



Analisis Banjir Rancangan di Das Way Tebu Kecamatan Gadingrejo Kabupaten Pringsewu

Flood Analysis Design Way Tebu Watershed Gadingrejo District Pringsewu Regency

Muhammad Amin^{1*}, Elhamida Rezkia Amien ¹, Ridwan¹, Aditia Adwijaya¹

¹Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

* Corresponding Author: amin.geotep@gmail.com

Abstract. *Gadingrejo District is one of the sub-districts that often experience of flooding. Based on the Central Statistics Agency in 2020, Gadingrejo Sub-district is the only sub-district that floods 7 times in one year. One thing that can be done is the construction or repair of channels/ rivers to dispose of floods by taking into account the design of flood discharge. This study aims to determine the intensity and maximum design flood discharge at the 2, 5, 10, 25, and 50 year return periods in the Way Tebu watershed, Gadingrejo District, determine and the channel capacity of the Way Tebu river, and determine whether the capacity of the Way Tebu river in Gadingrejo District can accommodate design flooding at 2, 5, 10, 25, and 50 year return periods. This research method uses the rational method to determine the design flood discharge and the continuity equation to determine discharge capacity. The results of the analysis show that the value of the flow coefficient in 2011 was 0.233 while in 2019 it was 0.257. From these results, it is known that there are land function experts with an increase in the flow coefficient of 0.024. Rain intensity and maximum design flood discharge in the Way Tebu watershed in the 2-year return period is 4,403 mm/hour with a discharge of 39,577 m³/s, the 5-year return period is 5,914 mm/hour with a discharge of 53,164 m³/s, and the 10-year return period is 6,489 mm/hour with a discharge of 58,333 m/s, a 25-year*

return period of 6.918 mm/hour with a discharge of 62,185 m³/s, and a 50-year return period of 7,102 mm/hour with a discharge of 63,837 m³/s. These results are in accordance with the literature which states that the design flood discharge is directly proportional to the intensity of the rain, where if the intensity of the rain that occurs is low, the resulting discharge will be small. Vice versa, if the intensity is high, the resulting discharge will be high. The discharge capacity of the Way Tebu canal/river in Gadingrejo District is 43,146 m³/sec. The capacity of the Way Tebu river can only accommodate design flood discharges during the 2-year return period. However, at the 5 to 50 year return period the capacity of the Way Tebu canal/river can no longer accommodate the design flood discharge. To prevent and reduce the flood discharge, it is necessary to hold river normalization and water conservation programs as often as possible, such as river deepening or sediment cleaning/dredging.

Keywords: Design Flood, Rain, Watershed, Way Tebu

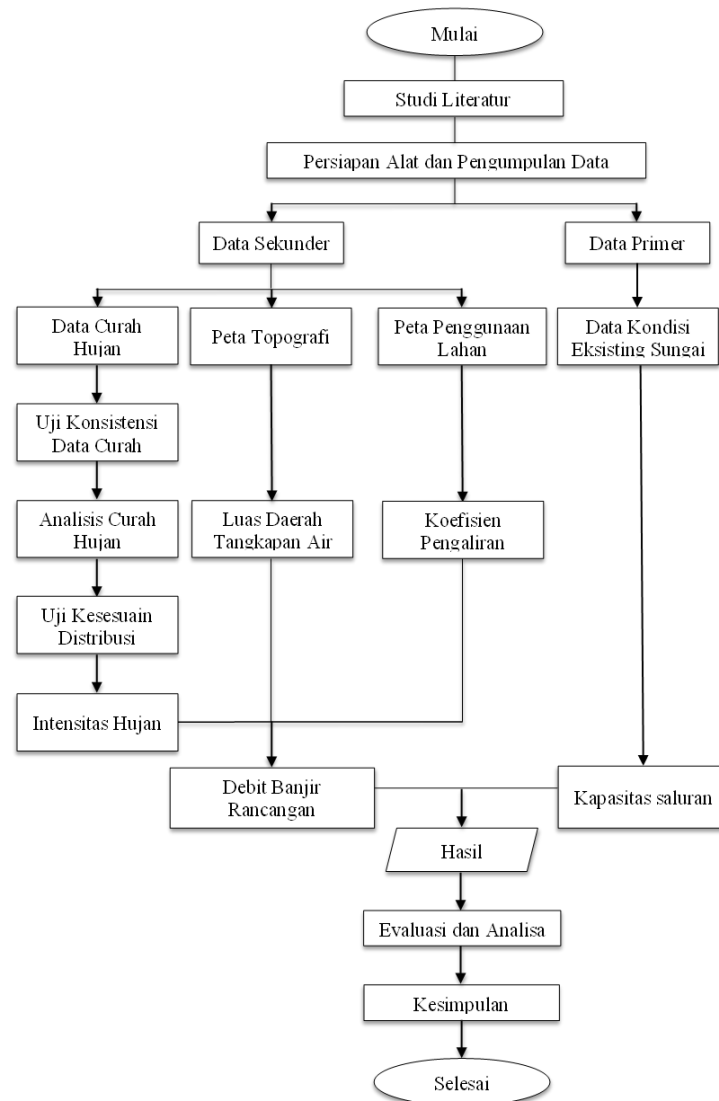
1. Pendahuluan

Kecamatan Gadingrejo merupakan salah satu kecamatan yang sering terjadi banjir. Menurut BPS (2022), pada tahun 2020 Kecamatan Gadingrejo merupakan satu-satunya kecamatan yang terjadi banjir sebanyak 7 kali dalam satu tahun. Salah satu yang dapat dilakukan adalah pembangunan atau perbaikan saluran/sungai untuk membuang banjir dengan memperhitungkan debit banjir rancangan. Banjir rancangan adalah besarnya debit banjir yang ditetapkan sebagai dasar penentuan kapasitas dan dimensi bangunan-bangunan hidraulik (termasuk bangunan di sungai), sedemikian hingga kerusakan yang dapat ditimbulkan baik langsung maupun tidak langsung oleh banjir tidak boleh terjadi selama besaran banjir tidak terlampaui (Harto, 1993).

Aktivitas manusia diakibatkan bertumbuhnya penduduk sehingga banyak terjadi perubahan fungsi lahan seperti pengembangan kawasan untuk pemenuhan berbagai kebutuhan seperti sarana pemukiman, pertanian, perdagangan industri, perkantoran, jalan dan lain-lain. Dari beberapa tahun semakin meningkat sebagai dampak pertumbuhan penduduk dan pengembangan aktivitasnya, hal tersebut menyebabkan menurunnya kualitas daerah aliran sungai sehingga menyebabkan terjadinya hal-hal yang menimbulkan kerugian, yang paling nyata yaitu banjir di musim hujan. Selain itu, perilaku sosial yang tidak menjaga lingkungan seperti membuang sampah sembarangan akan mengakibatkan penyumbatan sungai. Faktor lain yaitu disebabkan secara alamiah seperti hujan dengan intensitas tinggi membuat tinggi muka air bertambah.

Dari uraian di atas, mengingat banyaknya kerugian yang diakibatkan oleh bencana banjir terutama di DAS Way Tebu akibat kurangnya perhatian terhadap analisis curah hujan guna memperoleh nilai debit banjir rancangan dengan beberapa periode ulang di daerah lokasi penelitian juga menjadi permasalahan tersendiri dalam memperkirakan debit banjir rancangan. Debit banjir rancangan berperan penting dalam perencanaan dan perancangan bangunan-bangunan hidraulik. Selain itu, penambahan penduduk untuk memenuhi kebutuhan tempat tinggal dan lahan tempat untuk bekerja untuk memenuhi

kebutuhan hidup terjadi alih guna fungsi lahan yang menjadi faktor penyebab banjir. Parameter yang digunakan dalam analisis potensi penyebab banjir adalah luasan DAS, koefisien limpasan, intensitas curah hujan serta karakteristik sungai. Potensi penyebab banjir didapat dengan membandingkan debit hasil perhitungan dengan metode rasional dengan kapasitas tampung sungai.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

2. Metode Penelitian

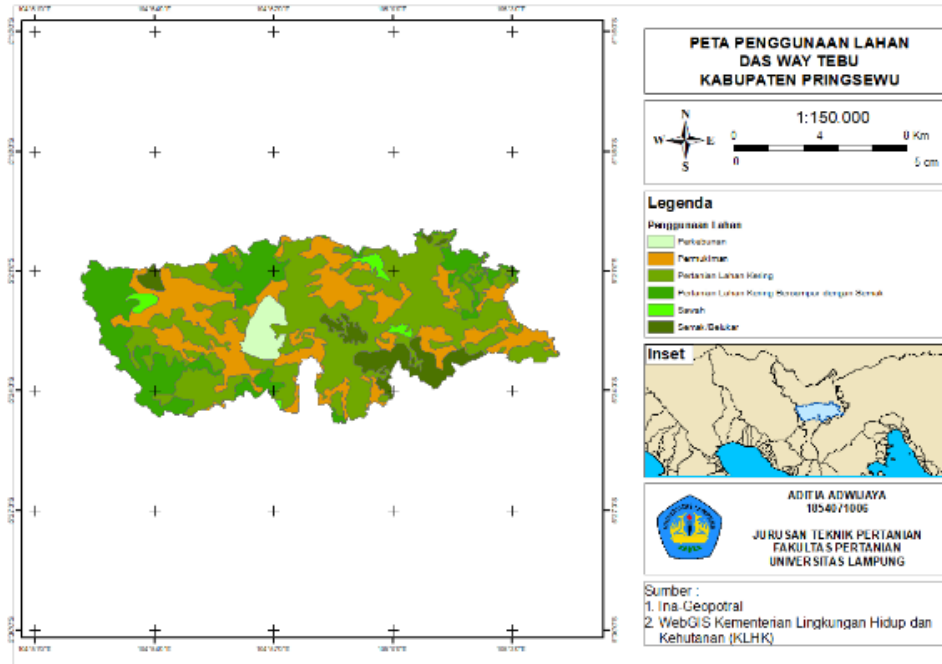
Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah meteran, laptop dengan software seperti Google Earth, Microsoft Office, Microsoft Excel, dan ArcGIS 10.3 serta alat tulis sebagai alat pendukung. Bahan yang digunakan ialah data primer untuk mengetahui kondisi eksisting sungai dan sekunder berupa data sekunder spasial dan data sekunder non spasial. Data sekunder spasial antara lain peta administrasi Kabupaten Pringsewu, DEM (Digital Elevation Model) area Kabupaten Pringsewu, peta tata guna lahan, peta tutupan lahan tahun 2019, dan peta topografi, sedangkan data sekunder non spasial yaitu data curah hujan

wilayah DAS Way Tebu 15 tahun terakhir dari Badan Besar Wilayah Sungai (BBWS) Mesuji Sekampung. Pengelolaan dan analisis data dilakukan di Laboratorium Sumber Daya Air dan Lahan, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Berikut merupakan diagram alir penelitian pada penelitian ini.

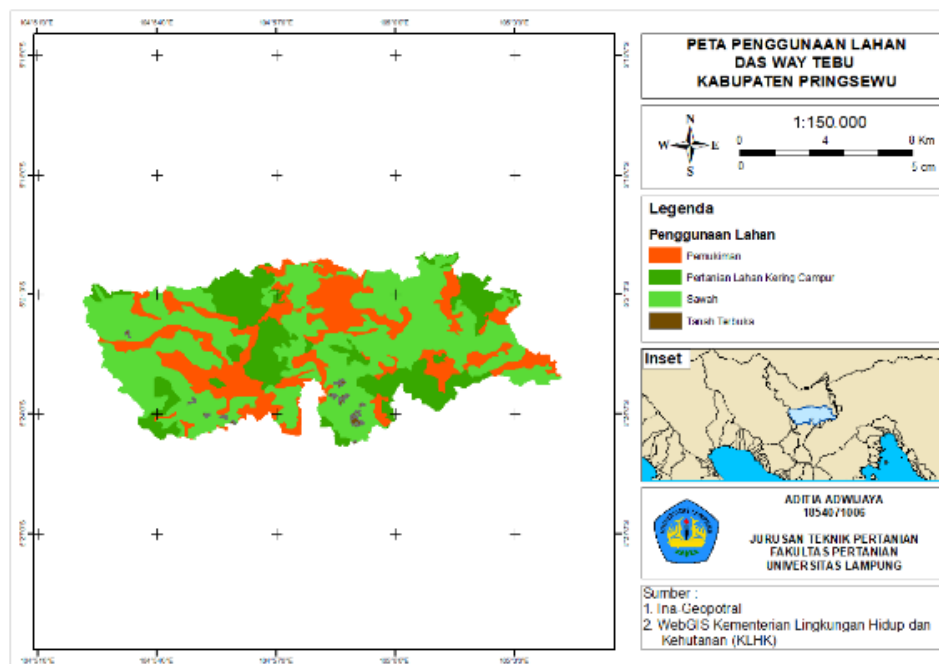
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Perhitungan Koefisien Aliran

Peta Penggunaan lahan 2011 dan 2019.



Gambar 2. Peta penggunaan lahan DAS Way Tebu (2011)



Gambar 3. Peta Penggunaan Lahan DAS Way Tebu (2019)

Tabel 1. Nilai Koefisien Aliran pada DAS Way Tebu Tahun 2011 dan 2019

Perhitungan Koefisien Aliran (C)					
Penggunaan Lahan	C	Penggunaan Lahan 2011		Penggunaan Lahan 2019	
		Luas A (km²)	C.A	Luas A (km²)	C.A
Pemukiman	0,6	31,446	18,868	32,587	19,552
Pertanian Lahan Kering Campuran	0,1	24,523	2,452	25,403	2,540
Sawah	0,15	2,092	0,314	67,434	10,115
Pertanian Lahan Kering	0,1	55,418	5,542	-	-
Perkebunan	0,4	4,114	1,646	-	-
Semak/ belukar	0,07	8,466	0,593	-	-
Tanah Terbuka	0,2	-		0,635	0,127
Jumlah (Σ)		126,059	29,414	126,059	32,335
Nilai C DAS ($\Sigma C.A / \Sigma A$)		0,233		0,257	

Nilai koefisien aliran pada 2011 sebesar 0,233 sedangkan pada 2019 sebesar 0,257, ada kenaikan koefisien aliran sebesar 0,024. Kenaikan koefisien aliran diketahui terdapat alih fungsi lahan pemukiman, pertanian lahan kering, dan sawah yang bertambah luas. Semakin tinggi nilai koefisien aliran limpasan, maka akan semakin berpengaruh terhadap besarnya debit maksimum pada outlet DAS.

Tabel 2. Rekapitulasi Curah Hujan Harian Maksimum Rata-Rata Tahunan

No	Waktu kejadian		Hujan harian maksimum rata-rata (mm)
	Tahun	Tanggal/ Bulan	
1	2007	18-Desember	23,210
2	2008	17-Desember	71,077
3	2009	17-Desember	51,196
4	2010	26-Maret	51,903
5	2011	10-Januari	79,988
6	2012	8-April	34,029
7	2013	2-Februari	75,365
8	2014	2-Januari	71,353
9	2015	27-Januari	73,301
10	2016	7-Februari	68,579
11	2017	21-Februari	108,535
12	2018	4-April	66,853
13	2019	17-Februari	102,103
14	2020	13-Februari	66,781
15	2021	26-Desember	69,877

3.2 Analisis Curah Hujan Wilayah

Curah hujan rata-rata wilayah dihitung dengan menggunakan metode Polygon Thiessen dengan bantuan software ArcGIS 10.3 untuk mengetahui titik koordinat stasiun hujan dan luas penangkapan curah hujan disetiap stasiun hujan. Selanjutnya dilakukan uji konsistensi curah hujan dengan perhitungan hujan harian maksimum pada tanggal, bulan, dan tahun kejadian sama.

3.3 Analisis Distribusi Frekuensi

Analisis distribusi bertujuan untuk mengetahui besarnya probabilitas besarnya hujan yang akan datang berdasarkan pada sifat statistik. Selain itu diperlukan uji terlebih dahulu untuk mengetahui distribusi hujan mana yang cocok digunakan pada lokasi penelitian

Tabel 3. Hasil Analisis Parameter Statistik Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Distribusi Frekuensi Berdasarkan Parameter Statistik			
Metode	Syarat	Hasil Perhitungan	Kesimpulan
Normal	$C_s = 0$	-0,167	Tidak dipilih
	$C_k = 3$	4,217	
Gumbel	$C_s = 1,1396$	-0,167	Tidak dipilih
	$C_k = 5,4002$	4,217	
Log Normal	$C_s = 3CV + Cv^2 = 3$	-0,167	Tidak dipilih
	$C_k = 5,383$	4,217	
Log Person Type III	Tidak memenuhi sifat-sifat seperti pada ketiga distribusi di atas		Dipilih

Pada tabel diketahui bahwa analisis parameter statistik pada curah hujan di Das Way Tebu dari data curah hujan 15 tahun terakhir, metode Log Person Type III adalah metode yang dapat digunakan untuk menghitung intensitas hujan di Das Way Tebu. Hal ini dikarenakan nilai hasil perhitungan C_v (Koefisien Variasi), C_s (Koefisien Skewnes), dan C_k (Koefisien Kurtosis) tidak memenuhi syarat untuk metode Normal, Log Normal, dan Gumbel. Setelah diketahui nilai parameter statistik bisa dilakukan ke tahap selanjutnya yaitu uji Chi-Kuadrat dan Uji Smirnov Kolmogorov.

Tabel 4. Hasil Uji Chi-Kuadrat dan Uji Smirnov Kolmogorov pada Setiap Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Uji Chi-Kuadrat	Hasil	Chi-Kuadrat Hitung (X^2)	Chi-Kuadrat Kritis (X^2_{cr})	Hipotesa
	Normal	4	5,735	Diterima
	Log Normal	2,667	5,735	Diterima
	Gumbel	2,667	5,735	Diterima
	Log Pearson Type III	4	5,735	Diterima
Uji Smirnov Kolmogorov	Hasil	Smirnov Hitung (ΔP_{Max})	Smirnov Kritis (ΔP_{kritis})	Hipotesa
	Normal	0,219	0,34	Diterima
	Log Normal	0,291	0,34	Diterima
	Gumbel	0,235	0,34	Diterima
	Log Pearson Type III	0,134	0,34	Diterima

Pada tabel 4 diketahui bahwa keempat metode yaitu Normal, Log normal, Gumbel, dan Log Pearson Type III diterima. Syarat kesesuaian hasil uji Chi-kuadrat yaitu apabila nilai Chi-kuadrat hitung (X^2) lebih kecil dari nilai tabel Chi-kuadrat kritis (X^2_{cr}) dan untuk uji Smirnov Kolmogorov adalah nilai Smirnov hitung (ΔP_{Max}) lebih kecil dari nilai tabel Smirnov Kritis (ΔP_{kritis}). Namun, jika keempat metode tersebut diterima maka dipilih metode yang nilai uji Smirnovnya paling kecil sesuai syarat yaitu Log Pearson Type III.

Tabel 5. Curah Hujan Rencana

No	Periode Ulang (T)	Curah Hujan Rencana (mm)			
		Metode Distribusi Frekuensi			
		Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson Type III
1	2	67,610	63,555	64,461	69,281
2	5	86,067	88,344	88,853	88,134
3	10	95,735	104,977	105,000	96,376
4	25	105,183	124,254	123,836	102,193
5	50	112,653	141,971	140,545	105,277

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 5 diketahui nilai curah hujan rencana pada metode Normal, Log normal, Gumbel, dan Log Pearson Type III pada periode ulang 2,5,10, 25, dan 50 tahun.

Tabel 6. Intensitas Hujan Rencana

T	Xt (mm/jam)	Tc (Jam)	I (mm/jam)
2	69,281	11,974	4,589
5	88,134		5,838
10	96,376		6,384
25	102,193		6,769
50	105,277		6,973

Pada table 6 diketahui bahwa nilai intensitas hujan menggunakan rumus mononobe dari terkecil pada kala ulang 2 tahun sebesar 4,402 mm/jam, hingga yang terbesar pada kala ulang 50 tahun sebesar 7,102 mm/jam. Hal ini sesuai dengan studi yang dihasilkan oleh (Suripin, 2004) yang menyatakan sifat umum hujan adalah semakin singkat waktu hujan (konsentrasi hujan tc) berlangsung, maka intensitasnya cenderung makin tinggi. Semakin besar kala ulangnya makin tinggi pula intensitasnya.

3.4 Debit Banjir Rancangan (Q)

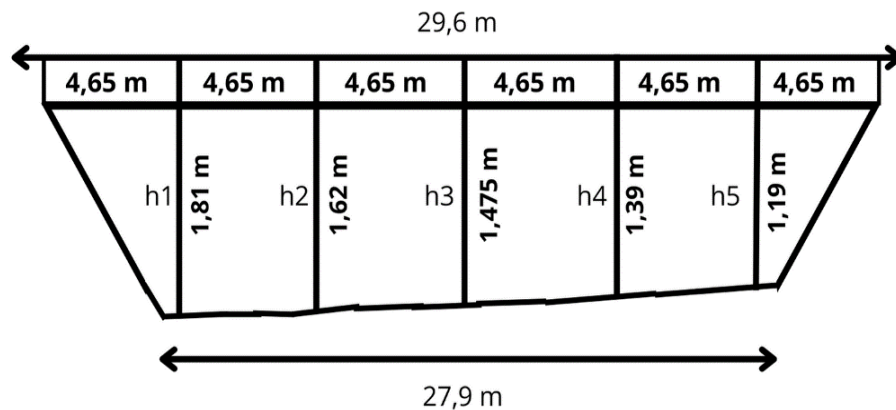
Tabel 7. Hasil Debit Banjir Rancangan dengan Kala Ulang

T	Rasional km ²	C	I (mm/jam)	A (km ²)	Q (m ³ /det)
2	0,278	0,257	4,589	126,059	41,250
5		0,257	5,838		52,475
10		0,257	6,384		57,383
25		0,257	6,769		60,846
50		0,257	6,973		62,682

Pada tabel dapat dilihat bahwa nilai debit banjir rancangan pada setiap periode ulang saat intensitas hujan hujan meningkat tajam, aliran debit banjir rancangannya akan meningkat. Hasil ini sesuai dengan penelitian (Suripin, 2004) yang menyatakan bahwa debit banjir rancangan berbanding lurus terhadap intensitas hujan, dimana apabila intensitas hujan yang terjadi rendah maka debit yang di hasilkan akan kecil. Begitu juga sebaliknya, apabila intensitas nya tinggi maka debit yang dihasilkan akan tinggi.

3.5 Analisis Kapasitas Sungai

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui daya tampung maksimum sungai sesuai dengan kondisi profil sungai saat ini menggunakan persamaan kontinuitas. Perhitungan dilakukan pada salah satu titik hilir Sungai Way Tebu.



Gambar 4. Profil Penampang Sungai Way Tebu.

Kecepatan Aliran (V) berdasarkan formula Manning Chow (1959)

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \\
 &= \frac{1}{0,03} \times 1,167^{\frac{2}{3}} \times 0,001^{\frac{1}{2}} \\
 &= 1,167 \text{ m/det}
 \end{aligned}$$

Kapasitas Debit Sungai dihitung berdasarkan *slope area methods* Subarkah (1980)

$$\begin{aligned}
 Q &= A \cdot V \\
 &= 36,972 \times 1,167 \\
 &= 43,146 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

Didalam perhitungan kapasitas saluran, rumus manning digunakan untuk mengetahui kecepatan aliran. Sungai Way Tebu memiliki karakteristik saluran alam, kondisi lurus, sungai bersih, sedikit berceruk dan bertebing. Dengan karakteristik tersebut maka harga n yang digunakan untuk perhitungan manning adalah 0,03

Tabel 7. Perbandingan Debit Banjir Metode Rasional dengan Kapasitas Debit Aliran Sungai

Periode ulang	Qmax (m ³ /det)	Kapasitas Debit Aliran Sungai Q eksisiting (m ³ /det)
2	41,25	43,146
5	52,475	
10	57,383	
25	60,846	
50	62,682	

Diketahui bahwa sungai Way Tebu memiliki kapasitas sungai sebesar 43,146 m³/det. Nilai tersebut masih melebihi nilai debit banjir rancangan pada kala ulang 2 tahun yaitu 41,25 m³/det. Namun, nilai debit banjir rancangan pada kala ulang 5 sampai 50 tahunan yaitu 52,475 sampai 62,682 m³/det melebihi nilai kapasitas debit aliran sungai. Dari

penjelasan diatas dapat diketahui bahwa pada debit banjir rancangan pada kala ulang 2 tahunan masih dapat ditampung oleh sungai Way Tebu. Namun, pada kala ulang 5 sampai 50 tahunan kapasitas debit aliran sungai tidak dapat lagi menampung nilai debit banjir rancangan yang akan berpotensi menyebabkan banjir. Maka dari itu, perencanaan bangunan air atau keperluan lainnya disarankan memakai minimal debit banjir rancangan kala ulang 5 tahun atau yang lebih aman diatas kala ulang 5 tahun agar tidak menyebabkan potensi banjir dilokasi penelitian.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa :

1. Nilai intensitas hujan dan debit banjir rancangan maksimum pada DAS Way Tebu pada periode ulang 2 tahunan sebesar 4,403 mm/jam dengan debit 39,577 m³/det, periode ulang 5 tahunan sebesar 5,914 mm/jam dengan debit 53,164 m³/det, periode ulang 10 tahunan sebesar 6,489 mm/jam dengan debit 58,333 m³/det, periode ulang 25 tahunan sebesar 6,918 mm/jam dengan debit 62,185 m³/det, dan periode ulang 50 tahunan sebesar 7,102 mm/jam dengan debit 63,837 m³/det.
2. Kapasitas saluran/sungai Way Tebu di Kecamatan Gadingrejo sebesar 43,146 m³/det.
3. Kapasitas sungai Way Tebu hanya dapat menampung debit banjir racangan pada kala ulang periode 2 tahunan. Namun, pada kala ulang 5 sampai 50 tahunan kapasitas saluran/sungai Way Tebu sudah tidak dapat menampung debit banjir rancangan.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan data curah hujan di atas 15 tahun dan perbanyak stasiun hujan yang digunakan untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat serta dilakukannya perhitungan debit banjir rancangan dengan metode yang lebih bervariasi.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistika Kabupaten Pringsewu. 2022. Kabupaten Pringsewu dalam Angka 2022. Pringsewu.
- Harto, S. 1993. Analisis Hidrologi. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Suripin. 2004. Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan. ANDI Offset. Yogyakarta.
- Imam Subarkah. 1980. Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air. Bandung: Idea Dharma.
- Ven Te Chow. 1959. Open Channel Hydrology. New York: McGraw-Hill Book Company Inc.