

Vol. 4 No. 1 (2023), Halaman 44-50



GEOGRAPHIA

Jurnal Pendidikan dan Penelitian Geografi

ISSN: 2774-6968

VALIDASI DATA MODEL PREDIKSI CURAH HUJAN SATELIT GPM, GSMaP, DAN CHIRPS SELAMA PERIODE SIKLON TROPIS SEROJA 2021 DI PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR

Achmed Gerland^{1*}, Aprilliani Ersas S. Dengo², Yosafat Donni Haryanto³

¹²³Program Studi Meteorologi Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Indonesia

Email: achmedgerland@gmail.com^{1*}, lian302004@gmail.com², yosafatdonni@gmail.com³

Website Jurnal: <http://ejurnal.unima.ac.id/index.php/geographia>



Akses dibawah lisensi CC BY-SA 4.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

DOI: 10.53682/gjppg.v4i1.5778

(Diterima: 19-03-2023; Direvisi: 28-04-2023; Disetujui: 30-06-2023)

ABSTRACT

Rainfall is also one of the meteorological parameters that are very influential in life. Measurements of this rainfall can also vary both from direct observations and remote sensing results from satellites. But often, data from satellites is not accurate for the conditions that occur in an area. The purpose of this study is to test the accuracy of product data from various GPM, GSMaP, and CHIRPS satellites with observational data using the Seroja tropical cyclone case study that will occur in 2021 in East Nusa Tenggara Province. Based on the results of the analysis, it can be seen that there are variations in various assessments, including RMSE, correlation, and contingency table analysis. In terms of correlation, it shows that the lowest correlation is in the Ruteng area based on data from the GSMaP satellite, and the highest correlation is in the Larantuka area based on data from the GSMaP satellite. Meanwhile, the satellite data that has the smallest error value is from the CHIRPS satellite data in the Maumere area.

Keywords: Contingency tables, Correlation, Precipitation, Tropical cyclones, Validation, Weather satellites.

ABSTRAK

Curah hujan juga merupakan salah satu parameter meteorologi yang sangat berpengaruh dalam kehidupan. Pengukuran curah hujan ini juga dapat bervariasi baik dari pengamatan langsung maupun hasil penginderaan jauh dari satelit. Namun seringkali data dari satelit tidak akurat untuk kondisi yang terjadi di suatu daerah. Tujuan penelitian ini adalah menguji akurasi data produk dari berbagai satelit GPM, GSMaP, dan CHIRPS dengan data pengamatan menggunakan studi kasus siklon tropis Seroja yang akan terjadi pada tahun 2021 di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Berdasarkan hasil analisis terlihat adanya variasi berbagai penilaian antara lain analisis RMSE, korelasi, dan tabel kontingensi. Dari segi korelasi terlihat korelasi terendah berada di wilayah Ruteng berdasarkan data dari satelit GSMaP, dan korelasi tertinggi berada di wilayah Larantuka berdasarkan data dari satelit GSMaP. Sedangkan data satelit yang memiliki nilai error terkecil adalah dari data satelit CHIRPS di wilayah Maumere.

Kata Kunci: Curah hujan, Korelasi, Satelit cuaca, Siklon tropis, Tabel kontingensi, Validasi.

PENDAHULUAN

Curah hujan adalah jumlah dari air hujan turun di suatu tempat dalam kurun waktu tertentu. curah hujan juga merupakan salah satu parameter meteorologi yang sangat berpengaruh dalam kehidupan. Curah hujan dapat diukur dalam bentuk harian, bulanan hingga tahunan. Curah hujan disuatu wilayah bisa disebabkan oleh banyak faktor antara lain ketinggian wilayah, barisan pegunungan, luasan darat dan juga perairan. Selain itu ada juga faktor regional yang dapat mempengaruhi curah hujan seperti monsoon, ENSO, dan juga siklon tropis. Faktor regional inilah yang sangat berpengaruh terhadap timbulnya hujan lebat dan juga cuaca ekstrem di Indonesia. Terdapat beberapa kejadian hujan ekstrem di Indonesia yang berhubungan dengan siklon tropis yang berakibat pada meningkatnya curah hujan (Suryantoro & Siswanto, 2010).

Indonesia merupakan negara yang letaknya berbatasan langsung dengan wilayah tempat pembentukan siklon yang dimana Indonesia dapat menerima dampak dari siklon tersebut (Estiningtyas et al., 2007). Contohnya siklon tropis Seroja. Siklon ini merupakan siklon yang dapat menimbulkan cuaca ekstrem dan juga bencana hidrometeorologi. Siklon ini mulai terbentuk di bagian selatan Nusa Tenggara Timur pada 3 April 2021. Siklon ini juga menimbulkan dampak di beberapa wilayah di Nusa Tenggara seperti meningkatnya curah hujan, banjir, dan juga gelombang tinggi di beberapa daerah lainnya.

Terdapat beberapa model prediksi curah berbasis satelit seperti, GPM, CHIRPS, dan GSMaP. GPM (*Global Precipitation Measurment*) adalah pengamatan curah hujan berbasis satelit yang mampu melakukan perekaman data hujan di seluruh dunia setiap 2-4 jam/hari. GPM merupakan pengembangan dan penerus dari satelit TRMM dalam rangka peningkatan kualitas pengamatan hujan. GPM diluncurkan pada tanggal 27 Februari 2014, GPM memiliki durasi perekam sejak tahun 2014 hingga sekarang. Misi internasional ini di pimpin oleh NASA dan JAXA, GPM memiliki resolusi spasial 10 km (Asferizal, 2022). Banyak penelitian di dunia yang telah mengakui bahwa data hujan GPM memiliki akurasi yang cukup baik jika dibandingkan dengan data hasil pengamatan. GPM memiliki dua instrumen

utama yaitu GMI (*GPM Microwave Imager*), DPR (*Dual Precipitation Radar*), konstelasi satelit mitra untuk mengumpulkan informasi dari *Platform Satellite Passive Microwave* (PMW), dan *Infrared* (IR) (M. Azka et al., 2018; M. A. Azka et al., 2018). Data GPM memiliki beberapa tipe yaitu *early run*, *late run*, dan *final run*.

CHIRPS (*Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Stations*) adalah data hujan global yang mengkombinasikan pengamatan satelit, pengamatan stasiun hujan yang ada di bumi, prediktor curah hujan. Satelit ini memiliki resolusi spasial 0,05°; resolusi temporal harian, 5 harian, 10 harian dan bulanan; memiliki cakupan secara global (50° LU sampai 50° LS) dan juga memiliki tingkat keakuratan sangat akurat (Faisol et al., 2020). Data CHIRPS dikembangkan oleh *The United States Geological Survey* dan *Climate Hazard Group* (CHG) dari University of California yang didukung oleh *The United States Agency for International Development* (USAID), *National Aeronautic and Space Administration* (NASA) dan juga *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). CHIRPS memiliki durasi perekam sejak tahun 1981 hingga sekarang dengan resolusi 5 km. Data CHIRPS merupakan gabungan dari beberapa data SPPs yang melakukan pengamatan menggunakan infrared, kemudian dikalibrasi dengan data TMPA 3B42 (Pratama et al., 2022).

GSMaP (*Global Satellite Mapping of Precipitation*), data yang disediakan adalah tinggi hujan per jam dan per hari, data ini memiliki resolusi temporal 1 jam. GSMaP juga memiliki keunggulan yaitu terdapat dua sensor gabungan/*blended* hujan yang menggunakan gelombang mikro dan juga gelombang inframerah. GSMaP merupakan perpaduan dari beberapa data hasil pengamatan multi satelit (TRMM, Aqua, DMSP, dan NOAA) dan algoritma. GSMaP juga memiliki kelebihan resolusi spasial 0,1° yang mencakup seluruh dunia (60° LU sampai 60° LS). GSMaP ini merupakan salah satu jenis SPPs yang dikembangkan oleh ilmuwan Jepang. Proyek ini awalnya dikembangkan oleh *Japan Science and Technology Agency* (JST), namun sampai saat ini dilanjutkan oleh *Aerospace Exploration Agency* (JAXA) (Natadiredja et al., 2018; Pratama et al., 2022).

Berdasarkan uraian ketiga model prediksi curah hujan diperlukan pengujian akurasi data produk satelit GPM, GSMaP, dan CHIRPS dengan data observasi dengan menggunakan studi kasus siklon tropis seroja yang terjadi pada tahun 2021 di Provinsi Nusa Tenggara Timur.

METODE PENELITIAN

Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan data observasi curah hujan dari tujuh stasiun di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Kemudian data dari satelit GPM-IMERG diperoleh dari website Giovanni (<https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>) dengan menggunakan data jenis *Final Run*. Data dari satelit GSMaP diperoleh dari website JAXA (<https://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSMaP/>) dan data dari satelit CHIRPS diperoleh dari website UCSB (<https://www.chc.ucsb.edu/data/chirps>). Analisis data yang dilakukan dengan tabel

kontingensi, korelasi, dan RMSE. Tabel kontingensi adalah tabel yang digunakan untuk mengukur hubungan antara dua variabel kategorik (Nugraha, 2014). Pengolahan data menggunakan metode tabel kontingensi dapat dilakukan di perangkat lunak Microsoft Excel dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Akurasi} &= \frac{\text{Hits} + \text{Correct Negatives}}{\text{Total}} \\
 \text{Bias} &= \frac{\text{Hits} + \text{False Alarms}}{\text{Hits} + \text{Misses}} \\
 \text{POD}_{\text{rain}} &= \frac{\text{Hits}}{\text{Hits} + \text{Misses}} \\
 \text{POFD} &= \frac{\text{False Alarms}}{\text{Correct Negatives} + \text{False Alarms}} \\
 \text{FAR} &= \frac{\text{False Alarms}}{\text{Hits} + \text{False Alarms}} \\
 \text{HSS} &= \frac{2 * (ad - bc)}{(a+c)(c+d) + (a+b)(b+d)}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya menghasilkan tabel kontingensi sebagai berikut.

Tabel 1. Tabel Kontingensi

<i>Observed/forecast</i>	<i>Yes</i>	<i>No</i>	<i>Total</i>
<i>Yes</i>	<i>Hits (a)</i>	<i>False alarm (b)</i>	<i>Forecast yes</i>
<i>No</i>	<i>Misses (c)</i>	<i>Correct negatives (d)</i>	<i>Forecast no</i>
<i>total</i>	<i>Observed yes</i>	<i>Observed no</i>	<i>Total</i>

Sumber: (Katiyar et al., 2020).

Selanjutnya dilakukan uji korelasi, yaitu suatu teknik yang digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara dua variabel dan juga untuk mengetahui hubungan antara dua variabel tersebut. Bisa dikatakan juga korelasi adalah hubungan sebab akibat. Seperti pada kasus curah hujan dapat kita ketahui bahwa curah hujan mempunyai korelasi dengan siklon, curah hujan bisa meningkat dikarenakan dampak yang ditimbulkan dari siklon. Adapun rumus korelasi sebagai berikut.

$$r = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(n \sum X^2 - (\sum X)^2)(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

X = data arg
 Y = data observasi
 n = banyaknya data

Upaya mengevaluasi model pengukuran, maka dilakukan *Root Mean Squared Error* (RMSE), yaitu salah satu cara untuk mengevaluasi model pada regresi linear dengan cara mengukur tingkat akurasi hasil perkiraan

suatu model. Keakuratan metode estimasi kesalahan pengukuran ditandai dengan adanya nilai RMSE yang kecil. Meteorologi RMSE ini diterapkan untuk melihat seberapa efektif model perkiraan matematis tentang atmosfer. Cara menghitung RMSE adalah dengan mengurangi nilai aktual dengan nilai peramalan kemudian di kuadratkan dan dijumlahkan keseluruhan hasilnya kemudian dibagi dengan banyaknya data seperti pada rumus:

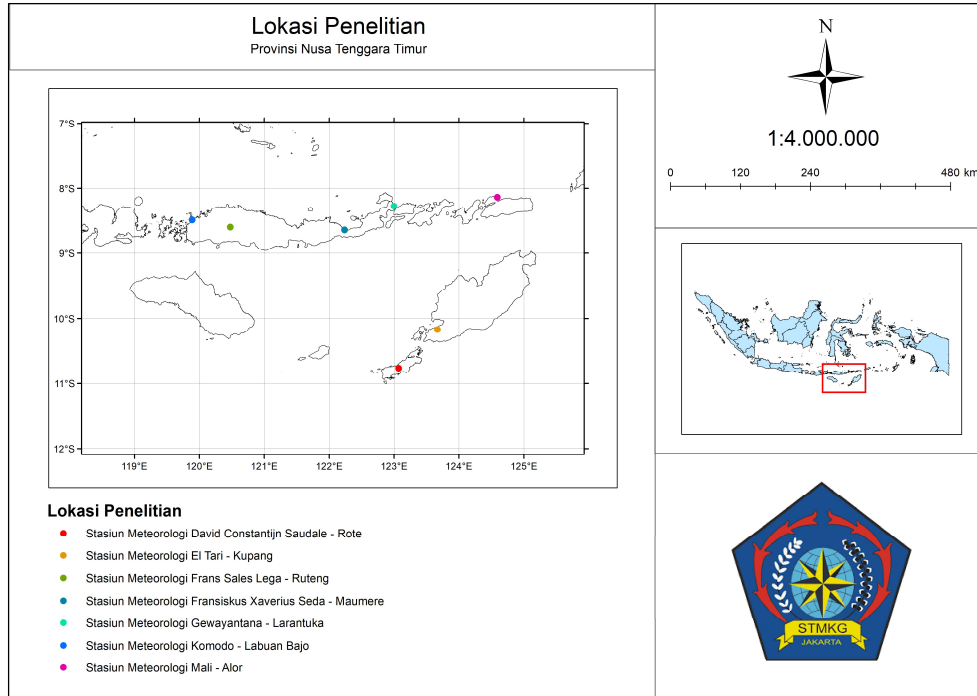
$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(P_i - Q_i)^2}{n}}$$

P_i = nilai arg ke-i
 Q_i = nilai observasi ke-i
 n = banyaknya data

HASIL PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian di provinsi Nusa Tenggara Timur dengan tujuh titik pengamatan Stasiun Meteorologi yang dapat dilihat pada Gambar 1.

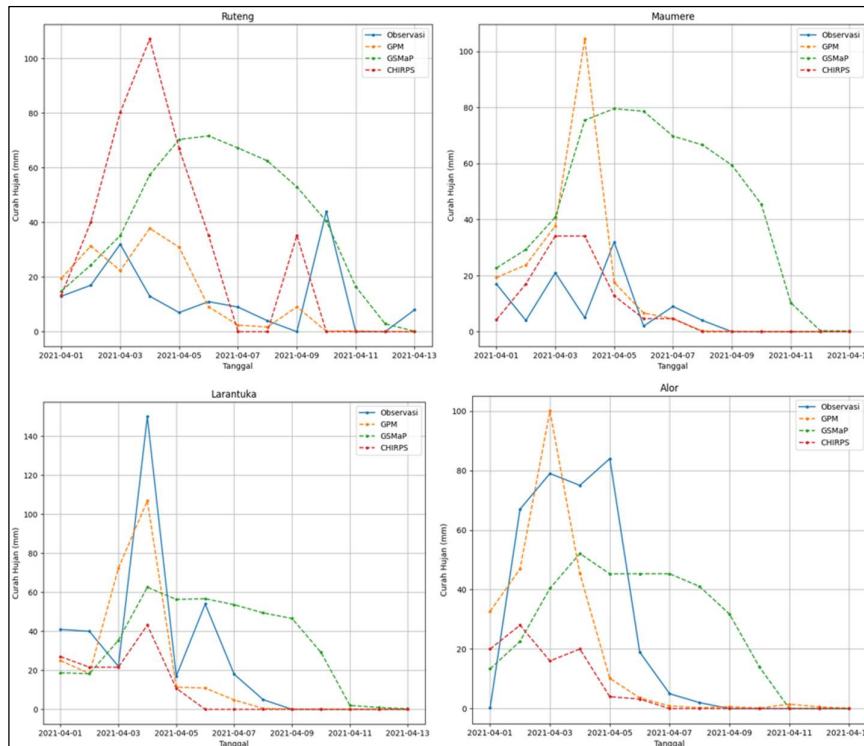


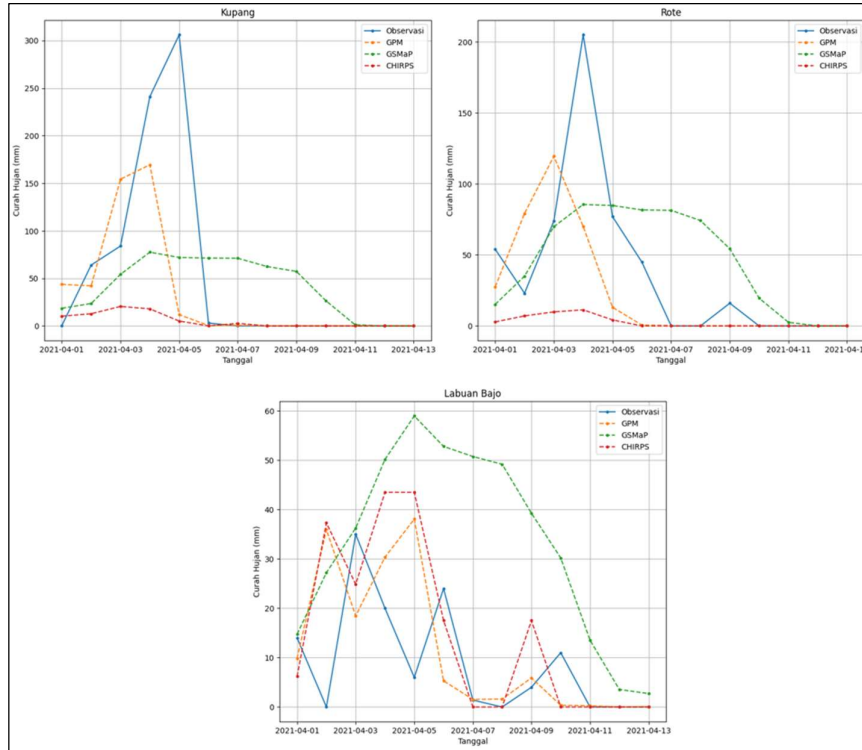
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Prediksi Curah Hujan GPM, GSMaP, dan CHIRPS dengan Data Observasi

Data produk prediksi curah hujan dari satelit GPM, GSMaP, dan CHIRPS dengan data observasi yang dikumpulkan berasal dari

wilayah Ruteng, Maumere, Larantuka, Alor, Kupang, Rote, dan Labuan Bajo. Berdasarkan wilayah-wilayah tersebut menghasilkan produk prediksi curah hujan yang diperlihatkan pada beberapa grafik pada Gambar 2.





Gambar 2. Grafik Perbandingan Produk Prediksi Curah Hujan dari Satelit GPM, GSMaP, dan CHIRPS dengan Data Observasi

Lokasi	Satelit	Tabel Kontingensi						Koefisien Korelasi	RMSE
		Akurasi	Bias	FAR	POD	POFD	HSS		
Ruteng	GPM	0,769230769	0,9	0,111111111	0,8	0,333333333	0,417910448	0,158870502	16,75595646
	GSMaP	0,692307692	1,2	0,25	0,9	1	0,130434783	0,029798323	38,93547555
	CHIRPS	0,615384615	0,7	0,142857143	0,6	0,333333333	0,192470273	0,192470273	38,48039247
Maumere	GPM	0,846153846	0,777777778	0	0,777777778	0	0,682926829	0,199816176	28,85309252
	GSMaP	0,846153846	1,222222222	0,181818182	1	0,5	0,580645161	0,332293259	45,97612432
	CHIRPS	0,846153846	0,777777778	0	0,777777778	0	0,682926829	0,424193474	11,65109041
Larantuka	GPM	0,923076923	0,875	0	0,875	0	0,843373494	0,828017846	23,52712241
	GSMaP	0,692307692	1,5	0,333333333	1	0,8	0,235294118	0,473699324	35,75452322
	CHIRPS	0,769230769	0,625	0	0,625	0	0,561797753	0,815116756	34,23341732
Alor	GPM	0,615384615	1,428571429	0,4	0,857142857	0,666666667	0,197530864	0,709959276	25,55194603
	GSMaP	0,769230769	1,428571429	0,3	1	0,5	0,518518519	0,552663317	28,69219165
	CHIRPS	0,769230769	0,857142857	0,166666667	0,714285714	0,166666667	0,541176471	0,626006818	34,61730613
Kupang	GPM	0,692307692	1	0,333333333	0,666666667	0,285714286	0,380952381	0,498944032	87,24778685
	GSMaP	0,615384615	1,833333333	0,454545455	1	0,714285714	0,269662921	0,529211853	88,56089539
	CHIRPS	0,692307692	1	0,333333333	0,666666667	0,285714286	0,380952381	0,496079364	106,3579446
Rote	GPM	0,923076923	0,857142857	0	0,857142857	0	0,847058824	0,568821098	48,39625713
	GSMaP	0,692307692	1,571428571	0,363636364	1	0,666666667	0,35	0,50718819	49,10066261
	CHIRPS	0,846153846	0,714285714	0	0,714285714	0	0,697674419	0,81521089	63,28960312
Labuan Bajo	GPM	0,846153846	1	0,111111111	0,888888889	0,25	0,638888889	0,427887036	15,65996284
	GSMaP	0,692307692	1,444444444	0,307692308	1	1	0	0,309445026	30,32440677
	CHIRPS	0,846153846	0,777777778	0	0,777777778	0	0,682926829	0,519431117	17,23285097

Gambar 3. Hasil Analisis Tabel Kontingensi

PEMBAHASAN

Pada pengamatan wilayah Ruteng, terlihat bahwa prediksi curah hujan untuk seluruh satelit cenderung *overforecast* terhadap data observasi di seluruh tanggal pengamatan. Meskipun diakhir-akhir tanggal pengamatan ada beberapa yang menunjukkan *underforecast*.

Pada wilayah Ruteng, seluruh satelit menunjukkan koefisien korelasi yang sangat lemah dengan nilai tertinggi terdapat pada satelit CHIRPS dengan nilai korelasi 0.192470273 dan satelit dengan jumlah *error* yang sangat kecil terdapat pada satelit GPM-IMERG.

Pada wilayah pengamatan Maumere, terlihat bahwa semua produk satelit masih menunjukkan prediksi yang bersifat *overforecast*. Namun, menjelang akhir tanggal pengamatan, prediksi seluruh satelit terbukti tepat dengan data observasi. Di antara seluruh satelit tersebut, satelit GSMaP yang lebih banyak menunjukkan *overforecast* pada hampir seluruh tanggal pengamatan. Pada wilayah Maumere, produk prediksi curah hujan satelit CHIRPS menunjukkan korelasi tertinggi, dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0.424193474, walaupun angka ini belum menunjukkan korelasi yang bersifat kuat. Selain itu, produk dari satelit CHIRPS ini juga memiliki nilai *error* terendah di antara semua satelit.

Pada wilayah pengamatan Larantuka, seluruh produk prediksi curah hujan yang dihasilkan oleh seluruh satelit cenderung *underforecast*. Namun, di akhir-akhir tanggal pengamatan, prediksi yang dihasilkan tepat sasaran atau sesuai dengan data observasi. Pada wilayah Larantuka, produk prediksi curah hujan yang dimiliki oleh satelit GPM dan CHIRPS menunjukkan angka korelasi tertinggi, yaitu sekitar 0,8. Produk prediksi curah hujan yang dimiliki oleh satelit GPM juga menunjukkan *error* terkecil di antara seluruh produk satelit dengan nilai RMSE sebesar 23.52712241.

Pada wilayah pengamatan Alor, terlihat bahwa hampir seluruh produk prediksi curah hujan yang dimiliki oleh satelit menunjukkan indikasi *underforecast*. Di akhir-akhir tanggal pengamatan, semua produk menunjukkan hasil yang tepat sasaran dengan data observasi, kecuali produk dari satelit GSMaP yang dominan menunjukkan *overforecast*. Pada wilayah Alor, produk prediksi dari satelit GPM-IMERG yang memiliki nilai korelasi tertinggi, yaitu sebesar 0,709959276, serta memiliki *error* yang kecil dengan nilai RMSE sebesar 25,55194603.

Pada wilayah pengamatan Kupang, mayoritas seluruh produk prediksi curah hujan yang dihasilkan oleh seluruh satelit cenderung *underforecast*. Namun, di akhir-akhir tanggal pengamatan, prediksi yang dihasilkan tepat sasaran atau sesuai dengan data observasi kecuali produk dari satelit GSMaP yang cenderung *overforecast* di saat curah hujan observasi di kota Kupang mulai menurun. Pada wilayah Kupang, nilai korelasi seluruh satelit rata rata berada di sekitar 0,5 dengan nilai

korelasi tertinggi terdapat pada satelit GSMaP dengan nilai r sebesar 0,529211853. Seluruh produk juga menunjukkan *error* yang cukup besar dengan nilai RMSE berkisar 87 – 107.

Pada wilayah pengamatan Rote, dapat dilihat bahwa seluruh produk prediksi hujan menunjukkan indikasi *underforecast*. Namun, di akhir-akhir tanggal pengamatan, prediksi yang dihasilkan cenderung tepat sasaran dengan data observasi kecuali produk dari satelit GSMaP yang banyak menunjukkan indikasi *overforecast*. Pada wilayah Rote, nilai korelasi tertinggi terdapat pada satelit CHIRPS, yaitu sebesar 0,81521089. Sedangkan, produk dengan nilai *error* terkecil dimiliki oleh satelit GPM-IMERG dengan nilai RMSE 48,39625713.

Pada wilayah pengamatan Labuan Bajo, dapat dilihat bahwa produk prediksi curah hujan dari satelit GSMaP menunjukkan indikasi *overforecast* dan dua produk satelit lainnya juga menunjukkan adanya indikasi prediksi yang bersifat kontradiktif dengan data satelit. Pada wilayah Labuan Bajo, produk prediksi dari satelit CHIRPS mendapatkan nilai korelasi tertinggi, yaitu 0,519431117, serta produk dari satelit GPM mendapatkan *error* terkecil dengan nilai RMSE sebesar 15,65996284

Terlihat semua produk satelit memiliki tingkat akurasi yang baik dalam memprediksi curah hujan di lokasi penelitian. Akurasi yang baik memiliki nilai yang mendekati 1. Adapun korelasi antara data dari satelit dan curah hujan menunjukkan nilai-nilai yang sangat beragam, korelasi terendah terlihat di wilayah Ruteng yang menunjukkan nilai korelasi yang sangat lemah. Kemudian, korelasi tertinggi terdapat di daerah Larantuka yang dimana angkanya mencapai 0,8. Adapun nilai HSS yang dihitung untuk mengetahui nilai kekuatan relasi berdasarkan analisis nilai tabel kontingensi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, dapat dilihat bahwa terdapat keberagaman berbagai penilaian baik RMSE, korelasi, maupun analisis tabel kontingensi. Dari segi korelasi menunjukkan bahwa korelasi terendah terdapat di daerah Ruteng berdasarkan data dari satelit GSMaP dan korelasi tertinggi terdapat pada daerah Larantuka berdasarkan data dari satelit GSMaP. Adapun, data satelit yang memiliki nilai *error* terkecil yaitu dari data satelit CHIRPS di daerah Maumere. Kecenderungan

grafik yang dihasilkan dari wilayah pengamatan Ruteng dan Labuan Bajo cenderung memperlihatkan banyaknya *overforecast* khususnya di wilayah Ruteng, Maumere, Larantuka, dan Labuan Bajo. Serta *overforecast* di sisa daerah tersebut.

SARAN

Hasil analisis dari penelitian kami ini terdapat berbagai kekurangan. Salah satunya yaitu tidak tercakupnya data observasi untuk wilayah di pulau Sumba karena tidak tersedianya data pada wilayah tersebut. Serta pemilihan jenis produk satelit yang sekiranya perlu diperhatikan baik dari rentang data yang dihasilkan agar dapat menghasilkan nilai kesalahan yang kecil. Penelitian selanjutnya dapat memperhatikan beberapa kekurangan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Asferizal, F. 2022. Analisis Perbandingan Keandalan Data Hujan GSMaP, TRMM, GPM dan PERSIANN Terhadap Data Observasi Dalam Rentang Waktu Penelitian 2020-2021. *Journal of Infrastructure Planning and Design*, 2(1), 33–41.
- Azka, M. A., Sugianto, P. A., Silitonga, A. K., & Nugraheni, I. R. 2018. Uji Akurasi Produk Estimasi Curah Hujan Satelit GPM IMERG di Surabaya, Indonesia. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 19(2), 83–88.
- Azka, M., Dzikiro, T., Wardani, U., & Fadlan, A. 2018. Uji Akurasi Data Model Estimasi Curah Hujan Satelit TRMM, GSMAP, Dan GPM Selama Periode Siklon Tropis Cempaka dan Dahlia Di Wilayah Jawa. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh Ke-5*, 983–991.
- Estiningtyas, W., Ramadhani, F., & Aldrian, E. 2007. Analisis Korelasi Curah Hujan Dan Suhu Permukaan Laut Wilayah Indonesia, Serta Implikasinya Untuk Prakiraan Curah Hujan (Studi Kasus Kabupaten Cilacap). *Agromet*, 21(2), 46–60.
- Faisol, A., Indarto, I., Novita, E., & Budiyo, B. 2020. Komparasi Antara Climate Hazards Group Infrared Precipitation With Stations (CHIRPS) dan Global Precipitation Measurement (GPM) Dalam Membangkitkan Informasi Curah Hujan Harian di Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 24(2), 148–156.
- Katiyar, S., Singh, S. P., Mishra, K., Kumar, N., Devi, S., Pattanaik, D. R., Sathi, D., R.K, J., & S. C, B. 2020. Forecast Demonstration Project (FDP) for Improving Heat Wave Warning over India. In *National Weather Forecasting Center, New Delhi*. India Meteorological Departement.
- Natadiredja, S., Sukarasa, I. K., & Sutapa, G. N. 2018. Validasi Curah Hujan Harian Berdasarkan Data Global Satellite Mapping and Precipitation (GSMAP) di Wilayah Bali dan Nusa Tenggara. *Buletin Fisika*, 19, 12–15.
- Nugraha, J. 2014. *Pengantar Analisis Data Kategorik: Metode dan Aplikasi Menggunakan Program R*. Yogyakarta: Deepublish.
- Pratama, A., Agiel, H. M., & Oktaviana, A. A. 2022. Evaluasi Satellite Precipitation Product (GSMaP, CHIRPS, dan IMERG) di Kabupaten Lampung Selatan. *Journal of Science and Applicative Technology*, 6(1), 32–40.
<https://doi.org/https://doi.org/10.35472/jsat.v6i1.702>
- Suryantoro, A., & Siswanto, B. 2010. Analisis Korelasi Suhu Udara Permukaan Dan Curah Hujan Di Jakarta Dan Pontianak Dengan Anomali Suhu Muka Laut Samudera India Dan Pasifik Tropis Dalam Kerangkaosilasi Dua Tahunan Troposfer (TBO). *Jurnal Sains Dirgantara*, 6(1).