



Analisis Debit Banjir Rancangan dengan Data Curah Hujan di DAS Waru Kabupaten Banggai

V.W. Andiese^a, S.R. Oktavia^a, N.B. Rustiati^{a*}, T. Amaliyah^a dan N. Djupanda^b

^aJurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Jl. Soekarno-Hatta Km 9, Palu 94118, Indonesia

^bAlumni Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Jl. Soekarno-Hatta Km 9, Palu 94118, Indonesia

* Corresponding author's e-mail: neen211273@gmail.com

Received: 27 June 2022; revised: 29 July 2022; accepted: 2 August 2022

Abstract: The meteorological data is important to design and planning the water resources system and irrigation. The complete and long of data is needed to make sure the accuracy of the water availability. Unfortunately, the availability of the rainfall data is not always complete. So it's needed the methods to fill the lacking rainfall data. The location of the research is Waru watershed at the Banggai Regency, Central Sulawesi. The cause of repeated flooding in 2019 and 2020 was the disability of the watershed to accommodate higher rainfall intensity. The goals of the research was to compare the design flood discharge values obtained, using the lacking of rainfall data and rainfall data that had been filled in. In filling in the missing rainfall data, 2 methods are used, that are the Algebraic Average method and the Inverse Square Distance method. Then the calculation continues with the design flood discharge, using the Rational method. The final result is the design flood discharge values from the two rainfall data with different conditions will be compared to see the difference between the both of the methods. The value of the difference in design flood discharge obtained from this comparison is 0.0552 m³/s for a 2 year return period, 37.0313 m³/s for a 5 year return period, 79.3389 m³/s for a 10 year return period, 163.1544 m³/s for a 25 year return period. , 255.1732 m³/s for the 50-year return period and 380.8701 m³/s for the 100-year return period.

Keywords: rainfall, Algebraic Average Method, Inversed Square Distance Method, design flood discharge, Rational Method

Abstrak: Data meteorologi sangat penting untuk merancang dan merencanakan sistem sumberdaya air dan irigasi. Dibutuhkan data curah hujan yang lengkap dan cukup panjang untuk menjamin akurasi ketersediaan data. Sayangnya data curah hujan tidak selalu tersedia dan lengkap. Sehingga dibutuhkan suatu metode untuk mengisi kekurangan data curah hujan ini. Lokasi penelitian yang berada di DAS Waru, Banggai, Sulawesi Tengah sering menalami banjir. Penyebab kejadian banjir yang berulang di tahun 2019 dan 2020 adalah ketidak mampuan DAS dalam menampung curah hujan yang tinggi. Tujuan penelitian adalah untuk membandingkan nilai debit banjir rancangan yang diperoleh, dengan memakai data curah hujan yang kosong dan data curah hujan yang telah diisi. Pada pengisian data curah hujan yang kosong digunakan 2 metode yaitu metode Rata-rata Aljabar dan metode *Inversed Square Distance*. Perhitungan debit banjir rancangan, dengan menggunakan metode Rasional. Hasil akhir yaitu nilai debit banjir rancangan dari kedua data curah hujan dengan kondisi yang berbeda tersebut akan dibandingkan untuk melihat selisih dari keduanya. Adapun nilai selisih debit banjir rancangan yang didapatkan dari perbandingan tersebut adalah 0,0552 m³/s untuk periode ulang 2 tahun, 37,0313 untuk periode ulang 5 tahun, 79,3389 untuk periode ulang 10 tahun, 163,1544 untuk periode ulang 25 tahun, 255,1732 m³/s untuk periode ulang 50 tahun dan 380,8701 m³/s untuk periode ulang 100 tahun.

Kata kunci: curah hujan, Metode Rata-Rata Aljabar, Metode *Inversed Square Distance*, debit banjir rencana, Metode Rasional

1. Pendahuluan

Data curah hujan merupakan faktor penting dalam perencanaan bangunan air berkenaan dengan ketersediaan sumber air. Selain untuk menghitung debit banjir dengan kala ulang tertentu, data curah hujan digunakan untuk merencanakan jumlah air dalam perencanaan irigasi. Untuk perencanaan bangunan air, biasanya dibutuhkan data curah hujan dengan rentang data yang cukup panjang untuk menjamin akurasi hasil pengolahan data sehubungan dengan pendimensian bangunan. Namun ketersediaan data hujan ini tidak selalu lengkap. Sehingga dibutuhkan suatu metode untuk mengisi dan melengkapi data tersebut.

Beberapa penelitian tentang pengisian data curah hujan yang hilang dan metode analisisnya dilakukan oleh: Yusman (2018), Harifa *et al.* (2020), Chinasho *et al.* (2021), Muluken (2020), Adilah dan Hanani (2021), Romman *et al.* (2019) dan Nor *et al.* (2020) [1]. Yusman (2018) meneliti untuk melengkapi data curah hujan yang hilang pada stasiun

curah hujan Gunung Nago dan Kasang (Kota Padang) dengan menggunakan metode *Normal Ratio* dan *Inversed Square Distance*. Data yang digunakan berasal dari PU Pengairan dengan kurun waktu yang diteliti selama 25 tahun dari tahun 1980 sampai tahun 2004. Untuk mengetahui konsistensi data dilakukan pengecekan berdasarkan Kurva Massa Ganda (*Double Mass Curve Analysis*) dengan penggunaan data yang diperoleh dari metode *Normal Ratio* [1].

Sementara itu Harifa *et al.* (2020) mengadakan penelitian untuk mengetahui sebaran pos hujan di WS Dumoga Sangkub, mengetahui kondisi pos hujan eksisting dan kesesuaian dengan pedoman kerapatan pos hidrologi, serta merekomendasikan jaringan stasiun hujan baru [2]. Peneliti yang lain yakni Chinasho *et al.* (2021) mengevaluasi 7 metode untuk pengisian data curah hujan yang hilang pada stasiun meteorologi Wulaita, Ethiopia Selatan. Ketujuh metode ini lebih banyak digunakan dalam

hal kemudahan perhitungan, penggunaannya luas dan kinerjanya dapat dibandingkan dengan metode sejenis [3].

Muluken (2020) menelaah suatu metode untuk memperkirakan data curah hujan yang hilang dan mengaplikasikannya pada suatu model hidrologi. Untuk mengatasi hal tersebut maka dikembangkan suatu teknik interpolasi yang ditujukan untuk mengamati data iklim seperti data bulanan dan harian yang didasarkan pada interpolasi spasial lalu memasukkan data tersebut ke stasiun penakar hujan yang dituju dan dihitung dengan optimasi sinkron dengan stasiun di sekitarnya [4].

Penelitian sejenis dilakukan oleh Adilah dan Hanani (2021), yang mengolah data curah hujan yang kurang dari 5 tahun, dimana untuk pengolahan data curah hujan seharusnya menggunakan data 30 tahun. Data hujan yang kurang dari 5 tahun kemungkinan akan mempengaruhi proses perhitungan dan pengisian data curah hujan yang hilang. Metode yang dipilih untuk mengisi data curah hujan ini adalah Metode Rerata Aritmatik, Metode Rasio Normal dan Metode Pembobotan Jarak *Inverse*. Ketiga metode ini umumnya digunakan untuk mengisi data hujan yang hilang pada stasiun penakar yang didasarkan pada nilai data curah hujan yang tersedia pada stasiun penakar terdekat. Lebih jauh ditemukan bahwa terdapat hanya 2 metode yang memiliki korelasi terdekat dan cukup tinggi dengan stasiun penakar target [5].

Sedangkan Romman *et al.* (2019) mengadakan kajian untuk memilih metode pengisian data curah hujan yang hilang pada daerah yang kering, Badia di Jordan. Dengan curah hujan kurang dari 200 mm mereka mengadopsi metode pemanenan air untuk meningkatkan sumber daya air dan lahan. Penelitian dilakukan untuk memilih metode terbaik untuk mengisi data hujan bulanan menggunakan data curah bulanan selama 30 tahun (1980 – 2010) pada tiga stasiun penakar curah hujan [6].

Nor *et al.* (2020) mengadakan observasi untuk, pengisian data curah hujan menggunakan nilai data dari stasiun terdekat, MCMC, NIPALS dan metode *Random Forest* (RF) untuk data curah hujan harian di Peninsula Malaysia. Serta mengevaluasi kinerja penginputan data dengan model MLR untuk memprediksi nilai curah hujan harian yang akan datang. Penelitian ini akan mencari metode terbaik yang sesuai untuk pengisian data curah hujan yang lengkap [7].

Penelitian ini dilatar belakangi dari kejadian banjir berulang di DAS Waru, Kabupaten Banggai, Provinsi Sulawesi Tengah. Hal ini karena ketidakmampuan DAS Waru dalam menampung volume air hujan dengan intensitas curah hujan yang tinggi. Dengan tingginya tingkat curah hujan pada DAS Waru maka perlu diperhatikan agar mendirikan bangunan air untuk mencegah banjir berulang ditahun mendatang [8].

Untuk itu penulis memilih satu DAS sebagai titik fokus dalam penelitian, yaitu DAS Waru. Letak DAS Waru berada di Desa Masama, Kabupaten Banggai. Di beberapa situs resmi berita, penulis mendapatkan informasi mengenai banjir yang terjadi di Desa Masama, yaitu pada tanggal 2 Agustus 2020 terjadi banjir dengan ketinggian air dari 50 cm sampai 70 cm, kemudian banjir kembali menggenangi Desa Masama pada tanggal 19 Agustus 2021 dengan ketinggian air mencapai 30 cm sampai 50 cm [9], [10].

Kekosongan data curah hujan dapat menimbulkan ketidakakuratan debit banjir rancangan yang telah diperhitungkan, yang tentunya akan menyebabkan ketidaksinkronan antara rancangan bangunan air dengan kondisi lapangan [11].

2. Metode Penelitian

2.1 Pengumpulan dan Pengolahan Data Penelitian

Adapun data-data yang telah dikumpulkan, yaitu :

- Data Stasiun curah hujan yang terdiri atas beberapa stasiun yaitu, stasiun Waru, Salodik, Mayayap dan Balantak, peta RBI DAS Waru dan Hidro DAS Waru yang diperoleh dari Dinas Cipta Karya dan Sumber Daya Air Provinsi Sulawesi Tengah [12]
- Data Shp tata guna lahan pada kawasan kabupaten Banggai yang diperoleh dari situs website resmi, yaitu tanahair.indonesia.go.id [13]
- Data Shp DAS seluruh Indonesia yang diperoleh dari Indonesia-geospasial.com [14]

2.2 Metode Pengisian Data Hujan

Metode yang digunakan untuk mengisi data hujan yang kosong/hilang adalah Metode Rata-Rata Aljabar dan Metode *Metode Inversed Square Distance*. Pada perhitungan mencari curah hujan yang kosong menggunakan metode Rata-rata aljabar [15], dengan persamaan :

$$P = \frac{(P1 + P2 + P3.....Pn)}{n} \tag{1}$$

Karena stasiun yang dicari ialah Salodik dengan Stasiun referensi ada 3 lokasi maka:

$$P_{salodik} = \frac{(P_{waru} + P_{mayayap} + P_{balantak})}{n} \tag{2}$$

dimana:

- P_{salodik} = Curah hujan di Stasiun Salodik (mm)
- P_{waru} = Curah hujan di Stasiun Waru (mm)
- P_{mayayap} = Curah hujan di Stasiun Mayayap (mm)
- P_{balantak} = Curah hujan di Stasiun Balantak (mm)

Pada perhitungan mencari curah hujan yang kosong menggunakan metode *Inversed Square Distance* [16] dengan persamaan, yaitu:

$$P = \frac{\frac{1}{dXA^2} \times RA + \frac{1}{dXB^2} \times RB}{\frac{1}{dXA^2} + \frac{1}{dXB^2}} \tag{3}$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Lokasi Alat Pencatat Curah Hujan

Penakar curah hujan merupakan alat yang dipakai untuk mengukur tinggi curah hujan yang sedang berlangsung pada suatu daerah [15]. Ketika melakukan perhitungan debit banjir diperlukan data-data hasil pengamatan dari curah hujan dilokasi penelitian [16] dan untuk melihatnya pertama-tama harus mengetahui lokasi titik-titik terpasangnya pos hidro yang cukup berdekatan dengan DAS Waru, Kabupaten Banggai (*Gambar 1*). Beberapa lokasi titik-titik pos hidro yang terdekat berada di luar dari kawasan DAS Waru. Adapun Stasiun hujan tersebut yaitu, Stasiun Waru, Balantak, Mayayap dan Stasiun Salodik.

Adapun titik koordinat pada Stasiun Waru, Balantak, Mayayap dan Stasiun Salodik [12], yaitu :

- 1) Stasiun Waru berada dititik koordinat, 01° 50' 44" LS / 120° 04' 44" BT
- 2) Stasiun Balantak berada dititik koordinat, 00° 05' 48" LS / 123° 24' 00" BT
- 3) Stasiun Mayayap berada dititik koordinat, 00° 38' 52,3" LS / 122° 55' 21" BT
- 4) Stasiun Salodik berada dititik koordinat, 00° 48' 06,1" LS / 122° 53' 45,4" BT.

3.2. Uji Konsistensi Data Curah Hujan dengan Metode Kurva Ganda

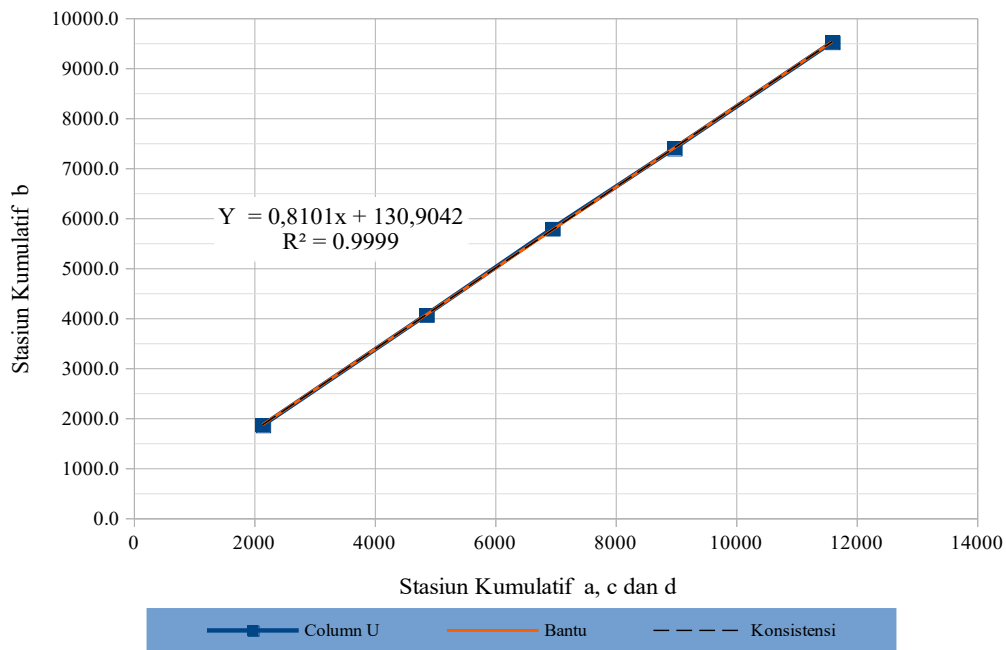
Setelah mengetahui titik-titik lokasi stasiun dan mendapatkan data curah hujan pada lokasi tersebut maka dilakukanlah metode perhitungan Kurva Massa Ganda [15], [17]. Untuk data curah hujan tahunan stasiun dengan stasiun salodik terhadap tiga stasiun lainnya, dapat dilihat pada Tabel 1. Schubungan dengan tidak adanya patahan pada grafik uji konsistensi (Gambar 2), maka data dianggap konsisten dan tidak terjadi penyimpangan data, sehingga tidak perlu dilakukan koreksi data lebih lanjut.



Gambar 1. Peta DAS Waru

Tabel 1. Data Curah Hujan Tahunan Stasiun

Tahun	Data Hujan Tahunan Stasiun				Rata-rata (a), (c), (d)	Stasiun Kumulatif	
	Waru (a)	Salodik (b)	Mayayap (c)	Balantak (d)		(b)	(a), (c), (d)
2016	2411.6	614.4	2022.7	1994.1	2142.8	614.4	2142.8
2017	4000.4	2209.6	2399.0	1748.2	2715.9	2824	4858.7
2018	2617.8	1725.3	2173.0	1484.0	2091.6	4549.3	6950.3
2019	2657.1	1601.4	1960.5	1452.2	2023.3	6150.7	8973.5



Gambar 2. Uji konsistensi data stasiun curah hujan

3.3. Pengisian Data Curah Hujan yang Hilang

Data curah hujan yang terjadi kekosongan ada di Stasiun Salodik pada tahun 2016 [18], dapat dilihat pada Tabel 2. Seperti yang terlihat pada Tabel 2 tersebut bahwa

kekosongan data tersebut akan di isi menggunakan dua metode berbeda yaitu, Rata-rata Aljabar dan *Inversed Square Distance*.

Tabel 2. Data Curah Hujan Harian Stasiun Salodik Tahun 2016

Tgl	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mei	Juni	Juli	Ags.	Sep.	Okt.	Nop.	Des.
1				0			3.8		0	39.5	0.3	10.8
2						6.9						1.4
3					0.6	15.6			0			0.3
4					2.4	0.2				0.3		0
5					9.5	0.3		0.2	0	18.9		0
6						0		0.3	14.6	0.4		2.3
7							0	0		0		
8				0.2	0.2	0		0	0	14.5		
9						0	0	0				
10				3.5	0.7	3.9	0	0	0			
11					6.1		8.4		0			
12				6.1		0	0		0			
13				11.1	1.2	0	13.4		0		0.6	
14					0	10					0.2	
15					0			0	0.3		0	
16							13.5	0			0	
17					1.6			0	0	0		
18							2.6	0	19.6	0		
19					21.6		2	0				
20							29.1		0.3			
21				0.2	0.3	38.4	37.7	0	0			
22					0	0.2	19.8	0	9.6			
23				0			0.6	0				4.9
24				20.5		42.6	0.3			1.9		
25								0	0.4			
26				1.9		10.1		0	0	6.8		
27				2.6	0.3	1.7		0				1
28				1.3	0	36.4	1.4			0		
29					2.8	38.7				0.4		0.4
30				0	0.9	0.2				8		
31			0.3		1.8		0			0		5.5
Jumlah (mm)	0	0	0.3	47.4	50	205.2	132.6	0.5	44.8	90.7	1.1	26.6
Jmlh hari hujan	16	17	28	23	24	23	25	9	13	24	19	17
Rata-rata (mm)	0	0	0	1.6	1.6	6.8	4.3	0	1.5	2.9	0	0.9
Max (mm)	0	0	0.3	20.5	21.6	42.6	37.7	0.3	19.6	39.5	0.6	10.8
Min (mm)	0	0	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.3

3.4. Metode Rata-rata Al-jabar

Untuk contoh perhitungan digunakan data pada Tanggal 4 Januari 2016 dari masing-masing stasiun. Berikut data yang diketahui :

- Pwaru = 0,0 mm
- Pmayayap = 0,0 mm
- Pbalantak = 11,3 mm

sehingga:

$$P = \frac{(0,0 + 0,0 + 11,3)}{3} = 3,8 \text{ mm}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh curah hujan yang hilang pada tanggal 4 januari 2016 di Stasiun Salodik adalah 3,8 mm. Adapun data yang telah diisi secara keseluruhan pada

Tahun 2016 di stasiun salodik dengan metode rata-rata aljabar dapat dilihat pada Tabel 3.

3.5. Metode Inversed Square Distance

Contoh perhitungan digunakan data pada Tanggal 4 Januari 2016 dari masing-masing stasiun. Berikut data yang diketahui :

- Rw = 0,0 mm
- Rm = 0,0 mm
- Rb = 11,3 mm
- dXw-s = ± 46.28 km
- dXm-s = ± 36.74 km
- dXb-s = ± 68.46 km

Tabel 3. Data curah hujan harian stasiun salodik yang telah diisi dengan Metode Rata-Rata Aljabar

Tgl	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mei	Juni	Juli	Ags.	Sep.	Okt.	Nop.	Des.
1	0	0	4.1	0	0.2	42.2	3.8	19.2	0	39.5	0.3	10.8
2	2.6	7	5	10	7.7	6.9	33.5	2.9	6.8	13.3	0	1.4
3	1.5	0	2.3	32.7	0.6	15.6	22.1	12.1	0	17	0	0.3
4	3.8	29.4	10.2	0	2.4	0.2	4.8	0	0	0.3	0	0
5	10.3	0	1.4	5.2	9.5	0.3	1.8	0.2	0	18.9	0	0
6	0	0	13.3	40.3	22.5	0	11.1	0.3	14.6	0.4	0	2.3
7	0	10.1	4.8	0	12.2	5.2	0	0	2.1	0	3.4	11.7
8	0	14.8	0	0.2	0.2	0	6.7	0	0	14.5	0	8.7
9	4.8	22.5	1.8	13.1	3.1	0	0	0	0	10.4	3.3	0
10	0	0.8	2.8	3.5	0.7	3.9	0	0	0	0.2	0	15.1
11	0	0	4.3	0	6.1	8	8.4	5.5	0	12	11.5	22.6
12	0	0	0	6.1	0	0	0	8.7	0	3.8	3.8	0
13	1.5	0	8.5	11.1	1.2	0	13.4	0.6	0	1.3	0.6	0
14	0	0	4.9	10.8	0	10	18.2	0	8.3	0	0.2	4.2
15	6.7	0.3	15.5	4.2	0	10	2.8	0	0.3	8	0	0
16	0	10.1	3	39.9	11.5	5.6	13.5	0	0.8	0	0	0
17	3.5	3.8	1.4	24	1.6	0	10.6	0	0	0	6.8	0
18	25.8	11.3	8.8	0	0	4.5	2.6	0	19.6	0	0	0
19	14.8	0	0	8.7	21.6	0.7	2	0	0	2.7	15.5	0
20	2.9	0	5.8	1.5	33.7	14.5	29.1	0	0.3	5.8	11.8	0
21	4.5	1.5	3.7	0.2	0.3	38.4	37.7	0	0	25.7	1.5	0
22	38.8	11.7	15.3	2.5	0	0.2	19.8	0	9.6	8.7	17.4	0
23	0	1.5	3	0	0	0	0.6	0	6.3	0.9	11	4.9
24	0	8.7	2	20.5	0.8	42.6	0.3	0	0	1.9	18.7	10
25	4.3	14.4	21	4.7	4.8	5.3	1.3	0	0.4	14.5	6.7	6.7
26	0	4.3	16.8	1.9	9.5	10.1	5.5	0	0	6.8	22.7	0
27	0.3	0	12.9	2.6	0.3	1.7	12.9	0	0	1.6	13.3	1
28	0	1.4	0.3	1.3	0	36.4	1.4	2.7	0.5	0	0.5	7.5
29	0	0	14.9	24.3	2.8	38.7	0	0	1.7	0.4	0	0.4
30	10.1		13.8	0	0.9	0.2	11.5	0	5.8	8	5.4	4.5
31	0		0.3		1.8		0	0		0		5.5
Jumlah (mm)	136.1	153.6	202.2	269.1	156	301	275.4	52.3	77.1	216.6	154.3	117.6
Jmlh hari hujan	16	17	28	23	24	23	25	9	13	24	19	17
Rata-rata (mm)	4.4	5.3	6.5	9	5	10	8.9	1.7	2.6	7	5.1	3.8
Max (mm)	38.8	29.4	21	40.3	33.7	42.6	37.7	19.2	19.6	39.5	22.7	22.6
Min(mm)	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3

dengan demikian:

$$P = \frac{\frac{1}{46,28^2} \times 0,0 + \frac{1}{36,74^2} \times 0,0 + \frac{1}{68,46^2} \times 11,3}{\frac{1}{46,28^2} + \frac{1}{36,74^2} + \frac{1}{68,46^2}} = 1,7 \text{ mm}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut diperoleh curah hujan yang hilang pada Tanggal 4 januari 2016 di stasiun salodik adalah 1,7 mm. Adapun data yang telah diisi secara keseluruhan pada tahun 2016 di Stasiun Salodik dengan metode *Inversed Square Distance*, dapat dilihat pada Tabel 4.

3.6. Analisis Curah Hujan Rata-rata (R24Maksimum)

Pertama-tama sebelum memasuki perhitungan curah hujan rata-rata, harus terlebih dahulu menyeleksi curah hujan tertinggi dalam jangka setahun pada tiap-tiap stasiun

curah hujan [19]. Pada perhitungan curah hujan rata-rata menggunakan Metode Rerata Aljabar [20], yaitu :

$$R24 = \frac{16,6 + 42,6 + 0,0 + 0,0}{4} = 14,8 \text{ mm}$$

Contoh perhitungan menggunakan data curah hujan awal/hilang dengan mengambil data pada tanggal 24 juni 2016, yang mana merupakan curah hujan tertinggi di Stasiun Salodik. Lalu diikuti pengambilan data curah hujan di tanggal yang sama pada tiap stasiun curah hujan lainnya.

Dari perhitungan diatas didapatkan curah hujan rata-rata pada tanggal 24 juni 2016 adalah 14,8 mm. Adapun data yang telah diisi secara keseluruhan dan dipilih curah hujan rerata maksimumnya dari tahun 2016 hingga 2020 dengan Metode Rerata Aljabar, dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 4. Data curah hujan harian stasiun salodik yang telah diisi dengan Metode *Inversed Square Distance*

Tgl	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mei	Juni	Juli	Ags.	Sep.	Okt.	Nop.	Des.
1	0	0	4.1	0	0.1	41.6	3.8	19	0	39.5	0.3	10.8
2	2.5	10.9	4.3	7.1	12	6.9	21	2.9	3.3	20.9	0	1.4
3	1.5	0	1.1	30.3	0.6	15.6	21.7	7.9	0	18.8	0	0.3
4	1.7	13.8	15.9	0	2.4	0.2	4.8	0	0	0.3	0	0
5	16.1	0	1.4	2.3	9.5	0.3	1.8	0.2	0	18.9	0	0
6	0	0	20.9	39.7	29.9	0	16.5	0.3	14.6	0.4	0	2.3
7	0	15.8	4.8	0	12.1	2.3	0	0	1.7	0	1.9	15.3
8	0	7.3	0	0.2	0.2	0	10.4	0	0	14.5	0	12.5
9	4.8	31.7	1.8	12.8	3.1	0	0	0	0	8.8	1.5	0
10	0	0.8	2.8	3.5	0.7	3.9	0	0	0	0.1	0	14.9
11	0	0	3.6	0	6.1	11	8.4	5.5	0	18.8	11.3	18.5
12	0	0	0	6.1	0	0	0	6.9	0	1.7	2.5	0
13	1.4	0	5.8	11.1	1.2	0	13.4	0.6	0	0.6	0.6	0
14	0	0	4.8	6	0	10	8.2	0	13	0	0.2	1.9
15	10.4	0.2	15.3	2.5	0	15.6	2.8	0	0.3	12.5	0	0
16	0	9.5	1.4	31.7	11.4	7.5	13.5	0	0.8	0	0	0
17	2.7	3.7	1.4	30.5	1.6	0	7.8	0	0	0	5.2	0
18	26.5	16.5	11.7	0	0	2.4	2.6	0	19.6	0	0	0
19	20.1	0	0	3.9	21.6	0.3	2	0	0	1.2	7	0
20	2.8	0	5.7	1.4	24.4	14.3	29.1	0	0.3	5.7	7	0
21	4.4	1.5	3.7	0.2	0.3	38.4	37.7	0	0	34.6	1.4	0
22	38.3	7	7.3	2.4	0	0.2	19.8	0	9.6	8.1	24.9	0
23	0	1.3	2.2	0	0	0	0.6	0	9.9	0.9	17.2	4.9
24	0	12.5	0.9	20.5	0.4	42.6	0.3	0	0	1.9	29.2	15.6
25	2	21.4	31.7	2.1	4.7	2.4	1.3	0	0.4	18.5	10.4	10.4
26	0	2	26.3	1.9	9.3	10.1	5.4	0	0	6.8	22.8	0
27	0.2	0	16.6	2.6	0.3	1.7	12.7	0	0	1.5	20.9	1
28	0	1.4	0.3	1.3	0	36.4	1.4	2.7	0.5	0	0.5	6
29	0	0	14.9	11	2.8	38.7	0	0	1.7	0.4	0	0.4
30	15.7		12	0	0.9	0.2	11.3	0	5.7	8	5.4	4.5
31	0		0.3		1.8		0	0		0		5.5
Jumlah (mm)	151.1	157.1	222.9	231.2	157.3	302.6	258.3	45.8	81.3	243.3	170.3	126.1
Jmlh hari hujan	16	17	28	23	24	23	25	9	13	24	19	17
Rata-rata (mm)	4.9	5.4	7.2	7.7	5.1	10.1	8.3	1.5	2.7	7.8	5.7	4.1
Max (mm)	38.3	31.7	31.7	39.7	29.9	42.6	37.7	19	19.6	39.5	29.2	18.5
Min (mm)	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1	0.2	0.3	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3

Tabel 5. Curah hujan rata-rata (R24 Maksimum) dengan data awal

No.	Tahun	Tanggal	Pos Hujan				Curah Hujan Rata-rata (mm)	Curah Hujan Maksimum (mm)
			Waru (mm)	Salodik (mm)	Mayayap (mm)	Balantak (mm)		
1	2016	01 – Juni	126.5	0	0	0	31.63	31.625
		24 – Juni	16.6	42.6	0	0	14.8	
		21 – Sept	7.4	0	60.7	0	17.03	
		28 – Mar	0	0.3	0	86	21.58	
2	2017	01 – Juli	263.5	58.5	0	109.5	107.88	107.875
		29 – Jan	11.3	100.7	60	6	44.5	
		03 – Apr	0	11.9	67	0	19.73	
		01 – Juli	263.5	58.5	0	109.5	107.88	
3	2018	29 – Mei	253.6	36.2	0	16	76.45	76.45
		06 – Jan	11.4	93.4	30	37.5	43.08	
		17 – Nop	2.2	3.2	60	4.8	17.55	
		24 – Apr	110.5	2.8	0	97	52.58	

Lanjutan **Tabel 5.** Curah hujan rata-rata (R24 Maksimum) dengan data awal

No.	Tahun	Tanggal	Pos Hujan				Curah Hujan Rata-rata (mm)	Curah Hujan Maksimum (mm)
			Waru (mm)	Salodik (mm)	Mayayap (mm)	Balantak (mm)		
4	2019	29 – Apr	187.5	0.4	0	46	58.48	58.475
		12 – Des	0	75.7	0	0	18.93	
		13 – Feb	0	57.2	50	0	26.8	
		27 – Feb	0	30.4	0	103	33.35	
5	2020	21 – Juni	165	14.7	0	0	44.93	46.05
		23 – Juli	34	117.9	0	0	37.98	
		02 – Agst	82.7	0.5	48	0	32.8	
		04 – Feb	5.2	0	20	159	46.05	

Tabel 6. Curah hujan rata-rata (R24Maksimum) dengan data yang telah diisi

No.	Tahun	Tanggal	Pos Hujan				Curah Hujan Rata-rata (mm)	Curah Hujan Maksimum (mm)
			Waru (mm)	Salodik (mm)	Mayayap (mm)	Balantak (mm)		
1	2016	01 – Juni	126.5	41.6	0	0	42.02	42.015
		24 – Juni	16.6	42.6	0	0	14.8	
		21 – Sept	7.4	0	60.7	0	17.03	
		28 – Mar	0	0.3	0	86	21.58	
2	2017	01 – Juli	263.5	58.5	0	109.5	107.88	107.875
		29 – Jan	11.3	100.7	60	6	44.5	
		03 – Apr	0	11.9	67	0	19.73	
3	2018	01 – Juli	263.5	58.5	0	109.5	107.88	76.45
		29 – Mei	253.6	36.2	0	16	76.45	
		06 – Jan	11.4	93.4	30	37.5	43.08	
		17 – Nop	2.2	3.2	60	4.8	17.55	
4	2019	24 – Apr	110.5	2.8	0	97	52.58	58.475
		29 – Apr	187.5	0.4	0	46	58.48	
		12 – Des	0	75.7	0	0	18.93	
		13 – Feb	0	57.2	50	0	26.8	
5	2020	27 – Feb	0	30.4	0	103	33.35	46.05
		21 – Juni	165	14.7	0	0	44.93	
		23 – Juli	34	117.9	0	0	37.98	
		02 – Agst	82.7	0.5	48	0	32.8	
		04 – Feb	5.2	0	20	159	46.05	

3.7. Analisis Frekuensi Curah Hujan

3.7.1. Parameter Statistik

Analisis selanjutnya terhadap data curah hujan adalah untuk melihat nilai-nilai parameter statistik yang ada, berdasarkan data awal/hilang maupun data yang telah isi. Berikutnya, hasil perhitungan tersebut akan disandingkan dengan syarat penggunaan jenis sebaran didalam satu tabel utuh [21]. Hasil analisis menunjukkan bahwa untuk data hujan awal dan data hujan yang telah diisi, hanya Metode Log Pearson III yang memenuhi syarat, sedangkan ketiga metode lainnya tidak memenuhi syarat.

3.7.2. Hujan Rancangan

Keseluruhan hasil perhitungan dengan Metode Log-Pearson III dari periode ulang 2 sampai periode ulang 100 tahun, dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Hujan rancangan dengan data curah hujan awal

No.	Periode Ulang	XT (mm)
1	2	60.5806
2	5	77.9555
3	10	92.2077
4	25	113.5215
5	50	132.0082
6	100	152.8921

Tabel 8. Hujan rancangan dengan data curah hujan yang telah terisi

No.	Periode Ulang	XT (mm)
1	2	60.6573
2	5	129.4545
3	10	202.5429
4	25	340.4176
5	50	486.8733
6	100	682.5618

3.8. Debit Banjir Rancangan

Sehubungan dengan luas dari DAS Waru 75,38 km² [14], maka metode yang memenuhi syarat untuk menghitung debit banjir rancangan adalah Metode

Rasional. Pada metode tersebut, syarat yang harus terpenuhi yaitu luas DAS berada pada rentang 40 – 80 km² [15].

Pada metode ini koefisien limpasan ditetapkan dari kondisi tata guna lahan, yang dihitung dari peta penggunaan lahan DAS Waru [22] seperti pada Tabel 9.

Tabel 9. Koefisien limpasan DAS Waru

No.	Tata Guna Lahan	Luas (Km ²)	C (%)	C x A (Km ²)	Koefisien Limpasan (C)
1	Perkebunan	7.802	0.4	3.121	0.095
2	Sawah	9.691	0.15	1.454	
3	Tanah kosong/gundul	0.008	0.3	0.002	
4	Semak belukar	6.798	0.07	0.476	
5	Permukiman & tempat kegiatan	1.005	0.6	0.603	
6	Tegalan/ladang	0.046	0.2	0.009	
7	Sungai/ perairan	0.214	0.05	0.011	
8	Hutan	49.816	0.03	1.494	
Total		75.38		7.17	

Intensitas hujan jamana dihitung dari curah hujan maksimum (R24) menurut periode ulang menggunakan Metode Mononobe seperti pada Tabel 10 [23].

Tabel 10. Intensitas curah hujan

No.	Periode Ulang (Tahun)	Intensitas Curah Hujan (mm/jam)
1	2	21.855
2	5	28.123
3	10	33.264
4	25	40.953
5	50	47.623
6	100	55.157

Debit banjir rancangan dengan periode kala ulang 2 tahun memperoleh debit banjir rancangan sebanyak 43,5617 m³/s. Keseluruhan hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 11 .

Tabel 11. Debit banjir rancangan DAS Waru

No.	Periode Ulang	Debit Banjir Rancangan (m ³ / s)	
		Data Awal / Kosong	Data yang Telah Diisi
1	2	43.5617	43.6169
2	5	56.0556	93.0869
3	10	66.3038	145.6427
4	25	81.63	244.7844
5	50	94.9233	350.0965
6	100	109.9403	490.8104

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan maka penulis menyimpulkan beberapa point penting sesuai dengan rumusan masalah yang berlaku, yaitu :

- 1) Pengisian data curah hujan yang kosong terjadi di Stasiun Salodik untuk data pada tahun 2016. Cara pengisiannya dilakukan dengan menggunakan 2 metode, yaitu Metode Rata-Rata Aljabar dan Metode

Inversed Square Distance. Dari perhitungan didapatkan total curah hujan distasiun salodik tahun 2016 adalah 2111,3 mm untuk hasil dari metode rata-rata aljabar dan 2147,3 mm untuk hasil dari metode *Inversed Square Distance*.

- 2) Nilai selisih antara debit banjir rancangan dengan data curah hujan awal dan debit banjir rancangan dengan data curah hujan yang telah diisi adalah 0,0552 m³/s untuk periode ulang 2 tahun, 37,0313 m³/s untuk periode ulang 5 tahun, 79,3389 m³/s untuk periode ulang 10 tahun, 163,1544 m³/s untuk periode ulang 25 tahun, 255,1732 m³/s untuk periode ulang 50 tahun dan 380,8701 m³/s untuk periode ulang 100 tahun.

Berikut beberapa saran yang bisa diperhatikan untuk penelitian dimasa mendatang, yaitu :

- 1) Pengambilan data curah hujan yang dilakukan tidak berada dalam satu kawasan DAS Waru sehingga untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan data dari stasiun curah hujan yang berada dalam kawasan yang sama.
- 2) Pada penelitian mendatang akan lebih baik jika mempunyai data AWLR pada DAS yang akan dijadikan objek penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] A.S. Yusman, "Aplikasi Metode Normal Ratio dan Inversed Square Distance Untuk Melengkapi Data Curah Hujan Kota Padang Yang Hilang", *Menara Ilmu*, vol. 12, no. 9, p. 1, 2018.
- [2] A.C. Harifa, M. Charits, J. Setiono, and M. Khamim, "Evaluasi Jaringan Stasiun Hujan di Wilayah Sungai Dumoga Sangkub", *Reka Buana: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, vol. 7, no. 1, p. 1, 2020.
- [3] A.Chinasho, B. Bedadi, T. Lemma, T. Tana, T. Hordofa, and B. Elias, "Evaluation of Seven Gap-Filling Techniques for Daily Station-Based Rainfall Datasets in South Ethiopia", *Advances in Meteorology.*, vol. 9657460, p. 1, 2021.

- [4] L.E. Muluken, "Techniques of Filling Missing Values of Daily and Monthly Rain Fall Data: A Review", *SF Journal of Environmental and Earth Science*, vol. 3, no. 1, p. 1, 2020.
- [5] A.A.G.N. Adilah and H. Hannani, "Comparison of Methods to Estimate Missing Rainfall Data for Short Term Period at UMP Gombang", *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 682, p. 1, 2020.
- [6] Z.A. Romman, J. Al-Bakri, and M. Al Kuisi, "Estimation of Rainfall Missing Data in an Arid Area using Spatial and EM Methodes", *International Journal of Engineering Research and Applications*, vol. 9, no. 3, p. 76, 2019.
- [7] S.M.C.M. Nor, S.M. Shaharudin, S. Ismail, N.H. Zainuddin, and M.L. Tan, "A comparative study of different imputation methods for daily rainfall data in east-coast Peninsular Malaysia", *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, vol. vol. 9, p. 635, 2020.
- [8] A. Verawati, *Pengaruh Karakteristik Hujan Terhadap Erosivitas DAS Waru Kabupaten Banggai*, Palu: Universitas Tadulako, 2019.
- [10] [M. Rizky, *Pengisian Data Curah Hujan yang Hilang Pada DAS Lariang*, Universitas Tadulako, 2019.
- [13] E. Peawati, "Analisis Hujan Rata-rata Dalam Menentukan Debit Banjir Rancangan Pada DAS Blambangan Kabupaten Banyuwangi Jawa Timur", *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi) : Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, vol. 9, no. 1, p.84, 2019.
- [16] E.F. Hasyimzoem, A. Zakaria, and Sumiharni, "Perbandingan Analisis Data Curah Hujan yang Hilang Menggunakan Metode Reciprocal, Normal Ratio, dan Rata-rata Aljabar", *Journal Rekayasa Sipil dan Desain (JRSDD)*, vol. 7, no. 1, p. 155, 2019.
- [17] I.W. Yasa, M.B. Budianto, and N.M.K. Santi, "Analisis Beberapa Metode Pengisian Data Hujan yang Hilang di Wilayah Sungai Pulau Lombok", *Spektrum Sipil*, vol. 2, no.1, p. 49, 2015.
- [18] F. Prawaka, A. Zakaria, and S. Tugiono, "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)", *Journal Rekayasa Sipil dan Desain (JRSDD)*, vol. 4, no. 3, p. 397, 2016,
- [19] Ashruri, "Pemodelan Periodik dan Stokastik Untuk Menganalisis Data Curah Hujan yang Hilang Menggunakan Studi Kasus Stasiun Hujan Sukarame", *Rekayasa: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung*, vol. 19, no. 1, p. 1, 2015.
- [20] A. Sarminingsih, "Pemilihan Metode Analisis Debit Banjir Rancangan Embung Coyo Kabupaten Grobogan", *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, vol. 15, no. 1, 2018.
- [21] E. Qodriatullah and F. Dwirani, "Menentukan Staisun Hujan dan Curah Hujan dengan Metode Polygon Thiessen Daerah Kabupaten Lebak", *Jurnal*, vol. 2, no. 2, 2019.
- [22] Soewarno, *Hidrologi Operasional Jilid Kesatu*. Bandung: PT. Aditya Bakti, 2000.
- [23] B. Triatmodjo, *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset, 2010.

This page is intentionally left blank