

ANALISIS DATA CURAH HUJAN DI GUNUNGKIDUL BERDASARKAN *RAINFALL ANOMALY INDEX* (RAI) SERTA MITIGASI RISIKO BANJIR DAN KEKERINGAN DENGAN MODEL *LONG SHORT TERM MEMORY* (LSTM)

ANALYSIS OF RAINFALL DATA IN GUNUNGKIDUL BASED ON RAINFALL ANOMALY INDEX (RAI) AND FLOOD AND DROUGHT RISK MITIGATION USING THE LONG SHORT TERM MEMORY (LSTM) MODEL

Setyo Aji Pramono, Reza Bayu Perdana,
Direktorat Data dan Komputasi BMKG Jakarta
Koresponding email : setyoaji.pramono@bmkg.go.id

ABSTRAK

Hujan merupakan fenomena alam yang sangat mempengaruhi ketahanan suatu daerah terhadap bencana. Jika curah hujan melimpah, bencana banjir dapat melanda suatu daerah, sedangkan jika curah hujan sedikit, maka potensi bencana kekeringan sangat mungkin terjadi. Dalam upaya membantu mitigasi bencana banjir maupun kekeringan, dilakukan analisis curah hujan di wilayah Gunungkidul untuk dapat memberikan peringatan dini cuaca pada masa yang akan datang. Penelitian ini menggunakan data curah hujan selama 6 tahun (2019 – 2024) di sembilan titik pengamatan curah hujan yang tersebar di wilayah Kabupaten Gunungkidul. Metode yang digunakan adalah analisis deskriptif dengan menyajikan hasil pengolahan data melalui perhitungan *Rainfall Anomaly Index* (RAI). Hasil dari RAI memberikan gambaran bulan – bulan tertentu yang mengalami kering atau basah. Dilakukan juga analisis prediksi curah hujan bulanan tahun 2025 untuk melihat potensi bencana melalui index RAI pada bulan – bulan tersebut. Perhitungan prediksi dilakukan menggunakan luaran model *Long Short Term Memory* (LSTM) yang dibangun berdasarkan data historis curah hujan bulanan tahun 2019 – 2024. Hasil analisis data curah hujan menggunakan RAI adalah, perlu dilakukan antisipasi untuk potensi bencana kekeringan pada bulan Juli, Agustus dan September 2025. Dan antisipasi potensi bencana banjir pada bulan Januari – Maret 2025.

Kata Kunci : Hujan, Banjir, Kekeringan.

ABSTRACT

*Rainfall is a natural phenomenon that significantly impacts a region's resilience to disasters. Heavy rainfall can potentially cause flooding, while low rainfall can significantly impact a region's drought. To mitigate flooding and drought, a rainfall analysis was conducted in the Gunungkidul region to provide early warning of future weather events. This study used six years of rainfall data (2019–2024) from nine observation points across Gunungkidul Regency. The method used was descriptive analysis, presenting the results of data processing through the *Rainfall Anomaly Index* (RAI) calculation. The RAI results provide an overview of dry and wet months. A monthly rainfall prediction analysis for 2025 was also conducted to assess disaster potential through the RAI index for those months. Prediction calculations are carried out using the output of the *Long Short-Term Memory* (LSTM) model built based on historical monthly rainfall data for 2019 – 2024. The results of the rainfall data analysis using RAI are that it is necessary to anticipate the potential for drought disasters in July, August and September 2025. And anticipate the potential for flood disasters in January – March 2025.*

Kata Kunci : Rainfall, Flood, drought.

PENDAHULUAN

Hujan merupakan fenomena alam yang sangat mempengaruhi ketahanan suatu daerah terhadap bencana (Haryanti *et al.*, 2024). Jika curah hujan melimpah, bencana banjir dapat melanda suatu daerah, sedangkan jika curah hujan sedikit, maka potensi bencana kekeringan sangat mungkin terjadi (Cantik *et al.*, 2024; Subekti *et al.*, 2024). Strategi yang tepat dalam upaya mitigasi bencana dari fenomena hujan harus diterapkan untuk mengurangi risiko banjir saat musim hujan dan mengantisipasi kekeringan saat musim kemarau (Taslim, Pasaribu and Samudra, 2024; Yohanes Pratama, 2025).

Musim hujan dan musim kemarau yang terjadi setiap tahun menguji sejauh mana ketahanan daerah dalamantisipasi bencana (Fatah, Ulum and Bowo, 2023; Mahesa, 2023). Musim hujan identik dengan kondisi daerah dengan curah hujan tinggi dalam jangka waktu yang lama, sebaliknya dengan musim kemarau. Faktor waktu, seberapa lama musim hujan atau musim kemarau terjadi juga mempengaruhi ketahanan sebuah daerah melakukan mitigasi bencana (Karmen, 2023).

Berdasarkan data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Gunungkidul, Indeks Ketahanan Daerah (IKD) Kabupaten Gunungkidul memiliki tingkat ketahanan terhadap banjir sebesar 0,74. Angka ini menunjukkan bahwa daerah tersebut memiliki ketahanan yang cukup baik, tetapi masih ada risiko banjir yang perlu diperhatikan, terutama selama musim hujan. Jika intensitas hujan tinggi dan berlangsung dalam waktu lama, sistem drainase dan daya serap tanah yang terbatas dapat menyebabkan genangan air atau bahkan banjir di beberapa titik.

IKD untuk kekeringan di wilayah Kabupaten Gunungkidul mencapai 0,81. Kondisi ini menunjukkan bahwa ketahanan terhadap bencana kekeringan relatif lebih tinggi dibandingkan dengan banjir. Namun, selama musim kemarau yang panjang, ketersediaan air bisa menjadi masalah, terutama bagi sektor pertanian dan kebutuhan rumah tangga. Meskipun lebih tahan terhadap kekeringan, Kabupaten Gunungkidul tetap perlu melakukan upaya mitigasi untuk memastikan pasokan air tetap mencukupi.

Fenomena hujan di Kabupaten Gunungkidul diharapkan terjadi secara normal, artinya tidak berlebihan yang dapat menimbulkan banjir dan juga tidak kekurangan hingga berdampak kekeringan. Berdasarkan analisis *Rainfall Anomaly Index* (RAI), nilai curah hujan tersebut bervariasi terhadap lokasi yaitu 149 – 230 mm/bulan.

Dalam upaya membantu melakukan pencegahan bencana banjir maupun kekeringan, dilakukan analisis RAI pada curah hujan dibawah 149 mm/bulan dan diatas 230 mm/bulan. Hasil analisis ini diharapkan mampu memberikan peringatan dini cuaca ekstrem pada masa yang akan datang. Analisis menggunakan RAI cukup bermanfaat pada lokasi tertentu di wilayah Indonesia (Pramono & Akbar, 2025), termasuk di wilayah sekitar sungai untuk prediksi kekeringan (Nikmah *et al.*, 2024). Penambahan metode prediksi curah hujan menggunakan *Long Short Term Memory* (LSTM) dianggap mampu memberikan nilai kesalahan yang minimal pada klasifikasi nilai curah hujan tertentu (Wahyudi and Widyarto, 2025) Sehingga memberikan nilai prediksi curah hujan yang akurat.

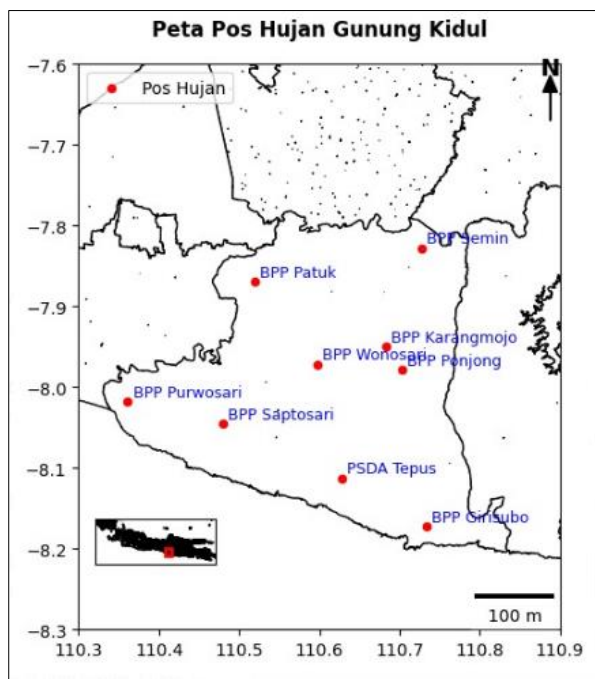
METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan dari beberapa pos hujan kerja sama (PHK) selama 6 tahun sejak Januari 2019 – Desember 2024 yang dikelola oleh BMKG Stasiun Klimatologi Yogyakarta. Dari beberapa PHK yang tersedia, dipilih sembilan lokasi yang tersebar di seluruh wilayah Kabupaten Gunungkidul seperti pada Gambar 1. Sebaran sembilan lokasi ini antara lain adalah Wonosari, Patuk, Karangmojo, Ponjong, Semin, Saptosari, Girisubo, Purwosari dan Tepus. Titik koordinat lokasi penelitian

terlihat pada Tabel 1. Lokasi ini diharapkan dapat mewakili wilayah Kabupaten Gunungkidul.

Tabel 1. Titik Koordinat Sembilan Lokasi Penelitian

No	Lokasi	Lintang	Bujur
1	Wonosari	-7.9718	110.5971
2	Patuk	-7.8698	110.5197
3	Karangmojo	-7.9500	110.6833
4	Ponjong	-7.9783	110.7031
5	Semin	-7.8280	110.7273
6	Saptosari	-8.0450	110.4796
7	Girisubo	-8.1731	110.7331
8	Purwosari	-8.0180	110.3610
9	Tepus	-8.1130	110.6280



Gambar 1. Peta Sembilan lokasi penelitian

Metode yang digunakan adalah analisis deskriptif dengan menyajikan hasil pengolahan data dengan perhitungan *Rainfall Anomaly Index* (RAI). Hasil dari RAI memberikan gambaran pada bulan – bulan tertentu yang mengalami kering atau basah. Adapun perhitungan RAI dapat dilihat pada formulasi di bawah.

$$RAI = 3 \frac{CH - CHr}{CHx - CHr}$$

$$RAI = -3 \frac{CH - CHr}{CHn - CHr}$$

CH = Curah Hujan Bulanan

CHr = Rata -Rata Curah Hujan Bulanan

CHx = Rata -Rata Sepuluh Bulan Curah Hujan Tertinggi

CHn = Rata -Rata Sepuluh Bulan Curah Hujan Terendah

Nilai plus untuk anomali positif sedangkan minus untuk anomali negatif. Perhitungan nilai indeks anomali curah hujan kemudian dikonversi ke dalam kategori tingkat kekeringan setiap bulannya. Kategori tersebut dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kategori Kekeringan Berdasarkan *Rainfall Anomaly Index*

Nilai RAI	Kategori	Kode
Di atas 3.0	Extremely Wet	EW
2.00 s.d 2.99	Very Wet	VW
1.00 s.d 1.99	Moderate Wet	MW
0.50 s.d 0.99	Slightly Wet	SW
-0.50 s.d 0.49	Normal	N
-1.00 s.d -0.49	Slightly Dry	SD
-2.00 s.d -0.99	Moderate Dry	MD
-3.00 s.d -1.99	Very Dry	VD
Di bawah -3.0	Extremely Dry	ED

Selanjutnya dilakukan juga perhitungan prediksi curah hujan bulanan tahun 2025 untuk melihat potensi index RAI pada bulan – bulan tersebut. Perhitungan dilakukan menggunakan curah hujan bulanan hasil prediksi luaran model *Long Short Term Memory* (LSTM) yang dibangun berdasarkan data historis curah hujan bulanan 2019 – 2024. LSTM bekerja dengan mempertahankan informasi penting dari urutan data sebelumnya melalui mekanisme *gates* (*input*, *forget*, dan *output gates*), yang memungkinkan model untuk menangkap hubungan jangka panjang dalam data.

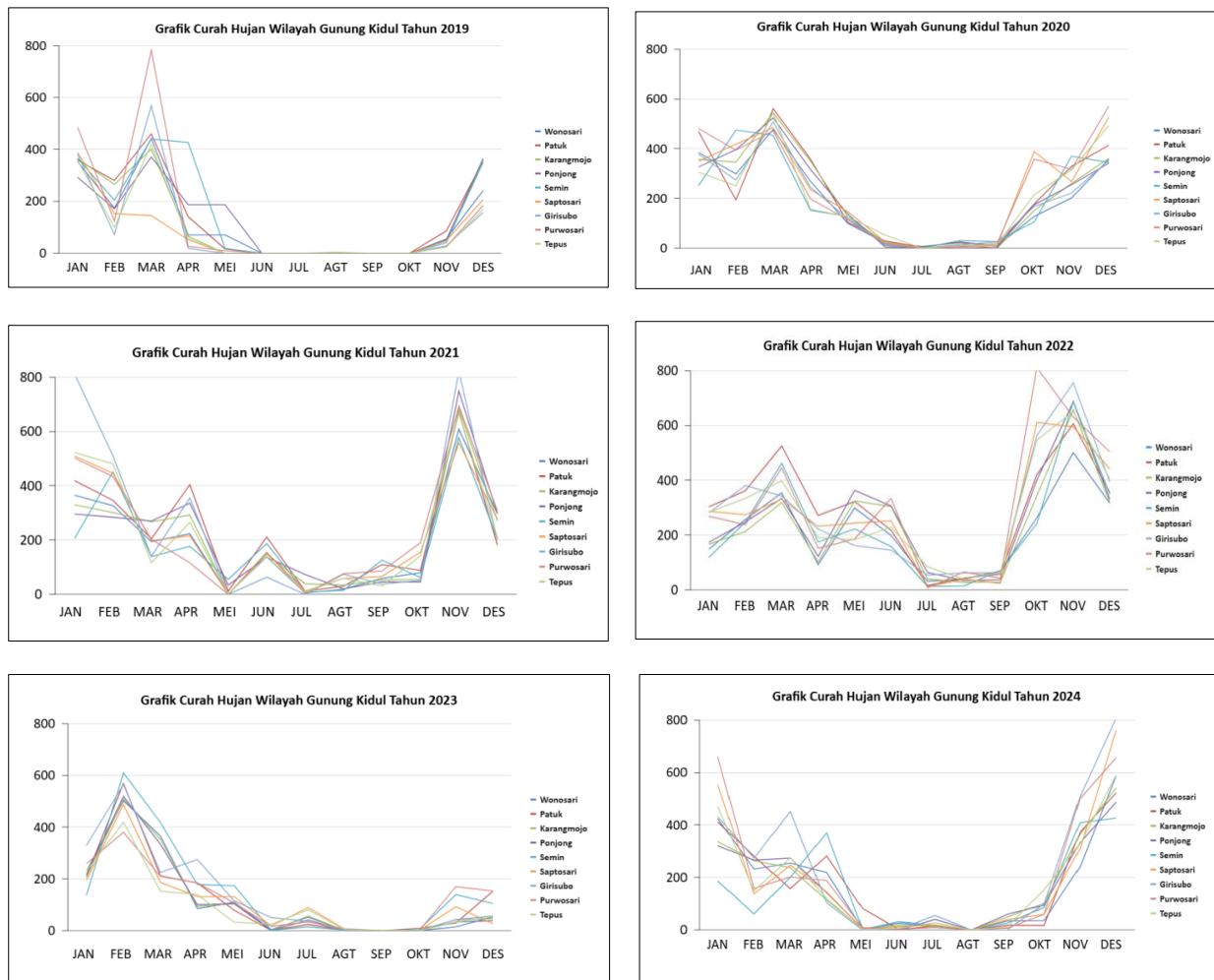
Dalam penelitian ini, model LSTM menggunakan data curah hujan bulanan dari tahun 2019 hingga 2023 sebagai input pelatihan, dengan struktur *window size* = 6, artinya model menggunakan data enam bulan terakhir untuk memprediksi bulan berikutnya. Model ini dilatih dengan fungsi *loss mean squared error* (MSE) dan dioptimalkan menggunakan Adam Optimizer untuk meminimalkan kesalahan prediksi.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pola hujan di Kabupaten Gunungkidul termasuk dalam pola hujan Monsunal. Pola ini biasanya memiliki satu puncak musim hujan dan satu puncak musim kemarau. Pola hujan ini secara umum terjadi di seluruh pulau Jawa (Budirahardjo, 2022).

Pada tahun 2019, curah hujan di wilayah Kabupaten Gunungkidul relatif seragam dengan beberapa bulan yang tidak mengalami hujan. Secara umum Gambar 2 menunjukkan bahwa terdapat puncak curah hujan di bulan Maret 2019. Pada tahun 2020 curah hujan di bulan Maret masih merupakan puncak curah hujan, sedangkan bulan Juli – September merupakan bulan kemarau meskipun tercatat hujan yang relatif kecil. Tahun 2021 tercatat bahwa puncak musim hujan terjadi pada bulan November, sedangkan musim kemarau relatif lebih basah terjadi pada bulan Juli – September.

Pada tahun 2022 memiliki kemiripan dengan tahun 2021 di mana musim hujan terjadi pada bulan November sedangkan musim kemarau terjadi pada bulan Juli – September. Tahun 2023 musim hujan terjadi pada bulan Februari sedangkan bulan Agustus – Oktober cenderung tidak terjadi hujan. Tahun 2024 musim hujan terjadi pada bulan Desember dan musim kemarau relatif panjang dan sedikit basah terjadi pada bulan Mei – September.



Gambar 2. Grafik Curah Hujan Bulanan sembilan lokasi penelitian tahun 2019-2024

Gambar 3 merupakan grafik dari RAI di sembilan lokasi penelitian. Dari grafik terlihat curah hujan pada bulan – bulan tertentu yang menggambarkan nilai anomali curah hujannya. Nilai negatif diasumsikan bahwa terjadi hujan yang sedikit, kondisi ini sering dikaitkan dengan kekeringan. Sedangkan nilai positif diasumsikan sebagai nilai curah hujan yang besar, dan kondisi ini dikaitkan dengan kondisi hujan deras. Semakin tinggi nilai indeks nya maka potensi banjir semakin besar (Koycegiz & Buyukyildiz, 2023; Pramono & Akbar, 2024)

Grafik indeks curah hujan di wilayah Wonosari menunjukkan bahwa bulan Juni – Oktober merupakan bulan dengan indeks negatif, kondisi ini terjadi hampir setiap tahun sejak 2019. Indeks positif secara keseluruhan terjadi pada bulan Januari, Februari, Maret, November, Desember, meskipun beberapa bulan November di tahun 2019 dan 2023 bernilai negatif. Bulan April di wilayah Wonosari relatif normal dengan nilai indeks -1.73 sampai dengan 1.02.



Gambar 3 Grafik Indeks RAI Bulanan sembilan lokasi penelitian

Di wilayah sekitar Patuk, indeks anomali curah hujan dengan nilai negatif secara umum tercatat pada bulan Mei – Oktober. Bulan dengan nilai indeks positif adalah Januari – April. Meskipun begitu, nilai indeks cukup tinggi terjadi pada bulan November 2021 sebesar 4.38. Bulan November merupakan bulan dengan fluktuasi nilai indeks yang terbesar yaitu bernilai -2.55 pada November 2023 dan 4.38 pada November 2021.

Grafik indeks curah hujan di wilayah Karangmojo menunjukkan bahwa pada bulan Juli – September selalu memberikan nilai negatif selama 6 tahun. Sedangkan bulan Februari dan Maret selalu memberikan nilai positif selama 6 tahun. Bulan November memberikan

nilai positif terbesar dengan nilai 5.06. Nilai negatif terbesar pernah tercatat di bulan Juni, Juli, Agustus, September dan Oktober dengan nilai indeks -3.0

Di sekitar Ponjong, nilai indeks negatif lebih mendominasi dibandingkan dengan nilai positif. Indeks negatif di Ponjong secara umum terjadi pada bulan April – Oktober. Sedangkan bulan Januari, Februari, Maret, Desember cenderung positif dengan variasi yang relatif rendah, untuk bulan November mencatat nilai positif tertinggi meskipun pernah juga tercatat angka negatif pada bulan November.

Indeks Anomali Curah Hujan wilayah Semin terlihat negatif pada bulan Mei – Oktober. Bulan Januari, Februari, Maret, April, November cenderung positif. Nilai positif tertinggi tercatat pada bulan November 2022 dengan nilai 4.73. Kemudian November 2021 dengan nilai 3.71. Indeks negatif wilayah Semin mencapai angka -3.01 pada bulan Juli – Oktober.

Untuk wilayah Saptosari terdapat 3 bulan yang selalu bernilai negatif selama 6 tahun yaitu Juli – September. Dan hanya ada 1 bulan yang selalu bernilai positif selama 6 tahun yaitu bulan Januari. Bulan Oktober dan November merupakan 2 bulan yang memiliki variasi besar. Oktober dari -3.0 sampai dengan 3.47. Sedangkan November -2.23 sampai dengan 3.34.

Wilayah Girisubo secara umum memperlihatkan nilai negatif pada bulan Mei – Oktober. Nilai Positif terlihat pada bulan Januari - April. Bulan November dan Desember relatif seimbang dengan enam nilai positif dan enam nilai negatif selama 6 tahun. Indeks bulan Januari di Girisubo pernah mencapai 4,16 di tahun 2021, kondisi yang cukup jarang terjadi untuk anomali positif di bulan Januari.

Di wilayah Purwosari, secara umum indeks negatif terjadi pada bulan April – September, indeks positif tercatat pada bulan Januari, Februari, Maret, November dan Desember. Bulan Oktober terlihat fluktuasi dari -3.0 sampai dengan 4.28. Nilai positif bulan Oktober 2022 merupakan nilai tertinggi di wilayah Purwosari selama 6 tahun.

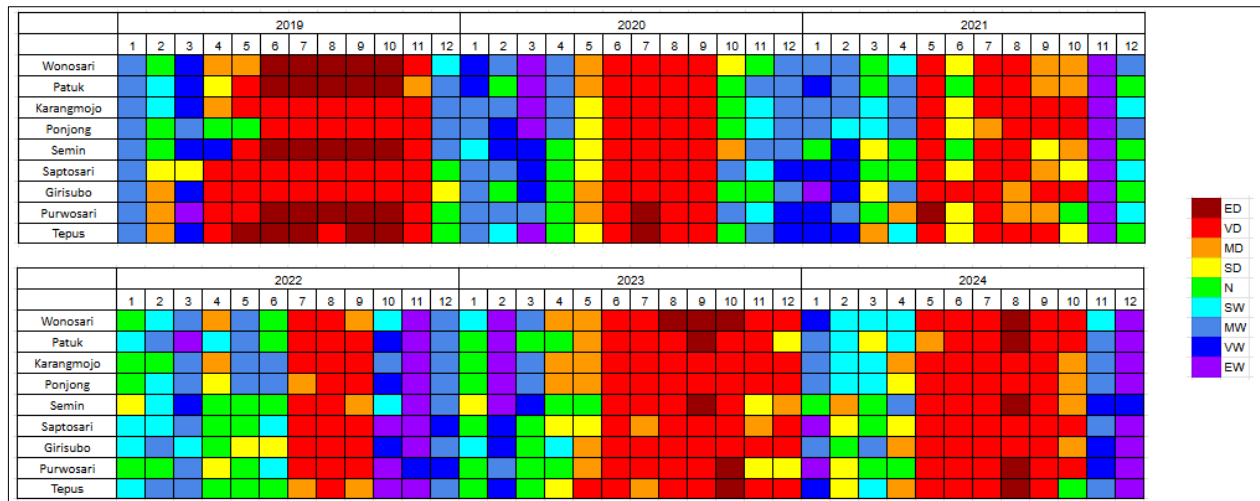
Indeks anomali curah hujan di daerah tepus secara umum bernilai positif pada bulan Januari – Maret, bernilai negatif pada Maret – September kemudian kembali bernilai positif pada bulan November, Desember. Pada bulan Oktober cenderung berfluktuasi antara -3.01 sampai dengan 3.07. Nilai indeks tertinggi tercatat pada bulan November 2021 dengan nilai 4.08.

Pada Tabel 3 dibawah menunjukkan nilai curah hujan normal di sembilan lokasi penelitian di Wilayah Kabupaten Gunungkidul. Kondisi ini dijadikan patokan nilai curah hujan yang diharapkan terjadi.

Tabel 3. Nilai curah hujan yang diharapkan

No	Lokasi	Curah Hujan Normal (RAI)
1	Wonosari	149 – 202 mm / bulan
2	Patuk	178 – 217 mm / bulan
3	Karangmojo	152 – 213 mm / bulan
4	Ponjong	171 – 217 mm / bulan
5	Semin	152 – 223 mm / bulan
6	Saptosari	155 – 247 mm / bulan
7	Girisubo	168 – 275 mm / bulan
8	Purwosari	184 – 269 mm / bulan
9	Tepus	153 – 230 mm / bulan

Analisis selanjutnya adalah dengan melihat kategori tingkat kekeringan berdasarkan RAI. Pada Gambar 4 menyajikan beberapa warna tingkat kekeringan per bulan di Gunungkidul. Terlihat pada tahun 2019 warna merah mendominasi yang artinya secara umum wilayah Gunungkidul tidak banyak mengalami hujan. Bulan dengan kondisi kering terjadi sejak April – November 2019.

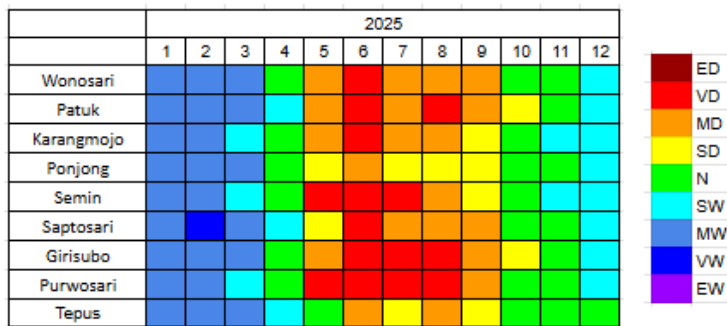


Gambar 4 Kategori tingkat kekeringan di wilayah Gunungkidul.

Pada tahun 2020, warna merah mengalami penurunan. Kondisi kering terjadi pada bulan Mei – September 2020. Memasuki bulan Oktober 2020 mulai terjadi hujan relatif banyak dan berlangsung sampai April 2021. Bulan Mei 2021 hampir semua wilayah mengalami kondisi hujan minimal, namun pada bulan Juni 2021 mengalami kenaikan curah hujan. Kondisi kering kembali melanda pada bulan Juli – Oktober 2021.

Sejak bulan November 2021 hujan terlihat bertambah dan kondisi ini bertahan sampai Juni 2022. Musim kemarau di tahun 2022 terjadi relatif cukup singkat pada bulan Juli – September. Hujan kembali meningkat pada bulan Oktober 2022 sampai Maret 2023. Musim kemarau 2023 terjadi sejak April 2023 sampai Desember 2023. Januari 2024 terlihat hujan sampai bulan April 2024. Kemudian tercatat kondisi kering pada Mei 2024 sampai Oktober 2024. Hujan kembali terlihat sejak November 2024 – Desember 2024.

Pada penelitian ini, dilakukan juga perhitungan prediksi indeks *RAI* bulanan pada tahun 2025. Model yang disusun memiliki *Root Mean Square Error* 160.7 mm / bulan. Dalam konteks prakiraan curah hujan, nilai ini cukup besar, terutama jika dibandingkan dengan rentang curah hujan bulanan yang ada. Hal ini diasumsikan bahwa model menggunakan data curah hujan selama 6 tahun mengalami kesulitan dalam menangkap pola yang lebih kompleks atau ekstrem pada data curah hujan bulanan. Dampak dari *RMSE* ini terhadap prakiraan ini adalah adanya ketidakpastian yang cukup besar dalam prediksi curah hujan 2025 oleh model LSTM (Akbar *et al.*, 2024).



Gambar 5 Prediksi kategori tingkat kekeringan di wilayah Gunungkidul tahun 2025.

Dari Gambar 5 terlihat bahwa pada bulan Januari – Maret terjadi hujan yang cukup. prediksi bulan kering terjadi pada bulan Mei – September. Sedangkan akhir tahun 2025 relatif normal pada bulan Oktober – Desember 2025.

Penelitian terdahulu oleh Pramono dan Akbar menemukan hasil bahwa bulan Juli selalu mengalami kekurangan curah hujan di Kota Bengkulu. Hal ini sedikit berbeda dengan temuan di Gunungkidul yang mengalami kekurangan curah hujan di bulan Juli – September. Perbedaan ini sangat mungkin terjadi karena perbedaan pola hujan di kedua wilayah. Hasil penelitian di setiap wilayah memungkinkan memberikan nilai yang berbeda namun tetap bermanfaat untuk wilayah masing - masing.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis data curah hujan menggunakan RAI, perlu dilakukan antisipasi pada bulan – bulan tertentu yang selalu mengalami kekeringan selama 6 tahun yaitu bulan Juli, Agustus dan September. Sedangkan bulan – bulan yang selalu terlihat basah selama 6 tahun terakhir adalah bulan Januari – Maret. Dampak dari analisis ini adalah perlunya mitigasi bencana banjir pada bulan Januari – Maret, dan bencana kekeringan pada bulan Juli - September. Selain itu, dampak lain dapat meluas di bidang pertanian terkait kapan musim tanam dan kapan musim panen, tanaman apa yang cocok ditanam di bulan kering maupun di bulan basah. Hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan awal bagi beberapa stakeholder seperti BPBD dalam upaya mitigasi bencana maupun Dinas Pertanian setempat dalam upaya memaksimalkan hasil panen.

Untuk meningkatkan akurasi, perlu mempertimbangkan beberapa perbaikan, seperti meningkatkan jumlah data pelatihan dengan memperpanjang data historis, menggunakan model *hybrid* (misalnya kombinasi LSTM dengan Random Forest atau XGBoost), atau menambahkan parameter eksternal seperti indeks-indeks iklim lain. Sangat mungkin untuk menggunakan metode lain dalam melakukan prediksi curah hujan di tahun – tahun berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A.A. *et al.* 2024. Accuracy Assessment of Monthly Rainfall Predictions using Seasonal ARIMA and Long Short-Term Memory (LSTM). *Journal of Computer Science and Engineering (JCSE)*, 5(2), pp. 100–115.
- Cantik, B.K.P. *et al.* 2024. Analisis Strategi Pengendalian Banjir dengan Upaya Konservasi Air Menggunakan AHP:(Studi Kasus: Kota Tangerang dan Kabupaten Tangerang). *Jurnal Teknik Sipil*, 20(2), pp. 348–358.
- Fatah, A., Ulum, M. and Bowo, T.A. 2023. Peran LSM Dalam Penanggulangan Kekeringan dan Implikasinya Bagi Ketahanan Wilayah Di Kapanewon Nglipar Gunungkidul, Provinsi

- Daerah Istimewa Yogyakarta (Studi Pada Yayasan Wahana Mandiri Indonesia). *Jurnal Ketahanan Nasional*, 29(1), pp. 108–120.
- Haryanti, N. *et al.* 2024. Adaptasi Ketahanan Bencana Kekeringan dan Perubahan Iklim Menggunakan Instalasi Pemanenan Air Hujan dan Sumur Resapan. *STANDAR: Better Standard better Living*, 3(1).
- Karmen, R.F. 2023. Analisis resiko bencana akibat musim kemarau berkepanjangan di Jawa Timur. *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Ilmu Sosial (SNIIS)*, pp. 947–957.
- Koycegiz, C. and Buyukyildiz, M. 2023. Identifying The Meteorological Drought Characteristics Of Sinop And Giresun Meteorological Stations With The Rainfall Anomaly Index. *International Hasankeyf Scientific Research and Innovation Congress*, pp. 201–208.
- Mahesa, H.C. 2023. Analisis Manajemen Bencana Dan Ketahanan Masyarakat Terhadap Banjir Pasang Air Laut (Rob) Di Kampung Nelayan Tambak Lorok. *Journal of Politic and Government Studies*, 12(2), pp. 454–471.
- Nikmah, N.W., Yakan, A.F and Rahima, A. 2024. Application Of Rainfall Data In Drought Hazard Prediction In The Bengawan Solo River Basin Using The Rainfall Anomaly Index (RAI) And Standardized Precipitation Index (SPI). *Majalah Ilmiah Teknik Sipil*, 17(2), pp. 68–77.
- Pramono, S.A. and Akbar, P.S. 2024. Potensi Bencana Kekeringan Berdasarkan Indeks Anomali Curah Hujan Di Kota Bengkulu. *Buletin Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika*, 4(5), pp. 17–24.
- Subekti, S. *et al.* 2024. Analisis Potensi Air Tanah Sebagai Upaya Pencegahan Kekeringan Di Kabupaten Banjarnegara. *Merdeka Indonesia Journal International*, 4(1).
- Taslim, M., Pasaribu, A.J. and Samudra, A.A. 2024. Analisis mitigasi bencana banjir di Kota Tangerang Selatan. *Media Bina Ilmiah*, 18(8), pp. 2187–2202.
- Wahyudi, N and Widyarto, S. 2025. Deteksi Anomali Hasil Pengukuran Penakar Hujan Otomatis Menggunakan Metode Long Short Term Memory. *The Indonesian Journal of Computer Science*, 14(1), pp 1179–1193.
- Yohanes Pratama, F. 2025. Arahkan Mitigasi Bencana Kekeringan Melalui Penyediaan Air Bersih Pada Kawasan Terdampak Di Kecamatan Batuputih Kabupaten Sumenep Jawa Timur. *Institut Teknologi Nasional Malang*.