

Sebaran Korelasi dan Varians Data Hujan Stasiun Maritim Jakarta Dan TRMM Di Pulau Kecil

Siti Muawanah Robial^{*1}, Hartono², Haadi Kusumah³

1, Universitas Muhammadiyah Sukabumi, Indonesia

2, Universitas Muhammadiyah Sukabumi, Indonesia

3, Universitas Muhammadiyah Sukabumi, Indonesia

Informasi Artikel

Kata Kunci:

Korelasi, varians, curah hujan, TRMM

* Penulis Korespondensi.

Siti Muawanah Robial

Alamat E-mail:

smuawanahrobial@ummi.ac.id

Abstrak

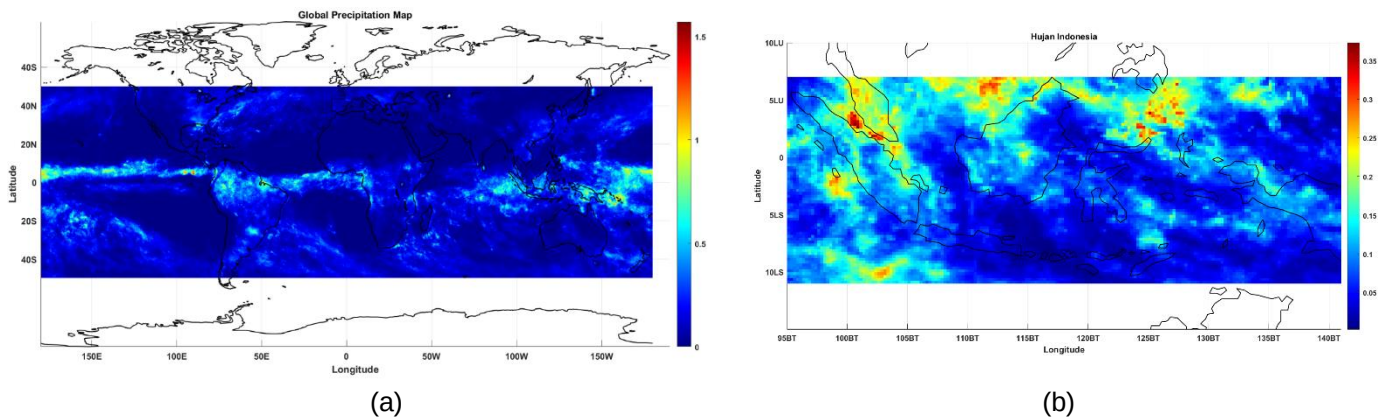
Kepulauan seribu merupakan kepulauan berada di bagian utara provinsi DKI Jakarta. Terdapat ribuan pulau-pulau kecil yang tersebar baik berpenghuni maupun yang tidak berpenghuni. Sebaran curah hujan di pulau kecil juga bervariasi karena persentase daratan lebih kecil dibanding lautan. Namun ketersediaan stasiun hujan di pulau-pulau kecil masih terpusat di Jakarta. Maka perlu adanya validasi data Penelitian ini memiliki tujuan menentukan korelasi antara data hujan stasiun dan data Tropical Rainfall Measuring Missions (TRMM). Selain itu penelitian ini dilakukan untuk melihat perbedaan variasi diantara kedua data tersebut. Data curah hujan diperoleh dari stasiun hujan Maritim Tanjung Priuk dalam Satuan mm, sedangkan data TRMM dipelopori oleh NASA (National Aeronautics and Space Administration) dan JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency). Data TRMM diekstrak menggunakan Matlab untuk mendapatkan nilai curah hujan dalam Satuan mm. Metode yang digunakan adalah analisis korelasi statistik dan uji variasi beda data tidak berpasangan. Data yang digunakan keduanya merupakan data hujan bulanan selama 2 tahun dengan data TRMM 3B43 V7. Hasil yang diperoleh adalah nilai korelasi antara kedua data stasiun dan TRMM sebesar 0,742 yang artinya memiliki korelasi cukup kuat. Sedangkan hasil beda variasi antara dua versi data tersebut memiliki nilai interval konfidensi 95% antara -87,862 sampai dengan 118,787. Secara umum hasil ini menunjukkan bahwa kedua data tersebut berkorelasi tinggi dan memiliki variasi data yang tidak jauh berbeda.

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan jumlah lebih dari 75.000 pulau yang tersebar dari Sabang sampai Merauke. Sebagian besar merupakan pulau-pulau kecil yang berpenghuni maupun tidak berpenghuni. Berdasarkan letak geografisnya Indonesia memiliki 2 musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Kondisi cuaca sangat dipengaruhi oleh siklus iklim yang berubah-ubah setiap tahunnya. Dalam hal ini informasi dasar yang dapat dijadikan acuan dalam meramalkan kondisi cuaca adalah data curah hujan baik harian maupun bulanan. Data curah hujan dapat dilihat pada stasiun-stasiun curah hujan yang tersebar di setiap daerah atau kecamatan. Namun stasiun curah hujan tersebut belum seluruhnya merata di setiap daerah dengan cakupan luasan yang tersedia. Perlu dilakukan analisis sampling data curah hujan di pulau-pulau kecil dengan menggunakan data curah hujan berdasarkan stasiun curah hujan terdekat dan data satelit *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) 3B43 untuk mendapatkan sebaran curah.

Data TRMM ini merupakan data global bulanan yang memiliki resolusi spasial $0,25^{\circ} \times 0,25^{\circ}$ dan resolusi temporal bulanan. Data TRMM ini dipelopori dan disponsori oleh NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) dan JAXA (*Japan Aerospace Exploration Agency*). Data ini tersedia secara online mulai dari tahun 1998 hingga 2019. Dalam penelitian ini akan diambil sampel data TRMM selama 10 tahun terakhir mulai dari tahun 2010 hingga tahun 2019.

Dalam penggunaannya data ini perlu diekstraksi dan dipotong terlebih dahulu dari global menjadi titik domain data sesuai dengan studi kasus yaitu hanya diambil titik data pulau Tidung dan sekitar pulau tersebut untuk memperoleh jumlah *pixel* sebanyak titik data sesuai domain wilayah pulau yaitu $5,10^{\circ} - 7,10^{\circ} LS$ dan $105,20^{\circ} - 107,40^{\circ} BT$.



Gambar 1. (a) sebaran curah hujan global, (b) sebaran curah hujan Indonesia

Gambar 1 di atas menunjukkan sebaran curah hujan global dan curah hujan Indonesia dari 1 sampel data TRMM dalam Satuan bulanan dengan resolusi spasial $0,25^0 \times 0,25^0$ dan resolusi temporal dalam 1 bulan.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini diuraikan berdasarkan pengambilan data curah hujan baik yang diperoleh dari stasiun curah hujan maupun data TRMM. Data curah hujan yang berasal dari stasiun terdekat dengan salah satu pulau kecil yaitu pulau Tidung merupakan data curah hujan maksimum dari stasiun terdekat Jakarta barat diperoleh dari BPS stasiun Maritim Tanjung Priuk. Pengambilan Lokasi data ini karena menjadi Lokasi terdekat dengan kepulauan seribu.



Gambar 2. Letak Geografis Pulau tidung

(Sumber: earth.google.com)

Adapun data yang diperoleh berdasarkan stasiun terdekat untuk pulau-pulau kecil yaitu Jakarta Barat melalui BPS staisun Maritim tanjung priuk. Data yang tersedia yaitu dalam 5 tahun terakhir. Namun dalam penelitian ini digunakan data curah hujan untuk sampe data 2 tahun yaitu tahun 2018 dan 2019 sebagai sampel untuk dilihat korelasi dan variasinya dengan ketersediaan data TRMM yang tersedia sampai tahun 2019.

Tabel 1. Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Stasiun Jakarta Barat (mm)

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2018	187	494	287	190	35	35	0	46	30	68	192	37
2019	366	217	332	133	25	5	0	0	0	1	80	509
2020	607	785	211	142	53	63	100	78	132	98	115	237

2021	332	467	190	89	250	131	47	66	83	247	52	163
2022	268	496	247	77	118	91	12	0	3	8888	204	7

Adapun data TRMM diperoleh dari website www.erathdata.nasa.gov yang tersedia mulai dari tahun 1998 sampai dengan 2019. Data TRMM ini diambil dengan versi 3B43 V7 yang merupakan data curah hujan bulanan, untuk penelitian ini diambil sampel hanya 24 bulan data atau 2 tahun yaitu 2018 dan 2019. Sebagaimana halnya data TRMM, data curah hujan dari stasiun juga diambil dengan jenis tahun yang sama.

Data curah hujan yang berasal dari stasiun Maritim Tanjung Priuk sudah dalam bentuk Satuan mm, sedangkan data TRMM perlu diekstraksi terlebih dahulu menggunakan bantuan software Matlab untuk mengambil angka Satuan data curah hujan sehingga bentuk data menjadi sama yaitu dalam Satuan mm. Ekstraksi data ini diperlukan untuk menentukan keseragaman data untuk selanjutnya dapat dianalisis korelasi dan variasinya. Hasil ekstraksi data TRMM diperoleh suatu grid nilai yang menunjukkan besaran curah hujan dengan skala *time series* bulanan. Grid tersebut diperoleh dalam ukuran 81×24 grid tersebut menunjukkan titik Lokasi $5,10^0 - 7,10^0$ LS dan $105,20^0 - 107,40^0$ BT sehingga terbentuk 81 titik grid, sedangkan 24 menunjukkan jumlah bulan dalam kurun waktu 2 tahun.

Setelah data TRMM diperoleh dan disesuaikan dengan ukuran yang sama yaitu mm sebagaimana data curah hujan yang diperoleh dari stasiun Jakarta barat, maka proses selanjutnya adalah menghitung nilai korelasi antara kedua data tersebut menggunakan analisis statistik yaitu koefisien korelasi dan perbedaan variasi antara kedua data tersebut. Diketahui terdapat rumus yang digunakan untuk menghitung koefisien korelasi diantaranya sebagai berikut.

$$r_{xy} = \frac{N \cdot \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{\sqrt{\{N \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2\} \cdot \{N \cdot \sum y^2 - (\sum y)^2\}}} \quad (1)$$

Keterangan:

r_{xy} = Koefisien korelasi

x = nilai variabel pertama

y = nilai variabel kedua

N = banyaknya sampel

Pada perhitungan beda variasi dilakukan untuk melihat persentase perbedaan variasi yang dimiliki dari kedua data tersebut. Uji statistik ini digunakan dengan rumus uji beda mean dengan jumlah banyak data sama. Persamaan yang digunakan untuk uji beda mean sebagai berikut.

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{S_{x_1 - x_2}} = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{S^2}{N_1} + \frac{S^2}{N_2}}} \quad (2)$$

$$S^2 = \frac{\sum x_1^2 - \frac{(\sum x_1)^2}{N_1} + \sum x_2^2 - \frac{(\sum x_2)^2}{N_2}}{N_1 + N_2 - 2} \quad (3)$$

Keterangan:

t = Nilai t

$\bar{x}_1$ = nilai rata – rata variabel pertama

$\bar{x}_2$ = nilai rata – rata variabel kedua

x_1 = data pertama

x_2 = data kedua

$S_{x_1 - x_2}$ = Standar error

S^2 = Estimasi perbedaan kelompok

N_1 = banyaknya sampel pengukuran variabel pertama

N_2 = banyaknya sampel pengukuran variabel kedua

Persamaan-persamaan tersebut merupakan dasar perhitungan yang digunakan untuk kedua analisis tersebut. Pada prosesnya perhitungan tersebut menggunakan bantuan software SPSS baik untuk menentukan korelasi maupun dalam menentukan analisis variasi.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada tahap awal adalah melihat korelasi data antara data curah hujan stasiun dengan data curah hujan TRMM dalam kurun waktu 2 tahun yaitu mulai Janurai 2018 sampai dengan Desember 2019. Berikut korelasi data antar kedua data curah hujan tersebut.

Tabel 2. Korelasi Data Curah Hujan Stasiun Maritim dan Satelit TRMM 3B42 V7.

Tahun	Bulan	Stasiun Maritim (mm)	Satelit TRMM (mm)
2018	Jan	187	106
	Feb	494	145
	Mar	287	268
	Apr	190	96
	Mei	35	220
	Jun	35	207
	Jul	0	153
	Ags	46	312
	Sep	30	115
	Okt	68	186
	Nov	192	132
	Des	37	37
2019	Jan	366	131
	Feb	217	84
	Mar	332	323
	Apr	133	258
	Mei	25	68
	Jun	5	223
	Jul	0	304
	Ags	0	171
	Sep	0	237
	Okt	1	75
	Nov	80	69
	Des	509	161

Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa nilai antara data stasiun dengan data satelit TRMM sangatlah bervariasi bahkan terdapat 1 bulan yang sama persis besarnya. Selanjutnya berdasarkan perhitungan melalui software SPSS dapat dilihat hasil secara deskriptif yang ditunjukkan pada Tabel 3. Dalam tabel tersebut ditunjukkan nilai rata-rata sebesar 136,21 untuk data hujan yang berasal dari stasiun Jakarta dengan standar deviasi sebesar 158,199. Sedangkan untuk data satelit TRMM diperoleh nilai rata-rata sebesar 120,75 dengan standar deviasi sebesar 148,810. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah data satelit lebih kecil dari data stasiun dalam kurun waktu 2 tahun. Hal ini tidak menjadi asumsi bahwa nilai besaran data TRMM selalu lebih kecil dari data stasiun hujan karena data TRMM akan mengambil cakupan resolusi spasial $0,25^0 \times 0,25^0$.

Tabel 3. Descriptive Statistics untuk Koefisien Korelasi

	Mean	Std. Deviation	N
Data curah hujan Stasiun	136.21	158.199	24
Data satelit TRMM	120.75	148.810	24

Tabel berikutnya ditunjukkan nilai korelasi untuk data hujan dari stasiun Maritim dan data hujan satelit TRMM, melalui analisis ini dapat diketahui bahwa apakah nilai korelasinya tinggi atau rendah. Tabel korelasi tersebut meliputi beberapa nilai yang dapat menjelaskan lebih detail terkait analisis statistik.

Tabel 4. Hasil Koefisien Korelasi

		Stasiun Hujan Jakarta	TRMM
Stasiun Hujan Jakarta	Pearson Correlation	1	.742**
	Sig. (2-tailed)		.000
	Sum of Squares and Cross-products	575621.958	401740.503
	Covariance	25027.042	17466.978
	N	24	24
TRMM	Pearson Correlation	.742**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	Sum of Squares and Cross-products	401740.503	509321.417
	Covariance	17466.978	22144.409
	N	24	24

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Berdasarkan tabel tersebut dapat dilihat bahwa nilai korelasi pada *Pearson Correlation* merupakan nilai korelasi yaitu sebesar 0,742. Nilai korelasi berada pada rentang 0 – 1 dengan nilai 0 tidak memiliki hubungan atau keterkaitan, sementara nilai 1 memiliki keterkaitan yang sudah pasti sangat tinggi. Nilai 0,742 berada pada kisaran > 0,5 sehingga dapat dikatakan bahwa nilai korelasi ini memberikan arti bahwa data curah hujan stasiun dengan data TRMM di sekitar pulau Tidung atau pulau-pulau kecil sangat berkaitan. Artinya data satelit TRMM dapat digunakan sebagai acuan selain data stasiun atau dapat dijadikan sebagai pelengkap data ketika cakupan data curah hujan stasiun masih terbatas di beberapa Lokasi. Nilai lainnya menunjukkan nilai pengambilan Keputusan hipotesis statistik yang memiliki 2 pernyataan saling berlawanan yaitu apakah memiliki keterkaitan atau tidak memiliki keterkaitan antara dua data tersebut. Melalui tingkat kepercayaan yang diambil sebesar 95% maka pengambilan Keputusan berdasarkan hasil tersebut adalah data curah hujan stasiun dengan data satelit memiliki keterkaitan yang cukup tinggi.

Berikutnya diperlihatkan tabel deskriptif berdasarkan hasil uji beda mean untuk data tidak berpasangan dari data curah hujan stasiun dengan curah hujan satelit.

Tabel 5. Descriptive Statistics untuk uji beda mean

Jenis Data		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Curah Hujan	Stasiun Hujan	24	136.21	158.199	38.763
	TRMM	24	120.75	148.810	31.299

Pada tabel di atas memperlihatkan nilai statistik deskriptif dengan hasil uji mean dan standar deviasi yang sama seperti pada deskriptif koefisien korelasi, namun pada nilai deskriptif ini terdapat nilai standar error mean yang menunjukkan bahwa kesalahan baku atau estimasi seberapa besar nilai statistik uji dari satu sampel ke sampel lainnya. Diperlihatkan bahwa pada data curah hujan stasiun diperoleh standar error mean sebesar 38,763 sedangkan pada data satelit TRMM sebesar 31,299. Sebagaimana pada nilai mean atau rata-rata dan standar deviasi bahwa data satelit

TRMM memiliki nilai standar error mean lebih kecil dari data stasiun. Berdasarkan hasil ini selanjutnya diperlihatkan hasil data uji bedan mean untuk melihat apakah terdapat perbedaan yang sangat jauh antara kedua data tersebut.

Tabel 6. Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Curah Hujan	Equal variances assumed	1.977	.174	.310	22	.759	15.462	49.822	-87.862	118.787
	Equal variances not assumed			.310	21.065	.759	15.462	49.822	-88.129	119.053

Pada tabel berikut diperlihatkan pada kolom *Levene's Test for Equality of Variances* adalah sebesar 0,174, nilai ini dibandingkan dengan nilai 0,05 yang merupakan indikator tingkat kepercayaan 95% pada perhitungan ini. Jika dilihat nilai $0,174 > 0,05$ maka berdasarkan asumsi statistik pada uji hipotesis menunjukkan bahwa varians data antara data hujan stasiun dengan data hujan satelit bersifat homogen artinya sama. Selanjutnya pada bagian *Equal variances assumed* dapat dilihat pada nilai *sig. (2-tailed)* diperoleh nilai sebesar 0,759. Nilai ini pun dibandingkan dengan 0,05 seperti sebelumnya maka $0,759 > 0,05$, maka berdasarkan nilai ini bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua rata-rata data tersebut artinya kedua data curah hujan dapat digunakan untuk keperluan pengujian atau analisis lanjutan dari khususnya dalam meramalkan kondisi cuaca pada bidang meteorologi, iklim dan lainnya atau menentukan acuan debit banjir rencana yang biasa digunakan dalam bidang hidrologi. Terakhir adalah kolom *mean different* yaitu sebesar 15,462 merupakan selisih rata-rata antara data hujan stasiun dengan data hujan satelit ($136,21 - 120,75 = 15,46$). Selisih perbedaan untuk kedua data tersebut dilihat pada kolom *Confidence Interval* yaitu pada rentang $-87,862$ sampai dengan $118,787$. Nilai interval ini merupakan rentang antara dua nilai yang menunjukkan bahwa nilai suatu sampel mean tepat berada di Tengah-tengah interval tersebut.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang sudah diuraikan di atas dapat diberikan beberapa Kesimpulan dari penelitian ini. Data stasiun curah hujan maksimum maupun data hujan harian merupakan acuan yang paling sering digunakan untuk keperluan analisis data hidrologi oleh Masyarakat umum termasuk hidrologist, sedangkan data TRMM banyak digunakan oleh ahli meteorologi untuk kepentingan peramalan cuaca maupun iklim. Namun kedua data tersebut dapat digunakan secara beriringan untuk dapat saling melengkapi, karena belum matanya cakupan data hujan stasiun di setiap daerah. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

- kedua data hujan ini memiliki korelasi yang cukup kuat artinya data TRMM juga dapat dijadikan acuan untuk keperluan penelitian hidrologi lainnya, dengan nilai korelasi cukup tinggi yaitu sebesar 0,742.
- Pada uji beda mean untuk data hujan stasiun dan hujan satelit memiliki varians yang bersifat homogen dengan nilai t yang diperoleh dari tabel t statistic yaitu sebesar 0,310. Nilai ini berbeda dengan nilai korelasi yang memiliki makna hubungan atau keterkaitan, namun nilai ini dijadikan sebagai acuan hipotesis yang memberikan Kesimpulan bahwa kedua data ini tidak banyak perbedaan yang signifikan.
- Rentang selisih data berada pada $-87,862$ sampai dengan $118,787$ dengan selisih rata-rata dari kedua data tersebut sebesar 15,462.

Dengan demikian bahwa sebaran data hujan yang berasal dari stasiun Maritim Jakarta Barat maupun sebaran data hujan dari satelit yaitu TRMM memiliki korelasi yang cukup tinggi dan memiliki varians yang homogen.

Referensi

- [1] Akbar, dkk, "Prediksi Curah Hujan Bulanan Stasiun Bmkg Di Provinsi Bengkulu Menggunakan Teknik Downscaling Statistik," *J. Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika*, vol. 1, no. 1, p. 1, 2004, doi: <http://digilib.unila.ac.id/id/eprint/61483>
- [2] BBWSMS, 2020, Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung. Dinas PU Profinsi Lampung.
- [3] Chokngamwong R, Chiu L, S. "Thailand Daily Rainfall and Comparison with TRMM Products," *J. of Hydrometeorology*, vol. 9, no. 2, p. 256, 2008, doi: <https://doi.org/10.1175/2007JHM876.1>
- [4] Fanni, A., dkk, "Modifikasi Estimasi Curah Hujan Satelit TRMM Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Propagasi Balik Studi Kasus Stasiun Klimatologi Siantan," *J. POSITRON*, vol. 4, no. 2, p. 40, 2014, doi: <https://doi.org/10.26418/positron.v4i2.7581>
- [5] Gunawan D, "PPerbandingan Curah Hujan Bulanan Dari Data Pengamatan Permukaan, Satelit TRMM dan Model Permukaan NOAA," *J. Meteorologi dan Geofisika*, vol. 9, no. 1, p. 1, 2018, doi: <https://doi.org/10.31172/jmg.v9i1.17>
- [6] Hadi, A.I. and Herliana, "Analisis Karakteristik Intensitas Curah Hujan Di Kota Bengkulu," *J. Fisika FLUX*, vol. 7, no. 2, p. 119, 2006, doi: <https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/f/article/viewFile/3086/2638>
- [7] Harto, S. 1993. Analisis Hidrologi. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama
- [8] Ismail R. M, kastamto, Lestari F, Pramita G, Bertarina, "Korelasi Data Curah Hujan Satelit TRMM dan Data Hujan Ground BMKG di Provinsi Bengkulu," *J. Sendi*, vol. 4, no. 2, p. 67, 2006, doi: <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/tekniksipil>
- [9] Li, A., and Hegde, M. (2021), Earth data Giovanni, NASA Official (Available at <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/Giovanni>).
- [10] Manggiani V, Meyers P. C, Robinson M. D., "A Review of Merged High-Resolution Satellite Precipitation Product Accuracy during the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) Era," *American Meteorological Society*, vol. 17, no. 2, p. 1101, 2015, doi: <https://doi.org/10.1175/JHM-D-15-0190.1>
- [11] Maulidani S, Ihsan N, Sulistiawaty, "Analisis Pola dan Intensitas Curah Hujan Berdasarkan Data Observasi dan Satelit Tropical Rainfall Measuring Missions (TRMM) 3B42 V7 di Makassar," *J. Sains dan Pendidikan Fisika*, vol. 1, no. 1, p. 98, 2015, doi: <https://doi.org/10.35580/jspf.v1i1.1472>
- [12] Marpaung S, Satiadi D, Harjana T. "Analisis Kejadian Curah Hujan Ekstrem di Pulau Sumatera Berbasis Data Satelit TRMM dan Observasi Permukaan," *J. Sains Dirgantara*, vol. 9, no. 2, p. 127, 2012, doi: <https://core.ac.uk/download/pdf/298985048.pdf>
- [13] Manggiani V, Meyers P. C, Robinson M. D., "A Review of Merged High-Resolution Satellite Precipitation Product Accuracy during the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) Era," *American Meteorological Society*, vol. 17, no. 2, p. 1101, 2015, doi: <https://doi.org/10.1175/JHM-D-15-0190.1>
- [14] Pombo S, Oliveira R. P, "Evaluation of extreme precipitation estimates from TRMM in Angola," *J. of Hydrology*, vol. 523, no. 2, p. 663, 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.02.014>
- [15] Syaifullah M, "Validasi Data TRMM Terhadap Data Curah Hujan Aktual di Tiga DAS di Indonesia," *J. Meteorologi dan Geofisika*, vol. 15, no. 2, p. 109, 2014, doi: <https://doi.org/10.31172/jmg.v15i2.180>
- [16] Todini E, "A Bayesian technique for conditioning radar precipitation estimates to rain-gauge measurements," *J. Hydrology and Earth System Sciences*, vol. 5, no. 2, p. 187, 2021, doi: <https://doi.org/10.5194/hess-5-187-2001>
- [17] Welkis D. F, Harisuseno Divergensi, Wahyuni S. Pemodelan Debit dengan Data Curah Hujan dari Rain Gauges dan Data TRMM pada DAS Temef di Pulau Timor - NTT," *J. Teknik Sumber Daya Air*, vol. 2, no. 1, p. 35, 2022, doi: <https://doi.org/10.56860/jtsda.v2i1.30>
- [18] Wong, W. F. J., Chiu, L. S, "Spatial and Temporal Analysis of Rain Gauge Data and TRMM Rainfall Retrievals in Hong Kong," *J. Geographic Information Sciences*, vol. 14, no. 2, p. 105, 2008, doi: <https://doi.org/10.1080/10824000809480645>
- [19] Zakaria A, Fahlefi R, Purnomo S. E. Pemodelan Data Hujan Ground Berdasarkan Daa Hujan TRMM (NASA) - NTT," *J. Teknik Sipil*, vol. 12, no. 1, p. 1, 2023, doi: <https://sipil.ejournal.web.id/index.php/jts/article/view/522>
- [20] Zakaria, A. (2003). Numerical modelling of wave propagation using higher order finite-difference formulas. Thesis (Ph.D.), Curtin University of Technology, Perth, W.A., Australia.
- [21] Zakaria, A, "Pemodelan Periodik Dan Stokastik Curah Hujan Harian Dari Wilayah Pringsewu," *J. Rekayasa*, vol. 19, no. 1, p. 153, 2015, doi: <http://ft-sipil.unila.ac.id/ejournals/index.php/jrekayasa>