



## Hubungan Intensitas Hujan dan Debit Aliran: Studi di Ruas Saluran pada Perumahan Mendalo Park dan Perumahan Bougenville Lestari, Kota Jambi

<sup>1\*</sup>Lailal Gusri

Universitas Jambi

<sup>1</sup>Elsan Siahaan

Universitas Jambi

<sup>1</sup>Jalius

Universitas Jambi

<sup>1</sup>Bambang Irawan

Universitas Jambi

<sup>2</sup>M. Zahari MS

Universitas Batang Hari Jambi

<sup>1</sup>Alamat: Jl. Jambi-Ma Bulian Km 15 Mendalo Darat Jambi, 36261

<sup>2</sup>Alamat: Jl. Slamet Riyadi Broni Jambi Kel. Sei. Putri Kec. Telanaipura 36122

\*Korespondensi penulis: [lailal.gusri@unja.ac.id](mailto:lailal.gusri@unja.ac.id)

**Abstrak.** *The relationship between rainfall intensity and discharge can be seen when it rains, there is runoff in the drainage system. The purpose of the study was to determine the relationship between discharge as a dependent variable to rainfall and water level as an independent variable, the method used was to collect maximum rainfall data for 20 years (2003-2022) from the Sultan Thaha Meteorological Station and the Jambi Climatology Station, rainfall frequency using the gumbel method, normal, log normal and log person type III, determine the coefficient C, concentration time, rainfall intensity, and determine flood discharge and conduct a simple regression analysis. The results of the linear regression test were very strong, which was stated with a P-value of less than 0.05 so that the hypothesis was rejected. In the 2nd recurrence period it was  $5.91 \times 10^{-14}$ , which means that it can be concluded that rainfall intensity affects discharge.*

**Keywords:** Rain intensity; Discharge; Drainage; Kenali River

**Abstrak.** Hubungan intensitas hujan dan debit dapat dilihat pada saat hujan turun terjadi luapan air dalam sistem saluran air. Tujuan penelitian mengetahui hubungan antara debit air sebagai variabel tidak bebas terhadap curah hujan dan tinggi muka air sebagai variabel bebas metode yaitu pengumpulan data curah hujan maksimum selama 20 tahun (2003-2022) dari Stasiun Meteorologi Sultan Thaha dan Stasiun Klimatologi Jambi, frekuensi curah hujan dengan metode gumbel, normal, log normal dan log person tipe III, menentukan koefisien C, waktu konsentrasi, intensitas curah hujan, dan menentukan debit banjir serta melakukan analisa regresi sederhana. Hasil uji regresi linier sangat kuat yang dinyatakan oleh P-value lebih kecil dari 0,05 sehingga  $H_0$  ditolak. Pada kala ulang 2 tahun adalah sebesar  $5,91 \times 10^{-14}$  yang mana nilai tersebut maka dapat disimpulkan bahwa intensitas hujan berpengaruh terhadap debit.

**Kata Kunci:** Intensitas hujan; Debit banjir; Drainase; Sungai Kenali

### PENDAHULUAN

Hubungan antara curah hujan dan probabilitas debit banjir merupakan hubungan sangat erat secara teoritis atau praktis hidrologi (Breinl et al., 2021). Hubungan tercermin dalam peningkatan intensitas dan frekuensi kejadian curah hujan dan peningkatan kapasitas air di atmosfer berdampak buruk terhadap debit air sungai dan drainase. Curah hujan yang turun ke permukaan bumi akan menyebabkan banjir misal luapan air dalam drainase perkotaan dan banjir

bandang pada sungai. Respon hidrologi banjir dipengaruhi oleh struktur curah hujan (Zhu et al.,2018). Salah satu cara untuk mengukur hubungan antara curah hujan dan kemungkinan banjir adalah konsep elastisitas, didefinisikan sebagai perubahan relatif aliran sungai dibagi dengan perubahan relatif curah hujan.

Banjir merupakan luapan air dalam saluran air sungai dan drainase disebabkan oleh ketidakmampuan saluran air menampung debit air hujan masuk kedalam sistem sungai dan drainase. Debit air aspek penting dalam desain bangunan air untuk memastikan rancangan yang ditentukan mampu menerima, menahan dan mengalirkan air hujan. Fenomena banjir dan limpasan bahwa curah hujan bukan merupakan satu-satunya penyebab terjadi banjir dan limpasan aliran dalam saluran drainase. Ada faktor-faktor penyebab terjadi banjir pada DAS misalnya wilayah gersang dan lereng tinggi. Jumlah curah hujan dapat menjadi indikator mengenai limpasan dari drainase tapi peristiwa banjir dapat disebabkan oleh curah hujan non-ekstrem yang jatuh pada tanah jenuh air. Menurut Bruno et al (2022) bahwa saluran mempunyai kecenderungan alami terhadap banjir pada bagian tertentu lebih rentan terjadi banjir karena penggunaan lahan dan cakupan serta kondisi setempat.

Metode desain banjir banyak digunakan dalam praktik teknik terdiri dari estimasi hidrograf dengan probabilitas debit puncak tertentu dari hujan badai sintetis dengan probabilitas yang sama menggunakan model curah hujan-limpasan (Breinl, et al.,2021). Perspektif teoritis, interaksi antara perilaku statistik curah hujan ekstrem dan proses tangkapan air yang menghasilkan kurva frekuensi banjir merupakan topik yang menarik. Respon limpasan yang lebih cepat dengan meningkatnya besarnya kejadian, seperti yang sering terjadi karena relevansi lebih tinggi dari jalur aliran permukaan dan dekat permukaan dan kedalaman aliran permukaan lebih besar, akan tercermin dalam kurva frekuensi banjir semakin curam dengan periode ulang.

Desain drainase atau pengendalian banjir, di mana kurva intensitas-durasi-frekuensi yang diperoleh mencerminkan perubahan pola curah hujan ekstrem terjadi dalam periode data pengamatan. Perancangan banjir didasarkan pada analisis nilai ekstrem dari debit puncak banjir yang diamati di suatu lokasi. Pengukuran debit banjir seringkali menemui masalah akibat tidak tersedia data hidrologi dalam rentang waktu yang dibutuhkan (Vangelis et al.,2022). Desain bangunan air menemui kendala karena sulit memperkirakan dan memprediksi debit air dari curah hujan, apabila data curah hujan tidak tersedia sesuai dengan kebutuhan desain.

Merancang struktur air hujan dan pengendalian banjir terdapat hubungan langsung antara hujan rencana dan banjir rencana. Distribusi curah hujan ekstrem bergantung pada situasi klimatologi di lokasi yang diteliti. Pekiraan angka korelasi berhubungan erat dengan rata-rata curah hujan tahunan dalam analisis data pengukur hujan per jam dan harian di wilayah iklim berbeda (Barbero et al., 2019). Jika curah hujan terjadi di suatu daerah aliran sungai dengan intensitas konstan selama periode waktu yang cukup untuk menghasilkan kestabilan aliran permukaan pada saluran keluar, maka laju aliran puncak yang keluar akan sebanding dengan hasil kali intensitas curah hujan dan luas daerah aliran sungai.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara debit air sebagai variabel tidak bebas terhadap curah hujan dan tinggi muka air sebagai variabel bebas. Diharapkan memberi kontribusi mengatasi banjir di sungai Kenali Kecil Kota Jambi.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini bersifat metode deskriptif dengan mengumpulkan data primer dan sekunder berupa data curah hujan dan mengolah data curah harian maksimum selama 20 tahun periode data dari tahun 2003 hingga 2022, didapat dari BMKG online dari Stasiun Meteorologi Sultan

Thaha dan Stasiun Klimatologi Jambi. Lokasi penelitian ini di pada saluran drainase yang melintas area Perumahan Mendalo Park dengan titik koordinat  $1^{\circ}37'43.49''$ BT dan  $103^{\circ}32'31.70''$ LS dan bagian hilir mengambil lokasi di Perumahan Bougenville Lestari dengan titik koordinat  $1^{\circ}37'27.49''$ S dan  $103^{\circ}32'37.03''$ E. Panjang drainase 10,44 Km<sup>2</sup> dan area lebih dari 300 ha, maka dibagi menjadi 4 segmen sub DAS 1 seluas 2,08 Km<sup>2</sup>; sub DAS 2 seluas 2,934 Km<sup>2</sup>; sub DAS 3 seluas 3 Km<sup>2</sup>; dan sub DAS 4 seluas 2,39 Km<sup>2</sup> untuk memenuhi kriteria penggunaan rumus rasional dan kala ulang adalah 2, 10, 25 dan 50 tahun.

Perhitungan yang digunakan dalam penelitian ini mencakup:

1. Penentuan frekuensi curah hujan menggunakan metode, yaitu: gumbel, normal, log normal dan log person tipe III.

2. Penentuan koefisien pengairan C menggunakan rumus, yaitu:

$$C = \frac{(A1 \times C1) + (A2 \times C2) + \dots + (An \times Cn)}{A1 + A2 + \dots + An} \quad (1)$$

3. Penentuan waktu konsentrasi menggunakan formula Kirpich, yaitu:

$$T_c = \left( \frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \quad (2)$$

4. Penentuan intensitas curah hujan menggunakan formula, yaitu:

$$i_T = R T_{tc} \quad (3)$$

5. Perhitungan debit rencana kala ulang 2, 10, 25 dan 50 tahun dengan formula rasional.

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (4)$$

6. Analisa data menggunakan regresi linier dengan formula, sebagai berikut, yaitu:

$$Y = a + bX \quad (5)$$

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil pengolahan data curah hujan maksimum selama 20 tahun data yang gunakan pada saat melakukan penelitian dari tahun 2003-2022 dari stasiun Klimatologi Jambi dan stasiun Meteorologi Sultan Thaha, sehingga tinggi curah maksimum yang terjadi adalah 159 mm pada Stasiun Klimatologi Jambi yang terjadi pada tahun 2012 dan 134,1 mm pada Stasiun Meteorologi Sultan Thaha yang terjadi pada tahun 2011. Curah hujan terendah terjadi yaitu 66 mm dan 63,6 mm pada Stasiun Klimatologi Jambi tahun 2011 dan Stasiun Meteorologi Jambi tahun 2016. Hasil perhitungan nilai C dari masing-masing SubDAS 1, SubDAS 2, SubDAS 3 dan SubDAS 4 adalah 0,32613; 0,33678; 0,36267; dan 0,3494. Hasil perhitungan waktu konsentrasi dari masing-masing SubDAS 1, SubDAS 2, SubDAS 3 dan SubDAS 4 adalah selama 1,54 jam, 3,59 jam, 2,16 jam dan 2,55 jam. Hasil perhitungan intensitas curah hujan untuk kala ulang 2, 10, 25, dan 50 tahun adalah 14,208 mm; 18,252 mm; 21,163 mm dan 21,692 mm. Perhitungan debit rencana dengan kala ulang menggunakan formula rasional untuk kala ulang 2, 10, 25 dan 50 tahun, masing-masing adalah 3,9031 m<sup>3</sup>/detik; 5,0138 m<sup>3</sup>/detik; 5,8135 m<sup>3</sup>/detik, dan 5,9589 m<sup>3</sup>/detik.

Analisis regresi sederhana dimaksud untuk mengukur hubungan antara 2 variabel yaitu variabel independen dan variabel dependen. Variabel independen adalah variabel yang memberikan pengaruh terhadap variabel dependen, variabel independen dalam penelitian ini adalah intensitas hujan. Sedangkan variabel dependen merupakan variabel yang diamati atau yang terpengaruh oleh variabel dependen yang dalam penelitian ini yang merupakan variabel dependen adalah debit. Data intensitas hujan dan debit disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel Curah Hujan, Intensitas Hujan dan Debit

t (jam)	Intensitas				Debit			
	I2	I10	I25	I50	Q2	Q10	Q25	Q50
1	33.3678	42.8637	49.7005	50.9436	9.1884	11.803	13.686	14.028
2	21.0204	27.0024	31.3093	32.0924	5.7883	7.4356	8.6216	8.8372
3	16.0416	20.6067	23.8935	24.4911	4.4173	5.6744	6.5795	6.744
4	13.242	17.0105	19.7236	20.217	3.6464	4.6841	5.4312	5.5671
5	11.4116	14.6592	16.9973	17.4225	3.1424	4.0367	4.6805	4.7976
6	10.1056	12.9814	15.052	15.4284	2.7827	3.5747	4.1448	4.2485
7	9.11863	11.7136	13.5819	13.9217	2.511	3.2255	3.74	3.8336
8	8.34196	10.7159	12.4251	12.7359	2.2971	2.9508	3.4215	3.507
9	7.71199	9.90668	11.4868	11.7741	2.1236	2.728	3.1631	3.2422
10	7.18888	9.2347	10.7076	10.9755	1.9796	2.5429	2.9485	3.0223
11	6.74631	8.66618	10.0484	10.2998	1.8577	2.3864	2.767	2.8362
12	6.36611	8.17778	9.48214	9.71931	1.753	2.2519	2.6111	2.6764
13	6.0353	7.75284	8.98942	9.21426	1.6619	2.1349	2.4754	2.5373
14	5.74437	7.37912	8.55609	8.77009	1.5818	2.032	2.3561	2.415
15	5.48614	7.0474	8.17146	8.37584	1.5107	1.9406	2.2502	2.3064
16	5.25511	6.75061	7.82734	8.02311	1.4471	1.8589	2.1554	2.2093
17	5.04695	6.48321	7.51729	7.70531	1.3898	1.7853	2.07	2.1218
18	4.85825	6.24081	7.23623	7.41722	1.3378	1.7185	1.9926	2.0425
19	4.68625	6.01987	6.98004	7.15463	1.2904	1.6577	1.9221	1.9701
20	4.52871	5.8175	6.74539	6.91411	1.2471	1.6019	1.8575	1.9039
21	4.38378	5.63132	6.52952	6.69283	1.2071	1.5507	1.798	1.843
22	4.24991	5.45935	6.33012	6.48845	1.1703	1.5033	1.7431	1.7867
23	4.12581	5.29994	6.14529	6.29899	1.1361	1.4594	1.6922	1.7345
24	4.0104	5.15168	5.97338	6.12278	1.1043	1.4186	1.6449	1.686

Sumber: Hasil Perhitungan, 2023

Berdasarkan pada Tabel 1, setelah mengetahui data-data intensitas dan data debit maka dilakukan analisis regresi menggunakan *microsoft excel*, formula regresi linear sederhana untuk menentukan  $Y_2, Y_{10}, Y_{25}, Y_{50}$ , menggunakan formula  $Y = a + bX$ . Perhitungan  $Y_2 = 0,2754 + (1,78 \times 10^{-15}) * X$ ,  $Y_{10} = 0,2754 + (4,44 \times 10^{-15}) * X$ ,  $Y_{25} = 0,2754 + (4,4 \times 10^{-15}) * X$  dan  $Y_{50} = 0,2754 + (4,4 \times 10^{-15}) * X$ . Hasil perhitungan analisis regresi diketahui bahwa *P-value* untuk kala ulang tahun 2 tahun adalah sebesar  $5,91 \times 10^{-14}$  yang mana nilai tersebut lebih kecil dari 0,05 sehingga  $H_0$  ditolak, maka dapat disimpulkan bahwa intensitas hujan berpengaruh terhadap debit. Begitu juga dengan hasil *P-value* untuk kala ulang 10, 25 dan 50 tahun yaitu sebesar 0,043; 0,045; dan 0,399, angka ini lebih kecil dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa intensitas berpengaruh terhadap besarnya debit.

Tabel 2. Hasil Output Statistik Regresi

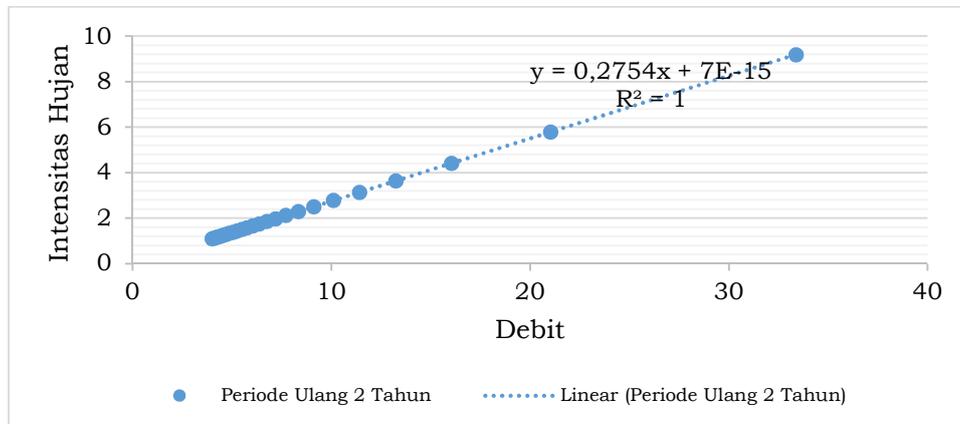
Regression Statistics	R2	R10	R25	R50
Multiple R	1	1	1	1
R Square	1	1	1	1
Adjusted R Square	1	1	1	1
Standard Error	3.15E-16	6.11E-16	7.02E-16	6.00E-16
Observations	24	24	24	24

Sumber: Hasil Olahan Data, 2023

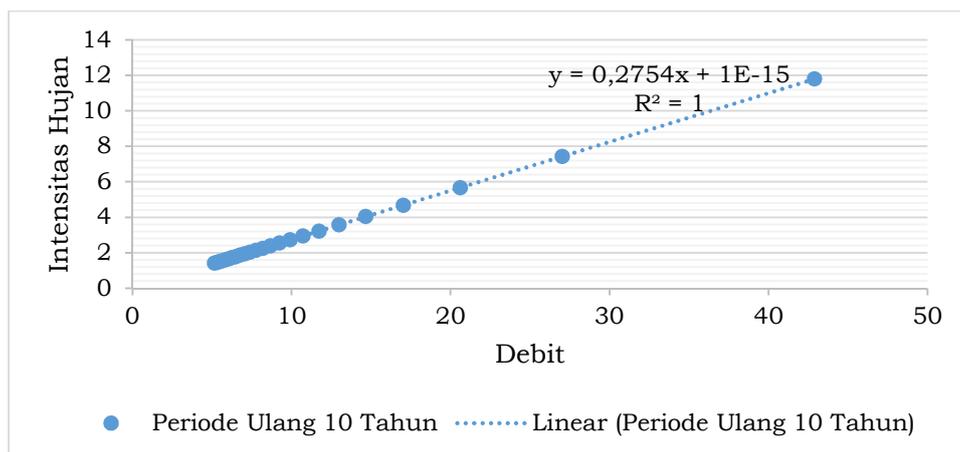
Berdasarkan Tabel 2, diketahui bahwa nilai *multiple R* dan  $R^2$  adalah 1 yang menandakan bahwa nilai korelasi antara intensitas curah hujan dengan debit bernilai 1 yang

termasuk dalam kategori sangat kuat. Hal ini menandakan bahwa intensitas hujan sangat berpengaruh terhadap debit air untuk kala ulang 2, 10, 25 dan 50 tahun.

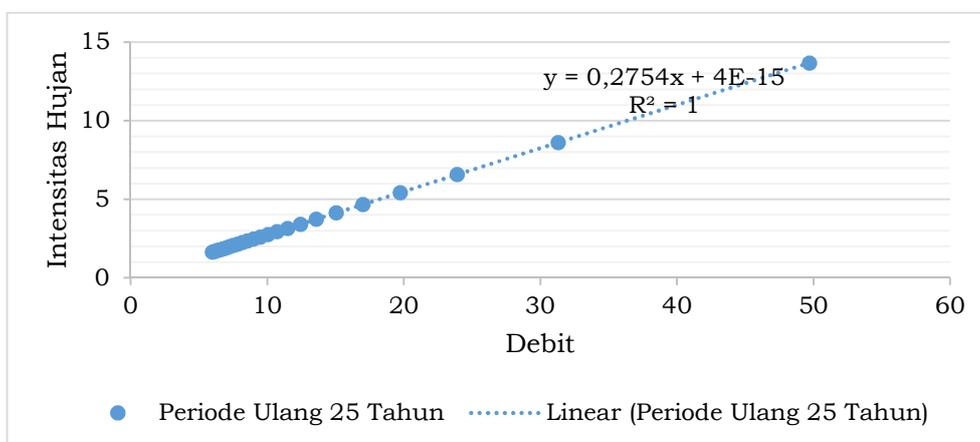
#### Output Analisis Regresi



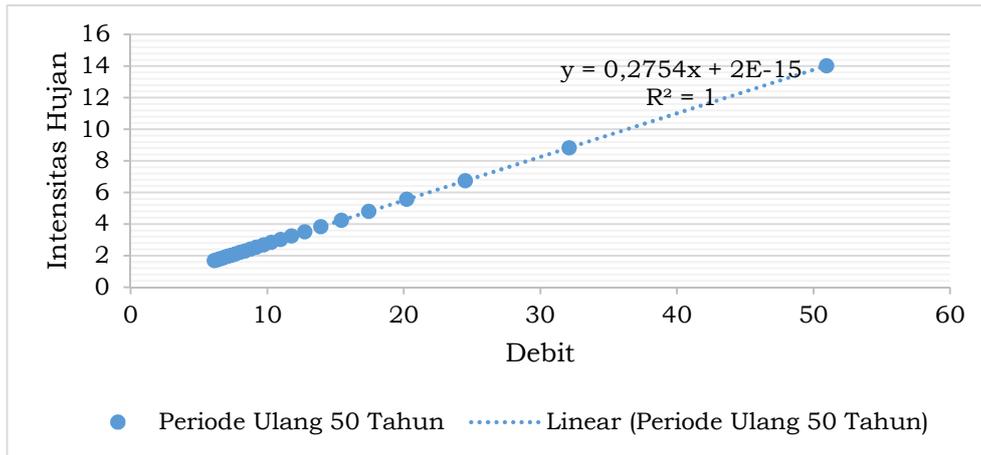
**Gambar 1.** Grafik Hasil Analisis Regresi Kala Ulang 2 Tahun



**Gambar 2.** Grafik Hasil Analisis Regresi Kala Ulang 10 Tahun



**Gambar 3.** Grafik Hasil Analisis Regresi Kala Ulang 25 Tahun



**Gambar 4.** Grafik Hasil Analisis Regresi Kala Ulang 50 Tahun

**Tabel 3.** Tabel Hasil Analisis Regresi Untuk Kala Ulang 2 Tahun

	Coefficient	Standar Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	1.78E-15	1.07E-16	16.64995	5.91E-14	1.56E-15	2.00E-15	1.56E-15	2.00E-15
Intensitas	0.275367	9.77E-18	2.82E+16	0	0.275367	0.275367	0.275367	0.275367

Sumber: Hasil Olahan Data, 2023

**Tabel 1.** Tabel Hasil Analisis Regresi Untuk Kala Ulang 10 Tahun

	Coefficient	Standar Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	4.44E-16	2.07E-16	2.14496	0.043253	1.47E-17	8.73E-16	1.47E-17	8.73E-16
Intensitas	0.275367	1.48E-17	1.86E+16	0	0.275367	0.275367	0.275367	0.275367

Sumber: Hasil Olahan Data, 2023

**Tabel 5.** Tabel Hasil Analisis Regresi Untuk Kala Ulang 25 Tahun

	Coefficient	Standar Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-4.40E-16	2.38E-16	-1.86621	0.045401	-9.40E-16	4.94E-17	-9.40E-16	4.94E-17
Intensitas	0.275367	1.46E-17	1.88E+16	0	0.275367	0.275367	0.275367	0.275367

Sumber: Hasil Olahan Data, 2023

**Tabel 6.** Tabel Hasil Analisis Regresi Untuk Kala Ulang 50 Tahun

	Coefficient	Standar Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-4.40E-16	2.03E-16	-2.18348	0.039951	-8.70E-16	-2.20E-17	-8.70E-16	-2.20E-17
Intensitas	0.275367	1.22E-17	2.26E+16	0	0.275367	0.275367	0.275367	0.275367

Sumber: Hasil Olahan Data, 2023

## **KESIMPULAN**

Terdapat hubungan sangat erat antara intensitas curah hujan dan debit banjir, yang mana makin tinggi intensitas curah hujan maka makin besar debit banjir yang terjadi. Hal ini dapat dilihat hasil uji regresi linier sangat kuat yang di nyatakan oleh *P-value* lebih kecil dari 0,05 sehingga  $H_0$  ditolak. Pada kala ulang tahun 2 tahun adalah sebesar  $5,91 \times 10^{-14}$  yang mana nilai tersebut maka dapat disimpulkan bahwa intensitas hujan berpengaruh terhadap debit. Begitu juga dengan hasil *P-value* untuk kala ulang 10, 25 dan 50 tahun yaitu sebesar 0,043; 0,045; dan 0,399, angka ini lebih kecil dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa intensitas berpengaruh terhadap besarnya debit.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Barbero, R., Fowler, H.J., Blenkinsop, S., Westra, S., Moron, V., Lewis, E., Chan, S., Lenderink, G., Kendon, E., Guerreiro, S., Li, X.-F., Villalobos, R., Ali, H., Mishra, V. (2019). A synthesis of hourly and daily precipitation extremes in different climatic regions. *Weather Clim. Extremes* 26, 100219. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2019.100219>.
- Breinl, K., Lun, D., Müller-Thomy, H., & Blöschl, G. (2021). Understanding the relationship between rainfall and flood probabilities through combined intensity-duration-frequency analysis. *Journal of Hydrology*, 602(126759), 126759. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126759>.
- Bruno, L.S.; Mattos, T.S.; Oliveira, P.T.S.; Almagro, A.; Rodrigues, D.B.B. (2022). Hydrological and Hydraulic Modeling Applied to Flash Flood Events in a Small Urban Stream. *Hydrology*, 9, 223. <https://doi.org/10.3390/hydrology9120223>.
- Korbinian Breinl, David Lun, Hannes Müller-Thomy, Günter Blöschl. (2021). Understanding the relationship between rainfall and flood probabilities through combined intensity-duration-frequency analysis, *Journal of Hydrology*, Volume 602,126759, ISSN 0022-1694, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126759>.
- Vangelis, H.; Zotou, I.; Kourtis, I.M.; Bellos, V.; Tsihrintzis, V.A. (2022). Relationship of Rainfall and Flood Return Periods through Hydrologic and Hydraulic Modeling. *Water*,14, 3618. <https://doi.org/10.3390/w14223618>.
- Zhu, Z., Wright, D. B., & Yu, G. (2018). The impact of rainfall space-time structure in flood frequency analysis. *Water Resources Research*, 54, 8983–8998. <https://doi.org/10.1029/2018WR023550>