

VERIFIKASI DATA SUHU UDARA LUARAN MODEL IKLIM CMIP5 TERHADAP DATA OBSERVASI PADA WILAYAH PALEMBANG (PERIODE 1975-2005)

Wahyu Sulistiyono¹, Helena Adianova², Yosafat Donni Haryanto³

¹²³Meteorologi, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika

e-mail: wahyu.sulistiyono@stmkg.ac.id

ABSTRAK

Kenaikan Suhu pada suatu wilayah akibat pemanasan global dapat disimulasikan melalui beberapa pemodelan iklim, salah satunya CMIP5 (*Coupled Model Intercomparison Project Phase 5*). Penggunaan model iklim CMIP5 dalam menggambarkan dinamika suhu pada suatu wilayah perlu diverifikasi terlebih dahulu untuk menguji kualitasnya. Pada Penelitian ini, dilakukan verifikasi mengenai korelasi dan penghitungan nilai galat data pemodelan iklim dengan 3 model yaitu, MIROC5, MPI-ESM MR, dan IPSL CM5A-MR. Data observasi suhu yang digunakan adalah data ICOADS. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh bahwa model iklim IPSL-CM5A-MR memiliki akurasi terbaik. Model iklim ini memiliki penyimpangan RMSE paling kecil yaitu 3.746. Nilai korelasi yang dihasilkan pada model IPSL-CM5A-MR juga tergolong paling baik diantara model lain. Nilai korelasi dari model ini yaitu 0.25 dengan tingkat hubungan lemah.

Kata Kunci: Model Iklim, CMIP5, Suhu

ABSTRACT

Temperature increase in an area due to global warming can be simulated through several climate models, one of which is CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 5). The use of the CMIP5 climate model in describing temperature dynamics in an area needs to be verified first to test its quality. In this study, the authors verified the correlation and calculation of error values for climate modeling data with 3 models, namely, MIROC5, MPI-ESM MR, and IPSL CM5A-MR. The temperature observation data used is ICOADS data. Based on the research results, it was found that the IPSL-CM5A-MR climate model had the best accuracy. This climate model has the smallest RMSE deviation, namely 3,746. The correlation value produced in the IPSL-CM5A-MR model is also the best among other models. The correlation value of this model is 0.25 with a weak relationship level.

Keywords: Climate Model, CMIP5, Temperature

PENDAHULUAN

Pembahasan mengenai perubahan iklim menjadi perbincangan di beberapa komunitas masyarakat saat ini, walaupun hanya beberapa bagian masyarakat yang sadar akan dampak perubahan iklim khususnya di wilayah Indonesia. Berlangsungnya COP26 di Glasgow, Skotlandia pada bulan 31 Oktober-12 November 2021 membangkitkan kesadaran masyarakat akan pengaruh perubahan iklim dimasa yang akan datang (UN, 2021). Dalam kesepakatan COP26, dilakukan kesepakatan untuk mengurangi emisi gas metana yang bertujuan untuk memangkas 30% gas metana pada tahun 2030, gas metana perlu dikurangi karena memiliki

efek meningkatkan *Radiative Forcing* yang menaikkan suhu bumi (IESR, 2022). Pada akhirnya diputuskan untuk segera mengakhiri deforestasi hutan dan juga peningkatan fungsi lahan gambut sebagai wilayah penyerap karbon secara optimal, serta pengurangan penggunaan energi batubara dan kendaraan bermotor (UNEP, 2021).

Perubahan Iklim yang dipicu naiknya suhu permukaan bumi secara global dapat meningkatkan resiko perubahan pola hujan, pola musim yang bergeser, naik turunnya curah hujan yang berdampak pada naiknya resiko banjir dan kekeringan (Susandi et al., 2010). Selain itu juga perubahan iklim dapat mempengaruhi variabilitas iklim seperti ENSO, IOD, dan SOI yang dipengaruhi oleh naiknya suhu permukaan laut (Sofian et al., 2011). Pengamatan temperatur global sejak abad 19 menunjukkan adanya perubahan rata-rata temperatur yang menjadi indikator adanya perubahan iklim. Perubahan temperatur global ini ditunjukkan dengan naiknya rata-rata temperatur hingga $0.74\text{ }^{\circ}\text{C}$ antara tahun 1906 hingga tahun 2005 (Susandi, 2004). Suhu permukaan bumi mengalami kenaikan $0.85\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($0.65\text{-}1.06\text{ }^{\circ}\text{C}$) selama periode 1880-2012 (IPCC, 2011). Sedangkan untuk wilayah Indonesia mengalami kenaikan suhu berkisar $0.8^{\circ}/100$ tahun (Susandi et al., 2010). Dampak perubahan iklim dapat berpengaruh kepada beberapa sektor kehidupan manusia, seperti pertanian, kelestarian lingkungan, serta penanganan bencana akibat krisis iklim (Susilokarti et al., 2015). Analisa kenaikan suhu akibat pemanasan global dapat disimulasikan melalui beberapa pemodelan iklim, salah satunya CMIP5 (*Coupled Model Intercomparison Project Phase 5*) yang berisi 35 jenis pemodelan iklim yang dilakukan oleh beberapa organisasi yang berfokus pada perubahan iklim (WCRP, 2020).

Pada Penelitian ini, penulis melakukan uji verifikasi untuk mengetahui model iklim yang memiliki korelasi paling baik dan nilai galat paling kecil. Jenis model iklim CMIP-5 yang digunakan dalam penelitian ini memanfaatkan 3 model yaitu MIROC5, MPI-ESM MR, dan IPSL CM5A-MR yang dibandingkan dengan data observasi. Data observasi yang digunakan adalah data suhu rata-rata bulanan dari dataset *International Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set (COADS) v2.5*. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan data model iklim yang paling baik terhadap data observasi dalam menggambarkan perubahan suhu di Kota Palembang Tahun 1975-2005.

METODE

Pada penelitian ini berfokus pada wilayah Palembang dengan letak astronomis berada pada $2^{\circ}52''$ - $3^{\circ}5''$ Lintang Selatan dan $104^{\circ}37''$ - $104^{\circ}52''$ Bujur Timur. Rentang periode penelitian yang dikaji yaitu pada tahun 1975-2005.

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian berdasarkan pendekatan kuantitatif dengan teknik analisis secara deskriptif. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk melakukan penghitungan numerik dalam metode verifikasi pada penelitian ini. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mendeskripsikan hasil penghitungan numerik dengan teknik statistik yang objektif (Jaya, 2020). Penghitungan numerik yang digunakan terdiri dari *Root Mean Square Error (RMSE)* dan koefisien korelasi. Hasil penghitungan nilai RMSE dan koefisien korelasi dari setiap model iklim kemudian dibandingkan, sehingga dapat ditentukan model iklim yang memiliki performa paling baik berdasarkan hasil verifikasi yang telah dilakukan. Pemilihan metode statistik dengan metode koefisien korelasi dikarenakan metode ini mampu mendeskripsikan hubungan antara data model dengan data observasi (Muzaki et al., 2022),

untuk menunjukkan apakah data model dengan data observasi tersebut bersifat linier atau berkebalikan Selanjutnya, pemilihan metode RMSE digunakan karena metode ini dapat memberikan informasi nilai galat yang dihasilkan antara perbandingan data observasi dengan data model (Ayasha, 2020).

Data Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan data suhu rata-rata bulanan dari 3 model CMIP-5. Model yang digunakan terdiri dari *Model For Interdisciplinary Research on climate Version 5* (MIROC5), *Max Planck Institute for Meteorology-Earth System Model* (MPI-ESM MR), *Institute Pierre Simon Laplace-Climate Model-Medium Resolution* (IPSL-CM5A MR). Data dari 3 model iklim tersebut dapat diakses pada laman <https://climexp.knmi.nl/>.

Model iklim MIROC5 merupakan pemodelan iklim yang menggunakan penghitungan variabel gas rumah kaca (*Green House Gases*). Gas rumah kaca yang diperhitungkan terdiri dari gas CO₂, N₂O, *methane*, dan *fluorocarbons*, dan gas Hidrokarbon serta Hidrogen Peroksida (Watanabe et al., 2010). Model iklim *Max Planck Institute for Meteorology-Earth System Model* (MPI-ESM MR) merupakan model iklim yang berfokus pada peningkatan *radiative forcing* dalam peningkatan suhu. Peningkatan *radiative forcing* diakibatkan naiknya kadar CO₂ pada permukaan bumi akibat aktivitas manusia (Raddatz et al., 2007). Sementara model *Institute Pierre Simon Laplace-Climate Model-Medium Resolution* merupakan model yang dikembangkan dengan menggunakan perpaduan data *Natural Forcings* dan *Anthropogenic Forcings* dalam menentukan proyeksi iklim (WMO, 2020). Data suhu rata-rata bulanan dari model iklim MIROC5, MPI-ESM MR dan IPSL-CM5A-MR diverifikasi menggunakan data observasi ICOADS v2.5. Metode verifikasi yang digunakan terdiri dari metode *Root Mean Square Error* (RMSE) dan metode Koefisien Korelasi. Uji verifikasi dari data model dilakukan dengan bantuan aplikasi *Spreadsheet*.

Metode Koefisien Korelasi

Metode koefisien korelasi merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya hubungan serta arah hubungan antara data dengan dua variabel atau lebih (Wilks, 2006), nilai kekuatan hubungan antara dua data ini dinyatakan dalam bilangan koefisien korelasi.

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n (RO_i - RO)(RE_i - RE)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (RO_i - RO)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (RE_i - RE)^2}} \quad (1)$$

Notasi C menandakan koefisien korelasi, sementara simbol RO menandakan data hasil produk satelit dan simbol RE melambangkan data observasi. Rentang nilai koefisien memiliki rentang nilai antara -1 hingga 1 dengan kriteria seperti pada tabel 1.

Tabel 1. *Tingkat hubungan korelasi data* (Sugiyono, 2004)

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0 – 0.199	Sangat Lemah
0.20 – 0.399	Lemah
0.40 – 0.599	Sedang
0.60 – 0.799	Kuat
0.80 – 1.00	Sangat Kuat

Metode RMSE

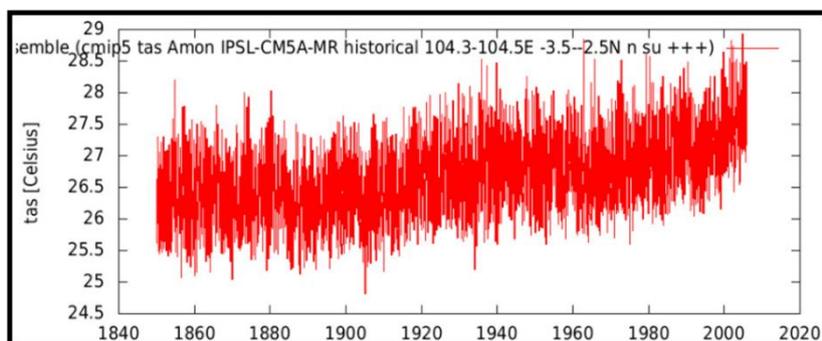
Root Mean Square Error (RMSE) merupakan metode yang digunakan untuk mengukur keakuratan data model dengan data observasi dan hubungan pada data dengan variabel yang berbeda (Wilks, 2006). Untuk menentukan nilai RMSE dapat menggunakan persamaan berikut.

$$RMSE = \frac{\sum(y-x)^{1/2}}{n} \quad (2)$$

Keterangan komponen pada persamaan RMSE terdiri dari notasi y yang menyatakan nilai prediksi. Kemudian notasi x yang menyatakan nilai observasi, dan notasi n yang menyatakan jumlah data. Nilai RMSE yang mendekati nilai 0 menunjukkan data yang akurat dengan penyimpangan nilai yang kecil. Namun apabila nilai semakin besar daripada nilai 0, maka data tersebut mengalami penyimpangan yang cukup besar sehingga berpengaruh pada keakuratan data tersebut.

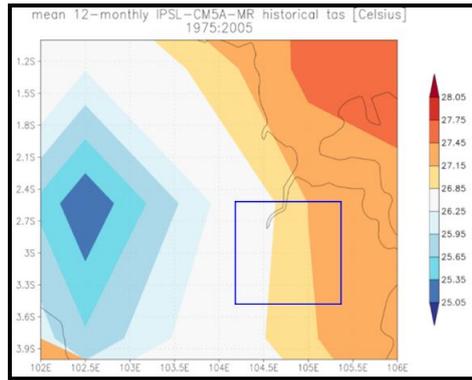
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Data Model IPSL-CM5A-MR



Gambar 2. *Grafik Pola Suhu Bulanan Dari Model IPSL-CM5A-MR Pada Periode 1975-2005*

Pada Grafik suhu Bulanan dari Model IPSL-CM5A-MR menunjukkan pola kenaikan tren suhu dari tahun 1970 hingga yang tertinggi pada tahun 2005. Pada tahun 2005, indeks suhu udara di wilayah Palembang sudah menyentuh angka 28 Derajat Celcius. Pola Kenaikan tren suhu udara pada suatu wilayah dapat disebabkan pada peningkatan *Natural Forcings* (Pengaruh alam terhadap kenaikan suhu bumi) dan aktivitas manusia yang meningkatkan kadar Gas Rumah Kaca (CO₂, NO₂ dan Metana) (Raddatz et al., 2007). Peningkatan parameter tersebut seiring dengan aktifnya kegiatan manusia. Terlihat untuk wilayah Palembang mengalami peningkatan suhu sebesar 0.5 Derajat celcius pada tahun 2000-2005 dibandingkan tahun 1940-1960 yang hanya berkisar 27-27.5 derajat Celcius.



Gambar 3. Peta Suhu Bulanan MODEL IPSL-CM5A-MR untuk periode 1975-2005

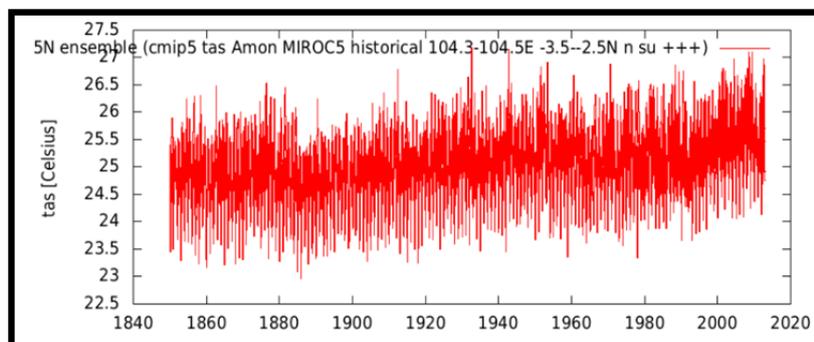
Gambar 3 merupakan gambar suhu rata-rata selama 12 bulan pada periode 1975-2005 berdasarkan model IPSL-CM5A-MR. Berdasarkan gambar tersebut, pola sebaran nilai suhu rata-rata wilayah Palembang berada direntang nilai 26.25-27.45 °C.

Tabel 2. Tabel nilai Korelasi dan RMSE Model IPSL-CM5A-MR dengan data observasi untuk periode 1975-2005

Uji Verifikasi	Nilai verifikasi Data Observasi dengan Data IPSL-CM5A-MR
Korelasi	0.251
RMSE	3.746

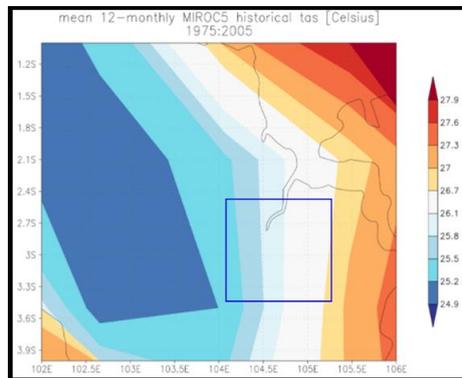
Berdasarkan uji verifikasi data model dengan data observasi pada tabel 2, nilai RMSE yang dihasilkan tergolong kecil. Nilai RMSE berdasarkan uji verifikasi menunjukkan nilai sebesar 3.746 °C. Berdasarkan nilai tersebut, data suhu yang dihasilkan oleh model IPSL-CM5A-MR memiliki penyimpangan yang kecil. Nilai ini menandakan bahwa data model memiliki performa yang cukup baik terhadap data observasi. Penghitungan uji korelasi menghasilkan nilai sebesar 0.25. Nilai ini menunjukkan hubungan yang lemah antara data model dengan data observasi. Nilai korelasi dikategorikan lemah, dikarenakan nilai korelasi pada model ini hanya berada diantara rentang nilai 0.2-0.39.

Analisa Data Model MIROC5



Gambar 5. Grafik Pola Suhu Bulanan dari Model MIROC5 pada periode tahun 1975-2005

Gambar 5 merupakan grafik pergerakan tren suhu rata-rata bulanan berdasarkan Model Iklim MIROC5 pada periode 1975-2005. Pola grafik pada gambar 5 menunjukkan pola kenaikan suhu pada tahun 1990 hingga tahun 2000, kenaikan pola tren sebesar 0.5°C . Pada tahun 1990-2000 nilai Suhu bulanan berada pada rentang nilai sekitar 25.5°C . Nilai tersebut lebih tinggi sekitar 0.5°C dibanding tren suhu pada tahun 1960-1980 yang berada dalam rentang suhu 25°C . Dalam pemodelan iklim MIROC5 menggunakan kalkulasi antara data Gas Rumah Kaca (CO_2 , N_2O , Metana dan *Flourocarbon*) yang dipadukan dengan variabel hidrokarbon yang lain (Watanabe et al., 2010). Sehingga dapat diperkirakan dalam model ini Kota Palembang mengalami kenaikan suhu pada awal tahun 1990 akibat adanya kenaikan gas rumah kaca (GRK), baik pada satu variabel GRK maupun lebih.



Gambar 6. *Peta Suhu Bulanan Model MIROC5 untuk periode 1975-2005*

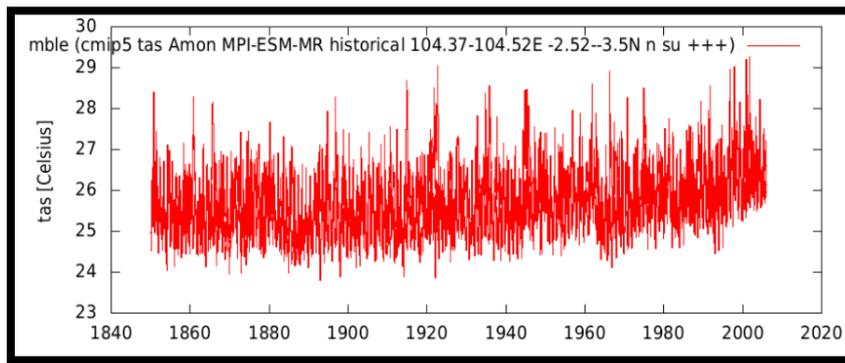
Gambar 6 merupakan gambar suhu rata-rata selama 12 bulan pada periode 1975-2005 yang ditampilkan secara spasial berdasarkan model MIROC5. Sebaran suhu rata-rata untuk wilayah Palembang berada direntang nilai $25.2-26.1^{\circ}\text{C}$.

Tabel 3. *Tabel nilai Korelasi dan RMSE Model MIROC5 dengan data observasi untuk periode 1975-2005*

Uji Verifikasi	Nilai verifikasi Data Observasi dengan Data MIROC5
Korelasi	-0.216
RMSE	6.421

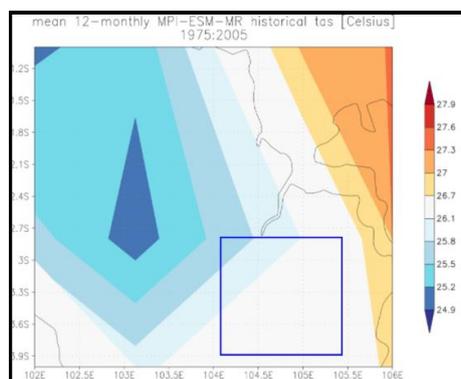
Dari hasil perhitungan pada Tabel 3, nilai RMSE pada tabel diatas menunjukkan nilai sebesar 6.42°C . Nilai RMSE ini memiliki selisih sebesar -2.67°C dari nilai RMSE Model Iklim IPSL-CM5A-MR. Nilai RMSE ini menunjukkan penyimpangan data yang cukup besar sehingga menurunkan performa data model terhadap data observasi. Kemudian nilai korelasi yang dihitung sebesar -0.21. Nilai korelasi yang minus menunjukkan hubungan antara data model dan data observasi yang sangat lemah karena nilai korelasi ini berada dibawah nilai 0 (Sugiyono, 2004).

Analisa Data Model MPI-ESM-MR



Gambar 7. Grafik Pola Suhu Bulanan dari Model MPI-ESM-MR pada periode tahun 1975-2005

Grafik pada gambar 7 merupakan pola pergerakan tren Suhu rata-rata Bulanan berdasarkan Model Iklim MPI-ESM-MR pada periode tahun 1975-2005. Berdasarkan Model Iklim MPI-ESM-MR, pada tahun 1990-2005 terjadi kenaikan pola tren suhu rata-rata bulanan pada periode ini. Dimana pola tren suhu berada dalam rentang nilai 26.5-27 °C, sementara pada periode 1980-1990 nilai tren suhu masih berada dalam rentang 26 °C. Menurut Pemodelan iklim MPI-ESM-MR kenaikan suhu pada suatu wilayah dalam rentang waktu 10 Tahun dapat disebabkan adanya kenaikan *Radiative Forcing* akibat peningkatan kadar CO₂ yang menghalangi pelepasan panas ke ruang angkasa, sehingga meningkatkan suhu muka bumi (Raddatz et al., 2007). Sehingga berdasarkan model ini peningkatan suhu di Kota Palembang pada periode 1990-2005 dapat disebabkan oleh peningkatan kadar CO₂ yang menaikkan suhu rata-rata di wilayah ini.



Gambar 8. Peta Suhu Bulanan Model MPI-ESM-MR untuk periode pada tahun 1975-2005

Gambar 8 merupakan gambar sebaran suhu rata-rata selama 12 bulan pada periode 1975-2005 berdasarkan model MPI-ESM-MR. Pada wilayah Palembang memiliki sebaran suhu rata-rata spasial yang berada direntang 25.5-26.1 °C.

Tabel 4. Tabel nilai Korelasi dan RMSE Model MPI-ESM-MR dengan data observasi untuk periode 1975-2005

Uji Verifikasi	Nilai verifikasi Data Observasi dengan Data MPI-ESM-MR
Korelasi	0.219
RMSE	3.846

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4, nilai RMSE yang dihasilkan menunjukkan nilai sebesar 3.84. Nilai RMSE ini lebih tinggi sebesar 0.1 °C daripada nilai RMSE pada Model Iklim IPSL-CM5A-MR. Sementara itu, nilai korelasi dari model ini memiliki nilai 0.21 dan terpaut sebesar 0.04 dari nilai korelasi pada Model Iklim IPSL-CM5A-MR. Nilai korelasi sebesar 0.21 menunjukkan akurasi yang lemah antara data Suhu Rata-rata Bulanan pada model MPI-ESM-MR dengan data observasi ICOADS V2.5.

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa model Iklim IPSL-CM5A-MR merupakan model iklim yang paling akurat diantara model yang lain. Model IPSL-CM5A-MR memiliki kemampuan paling baik dalam menggambarkan nilai suhu rata-rata bulanan pada Kota Palembang daripada model iklim MIROC5 dan model iklim MPI-ESM-MR5. Model Iklim IPSL-CM5A-MR memiliki nilai korelasi yang lebih tinggi dengan nilai sebesar 0.25. Meskipun nilai korelasi tersebut menunjukkan nilai hubungan antar variabel yang lemah, tetapi hanya model IPSL-CM5-MR yang memiliki nilai korelasi paling tinggi diantara model yang lain. Nilai RMSE model IPSL-CM5A-MR juga memiliki nilai RMSE terendah diantara 3 model iklim yang lain, dengan nilai RMSE sebesar 3.746 yang menunjukkan penyimpangan data yang tidak terpaut jauh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Tuhan yang Maha Esa yang telah membantu memudahkan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga turut kami sampaikan kepada pembimbing serta dosen Pembina yang telah membimbing kami dalam menyusun penelitian ini. Serta ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu kami dalam penulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayasha, N. (2020). a Comparison of Rainfall Estimation Using Himawari-8 Satellite Data in Different Indonesian Topographies. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences (IJReSES)*, 17(2), 189. <https://doi.org/10.30536/j.ijreses.2020.v17.a3441>
- IESR. (2023). *Indonesia's net zero emissions: A roadmap for clean, affordable and secure energy*. <https://iesr.or.id/en/indonesias-net-zero-emissions-a-roadmap-for-clean-affordable-and-secure-energy>
- IPCC. (2011). *Climate Change*. United Nations Framework Convention on Climate Change. https://unfccc.int/files/press/backgrounders/application/pdf/press_factsh_science.pdf
- Jaya, I. M. L. (2020). *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif (Teori, Penerapan, dan Riset Nyata)* (F. Husaini (ed.); Second Edi). QUADRANT.
- Muzaki, N. H., Wijaya, I. N., Agritami, M., & Ramdani, R. F. (2022). *Perbandingan Produk Estimasi Curah Hujan Global Precipitation Measurement (GPM) Dan Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) Di Wilayah Kalimantan Tahun 2020. 1*, 19–31.

- Raddatz, T. J., Reick, C. H., Knorr, W., Kattge, J., Roeckner, E., Schnur, R., Schnitzler, K. G., Wetzel, P., & Jungclaus, J. (2007). Will the tropical land biosphere dominate the climate-carbon cycle feedback during the twenty-first century? *Climate Dynamics*, 29(6), 565–574. <https://doi.org/10.1007/s00382-007-0247-8>
- Sofian, I., Supangat, A., Fitriyanto, M. S., & Kurniawan, R. (2011). Memahami Dan Mengantisipasi Dampak Perubahan Iklim Pada Pesisir Dan Laut Di Indonesia Bagian Timur. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 12(1), 53–64. <https://doi.org/10.31172/jmg.v12i1.86>
- Sugiyono. (2004). *Statistik Untuk Penelitian*. Alfa Beta.
- Susandi, A. (2004). The Impact of International Greenhouse Gas Emissions Reduction on Indonesia. *Report on Earth System Science, Hamburg*, 1–121.
- Susandi, A., Herlianti, I., Tamamadin, M., & Nurlela, I. (2010). Dampak Perubahan Iklim Terhadap Ketinggian Muka Laut Di Wilayah Banjarmasin. *Jurnal Ekonomi Lingkungan*, 12(2), 5–8.
- Susilokarti, D., Arif, S. S., Susanto, S., Sutiarto, L., Rm, J., No, H., Minggu, P., Selatan, J., Pertanian, J. T., Pertanian, F. T., & Mada, U. G. (2015). *IDENTIFIKASI PERUBAHAN IKLIM BERDASARKAN DATA CURAH HUJAN DI WILAYAH SELATAN JATILUHUR KABUPATEN SUBANG, JAWA BARAT*. 35(1), 98–105.
- UNEP. (2021). *COP26 ends with agreement but falls short on climate action*. <https://www.unep.org/news-and-stories/story/cop26-ends-agreement-falls-short-climate-action>
- United Nations. (2021). *COP26: Together For Our Planet*. Climate Action Plan. <https://www.un.org/en/climatechange/cop26>
- Watanabe, M., Suzuki, T., O’Ishi, R., Komuro, Y., Watanabe, S., Emori, S., Takemura, T., Chikira, M., Ogura, T., Sekiguchi, M., Takata, K., Yamazaki, D., Yokohata, T., Nozawa, T., Hasumi, H., Tatebe, H., & Kimoto, M. (2010). Improved climate simulation by MIROC5: Mean states, variability, and climate sensitivity. *Journal of Climate*, 23(23), 6312–6335. <https://doi.org/10.1175/2010JCLI3679.1>
- WCRP. (2020). *CMIP phase 5 (CMIP5)*. <https://www.wcrp-climate.org/wgcm-cmip/wgcm-cmip5>
- Wilks, D. S. (2006). *Statistical Method in the Atmospheric Sciences* (Second Edi). Elsevier Academic Press Publications.
- WMO. (2020). *IPSL-CM5-MR*. <https://climexp.knmi.nl/start.cgi>