

PENENTUAN METODE ANALISIS DATA CURAH HUJAN YANG HILANG DI SUB - DAS MELAWI

Syarif Muhammad Ferdiansyah¹, Stefanus B. Soeryamassoeka², Eko Yulianto³

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura Pontianak

Email: syarifferdyansyah@student.untan.ac.id

^{2,3}Program Studi Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura

Email: s_barlian@civil.untan.ac.id, ekoyulianto@civil.untan.ac.id

Masuk: 07-02-2024, revisi: 05-04-2024, diterima untuk diterbitkan: 30-04-2024

ABSTRAK

Memperoleh data akurat mengenai intensitas curah hujan dalam ruang dan waktu sangat penting untuk analisis hidrologi. Data ini diperlukan untuk berbagai tujuan, seperti perencanaan struktur air, perlindungan tanah, dan pengaturan limpasan permukaan. Kendala yang dialami pada Sub – DAS Melawi ialah minimnya ketersediaan stasiun observasi curah hujan yang mengakibatkan minimnya data hujan dan hilangnya data pada stasiun dan periode tertentu. Hasil penelitian ini merupakan analisis dari 8 (delapan) stasiun observasi curah hujan di Sub – DAS Melawi, yaitu STG-01 Sintang, STG-16 Kota Baru, STG-03 Nanga Pinoh, Stasiun BMKG Nanga Pinoh, Stasiun BMKG Susilo, STG-12 Batu Buil, STG-02 Nanga Sepauk, STG-08 Serawai. Alternatif yang dapat digunakan adalah dengan melakukan pengisian data curah hujan yang hilang dengan menggunakan 5 (lima) metode, yaitu: metode perbandingan normal (*normal ratio*), metode *reciprocal*, metode bilangan acak, dan metode analisis stokastik rantai Markov serta alternatif lainnya yaitu menguji metode pengisian dengan menggunakan persamaan koreksi data curah hujan satelit *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) yang telah divalidasi, yaitu: $Y = 0,373 X + 20,182$ dengan Y adalah data sintetis dan X adalah data historik. Selanjutnya dari masing-masing metode, dilakukan pengujian *error* untuk mendapatkan persentase kesalahan dari hasil data sintetis yang didapat. Hasil menunjukkan dari kelima metode di atas, rerata *error* metode persamaan koreksi $Y = 0,373 X + 20,182$ adalah 31,96%, yang merupakan nilai persentase terkecil dibandingkan metode analisis stokastik rantai Markov 57,86%; metode *Normal Ratio* 62,87%; metode Bilangan Acak 74,40%; metode *Reciprocal* 83,77%.

Kata kunci : Curah Hujan; Metode Pengisian; Persamaan Koreksi; Persentase *Error*

ABSTRACT

In hydrological analysis, rainfall intensity data has a very important role and accurate rainfall intensity data input is needed both temporally and spatially. The constraints experienced in Melawi Sub-watershed is the lack of availability of rainfall observation stations which resulted in the lack of rainfall data and loss of data at certain stations and periods. The results of this study are an analysis of 8 (eight) rainfall observation stations in Melawi Sub-watershed, namely STG-01 Sintang, STG-16 Kota Baru, STG-03 Nanga Pinoh, Stasiun BMKG Nanga Pinoh, Stasiun BMKG Susilo, STG-12 Batu Buil, STG-02 Nanga Sepauk, STG-08 Serawai. An alternative that can be used is to fill in missing rainfall data using 5 (five) methods, namely: normal ratio method, reciprocal method, random number method, and Markov chain stochastic analysis method and another alternative is to test the filling method using the rainfall data correction equation from the validated Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) satellite, namely: $Y = 0.373X + 20.182$ where Y is synthetic data and X is historical data. Furthermore, from each method, error testing is carried out to get the percentage error of the synthetic data results obtained. The results show that of the five methods above, the average error of the correction equation method $Y = 0.373X + 20.182$ is 31,96%, which is the smallest percentage value compared to the Markov chain stochastic analysis method 57,86%; Normal Ratio method 62,87%; Random Number method 74,40%; Reciprocal method 83,77%.

Key words : Equation of Correction; Error Percentage; Filling Method; Rainfall

1. PENDAHULUAN

Untuk menganalisis sistem hidrologi, meskipun stasiun curah hujan membutuhkan data curah hujan yang akurat, ketersediaan data sering kali menjadi masalah, sehingga menggunakan data satelit dapat memberikan hasil yang lebih akurat (Nomnafa et al., 2022). Dalam perencanaan, keberadaan pos stasiun hujan yang terbatas di Indonesia dapat menghambat perhitungan hidrologi yang tepat, meningkatkan tingkat risiko dalam analisis. Ketersediaan data curah hujan terkadang terhambat oleh kelengkapan dan ketidakakuratan data, mungkin disebabkan oleh kerusakan alat, kelalaian, atau pergantian alat.

Tidak lengkapnya data dapat mempengaruhi analisis selanjutnya (Adlina et al., 2022). Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan metode perbandingan normal, *reciprocal*, bilangan acak, dan analisis stokastik rantai Markov untuk memprediksi untuk mengisi data yang hilang dalam penelitian ini, rumus koreksi data curah hujan *Tropical Rainfall Measurement Mission* (TRMM) yang telah divalidasi digunakan (Satria WD et al., 2022) (Nuramalia & Lasminto, 2022) (Saputra et al., 2021).

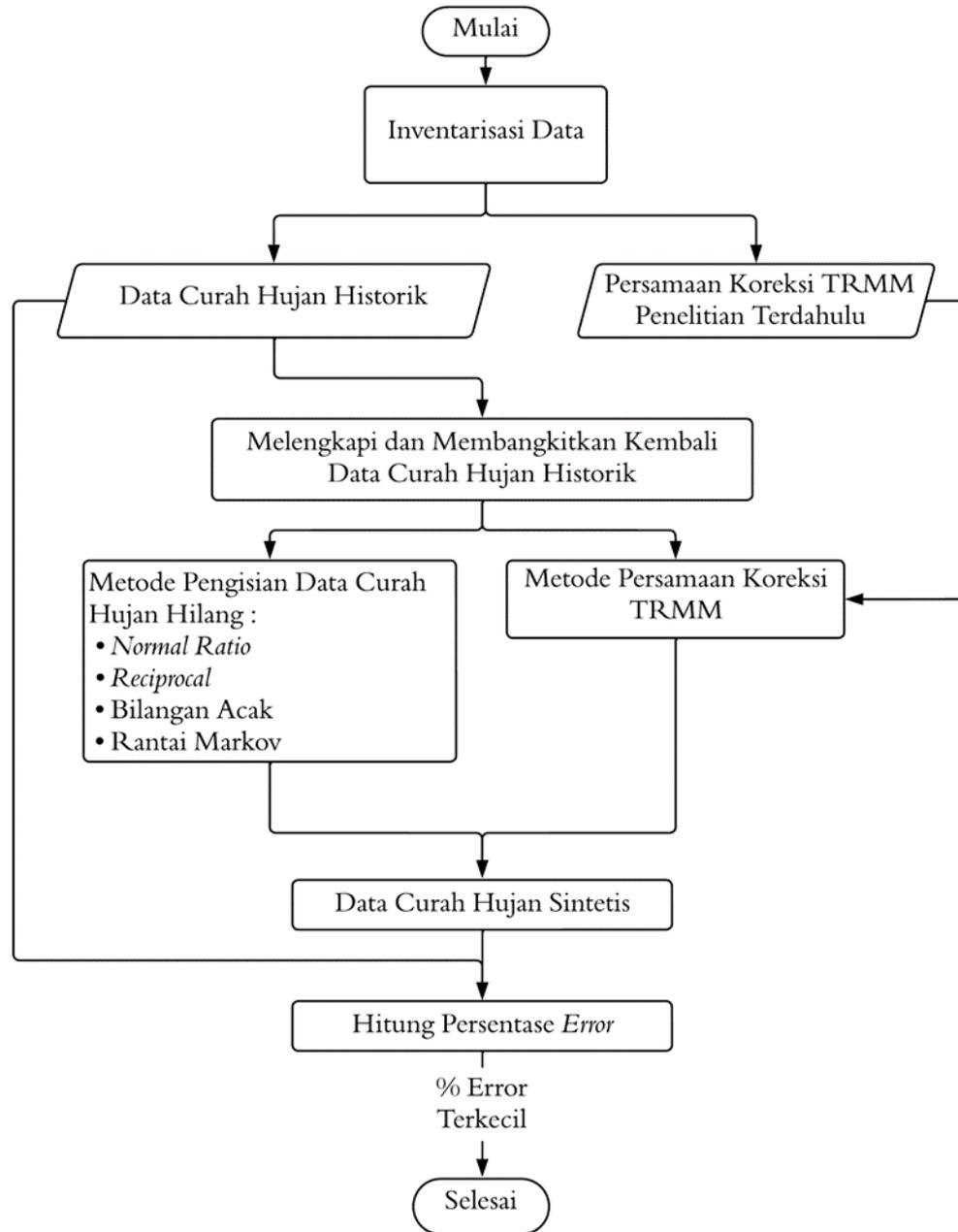
Akibat dari meningkatnya frekuensi banjir yang terjadi pada Sub - DAS Melawi di Kalimantan Barat yang disebabkan oleh rusaknya ekosistem, perubahan iklim yang tidak menentu, perlu adanya data curah hujan dalam penanggulangan bencana banjir (Soeryamassoeka et al., 2023). Curah hujan merupakan unsur yang penting dalam penelitian hidrologi (Stefanus Barlian Soeryamassoeka et al., 2020).

Dalam penelitian hidrologi dan perencanaan teknik, data curah hujan diperlukan, terutama untuk infrastruktur air seperti irigasi, bendungan, drainase perkotaan, pelabuhan, dan dermaga. Oleh karena itu, untuk menghitung rencana yang optimal, data curah hujan harus dicatat secara terus menerus di wilayah tersebut (Delhomme, 1978). Pencatatan dilakukan di berbagai tempat di DAS untuk mengetahui seberapa banyak curah hujan yang terjadi di dalamnya. Perhitungan perencanaan yang akurat membutuhkan data curah hujan selama bertahun-tahun. Hasil analisis akan lebih akurat jika lebih banyak data curah hujan dikumpulkan (Prawaka et al., 2016).

Alat pengukur hujan di DAS Merawi tidak efektif dan tidak memadai untuk mencatat data curah hujan. Untuk mengoptimalkan data observasi yang ada dan mengatasi keterbatasan tersebut, biasanya digunakan (Stefanus Barlian Soeryamassoeka et al., 2020). Selain itu, persamaan koreksi data curah hujan yang telah tervalidasi dari *Tropical Rainfall Measurement Mission* (TRMM) juga digunakan (Edi Gampo et al., 2021). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi berbagai pendekatan untuk mengisi data curah hujan yang hilang dan untuk menguji keandalan metode rumus koreksi TRMM dalam mengisi data curah hujan yang hilang, serta metode yang lazim digunakan yaitu metode *normal ratio*, *reciprocal*, bilangan acak, dan analisis probabilitas rantai Markov.

2. METODE PENELITIAN

Diagram alir yang tersedia pada sumber yang diberikan dapat digunakan untuk menunjukkan tahapan pengolahan data sebagai berikut:



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

2.1 Data

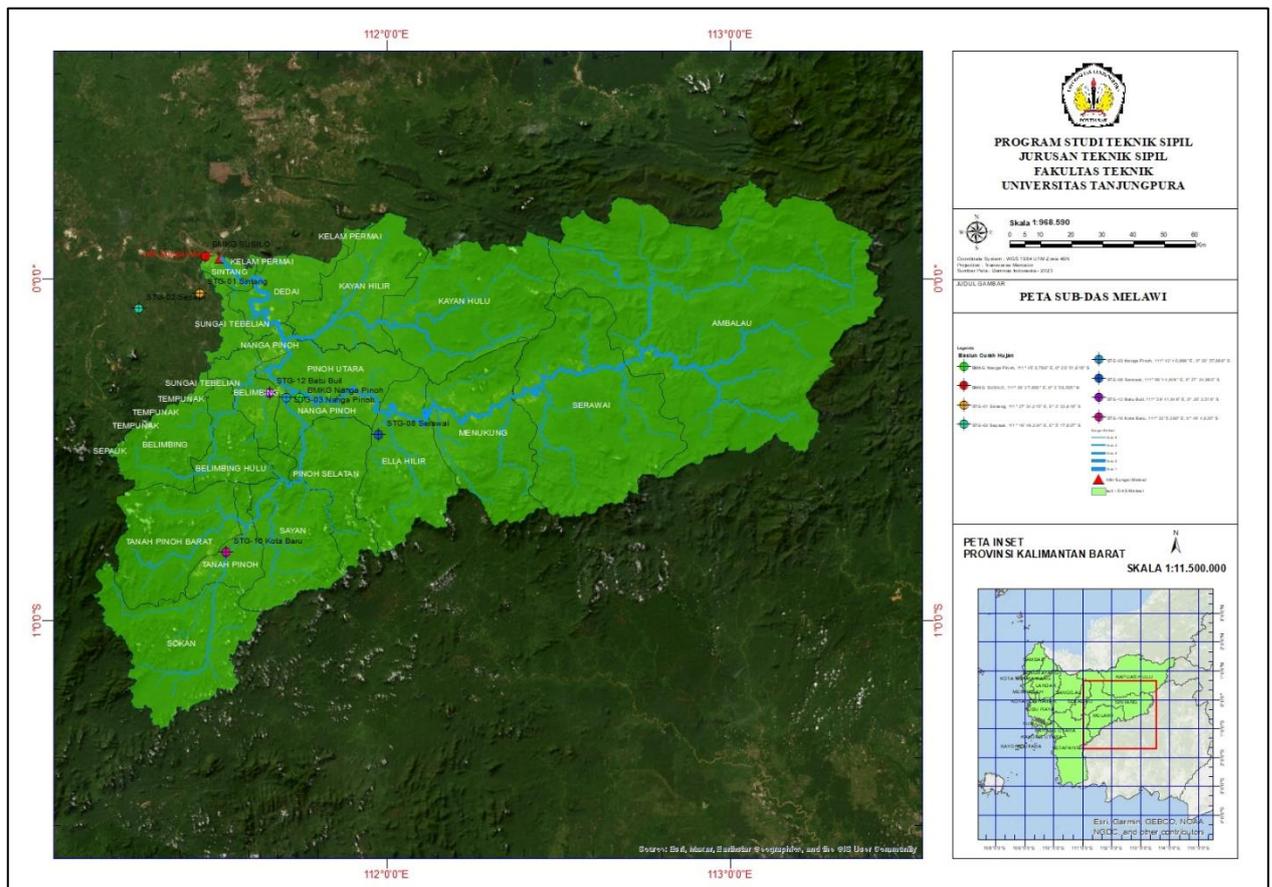
Lokasi penelitian adalah sub – DAS Melawi dengan hilir sungainya berada di $111^{\circ}29'16.45''$ BT - $0^{\circ} 4'38.61''$ LU dan hulu sungai berada di $113^{\circ}21'42.71''$ BT - $0^{\circ} 1'36.57''$ LS. Luasan DAS Melawi adalah 2.236.201,44 Ha atau 22.362,01 km². Data sekunder yang dikumpulkan dari institusi dan situs web yang relevan akan digunakan dalam penelitian ini. Untuk penelitian ini, digunakan data

sekunder dari gambar satelit DEM dan data curah hujan dari stasiun pengamatan di area Sub – DAS Melawi, yaitu: STG-01 Sintang, STG-16 Kota Baru, STG-03 Nanga Pinoh, Stasiun BMKG Nanga Pinoh, Stasiun BMKG Susilo, STG-12 Batu Buil, STG-02 Nanga Sepauk, STG-08 Serawai, menggunakan data curah hujan 1 harian maksimum (mm/bulan). Penggunaan bergantung pada ketersediaan data dari masing-masing stasiun terpilih, dengan waktu pengamatan minimal sepuluh tahun.

Tabel 1 Koordinat Stasiun Observasi Curah Hujan

Stasiun Observasi Hujan	Koordinat (DMS)	
	Lintang (Lat)	Bujur (Long)
BMKG Susilo	0° 3'56.50"N	111°28'27.86"E
BMKG Nanga Pinoh	0°20'51.62"S	111°45'0.80"E
STG-01 Sintang	0° 2'33.62"S	111°27'34.21"E
STG-02 Sepauk	0° 5'17.84"S	111°16'49.33"E
STG-03 Nanga Pinoh	0°20'57.89"S	111°42'40.90"E
STG-08 Serawai	0°27'24.88"S	111°58'44.85"E
STG-12 Batu Buil	0°20'3.52"S	111°39'41.65"E
STG-16 Kota Baru	0°48'4.62"S	111°32'5.36"E

Sumber: BMKG Kalimantan Barat dan BWSK I Pontianak



Gambar 2 Sub – DAS Melawi

Tabel 2 Jarak Antar Stasiun Observasi

Stasiun Observasi Hujan	Stasiun Observasi Hujan							
	Jarak (Meter)							
	BMKG Susilo	BMKG Nanga Pinoh	STG-01 Sintang	STG-02 Sepauk	STG-03 Nanga Pinoh	STG-08 Serawai	STG-12 Batu Buil	STG-16 Kota Baru
BMKG Susilo		550.645	12.097	27.502	52.940	80.598	48.893	96.104
BMKG Nanga Pinoh	550.645		20.568	59.878	4.331	28.197	9.979	55.584
STG-01 Sintang	12.097	20.568		20.568	44.003	73.788	39.489	84.301
STG-02 Sepauk	27.502	59.878	20.568		56.221	88.045	50.563	83.789
STG-03 Nanga Pinoh	52.940	4.331	44.003	56.221		32.078	5.789	53.611
STG-08 Serawai	80.598	28.197	73.788	88.045	32.078		37.854	62.415
STG-12 Batu Buil	48.893	9.979	39.489	50.563	5.789	37.854		52.525
STG-16 Kota Baru	96.104	55.584	84.301	83.789	53.611	62.415	52.525	

2.2. Metode Analisis

2.2.1. Metode Persamaan Koreksi Data Curah Hujan Satelit TRMM

Berdasarkan penelitian sebelumnya, dari hasil analisis yang telah dilakukan pada tahap kalibrasi dan validasi, diketahui bahwa persamaan hujan koreksi akan menggunakan nilai korelasi yang terbaik yaitu dari stasiun BMKG Nanga Pinoh dan stasiun Grid 23 TRMM. Sehingga data curah hujan koreksi pada DAS Melawi akan menggunakan persamaan seperti berikut $Y = 0,373 X + 20,182$ sebagai bangkitan atau dilakukan koreksi untuk data curah hujan maksimum stasiun observasi di Sub – DAS Melawi (Sidik et al., 2023).

$$Y = 0,373 X + 20,182 \quad (2.1)$$

Keterangan :

Y = Hasil koreksi data hujan maksimum sintetis

X = Data hujan historik/observasi

2.2.2. Metode Perbandingan Normal (*Normal Anda Method*)

Metode Perbandingan normal (*Normal Anda Method*) adalah metode sederhana untuk menghitung jumlah curah hujan yang hilang pada suatu stasiun curah hujan, yang melibatkan membandingkan data hujan dari stasiun hujan terdekat (Prawaka et al., 2016). Metode ini menggunakan jumlah curah hujan tahunan di setiap stasiun serta curah hujan harian di stasiun tersebut sebagai variabel. Rumus Metode Perbandingan normal (*Normal Anda*) adalah (Harto, 2001).

$$P_i = \frac{1}{n} \left[\frac{N_i \cdot P_1}{N_1} + \frac{N_i \cdot P_2}{N_2} + \dots + \frac{N_i \cdot P_n}{N_n} \right] \quad (2.2)$$

Keterangan :

P_i = Curah hujan di Stasiun i yang diperkirakan (mm)

Anda = Jumlah hujan rerata tahunan stasiun i (mm)

N_A, N_B, N_n = Jumlah hujan rerata tahunan stasiun A, B dan ke-n

P_A, P_B, P_n = Curah hujan di stasiun 1, 2 dan ke-n (mm)

n = Jumlah stasiun di sekitar i

2.2.3. Metode Reciprocal

Salah satu cara untuk menemukan data curah hujan yang hilang adalah dengan menggunakan metode rasio normal, yang mirip dengan penghitungan rasio normal, yaitu menghitung semua stasiun terdekat yang memiliki data curah hujan yang hilang (Soewarno, 2000). Variabel yang digunakan dalam metode rasio normal ini adalah jarak dari stasiun yang dicari ke stasiun terdekat yang data curah hujannya hilang (Harto, 2001; Nur).

$$P_x = \frac{\left(\frac{1}{(d_{xA})^{0,5}} P_A + \frac{1}{(d_{xB})^{0,5}} P_B + \dots + \frac{1}{(d_{xn})^{0,5}} P_n \right)}{\left(\frac{1}{(d_{xA})^{0,5}} + \frac{1}{(d_{xB})^{0,5}} + \dots + \frac{1}{(d_{xn})^{0,5}} \right)} \quad (2.3)$$

Keterangan :

- Px = Curah hujan pada stasiun x yang dihitung (mm)
- PA = Curah hujan pada stasiun A (mm)
- dXA = Jarak antar stasiun pembanding stasiun A dan stasiun X (Km)
- PB = Curah hujan pada stasiun B (mm)
- dXB = Jarak antara stasiun pembanding stasiun B dan stasiun X (Km)
- Pn = Curah hujan pada stasiun n (mm)
- dXn = Jarak antara stasiun pembanding stasiun n dan stasiun X (Km)

2.2.4. Metode Bilangan Acak

Tabel bilangan acak umumnya digunakan dalam teknik hidrologi. Tabel empat tempat desimal ini dapat digunakan untuk mendapatkan nilai data sintetik dengan mengubah besaran probabilitas kumulatif setelah menemukan nilai t (Waryono et al., 1987). Selanjutnya, buat tabel dengan data yang ingin Anda cari. Cari nilai rata-rata dan deviasi standarnya (Pelawi et al., 2021). Setelah kita mendapatkan persamaan distribusi, kita harus menemukan nilai acak (Made et al., 2014). Misalnya, jika Anda mendapatkan nilai acak pada tahun 2001, Anda dapat menghitung nilai t dengan menghitung probabilitas $1 - 0,2001 = 0,7999$, menggabungkan nilai 0,7999 dengan nilai $t = + 0,80$, dan kemudian memasukkan nilai t ini ke dalam persamaan distribusi untuk menghasilkan nilai data sintetik (Faisol Hasyimzoem & Zakaria, 2019). Persamaan distribusi normal dapat digunakan untuk menemukan nilai data sintetik menggunakan teknik bilangan acak yang mengikuti distribusi normal.

$$X = \bar{X} + (S) \cdot (t) \quad (2.4)$$

Keterangan:

- X = curah hujan tahunan
- \bar{X} = curah hujan rata-rata tahunan dari pengamatan
- S = deviasi standar dari pengamatan
- t = Wilayah luas di bawah kurva normal

2.2.5. Metode Analisis Stokastik Rantai Markov (Markov Chain)

Analisis rantai Markov adalah teknik probabilistik untuk memprediksi curah hujan di masa depan yang mempertimbangkan kemungkinan bahwa curah hujan akan berubah dari satu kondisi ke kondisi lain pada waktu berikutnya. Dengan menggunakan teknik ini, Anda dapat membuat model rantai Markov untuk menentukan kemungkinan curah hujan di masa depan di suatu wilayah dan memprediksi curah hujan di setiap stasiun (Stefanus Barlian Soeryamassoeka, 2007).

$$X_{ij} = \bar{X}_j + \Gamma_j \frac{S_j}{S_j - 1} (X_{i-1j-1} - X_{j-1}) + \dagger_{ij} (S_j)(1 - \Gamma_j^2)^{\frac{1}{2}} \quad (2.5)$$

Keterangan :

- X_i = Jumlah curah hujan yang terjadi setiap tahun pada tahun ke †

- X_{i-1} = Jumlah curah hujan yang terjadi setiap tahun pada tahun ke $t-1$
 \bar{X} = Jumlah curah hujan rerata tahunan dari pengamatan
 S = Standar Deviasi
 Γ = Angka Koefisien Markov – Chain (0,20 – 0,30, biasanya digunakan angka 0,25)
 \dagger = Variat acak oleh distribusi normal rerata = 0; deviasi standar = 1,0

2.2.6. Uji Persentase Error

Persentase selisih antara data historik dan data prediksi dihitung untuk mengetahui apakah nilai prediksi cukup mewakili nilai yang hilang dalam data. Nilai *error* yang sangat kecil akan mendekati nilai prediksi ke nilai sebenarnya, tetapi nilai *error* yang sangat besar akan menyimpang dari hasil sebenarnya. Nilai persentase kesalahan terendah adalah metode pengujian terbaik untuk memasukkan data curah hujan. Untuk menghitung kesalahan relatif, rumus berikut digunakan (Stefanus Barlian Soeryamasoeka, 2007):

$$K_r = \left| \frac{\text{Data Historik} - \text{Data Sintetis}}{\text{Data Historik}} \right| \times 100 \% \quad (2.6)$$

Keterangan :

K_r = Kesalahan relatif

2.2.7. Rentang Kepercayaan (*Confidence Interval*)

Untuk estimasi, diperlukan interval kepercayaan yang menunjukkan estimasi parameter populasi. Wilayah kepercayaan ini dibatasi pada $(1-\alpha)$, di mana α adalah tingkat signifikansi yang menunjukkan risiko atau kesalahan estimasi (Tuhu Pangestu et al., 2020). Untuk eksperimen ilmiah, nilai 5% atau 1% sesuai namun, untuk penelitian yang memerlukan ketelitian yang lebih besar, nilai 5% atau 1% dianggap representatif (Harto, 2001).

Tabel 3 Tingkat Kepercayaan Untuk Estimasi Interval

Tingkat Kepercayaan	Skor z
90 %	1,645
95 %	1,960
99 %	2,575

Sumber: (Soewarno, 2000)

Saat memilih metode guna membangkitkan data curah hujan yang hilang, ada banyak opsi yang dipertimbangkan. Metode analitis seperti model pembelajaran mendalam dapat digunakan untuk memprediksi atau melengkapi data curah hujan yang hilang dengan mempertimbangkan keakuratan dan kesesuaian metode dengan lokasi atau medan tertentu untuk Sub - DAS Melawi, interval kepercayaan digunakan untuk mengevaluasi tingkat ketepatan rata-rata sampel atau persentase kesalahan dari teknik pengisian curah hujan yang hilang. Meskipun itu hanya perkiraan, interval kepercayaan membantu menunjukkan keakuratan perkiraan setelah mengukur sampel dan menghitung rata-ratanya. Hal ini membantu dalam menentukan keandalan nilai sintetis sebenarnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengisian Metode Persamaan Koreksi

Pada metode ini, digunakan persamaan koreksi yang didapat berdasarkan penelitian sebelumnya. Perhitungan metode persamaan koreksi menggunakan persamaan 2.1, sebagai contoh perhitungan yaitu terhadap stasiun BMKG Susilo pada bulan Januari Tahun 2000:

$$Y = 0,373 X + 20,182$$

$$Y = 0,373 (62,80) + 20,182 = 43,61 \text{ mm}$$

$$Kr = \left| \frac{\text{Historik bulan Januari tahun 2000} - \text{Data Sintetik Januari tahun 2000}}{\text{Data Historik bulan Januari tahun 2000}} \right| \times 100\%$$

$$Kr = \left| \frac{62,80 - 43,61}{62,80} \right| \times 100\% = 30,56\%$$

3.2. Pengisian Metode Perbandingan Normal (*Normal Ratio Method*)

Stasiun yang akan dibandingkan harus memiliki ketinggian dan jarak yang sama dengan stasiun yang dievaluasi, menurut metode perbandingan normal.

$$P_i = \frac{1}{n} \left[\left(\frac{N_1 \cdot P_A}{N_A} \right) + \left(\frac{N_2 \cdot P_B}{N_B} \right) \right]$$

$$\frac{1}{2} \left[\left(\frac{57,89 \times 51}{45,64} \right) + \left(\frac{57,89 \times 42}{65,82} \right) \right] = 50,82 \text{ mm}$$

$$Kr = \left| \frac{\text{Data Historik bulan Januari 1999} - \text{Data Sintetik bulan Januari 1999}}{\text{Data Historik bulan Januari 1999}} \right| \times 100\%$$

$$Kr = \left| \frac{40 \text{ mm} - 50,82 \text{ mm}}{40 \text{ mm}} \right| \times 100\% = 15,30\%$$

3.3. Pengisian Metode *Reciprocal*

Metode ini sama seperti metode perbandingan normal, yaitu memerlukan stasiun pembanding dengan ketinggian yang sama dengan stasiun yang diselidiki dan tidak terlalu jauh dan memiliki data lengkap namun dengan tambahan variabel jarak antar stasiun pembanding.

$$P_x = \left[\frac{\frac{P_A}{d_{XA}^2} + \frac{P_B}{d_{XB}^2} + \frac{P_C}{d_{XC}^2}}{\frac{1}{d_{XA}^2} + \frac{1}{d_{XB}^2} + \frac{1}{d_{XC}^2}} \right]$$

$$P_x = \left[\frac{\frac{133}{12,10^2} + \frac{87}{27,50^2} + \frac{89}{48,89^2}}{\frac{1}{12,10^2} + \frac{1}{27,50^2} + \frac{1}{48,89^2}} \right] = 123,76 \text{ mm}$$

$$Kr = \left| \frac{\text{Data Historik Bulan Januari 2017} - \text{Data Sintetik Bulan Januari 2017}}{\text{Data Historik}} \right| \times 100\%$$

$$Kr = \left| \frac{81,20 \text{ mm} - 123,76 \text{ mm}}{81,20 \text{ mm}} \right| \times 100\% = 52,41\%$$

3.4. Pengisian Metode Bilangan Acak

Penggunaan metode bilangan acak guna mengisi data curah hujan hilang, sebagai contoh disajikan analisis bulan Januari 2000 pada stasiun BMKG Susilo, dengan menggunakan persamaan berikut:

$$X = \bar{X} + S \cdot k$$

$$X = 57,71 + 25,73 (1,0595) = 84,97 \text{ mm}$$

$$Kr = \left| \frac{\text{Data Historik Bulan Januari 2000} - \text{Data Sintetik Bulan Januari 2000}}{\text{Data Historik}} \right| \times 100\%$$

$$Kr = \left| \frac{62,80 - 84,97}{62,80} \right| \times 100\% = 35,30\%$$

3.5. Pengisian Metode Analisa Rantai Markov (*Markov Chain*)

Metode Markov menghitung data dengan menggunakan data referensi, yang merupakan data historis lengkap dari tahun sebelumnya. Ini berbeda dengan metode tradisional yang menghitung data yang hilang setiap bulannya berdasarkan data yang hilang tersebut. Misalnya, perhitungan untuk data tahun 1998 dilakukan sebagai berikut:

$$X_{ij} = \bar{X}_j + \Gamma_j \frac{S_j}{S_{j-1}} (X_{i-1,j-1} - X_{j,i}) + t_{ij} (S_j) (1 - \Gamma_j^2)^{0.5}$$

$$X_{ij} = 63,13 + -0,166052355 \frac{13,81}{13,31} (63,13 - 80) + -0,20 (13,81) (1 - (-0,166052355)^2)^{0.5} = 63,38 \text{ mm}$$

$$Kr = \left| \frac{\text{Data Historik Bulan Januari 1998} - \text{Data Sintetik Bulan Januari 1998}}{\text{Data Historik Bulan Januari 1998}} \right| \times 100\%$$

$$Kr = \left| \frac{63,38 - 60,00}{63,38} \right| \times 100\% = 5,64\%$$

3.5. Pembahasan

Dari kajian yang telah dilakukan, didapatkan bahwa tidak satu pun metode yang dikaji memiliki total persentase *error* dan rata-rata persentase *error* yang kecil (semua metode yang dikaji memiliki persentase *error* > 5 - 10 %). Sehingga dalam melakukan analisa terhadap data hujan, sebaiknya menggunakan data historis yang ada, seperti yang disarankan oleh Sriharto (2000), Soewarno (1995). Bersandar pada teori (Osborn et al., 1974), penelitian terhadap DAS-DAS dengan keadaan jaringan pengukuran hujan yang ada, menunjukkan jangkauan kesalahan interpolasi hujan harian maksimum antara 40% dan 70%.

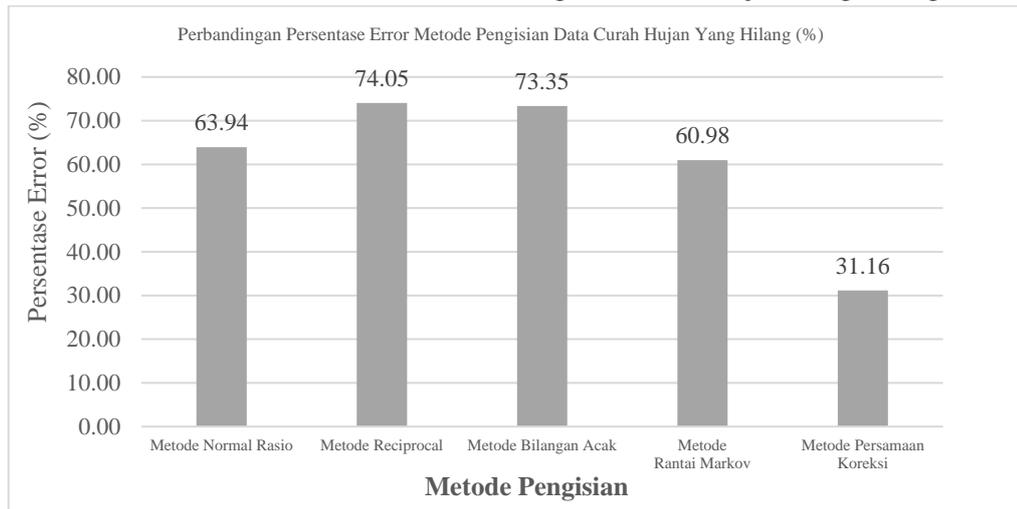
Pada sub – DAS Melawi, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menentukan metode analisis curah hujan hilang yang ada dengan kualitas data historis dengan kondisi data banyak yang hilang dan tidak dapat digunakan. Serta dari penelitian ini juga dapat mengetahui keandalan Persamaan Koreksi Curah Hujan Satelit TRMM yang didapat dari penelitian sebelumnya untuk menganalisis data curah hujan hilang. Metode persamaan koreksi curah hujan satelit TRMM $Y = 0,373 X + 20,182$, kelebihanannya adalah rata-rata persentase kesalahan (*error*) adalah sebesar 31,16% dengan dibandingkan metode *normal ratio* yang memiliki rata-rata persentase kesalahan (*error*) sebesar 64,15%.

Tabel 4 Rekapitulasi Hasil Persentase *Error* Pengisian Curah Hujan Yang Hilang

No	Stasiun Curah Hujan	Persentase Error (%)					Rata - Rata Persentase Error (%)
		Metode Normal Rasio	Metode Reciprocal	Metode Bilangan Acak	Metode Rantai Markov	Metode Persamaan Koreksi	
1	BMKG Susilo	54,01	42,64	61,69	59,73	29,17	49,45
2	BMKG Nanga Pinoh	42,43	42,34	66,37	65,78	33,49	50,08
3	STG-01 Sintang	87,95	151,87	71,25	56,00	28,45	79,10
4	STG-02 Sepauk	76,95	90,21	61,46	63,67	38,64	66,19
5	STG-03 Nanga Pinoh	72,49	134,72	65,34	59,73	28,68	72,19
6	STG-08 Serawai	77,66	0,75	101,90	65,78	34,00	56,02
7	STG-12 Batu Buil	64,60	54,68	132,97	56,00	43,57	70,36
8	STG-16 Kota Baru	35,45	75,18	25,81	61,12	13,27	42,16
Rata - Rata Persentase Error		63,94	74,05	73,35	60,98	31,16	60,70

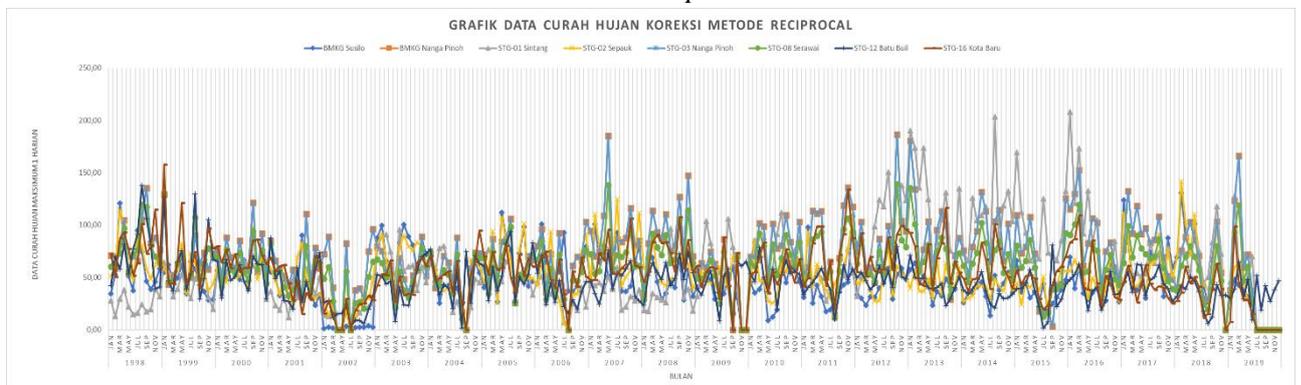
Sumber: Hasil Analisis Perhitungan

Gambar 3 Grafik Persentase Error Pengisian Curah Hujan Yang Hilang

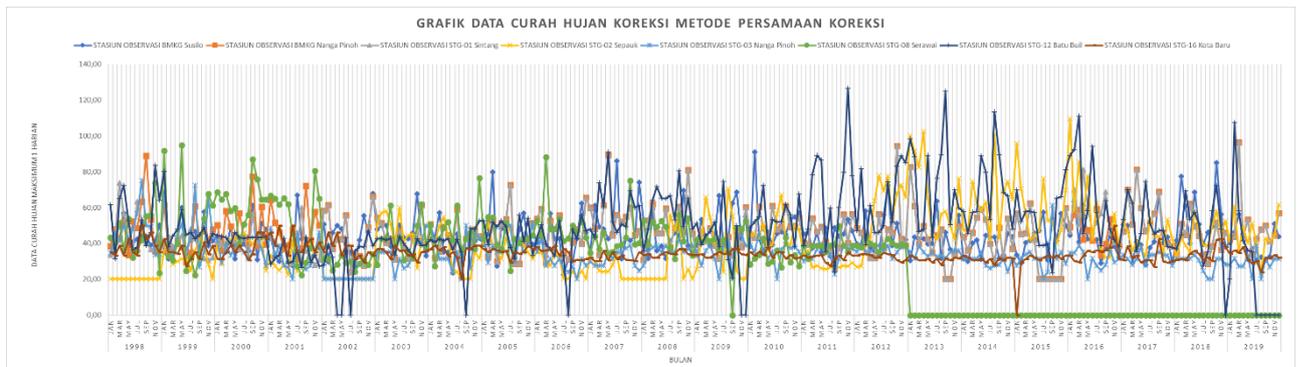


Sumber: Hasil Analisis Perhitungan

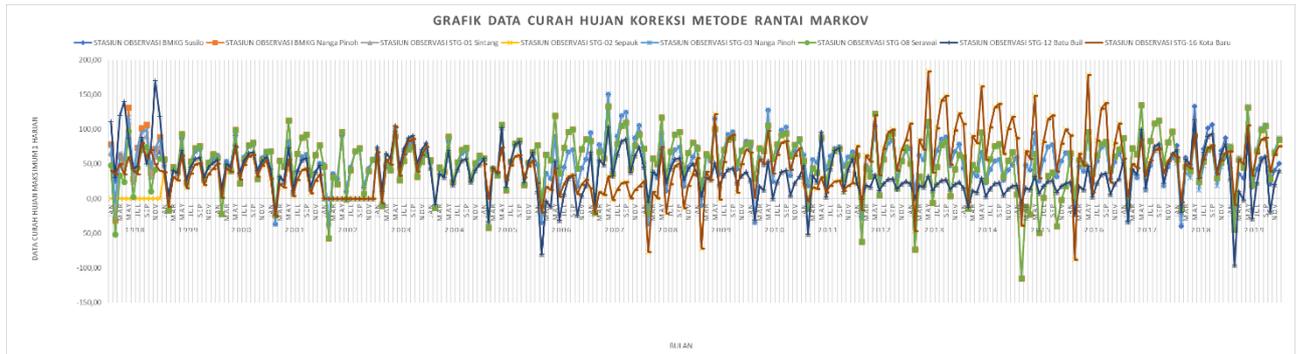
Gambar 4 Rekapitulasi Data Curah Hujan Max 1 Harian Sintetis (mm/bulan) Dengan Metode *Reciprocal*



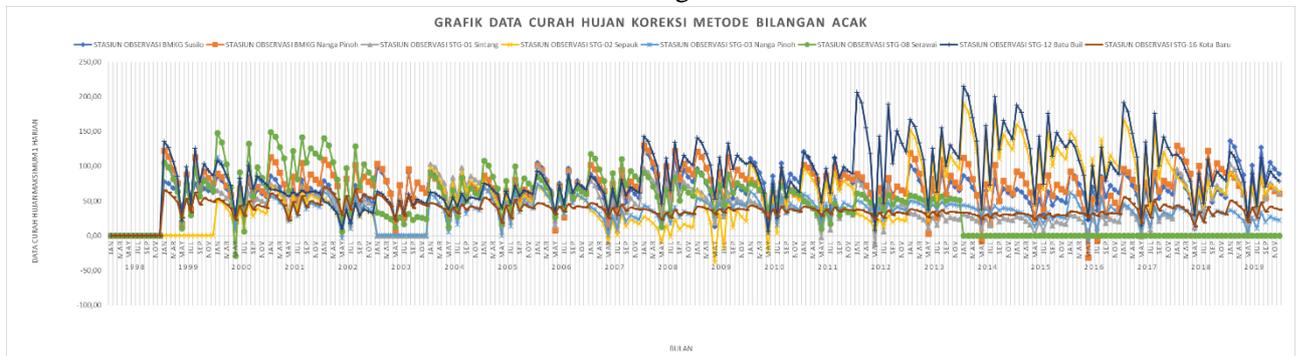
Gambar 5 Rekapitulasi Data Curah Hujan Max 1 Harian Sintetis (mm/bulan) Dengan Metode Persamaan Koreksi



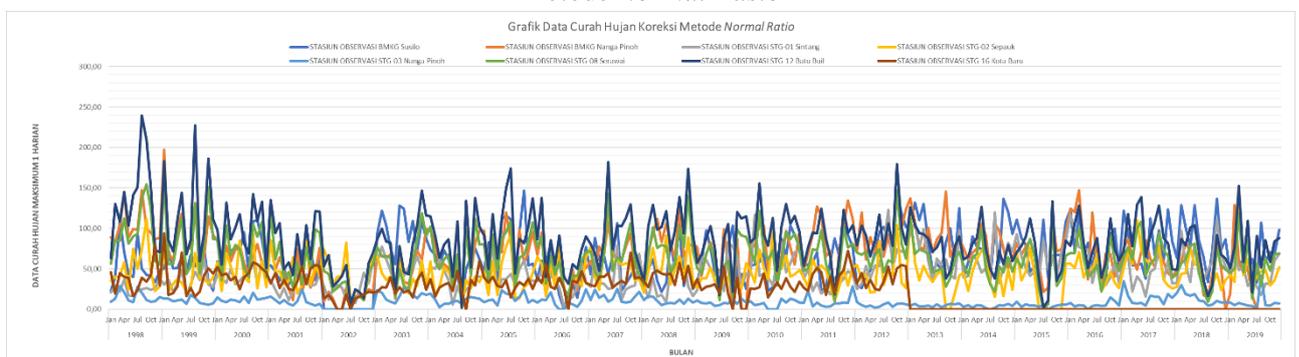
Gambar 6 Rekapitulasi Data Curah Hujan Max 1 Harian Sintetis (mm/bulan) Dengan Metode Rantai Markov



Gambar 7 Rekapitulasi Data Curah Hujan Max 1 Harian Sintetis (mm/bulan) Dengan Metode Bilangan Acak



Gambar 8 Rekapitulasi Data Curah Hujan Max 1 Harian Sintetis (mm/bulan) Dengan Metode Normal Rasio



4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan pada penelitian Penentuan Metode Analisis Data Curah Hujan Yang Hilang Di Sub-DAS Melawi yang diperoleh dari hasil analisis adalah

1. Metode persamaan koreksi memiliki persentase *error* rerata terendah (31,16%), sementara *metode reciprocal* memiliki persentase error tertinggi (74,05%).

2. Metode persamaan koreksi TRMM memiliki persentase *error* rerata terkecil (31,96%) dibandingkan dengan metode lain yang memiliki persentase *error* >50%.
3. Data sintesis yang digunakan dalam penelitian tidak mendekati 0% *error* karena menggunakan data observasi hujan untuk pembangkitan.
4. Persentase *error* di luar rentang kepercayaan dapat mempengaruhi validitas data, keputusan penggunaan bergantung pada tujuan analisis, dampak *error*, dan ketersediaan data yang lebih akurat.
5. Tidak ada metode yang memiliki persentase *error* kecil (<5-10%), sehingga sebaiknya gunakan data historis dalam analisis hujan.

Untuk mendukung pengembangan, tanggap bencana, serta pengelolaan sumber daya air, penelitian tentang homogenitas dan konsistensi data curah hujan di Sub - DAS Melawi disarankan. Serta menyarankan penelitian lebih lanjut tentang tingkat kesalahan dengan metode lain agar hasilnya lebih akurat. Menggabungkan rumus koreksi dari satelit dan data dari titik observasi dapat meningkatkan akurasi, tetapi perlu diingat bahwa semua metode membawa risiko ketidakpastian. Oleh karena itu, analisis tambahan harus dilakukan pada uji homogenitas dan konsistensi data stasiun pengamatan curah hujan di Sub - DAS Melawi. Selain itu, hasil koreksi harus divalidasi dengan data observasi saat ini.

5. REFERENSI

- Adlina, D., Oktaverina, R., & Suhartanto, E. (2022). Validasi Data Curah Hujan Satelit TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) dengan Pos Stasiun Hujan pada Sub DAS Keduang. *JTRESDA : Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 2(1), 265–276.
- Delhomme, J. P. (1978). Kriging in the hydrosociences. *Advances in Water Resources*, 1(5), 251–266.
- Edi Gampo, Soeryamassoeka, S. B., & Kartini. (2021). Penggunaan Data Hujan Tropical Rainfall Measuring Mission Sebagai Data Masukan Analisis Ketersediaan Air Dengan Modal Pengalihan Hujan Menjadi Aliran di DAS Melawi. *Jurnal Teknik Sipil*.
- Faisol Hasyimzoem, E., & Zakaria, A. (2019). *Perbandingan Analisis Data Curah Hujan yang Hilang Menggunakan Metode Reciprocal, Normal Ratio, dan Rata-rata Aljabar* (Vol. 7, Issue 1).
- Harto, S. B. (2001). *Analisis Hidrologi*. Gramedia.
- Made, N. I., Santi, K., Sipil, J. T., Teknik, F., & Mataram, U. (2014). *ANALISIS BEBERAPA METODE PENGISIAN DATA HUJAN*.
- Nomnafa, F. R., Krisnayanti, D. S., Ramang, R., & Udiana, I. M. (2022). Penggunaan Data Satelit TRMM terhadap Stasiun Curah Hujan di WS Noelmina. *Jurnal Teknik Pengairan*, 13(1), 1–11. <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2022.013.01.01>
- Nur Apon, H., Nurhayati, & Umar. (2020). Penerapan Metode Resiprocal Untuk Pengisian Data Hujan Hilang Di Sub Das Delta Kapuas. *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil*, 7(2).
- Nuramalia, R., & Lasminto, U. (2022). Keandalan Data Curah Hujan Satelit TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) Terhadap Data Curah Hujan Stasiun Bumi pada Beberapa Sub DAS di DAS Brantas. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 20(2), 207. <https://doi.org/10.12962/j2579-891x.v20i2.12015>
- Osborn, H. B., Kagan, R. S., & Lane, L. J. (1974). Stochastic Models Of Spatial And Temporal Distribution Of Thunderstorm Rainfall. *Symposium on Statistical Hydrology. Miscellaneous Publication*, 1275, 211–231.

- Pelawi, R., Zakaria, A., & ... (2021). Perbandingan Analisis Data Curah Hujan yang Hilang Menggunakan Metode Normal Ratio, Inversed Square Distance, Rata-Rata Al-jabar, dan Regresi Berganda. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan ...*, 7(1), 155–162. <http://journal.eng.unila.ac.id/index.php/jrsdd/article/view/1322>
- Prawaka, F., Zakaria, A., & Tugiono, S. (2016). Analisis Data Curah Hujan yang Hilang Dengan Menggunakan Metode Normal Ratio, Inversed Square Distance, dan Rata-Rata Aljabar (Studi Kasus Curah Hujan Beberapa Stasiun Hujan Daerah Bandar Lampung). *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain* , 4(3), 2303–2314.
- Saputra, F. I., Zakaria, A., Arifaini, N., & Perangin Angin, G. (2021). Perbandingan Intensitas Curah Hujan Menggunakan Data Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dan Satelit Tropical Rainfall Measuring Missions (TRMM) di West Java. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain (JRSDD)*, 9(4), 715–728.
- Satria WD, H., Adi, S. P., Zainab, S., Qothrunada, D. T., & Sutaryani, A. (2022). Evaluasi Data Estimasi Curah Hujan Satelit TRMM 3B42 dengan Data Pengamatan Permukaan di Kendari. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 6(1). <https://doi.org/10.33379/gtech.v6i1.1255>
- Sidik, M., Soeryamassoeka, S. B., & Kartini. (2023). Pembuatan Kurva IDF Das Melawi Menggunakan Data Curah Hujan Satelit TRMM Yang Divalidasi. *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil*, 10(1).
- Soeryamassoeka, S., Gunarto, D., Rahmanto, F., & Nurcahyo, R. (2023). STRATEGI PENGENDALIAN BANJIR TERPADU DI SUB DAS MELAWI KALIMANTAN BARAT. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Dan Lingkungan - CENTECH*, 4(2), 67–84.
- Soewarno. (2000). *Hidrologi Operasional Jilid I* (1st ed., Vol. 1). Gramedia.
- Stefanus Barlian Soeryamassoeka. (2007). *Buku Ajar Mata Kuliah Rekayasa Hidrologi*. Prodi Teknik Sipil Untan.
- Stefanus Barlian Soeryamassoeka, Triweko, & Danang Yudianto. (2020). Validation Of Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) Data In The Upper Kapuas River Basin. *Journal of Civil Engineering, Science and Technology*, 11(2), 125–131.
- Tuhu Pangestu, I., Zakaria, A., & Tugiono, S. (2020). *Analisis Korelasi Data Curah Hujan BMKG dengan TRMM (Studi Kasus Stasiun BMKG di Sumatera Utara)* (Vol. 8, Issue 1).
- Waryono, T., Ali, R., & Gunawan, D. H. (1987). *Pengantar Meteorologi dan Klimatologi* (1st ed., Vol. 1). PT Bina Ilmu.