

KOREKSI BIAS DATA HUJAN PROYEKSI COUPLED MODEL INTERCOMPARISON PROJECT PHASE 6 (CMIP6) DI KOTA BIMA

I Putu Hartawan¹, Muhamad Zaky Ibnu Malik², Laifhan Setyo Qhairaan³, Ken
Wiralino⁴, Irfani Zahira Rustiawan⁵, Dimas Harya Wisanggeni⁶

Institut Teknologi Bandung, Indonesia
iputuhartawan84@gmail.com

Abstrak

Perubahan iklim global telah memengaruhi pola curah hujan, khususnya di wilayah tropis, termasuk Kota Bima. Model proyeksi iklim seperti Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) menyediakan data penting untuk memprediksi perubahan iklim, namun sering kali mengandung bias yang signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan koreksi bias pada data proyeksi curah hujan CMIP6 menggunakan lima model dalam skenario SSP5-8.5, yaitu CMCC-CM2-SR5, CESM2-WACCM, ACCESS-CM2, CESM2, dan AWI-CM-1-1-MR, dengan mengintegrasikan data historis dari Global Precipitation Climatology Centre (GPCC) dan data lokal dari BMKG.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa data historis GPCC memiliki korelasi yang sangat kuat dengan data BMKG, dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,97 dan RMSE sebesar 34,41 mm. Hasil koreksi bias data proyeksi menunjukkan bahwa empat model (CESM2-WACCM, ACCESS-CM2, CESM2, dan AWI-CM-1-1-MR) memiliki pola tren yang serupa berdasarkan analisis Weibull plotting. Sementara itu, model CMCC-CM2-SR5 menunjukkan penyimpangan pola yang signifikan.

Implikasi penelitian ini adalah meningkatkan akurasi proyeksi curah hujan untuk mendukung perencanaan mitigasi risiko bencana dan pengelolaan sumber daya air di Kota Bima. Penelitian ini juga membuka peluang untuk pengembangan metode koreksi bias yang lebih efisien dengan mengintegrasikan teknologi pembelajaran mesin dan data lokal yang lebih rinci.

Kata kunci: Hujan Historis, Hujan Proyeksi, Koefisien Korelasi, GPCC, CMIP6

Abstrack

Global climate change has affected rainfall patterns, especially in tropical regions, including Bima City. Climate projection models such as the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) provide important data for predicting climate change, but often contain significant bias. This study aims to perform bias correction on CMIP6 rainfall projection data using five models in the SSP5-8.5 scenario, namely CMCC-CM2-SR5, CESM2-WACCM, ACCESS-CM2, CESM2, and AWI-CM-1-1-MR, by integrating historical data from the Global Precipitation Climatology Center (GPCC) and local data from BMKG. The results show that GPCC historical data has a very strong correlation with BMKG data, with a correlation coefficient value of 0.97 and RMSE of 34.41 mm. The results of bias correction of projection data show that four models (CESM2-WACCM, ACCESS-CM2, CESM2, and AWI-CM-1-1-MR) have similar trend patterns based on Weibull plotting analysis. Meanwhile, the CMCC-CM2-SR5 model shows significant pattern deviations. The implications of this study are to improve the accuracy of rainfall projections to support disaster risk mitigation planning and water resource management in Bima City. This study also opens up opportunities for the development of more efficient bias correction methods by integrating machine learning technology and more detailed local data.

Keywords: Historical Rainfall, Projection Rainfall, Correlation Coefficient, GPCC, CMIP6

**Correspondence Author: I Putu Hartawan
Email: iputuhartawan84@gmail.com*



PENDAHULUAN

Perubahan iklim global menjadi salah satu isu terbesar yang dihadapi oleh dunia saat ini. Dampaknya dirasakan di berbagai sektor, termasuk ketersediaan air, pola curah hujan, dan frekuensi kejadian ekstrem seperti banjir dan kekeringan (Yang et al., 2024). Di wilayah tropis seperti Indonesia, perubahan pola curah hujan tidak hanya memengaruhi sektor pertanian dan sumber daya air tetapi juga infrastruktur perkotaan yang rentan terhadap dampak cuaca ekstrem (Rahma et al., 2019). Oleh karena itu, upaya untuk memahami dan mengantisipasi perubahan pola curah hujan melalui model iklim seperti CMIP6 menjadi sangat penting.

CMIP6 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 6) merupakan salah satu inisiatif global untuk memprediksi perubahan iklim menggunakan simulasi model iklim canggih. Namun, model ini memiliki keterbatasan dalam merepresentasikan pola curah hujan secara akurat di wilayah tertentu, termasuk Kota Bima, yang memiliki karakteristik geografis dan iklim unik (Supharatid et al., 2022). Koreksi bias diperlukan untuk meningkatkan akurasi data hujan yang dihasilkan oleh CMIP6, terutama dalam skenario proyeksi jangka panjang (Raeesi et al., 2024).

Kota Bima, yang terletak di Pulau Sumbawa, Nusa Tenggara Barat, merupakan wilayah yang rentan terhadap banjir musiman dan kekeringan hidrologi (Yasa et al., 2023). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pola curah hujan di wilayah ini dipengaruhi oleh fenomena El Nino-Southern Oscillation (ENSO) dan dinamika muson Asia (Farhan et al., 2021). Dengan demikian, upaya untuk melakukan koreksi bias pada data hujan proyeksi CMIP6 di Kota Bima menjadi sangat relevan untuk mendukung perencanaan dan pengelolaan sumber daya air secara berkelanjutan.

Metode koreksi bias telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir. Salah satu pendekatan yang populer adalah penggunaan model statistik seperti quantile mapping dan metode machine learning seperti deep learning untuk memperbaiki bias data iklim (Hess et al., 2022). Misalnya, Hess et al. (2022) menunjukkan bahwa deep learning dapat meningkatkan akurasi prediksi curah hujan dengan mengatasi keterbatasan model CMIP6. Selain itu, metode koreksi bias berbasis data observasi juga memberikan hasil yang signifikan dalam meningkatkan

performa model iklim di wilayah dengan data curah hujan yang terbatas, seperti yang diungkapkan oleh Yildiz dan Kurnaz (2022) di Turki.

Penelitian di Brasil oleh Brumatti et al. (2024) menunjukkan pentingnya koreksi bias dalam simulasi CMIP6 untuk menilai risiko iklim dan dampaknya pada berbagai sektor. Hasil mereka menunjukkan bahwa koreksi bias dapat mengurangi kesalahan sistematik pada data curah hujan dan meningkatkan keandalan proyeksi iklim. Di Asia Tenggara, Supharatid et al. (2022) menemukan bahwa koreksi bias mampu meningkatkan performa model iklim dalam merepresentasikan curah hujan ekstrem.

Dalam konteks Kota Bima, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola bias pada data hujan proyeksi CMIP6 dan menerapkan metode koreksi bias yang sesuai. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengkaji dampak proyeksi curah hujan terhadap pengelolaan sumber daya air di Kota Bima. Dengan menggunakan pendekatan statistik dan machine learning, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengelolaan risiko bencana hidrometeorologi di wilayah tersebut (Menteri PUPR RI, 2017).

Sebagai tinjauan pustaka, penelitian ini mengacu pada beberapa studi sebelumnya yang relevan. Zhang et al. (2024) mengevaluasi performa model CMIP6 dalam mensimulasikan curah hujan ekstrem di berbagai wilayah iklim global. Hasil mereka menunjukkan bahwa koreksi bias sangat penting untuk meningkatkan keakuratan proyeksi iklim. Di sisi lain, penelitian di Iran oleh Raeesi et al. (2023) menggunakan metode quantile mapping untuk memperbaiki bias data curah hujan, yang menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam proyeksi curah hujan di wilayah dengan topografi kompleks.

Urgensi penelitian ini tidak dapat dilebih-lebihkan. Dengan meningkatnya intensitas dan frekuensi kejadian cuaca ekstrem, diperlukan pemahaman yang lebih baik tentang perubahan pola curah hujan di Kota Bima. Penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi dalam aspek ilmiah, tetapi juga mendukung perencanaan kebijakan yang berbasis bukti untuk mitigasi dan adaptasi perubahan iklim di tingkat lokal.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengevaluasi bias pada data hujan proyeksi CMIP6 di Kota Bima, (2) mengembangkan metode koreksi bias yang efektif, dan (3) mengaplikasikan data yang telah dikoreksi untuk mendukung pengelolaan sumber daya air dan mitigasi risiko bencana hidrometeorologi di Kota Bima. Harapannya, hasil penelitian ini dapat menjadi acuan dalam pengelolaan iklim dan air di wilayah-wilayah serupa yang rentan terhadap dampak perubahan iklim.

METODE PENELITIAN

Kajian ini menggunakan data hujan historis dari *Global Precipitation Climatology Centre* (GPCC) untuk periode 1891 hingga 2020, yang diperoleh dari situs web <https://climexp.knmi.nl/select.cgi?id=someone@somewhere&field=gpc>

c 025, dengan koordinat grid sebagai berikut: Utara -8.341921, Timur 118.803033, Selatan -8.523422, dan Barat 118.684322. Data hujan historis ini disajikan dalam bentuk deret waktu bulanan.

Sedangkan data hujan proyeksi diperoleh dari *Coupled Model Intercomparison Project Phase 6* (CMIP6) untuk periode 1891 hingga 2100, melalui situs web https://climexp.knmi.nl/selectfield_cmip6_knmi23.cgi?id=someone@somewhere. Model yang digunakan adalah CM2-SR5, CESM2-WACCM, ACCESS-CM2, CESM2, dan AWI-CM-1-1-MR, dengan koordinat grid yang sama seperti di atas. Data hujan proyeksi juga disajikan dalam bentuk deret waktu bulanan.

Data hujan dari BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) diambil dari Stasiun Meteorologi Sultan Muhammad Salahuddin, yang terletak di koordinat S 08°32'30" dan E 118°41'31", untuk periode 1982 hingga 2020. Data hujan historis BMKG disajikan dalam bentuk deret waktu bulanan.

Data hujan historis dari GPCC akan dibandingkan dengan data BMKG dan diplot pada grafik untuk menggambarkan hubungan antara hujan rata-rata per bulan dengan nilai curah hujan (mm/bulan). Nilai RMSE (Root Mean Square Error) dan koefisien korelasi akan dihitung, dengan memastikan nilai tersebut tidak melebihi 1.0. Setelah diketahui tingkat akurasi data hujan historis, selanjutnya akan dibandingkan dengan data hujan proyeksi dari CMIP6 skenario SSP5-8.5 dengan lima model: CM2-SR5, CESM2-WACCM, ACCESS-CM-2, CESM2, dan AWI-CM-1-1-MR, serta dilakukan koreksi bias. Hasil koreksi bias tersebut kemudian akan dibandingkan dengan probabilitas hujan, dengan syarat harus mendekati pola hujan historis.

RMSE memiliki tujuan untuk melihat tingkat error, apabila semakin kecil nilainya maka semakin kecil juga tingkat kesalahannya MENDELEY CITATION PLACEHOLDER 0.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - Q_i)^2}{N}} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

P_i = data lapangan (GPCC)

Q_i = data BMKG

N = banyak data

Koefisien korelasi ialah salah satu metode statistik yang biasa digunakan untuk mengetahui atau mencari tahu kekuatan suatu hubungan antara dua variabel

$$R = \frac{N \sum_{i=1}^N P_i Q_i - \sum_{i=1}^N P_i \times \sum_{i=1}^N Q_i}{\sqrt{N \sum_{i=1}^N P_i^2 - (\sum_{i=1}^N P_i)^2} \sqrt{N \sum_{i=1}^N Q_i^2 - (\sum_{i=1}^N Q_i)^2}} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

Pi = data lapangan (GPCC)

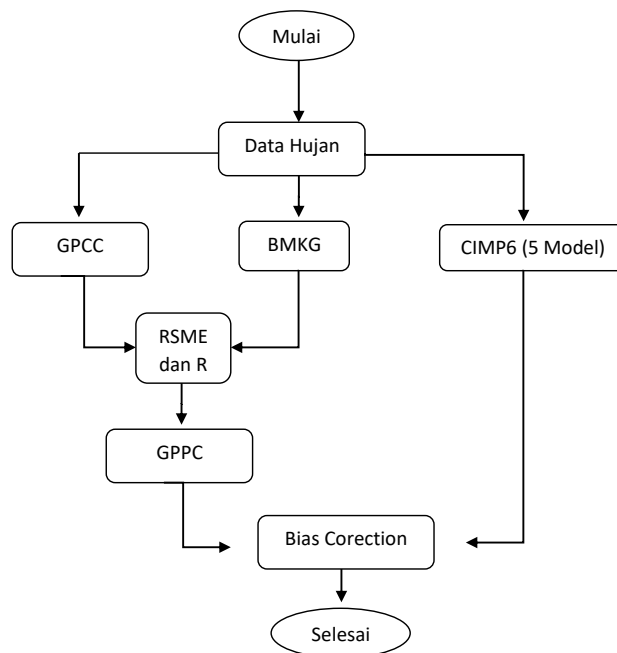
Qi = data BMKG

N = banyak data

Tabel 1. Kriteria Nilai Koefisien Korelasi

R	Intrepretasi
0 – 0,19	Sangat Rendah
0,20 – 0,39	Rendah
0,40 – 0,59	Sedang
0,60 – 0,79	Kuat
0,81 - 1	Sangat Kuat

Alur analisis kajian yang dilakukan adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram Alir Analisis Data Hujan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran kondisi ketahanan pangan dan iklim di NTB

Berdasarkan Pola Pengelolaan Sumber Daya Air dari Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara I (BWS NT 1) tahun 2016, Provinsi Nusa Tenggara Barat, yang

merupakan daerah agraris dengan dua Wilayah Sungai (WS), merupakan salah satu lumbung padi nasional. Namun, seiring dengan pesatnya perkembangan penduduk, perluasan kota, dan meningkatnya kebutuhan akan lahan untuk permukiman dan usaha lainnya, sebagian besar lahan pertanian sawah yang produktif di Nusa Tenggara Barat telah beralih menjadi lahan non-persawahan.

Terkait dengan perubahan iklim, dalam beberapa tahun terakhir, Nusa Tenggara Barat mengalami peningkatan bencana alam dan fenomena cuaca ekstrem, salah satunya adalah banjir yang sering terjadi, khususnya di Kota Bima. Perubahan iklim global yang telah memengaruhi wilayah Nusa Tenggara ini, menurut beberapa penelitian, berdampak pada ketidakpastian pola curah hujan, yang ditandai dengan permulaan dan akhir musim hujan yang sulit diprediksi dengan tepat, seperti yang terjadi sebelumnya MENDELEY CITATION PLACEHOLDER 1.

Hasil Analisis Data Hujan Historis

Data historis hujan dari tahun 1981 sampai dengan 2020 di Kota Bima yang di peroleh dari GPCC selanjutnya diolah menggunakan microsoft excel untuk mendapatkan rata-rata hujan bulanan dalam satuan mm seperti pada Tabel 1.

Tabel 2. Rata-rata Hujan Bulanan dari GPCC

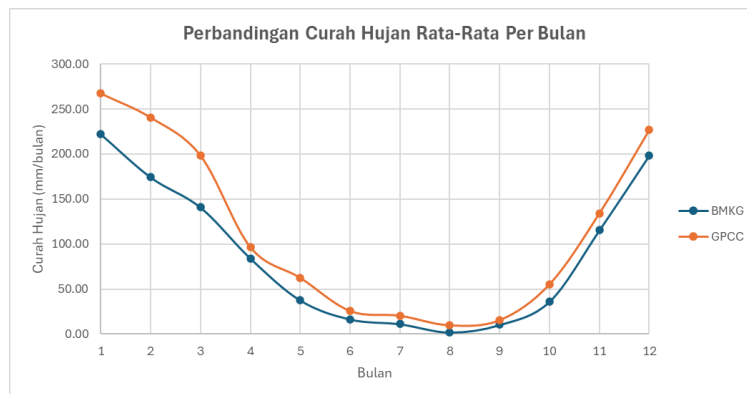
Bulan	Rata-rata Hujan Bulanan
Jan	267.27
Feb	240.55
Mar	198.14
Apr	96.52
May	62.49
Jun	25.67
Jul	20.39
Aug	9.78
Sep	15.57
Oct	55.49
Nov	134.31
Dec	226.86

Sedangkan data historis hujan dari stasiun BMKG yaitu stasiun Meteorologi Sultan Muhammad Salahuddin dari tahun 1982-2020 selanjutnya diolah menggunakan microsoft excel untuk mendapatkan rata-rata hujan bulanan dalam satuan mm seperti pada Tabel 2.

Tabel 3. Rata-rata Hujan Bulanan dari GPCC

Bulan	Rata-rata Hujan Bulanan
Jan	222.12
Feb	174.18
Mar	140.73
Apr	84.06
May	37.52
Jun	16.40
Jul	11.15
Aug	1.96
Sep	10.27
Oct	36.16
Nov	115.37
Dec	198.28

Adapun grafik perbandingan hujan rata-rata bulanan dari GPCC dan BMKG seperti pada Gambar 3.



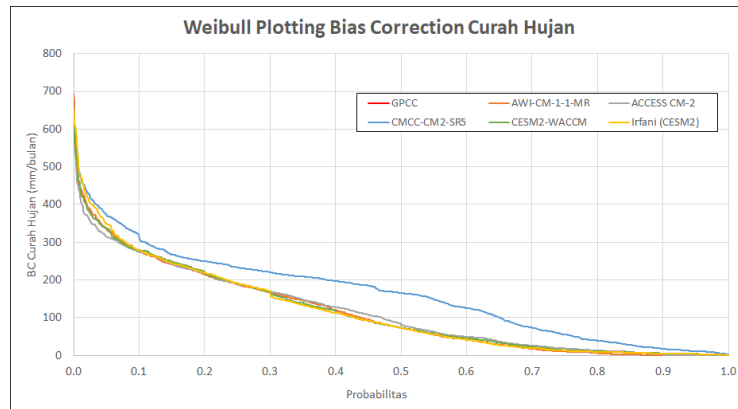
Gambar 2. Grafik Perbandingan Hujan Rata-rata Bulanan GPCC dan BMKG

Selanjutnya dilakukan perhitungan akurasi dari data hujan historis GPCC dan BMKG sehingga mendapatkan nilai koefisien korelasi (R) dengan persamaan (1) sebesar 0,97 dan nilai RSME dengan persamaan (2) sebesar 34,41. Berdasarkan tabel 1 nilai R diperoleh sangat kuat.

Analisis Data hujan Proyeksi dari CMIP6

Data proyeksi hujan dari CMIP6 dari tahun 1981-2100 skenario SSP5-8.5 dengan menggunakan model CM2-SR5, CESM2-WACCM, Acces CM-2, CESM2

dan AWI-CM-1-1-MR diolah menggunakan microsoft excel. Berdasarkan hasil pengolahan *bias correction* data proyeksi curah hujan dari lima model yang berbeda, *trend weibull plotting* memiliki hasil yang serupa untuk 4 model selain model CMCC-CM2-SR5 seperti yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Grafik Bias Corection Curah Hujan

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa koreksi bias data hujan historis di Kota Bima menggunakan data GPCC menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,97 dan RMSE sebesar 34,41 mm. Selain itu, koreksi bias terhadap data proyeksi CMIP6 menggunakan lima model pada skenario SSP5-8.5 mengindikasikan bahwa empat model (CESM2-WACCM, ACCESS-CM2, CESM2, dan AWI-CM-1-1-MR) mampu memberikan pola tren yang serupa dengan data historis. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya metode koreksi bias untuk meningkatkan keandalan proyeksi curah hujan di wilayah tropis yang kompleks seperti Kota Bima.

Namun demikian, penelitian ini membuka peluang untuk eksplorasi lebih lanjut, terutama dalam mengintegrasikan data sosial-ekonomi untuk memperkirakan dampak perubahan iklim terhadap masyarakat lokal. Pertanyaan terkait pengaruh topografi spesifik dan dinamika atmosfer regional terhadap hasil proyeksi masih memerlukan investigasi lebih mendalam. Arah penelitian di masa depan juga dapat difokuskan pada pengembangan metode koreksi bias berbasis pembelajaran mesin untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi proyeksi curah hujan pada skala spasial yang lebih kecil.

BIBLIOGRAFI

- Binglin Zhang, Songbai Song, Huimin Wang, Tianli Guo, Yibo Ding. 2024. "Evaluation Of The Performance Of Cmp6 Models In Simulating Extreme Precipitation And Its Projected Changes In Global Climate Regions". *Natural Hazards*
- Brumatti, L. M., Commar, L. F. S., Neumann, N. De O., Pires, G. F., & Avila-Diaz, A. (2024). Bias Correction In Cmp6 Models Simulations And Projections For Brazil's Climate Assessment. *Earth Systems And Environment*, 8(1), 121–134. <https://doi.org/10.1007/S41748-023-00368-8>
- C. Asdak, *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2007
- Farhan, A., Saidah, H., & Supriyadi, A. (2021). Analisis Perbandingan Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (Idf) Kota Bima Menggunakan Data Hujan Terukur Dan Data Hujan Dari Satelit Japan Aerospace Exploration Agency. *Spektrum Sipil*, 8(2), 105–116. <https://doi.org/10.29303/Spektrum.V8i2.213>
- Hess, P., Lange, S., Schötz, C., & Boers, N. (2022). *Deep Learning For Bias-Correcting Cmp6-Class Earth System Models*. <http://arxiv.org/abs/2301.01253>
- Lin, Wenqing, Chen, Huopo. 2020. "Assessment Of Model Performance Of Precipitation Extremes Over The Mid-High Latitudes Of Asia In Cmp6". *Atmospheric And Oceanic Science Letters*.
- Menteri Pupr Ri. (2017). Kepmen Pupr No.41/Kpts/M/2017. Pola Psda Sumbawa.
- Mohanasundaram Shanmugam, Sokneth Lim, Md Latif Hosan, Sangam Shrestha, Mukand Singh Babel, Salvatore Gonario Pasquale Virdis. 2024. Lapse Rate-Adjusted Bias Correction For Cmp6 Gcm Precipitation Data: An Application To The Monsoon Asia Region". *Environmental Monitoring And Assessment*.
- Moradian, S, Gharbia, S. Torabi Haghghi, Ali, Olbert, Indiana A. 2024. "Modelling Extreme Precipitation Projections Under The Effects Of Climate Change In The Nile Basin Using Bias-Corrected Cmp6 Data". *Hydrological Sciences Journal*
- Oruc, Sertac. 2022. "Performance Of Bias Corrected Monthly Cmp6 Climate Projections With Different Reference Datasets Over Turkey". *Acta Geophysica*
- Raeesi, M., Zolfaghari, A. A., Kaboli, S. H., Rahimi, M., De Vente, J., & Eekhout, J. P. C. (2024). Using Quantile Mapping And Random Forest For Bias-Correction Of High-Resolution Reanalysis Precipitation Data And <Scp>Cmp6</Scp> Climate Projections Over Iran. *International Journal Of Climatology*, 44(12), 4495–4514. <https://doi.org/10.1002/Joc.8593>
- Rahma, N. F., Suhartanto, E., & Harisuseno, D. (2019). Validasi Data Curah Hujan Trmm (Tropical Rainfall Measuring Mission) Dengan Pos Stasiun Hujan Di Sub Das Sumber Brantas. *Jurnal Mahasiswa Teknik Pengairan Universitas Brawijaya*, 2(2), 1–13.
- Supharatid, S., Aribarg, T., & Nafung, J. (2022). Bias-Corrected Cmp6 Climate Model Projection Over Southeast Asia. *Theoretical And Applied Climatology*, 147(1–2), 669–690. <https://doi.org/10.1007/S00704-021-03844-1>
- Yang, J., Cheng, C., Wang, Z., & Liu, P. (2024). Projected Dryness/Wetness Pattern And Influence Factors In China Under The Cmp6 Scenarios For 2021–2100. *Geomatics, Natural Hazards And Risk*, 15(1). <https://doi.org/10.1080/19475705.2024.2415529>

- Yasa, I. W., Salehudin, S., Saidah, H., Jayanegara, I. D. G., & Sulistiyono, H. (2023). Analisis Pola Sebaran Karakteristik Iklim Di Pulau Sumbawa. *Ganec Swara*, 17(4), 1373. <https://doi.org/10.35327/Gara.V17i4.619>
- Yasa, I. W., Setiawan, A., Negara, I. D. G. J., Saidah, H., & Dirgantara, A. H. (2023). Sebaran Kekeringan Hidrologi Berdasarkan Debit Aliran Di Kabupaten Bima. *Ganec Swara*, 17(1), 72. <https://doi.org/10.35327/Gara.V17i1.371>
- Yonas D. Alemayehu, Tesfaye M. Melesse. 2023. "Retrospective Analysis And Bayesian Model Averaging Of Cmp6 Precipitation Projections Over The Nile Basin". *Journal Of Hydrometeorology*
- Zhang, B., Song, S., Wang, H., Guo, T., & Ding, Y. (2024). Evaluation Of The Performance Of Cmp6 Models In Simulating Extreme Precipitation And Its Projected Changes In Global Climate Regions. *Natural Hazards*. <https://doi.org/10.1007/S11069-024-06850-4>



© 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).