar 148,13 mm menunjukkan adanya variasi curah hujan yang cukup tinggi antarbulan. Nilai skewness sebesar 0,39 mengindikasikan distribusi yang sedikit menceng ke kanan, sedangkan nilai kurtosis sebesar $-0,08$ menunjukkan distribusi yang mendekati normal. Sementara itu, jumlah hari hujan memiliki rata-rata 18,23 hari per bulan dengan rentang antara 4 hingga 31 hari. Standar deviasi sebesar 7,49 hari menunjukkan variasi jumlah hari hujan yang cukup besar selama periode pengamatan.

3.2 Visualisasi Time Series



Gambar 1. Tren Curah Hujan Bulanan Tahun 2019–2022

Berdasarkan Gambar 1, curah hujan bulanan menunjukkan fluktuasi yang cukup tinggi selama periode pengamatan. Nilai curah hujan tertinggi terjadi pada beberapa bulan musim penghujan, sedangkan nilai terendah terjadi pada musim kemarau. Meskipun terdapat variasi antarbulan, secara visual belum terlihat adanya kecenderungan peningkatan atau penurunan yang konsisten sepanjang periode penelitian.



Gambar 2. Jumlah Hari Hujan Tahun 2019–2022

Gambar 2 menunjukkan bahwa jumlah hari hujan mengalami fluktuasi mengikuti perubahan curah hujan bulanan. Secara umum, bulan dengan curah hujan tinggi cenderung memiliki jumlah hari hujan yang lebih banyak dibandingkan bulan dengan curah hujan rendah. Namun demikian, variasi antarbulan menunjukkan bahwa besarnya curah hujan tidak selalu sebanding dengan banyaknya hari hujan.

3.3 Uji Normalitas

Tabel 2. Hasil Uji Shapiro–Wilk

Variabel	Statistik	p-value	Keputusan
Curah Hujan	0,9736	0,3485	Normal
Hari Hujan	0,9537	0,0561	Normal

Sumber: Hasil pengolahan data menggunakan Python (2026).

Hasil uji normalitas menggunakan metode Shapiro–Wilk menunjukkan bahwa variabel curah hujan maupun jumlah hari hujan memiliki nilai p-value lebih besar dari 0,05, sehingga kedua variabel memenuhi asumsi normalitas. Dengan demikian, analisis parametrik seperti korelasi Pearson dapat digunakan untuk mengevaluasi hubungan antarvariabel.

3.4 Analisis Tren Menggunakan Mann–Kendall

Tabel 3. Hasil Uji Mann–Kendall

Parameter	Nilai
Trend	No Trend
Kendall Tau	0,1152
Z	1,1466
p-value	0,2516
Sen's Slope	1,5675

Sumber: diolah Python (2026).

Hasil uji Mann–Kendall menunjukkan bahwa curah hujan bulanan di Stasiun Klimatologi Bogor selama periode 2019–2022 tidak menunjukkan tren yang signifikan, dengan nilai p-value sebesar 0,2516 ($>0,05$). Nilai Kendall Tau sebesar 0,1152 mengindikasikan adanya kecenderungan peningkatan yang sangat lemah. Selain itu, estimasi Sen's Slope sebesar 1,5675 menunjukkan adanya peningkatan curah hujan yang relatif kecil selama periode pengamatan. Namun, karena hasil uji tidak signifikan secara statistik, perubahan tersebut belum dapat diinterpretasikan sebagai tren perubahan curah hujan yang nyata.

3.5 Analisis Korelasi Pearson

Tabel 4. Hasil Korelasi Pearson

Parameter	Nilai
r	0,4646
p-value	0,0009

Sumber: diolah Python (2026).

Hasil analisis korelasi Pearson menunjukkan koefisien korelasi sebesar **0,4646** dengan **p-value sebesar 0,0009**, yang menunjukkan hubungan positif dengan kekuatan sedang dan signifikan secara statistik antara curah hujan dan jumlah hari hujan. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan curah hujan cenderung diikuti oleh peningkatan jumlah hari hujan pada periode yang sama.

3.6 Pembahasan

3.6.1 Pembahasan Statistik Deskriptif

Hasil statistik deskriptif menunjukkan bahwa rata-rata curah hujan bulanan di Stasiun Klimatologi Bogor selama periode 2019–2022 mencapai 285,47 mm dengan standar deviasi sebesar 148,13 mm, yang mengindikasikan adanya variasi curah hujan yang cukup tinggi antarbulan. Nilai maksimum sebesar 671,00 mm dan minimum 30,30 mm menunjukkan adanya perbedaan yang mencolok antara musim hujan dan musim kemarau. Variabilitas tersebut merupakan karakteristik umum wilayah Bogor yang dipengaruhi oleh kombinasi faktor topografi, sirkulasi monsun, dan variabilitas iklim global.

Secara geografis, wilayah Bogor berada pada daerah dengan topografi pegunungan yang didominasi oleh keberadaan Gunung Salak, Gunung Gede, dan Gunung Pangrango. Kondisi tersebut memicu terjadinya hujan orografis (orographic rainfall), yaitu proses pembentukan hujan akibat massa udara lembap yang dipaksa naik oleh lereng pegunungan sehingga mengalami pendinginan dan kondensasi. Fenomena ini menyebabkan Bogor memiliki curah hujan yang relatif lebih tinggi dibandingkan wilayah lain di Jawa Barat.

Selain faktor topografi, pola curah hujan di Bogor juga dipengaruhi oleh sistem Monsun Asia–Australia yang mengendalikan pergantian musim hujan dan musim kemarau di Indonesia. Selama periode monsun barat, massa udara basah dari Samudra Hindia meningkatkan intensitas hujan, sedangkan pada monsun timur curah hujan cenderung menurun. Variabilitas tersebut semakin dipengaruhi oleh fenomena global seperti El Niño Southern Oscillation (ENSO) dan Indian Ocean Dipole (IOD) yang menyebabkan perubahan distribusi curah hujan antarperiode pengamatan.

Nilai skewness sebesar 0,39 menunjukkan distribusi data yang sedikit menceng ke kanan, sedangkan nilai kurtosis sebesar -0,08 mengindikasikan distribusi yang mendekati distribusi normal. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun terdapat beberapa bulan dengan curah hujan sangat tinggi, distribusi data secara keseluruhan masih relatif stabil sehingga layak digunakan untuk analisis statistik lebih lanjut.

3.6.2 Pembahasan Hasil Uji Mann–Kendall dan Sen's Slope

Hasil uji Mann–Kendall menunjukkan bahwa data curah hujan bulanan selama periode 2019–2022 tidak menunjukkan tren yang signifikan, dengan nilai p-value sebesar 0,2516 dan Kendall Tau sebesar 0,1152. Nilai tersebut menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan curah hujan, namun perubahan tersebut belum cukup kuat untuk dinyatakan signifikan secara statistik. Estimasi Sen's Slope sebesar 1,5675 menunjukkan adanya peningkatan rata-rata curah hujan, tetapi laju perubahan tersebut relatif kecil.

Hasil ini menunjukkan bahwa selama periode penelitian pola curah hujan di Bogor masih berada dalam kondisi yang relatif stabil. Fluktuasi curah hujan yang terjadi lebih mencerminkan variabilitas iklim musiman dibandingkan perubahan tren jangka panjang. Mengingat data penelitian hanya mencakup empat tahun pengamatan, perubahan yang terjadi kemungkinan lebih dipengaruhi oleh dinamika tahunan, seperti pengaruh ENSO, IOD, maupun variasi monsun, dibandingkan perubahan iklim jangka panjang.

Hasil penelitian ini sejalan dengan beberapa penelitian yang melaporkan bahwa tidak semua wilayah menunjukkan perubahan tren curah hujan yang signifikan. Sebaliknya, terdapat pula penelitian di wilayah lain yang menemukan adanya tren peningkatan maupun penurunan curah hujan. Perbedaan tersebut dapat dipengaruhi oleh panjang periode pengamatan, kondisi geografis, karakteristik iklim lokal, serta metode analisis yang digunakan. Oleh karena itu, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa karakteristik tren curah hujan bersifat lokal (site-specific) sehingga analisis perlu dilakukan berdasarkan data observasi pada masing-masing wilayah.

Walaupun tidak ditemukan tren yang signifikan, informasi mengenai arah perubahan yang dihasilkan melalui Mann–Kendall dan Sen's Slope tetap memiliki nilai praktis. Hasil tersebut dapat menjadi baseline untuk pemantauan perubahan curah hujan pada periode berikutnya, terutama apabila tersedia data dengan rentang waktu yang lebih panjang.

3.6.3 Pembahasan Hasil Korelasi Pearson

Analisis korelasi Pearson menunjukkan nilai r sebesar 0,4646 dengan p -value sebesar 0,0009, yang menunjukkan adanya hubungan positif dengan kekuatan sedang antara curah hujan dan jumlah hari hujan. Hasil ini mengindikasikan bahwa peningkatan curah hujan umumnya diikuti oleh peningkatan jumlah hari hujan, meskipun hubungan tersebut tidak bersifat sangat kuat.

Kekuatan hubungan yang berada pada kategori sedang menunjukkan bahwa besarnya curah hujan tidak hanya ditentukan oleh banyaknya hari hujan, tetapi juga dipengaruhi oleh intensitas hujan pada setiap kejadian. Dalam beberapa kondisi, curah hujan yang sangat tinggi dapat terjadi hanya dalam satu atau dua hari akibat hujan berintensitas tinggi, sedangkan pada kondisi lain curah hujan yang relatif rendah dapat terjadi selama lebih banyak hari dengan intensitas ringan. Oleh karena itu, jumlah hari hujan tidak selalu meningkat secara proporsional terhadap total curah hujan bulanan.

Temuan ini memperlihatkan bahwa kedua variabel memberikan informasi klimatologi yang saling melengkapi. Curah hujan menggambarkan kuantitas air hujan, sedangkan jumlah hari hujan menggambarkan frekuensi kejadian hujan. Penggunaan kedua indikator secara bersamaan memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai karakteristik iklim dibandingkan hanya menggunakan salah satu indikator.

3.6.4 Implikasi Praktis Penelitian

Hasil penelitian ini memiliki beberapa implikasi praktis bagi pengelolaan sumber daya air dan mitigasi bencana hidrometeorologi di wilayah Bogor. Meskipun tidak ditemukan tren peningkatan curah hujan yang signifikan selama periode penelitian, tingginya variasi curah hujan antarbulan menunjukkan bahwa wilayah Bogor tetap memiliki potensi terhadap kejadian hujan ekstrem yang dapat memicu banjir, genangan, maupun tanah longsor.

Informasi mengenai karakteristik curah hujan dapat dimanfaatkan oleh pemerintah daerah dalam penyusunan rencana pengelolaan drainase perkotaan, pengembangan sistem pengendalian banjir, serta perencanaan infrastruktur sumber daya air yang lebih adaptif terhadap variabilitas iklim. Selain itu, hasil analisis juga dapat menjadi masukan bagi instansi terkait dalam meningkatkan sistem pemantauan hidrometeorologi dan penyusunan strategi mitigasi bencana berbasis data klimatologi.

Dari sisi akademik, penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi metode Mann–Kendall, Sen's Slope, dan korelasi Pearson mampu memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai karakteristik curah hujan dibandingkan penggunaan satu metode saja. Pendekatan ini tidak hanya mampu mengidentifikasi keberadaan tren, tetapi juga mengukur besar perubahan serta menjelaskan hubungan antara curah hujan dan jumlah hari hujan. Oleh karena itu, metode yang digunakan dalam penelitian ini dapat diterapkan pada wilayah lain dengan karakteristik iklim yang berbeda sebagai dasar evaluasi perubahan pola curah hujan dan pengembangan kebijakan adaptasi perubahan iklim.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menganalisis karakteristik, tren, dan hubungan antara curah hujan bulanan dengan jumlah hari hujan di Stasiun Klimatologi Bogor berdasarkan data sekunder periode 2019–2022. Hasil statistik deskriptif menunjukkan bahwa curah hujan memiliki variasi yang cukup tinggi antarbulan, dengan rata-rata sebesar 285,47 mm dan jumlah hari hujan rata-rata 18,23 hari per bulan. Variabilitas

tersebut mencerminkan karakteristik iklim Bogor yang dipengaruhi oleh kondisi topografi dan dinamika atmosfer regional. Hasil Uji Mann–Kendall menunjukkan bahwa curah hujan selama periode penelitian tidak memiliki tren yang signifikan, meskipun Sen's Slope mengindikasikan adanya kecenderungan peningkatan curah hujan sebesar 1,5675 mm pada setiap periode pengamatan. Temuan ini menunjukkan bahwa perubahan curah hujan yang terjadi masih berada dalam batas variabilitas alami dan belum dapat dikategorikan sebagai perubahan tren yang signifikan secara statistik. Analisis korelasi Pearson menunjukkan adanya hubungan positif dengan kekuatan sedang antara curah hujan dan jumlah hari hujan ($r = 0,4646$; $p < 0,05$). Hasil tersebut mengindikasikan bahwa peningkatan curah hujan cenderung diikuti oleh bertambahnya jumlah hari hujan, meskipun besarnya curah hujan juga dipengaruhi oleh intensitas hujan pada setiap kejadian. Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi Uji Mann–Kendall, Sen's Slope Estimator, dan korelasi Pearson mampu memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai karakteristik curah hujan dibandingkan penggunaan satu metode analisis saja. Informasi yang dihasilkan dapat menjadi dasar dalam mendukung pengelolaan sumber daya air, penyusunan sistem drainase, serta perencanaan mitigasi bencana hidrometeorologi di wilayah Bogor.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Barat atas penyediaan data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan masukan selama proses pelaksanaan penelitian hingga penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aslama Afghani, F., Ravaella Lumbantobing, G., Christian Halawa, J., Yehezkiel Sidauruk, V., & Giarno. (2025). Pengaruh ENSO Dan IOD Terhadap Curah Hujan Di Pesisir Dan Pegunungan: Studi Kasus Tanjung Priok, DKI Jakarta, Dan Puncak, Jawa Barat. *Jurnal Geografi, Edukasi Dan Lingkungan (JGEL)*, 9(2), 292–311. <https://doi.org/10.22236/jgel.v9i2.17930>
- B., R., & M., M. (2025). A Statistical Dual Approach of Rainfall Trend Analysis A Review. *Journal of Water Resources and Pollution Studies*, 10(3), 33–41. <https://doi.org/10.46610/JoWRPS.2025.v010i03.003>
- Bai, X., Zhao, C., Tang, Y., Zhang, Z., Yang, B., & Wang, Z. (2023). Identification, physical mechanisms and impacts of drought–flood abrupt alternation: a review. *Frontiers in Earth Science*, 11. <https://doi.org/10.3389/feart.2023.1203603>
- C, D., MARAGATHAM, N., GEETHALAKSHMI, V., RAMANATHAN, SP., & KANNAN, B. (2024). Assessment of rainfall trend over Periyar Vaigai Command area of Tamil Nadu. *MAUSAM*, 75(4), 1125–1132. <https://doi.org/10.54302/mausam.v75i4.5968>
- de la Casa, A., & Nasello, O. B. (2012). *Tendencias parciales de los días de lluvia y la intensidad media anual en la provincia de córdoba, argentina*. 37(2), 67–77. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-468X2012000200003
- Giarno, G., Ruslana, Z. N., Rachmawardhani, A., Rais, A. F., Didiharyono, D., Sunusi, N., & Syafie, L. (2024). *Changing of return periods of extreme rainfall using satellite observation in Java Island*. <https://doi.org/10.60692/zczn9-tbd61>

- Hatmaja, R. B., Rusmanansari, A. H., & Radjawane, I. M. (2019). The dynamics of negative Indian Ocean Dipole (nIOD) and its relation to the anomalous high rainfall in West Java Province, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 303(1), 012004. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/303/1/012004>
- Khan, N., Khan, N., Pour, S. H., Shahid, S., Ismail, T., Ahmed, K., Ahmed, K., Chung, E.-S., Nawaz, N., & Wang, X. (2019). Spatial distribution of secular trends in rainfall indices of Peninsular Malaysia in the presence of long-term persistence. *Meteorological Applications*, 26(4), 655–670. <https://doi.org/10.1002/MET.1792>
- Majhi, B. (2025). Trend Detection in Rainfall Using the Mann-Kendall Test Over a Period of Four Decades: A Case of Bhubaneswar City in Odisha. *Ecology, Environment & Conservation*, 31(2), 742–747. <https://doi.org/10.53550/eec.2025.v31i02.052>
- Mardiansyah, R. Y., Kurniawan, B., Soekirno, S., Nuryanto, D. E., & Satria, H. (2022). Artificial Intelligent For Rainfall Estimation In Tropical Region : A Survey. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1105(1), 012024. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1105/1/012024>
- Marzuki, M., Ramadhan, R., Yusnaini, H., Vonnisa, M., Muharsyah, R., Nugraha, Y., Sari, A. Y., & Erjalita, A. (2025). Long-Term Spatial–Temporal Variability, Trends and Extreme Rainfall Events Over Indonesia Based on 43 Years of <scp>CHIRPS</scp> Data. *International Journal of Climatology*, 45(14). <https://doi.org/10.1002/joc.70107>
- Mishra, S. S., B.K., S., & Maralapalle, V. (2023). ANALYSIS OF VARIATION OF RAINFALL TRENDS AND PATTERNS OVER THE INDIAN SUBCONTINENT (pp. 56–68). <https://doi.org/10.58532/V3BJCE5P1CH4>
- Muthiah, M., Sivarajan, S., Madasamy, N., Natarajan, A., & Ayyavoo, R. (2024). Analyzing Rainfall Trends Using Statistical Methods across Vaippar Basin, Tamil Nadu, India: A Comprehensive Study. *Sustainability*, 16(5), 1957. <https://doi.org/10.3390/su16051957>
- Oluwadare, A. O., & Oluwadare, E. J. (2023). Analysis of Rainfall Trend Using Mann–Kendall Test and Sen’s Slope Estimator in Ikole Ekiti, Ekiti State, Nigeria. 2(3). <https://doi.org/10.56534/acjpas.v2i3.101>
- Owusu, B. E. (2018). *The Investigation of Trends, Analysis and Modelling of Daily Rainfall in Australia*. <https://kb.psu.ac.th/psukb/handle/2016/12163>
- Paul, A., Kumar Ekka, A., Dwivedi, H., Kumari, P., Ratan, R., & Singh, V. (2023). Frequency and Trend Analysis of Rainfall Data of Guwahati, Assam, India. *Journal of Water Engineering and Management*, 4(3), 23–28. <https://doi.org/10.47884/jweam.v4i3pp23-28>
- Rinaldi, A., Djuraidah, A., & Wigena, A. H. (2025). A Bayesian Approach to Spatio-Temporal Extreme Rainfall Modeling: Insights from West Java. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 15(4), 1029–1039. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.15.4.20671>
- Suo, X., Jiang, Y., Chen, G., Li, J., Lai, Y., Li, L., Lu, M., Wang, X., Fu, B., & Li, B. (2025). Spatial and temporal patterns of precipitation concentration and their associated risks. *Scientific Reports*, 15(1), 33152. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-18721-4>
- Tabari, H. (2020). Climate change impact on flood and extreme precipitation increases with water availability. *Scientific Reports*, 10(1), 13768. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70816-2>
- Wang, X., & Liu, L. (2023). The Impacts of Climate Change on the Hydrological Cycle and Water Resource Management. *Water*, 15(13), 2342. <https://doi.org/10.3390/w15132342>

- Wu, H., Li, X., Li, X., Qian, H., & Chen, J. (2019). Improved partial trend method to detect rainfall trends in Hainan Island. *Theoretical and Applied Climatology*, 137(3), 2539–2547. <https://doi.org/10.1007/S00704-018-02762-Z>
- Yassine, B., & Youssef, B. B. (2024). Temporal Variability of Rainfall and Trend Analysis of Melloulou Watershed in Morocco. *European Scientific Journal, ESJ*, 20(6), 139. <https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n6p139>
- .