



Evaluasi Banjir pada Pertemuan Dua Sungai di DAS Sumbawa

Hendra Usnaini^{1*}, Novirina Hendrasarie², Rosyda Priyadarshini³

¹ Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

² Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

³ Program Studi Agroteknologi, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Email Korespondensi: hendrausnaini@gmail.com

Diterima: 30 Juli 2022

Disetujui: 24 Oktober 2022

Diterbitkan: 31 Oktober 2022

Kata Kunci:

Drainase, Banjir, Debit

ABSTRAK

Penanganan sungai pada Daerah Aliran Sungai (DAS) harus dilakukan secara integral, tidak dilakukan secara parsial, guna menjadi dasar dalam evaluasi terhadap banjir. Pada Pertemuan sungai Kerekeh dan Sungai Semongkat pada DAS Sumbawa harus dilakukan penelitian terkait daya tampung sungai/saluran dan identifikasi vegetasi pada pertemuan sungai tersebut, mengingat hamper setiap tahunnya sungai Brang Biji sebagai sungai yang menjadi muara dari pertemuan Sungai Kerekeh dan Sungai Semongkat selau terjadi banjir. Berdasarkan klasifikasi sungai berdasarkan lebar, sungai tersebut dikategorikan sungai kecil dengan karakteristik aliran yang berbeda, terbukti debit aliran Sungai Kerekeh sebesar 3,278 m³/detik lebih besar dibandingkan debit aliran sungai semongkat sebesar 0,442 m³/detik. Adapaun vegetasi pada pertemuan sungai tersebut terdiri dari pohon bambu, jati, nangka, sengon, pisang, kelapa, tumbuhan katang-katang dan tanaman widuri serta pohon malaka. Menghitung besarnya curah hujan rencana menggunakan *Metode Gumbel* dan *Metode Haspers* digunakan untuk menghitung debit banjir rencana. Curah hujan rencana diketahui sebesar 196,23 mm, sedangkan debit banjir rencana mencapai 79,483 m³/detik pada periode ulang hujan 10 tahun. Dari hasil perhitungan pada 5 (lima) titik pengamatan, hanya pada titik pengamatan ke-1 yang memiliki daya tampung saluran sebesar 150,31 m³/detik lebih besar dari pada debit banjir rencana yaitu sebesar 79,483 m³/detik dan tidak berpotensi banjir. Sedangkan ke-4 (empat) titik pengamatan yang lain dinyatakan berpotensi banjir karena daya tampung saluran lebih kecil dari debit banjir rencana yang diketahui sebesar 79,483 m³/detik.

Received: 30 July 2022

Accepted: 24 October 2022

Published: 31 October 2022

Keywords:

Drainage, Floods, Charge

ABSTRACT

Handling rivers in watersheds (DAS) must be done integrally, not partially, in order to become the basis for evaluating floods. At the confluence of the Kerekeh and Semongkat rivers in the Sumbawa watershed, research on the capacity of rivers/channels and identification of vegetation at the confluence of the rivers must be carried out, considering that the Brang Biji River is almost every year as a river that becomes the estuary of the confluence of the Kerekeh and Semongkat Rivers whenever floods occur. Based on the river classification based on width, the river is categorized as a small river with different flow characteristics, it is proven that the Kerekeh River flow rate is 3,278 m³/second larger than the Semongkat river flow rate is 0.442 m³/second. The vegetation at the confluence of the river consists of bamboo trees, teak, jackfruit, sengon, bananas, coconuts, katang-katang plants and thistles and malacca trees. Calculating the amount of planned rainfall using the Gumbel method and the Haspers method used to calculate the planned flood discharge. The planned rainfall is known to be 196.23 mm, while the planned flood discharge reaches 79.483 m³/second in the 10-year return period. From the results of calculations at 5 (five) observation points, only the 1st observation point has a channel capacity of 150.31 m³/second greater than the planned flood discharge, which is 79.483 m³/second and has no potential for flooding. -4 (four) other observation points are declared to be potentially flooded because the capacity of the channel is smaller than the known planned flood discharge of 79.483 m³/second.

1. PENDAHULUAN

Daerah aliran sungai (DAS) adalah daerah yang berada pada hulu sungai yang dibatasi oleh bukit-bukit, pada daerah tersebut air tanahnya akan mengalir menuju sungai utama pada suatu titik/stasiun yang ditinjau menurut Triatmodjo (2008). Banjir pada DAS sudah lumrah terjadi, mengingat banjir disebabkan karena durasi hujan yang tinggi sehingga kelebihan air hujan tidak tertampung oleh suatu sistem dan hal tersebut bersifat alamiah, menurut Suripin (2014) dalam Dian H. S, (2019). Sedangkan menurut Maryono (2020) banjir juga disebabkan oleh beberapa hal diantaranya tingginya intensitas curah hujan, alih fungsi hutan di pada hulu sungai dan faktor kesalahan perencanaan pembangunan alur sungai. Faktor penyebab tersebut saling mempengaruhi satu sama lain secara integral sehingga membentuk ekosistem sungai yang bersifat alamiah. Konsep *one river one plan and one integrated management* sulit tercapai dikarenakan selama ini pengelolaan sungai dilakukan secara parsial. Salah satu faktor penyebab banjir yakni disebabkan alih fungsi hutan disekitar Daerah Aliran Sungai (DAS) juga dinyatakan oleh Kodoatie (2002) dalam Gunarto. D *et, al* (2010) bahwa banjir pada dasarnya disebabkan oleh Kerusakan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) yang menjadi hulu sungai secara langsung akan berdampak kepada debit aliran yang bersifat dinamis bahkan lebih besar jika dibandingkan dengan daya tampung/kapasitas penampang sungai tersebut (sungai akan meluap).

Kecamatan Sumbawa dan Kecamatan Labuhan Badas merupakan 2 (dua) kecamatan yang sering dilanda banjir, kedua kecamatan tersebut terletak pada bagian pertengahan (*middle strea*) dan bagian hilir (*down stream*) dari Sungai Brang Biji yang merupakan hilir dari pertemuan 2 (dua) Sungai yang terletak di Daerah aliran Sungai (DAS) Sumbawa. Berdasarkan data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Sumbawa, pada bulan Januari 2021 ada sekitar 940 kepala keluarga (3.277 jiwa) terdampak banjir di daerah hilir Sungai Brang Biji, tepatnya Kecamatan Sumbawa dan Kecamatan Labuhan Badas. Begitu juga dengan tahun 2020 setidaknya ada sekitar 319 kepala keluarga yang terdampak di Kecamatan Labuhan Badas yang merupakan bagian hilir (*down-stream*) dari DAS Sumbawa.

Jika 2 (dua) sungai dengan ukuran dan karakteristik yang berbeda mengalir berdampingan dan akhirnya bertemu, akan terjadi sedimen di depan muara anak sungai karena kriteria anak sungai memiliki yang kecepatan aliran lebih besar dari aliran sungai utama. Jika 2 (dua) sungai yang berkelok dengan morfologi sungai (kecepatan aliran, penampang sungai, dan material sedimen) yang berbeda, akan menimbulkan permasalahan yang kompleks dan sulit karena kan terjadi endapan sedimantasi dalam memperlebar penampang sungai. (Kurdi, 2016).

Dalam penanggulangan banjir dalam hal ini pengurangan debit aliran pada saat banjir, peran vegetasi bantaran juga sangat dominan misalnya yaitu menanam tanaman atau vegetasi-vegetasi lokal yang mempunyai nilai ekonomi misalnya dengan menanam vegetasi dengan pola agroforestri. Agroforestri mempunyai peran sangat penting dalam menjaga hidrologi kawasan, ditandai dengan ada beberapa fungsi hidrologinya, misalnya : 1). Memelihara dan mempertahankan kualitas air; 2) mengatur jumlah air dalam kawasan; 3) menyeimbangkan jumlah air dan sedimentasi dalam kawasan DAS (Widianto, 2003). Menurut Budinetto

(2011) dalam Sittadewi (2016) mengusulkan beberapa jenis vegetasi yang bisa digunakan yaitu Rumput Vetiver atau Rumput akar wangi (*Vetiveria Zizanioiders*), Karang-karangan (*Ipomoea carnea*) dan bambu. Akan tetapi vegetasi lokal dapat menjadi prioritas dalam meretensi debit aliran akibat banjir. Misalnya bamboo merupakan vegetasi yang dominan pada bantaran sungai, khususnya pada pertemuan sungai Kerekeh dan Sungai Semongkat, karena bambu memiliki sistem perakaran yang menyebar ke segala arah dalam tanah, sehingga menyebabkan air mudah terserap ke dalam tanah sehingga tidak mudah terkena erosi dan dapat membantu mencegah banjir. Menurut Sukawi, (2010) bahwa secara vegetasi bambu berperan dalam menjaga keseimbangan lingkungan karena sistem perakarannya dapat mencegah erosi dan mengatur distribusi air dalam tanah. Sedangkan menurut Sjah dkk (2007) menjelaskan karakteristik bambu sebagai tanaman konservasi Daerah Aliran Sungai (DAS) dan menjaga stabilitas lahan terhadap erosi. bambu merupakan tanaman yang dapat digunakan untuk konservasi lingkungan, khususnya untuk meningkatkan persediaan air tanah. Karena tanaman bambu dapat melestarikan ekosistem air dan bermanfaat dalam menjaga ekosistem lingkungan karena bambu dapat menyerap hingga 90% air hujan (Raka *et.al*, 2011).

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yakni pada penelitian ini dilakukan di pertemuan 2 (dua) sungai yang berada pada hulu Daerah Aliran Sungai (DAS), mengingat kecepatan aliran dan debit pada masing-masing sungai pada pertemuan sungai tersebut bersifat dinamis/selalu berubah-ubah. Berdasarkan masalah tersebut maka penelitian ini bertujuan mengidentifikasi kondisi eksisting yang meliputi debit, kecepatan, dimensi sungai dan vegetasi pada pertemuan 2 (dua) sungai yang berada di DAS Sumbawa serta mengevaluasi daya tampung sungai pada pertemuan sungai Kerekeh dan Sungai Semongkat dengan periode ulang hujan 10 (sepuluh) tahun.

2. METODE

Penelitian dilakukan pada pertemuan sungai Kerekeh dan Sungai Semongkat yang terletak di desa kerekeh Kecamatan Unter Iwes Kabupaten Sumbawa, seperti pada Gambar 1. lokasi pengambilan sampel.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer meliputi pengukuran morfologi sungai meliputi debit aliran, kecepatan aliran dan luas penampang sungai serta identifikasi vegetasi, sedangkan data sekunder meliputi data curah hujan dari stasiun Semongkat, data debit aliran periode 10 (sepuluh) tahun serta peta aliran sungai dan peta daerah aliran sungai. Penghitungan debit aliran menggunakan alat *current meter* dengan cara merawas. Dalam menentukan kapasitas sungai terhadap banjir dilakukan perhitungan curah hujan rencana menggunakan *Metode Gumbel* dan perhitungan debit banjir rencana menggunakan *Metode Haspers*, karena *metode Haspers* digunakan untuk DAS yang luasnya > 300 km² (Hunggurami, 2018) sedangkan luas DAS Sumbawa sebesar 245,900 km² sesuai dengan *Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Nomor 304 Tentang Penetapan Peta Daerah Aliran Sungai* tahun 2018

Curah hujan rencana merupakan intensitas kedalaman hujan yang dijadikan acuan dalam perencanaan bangunan keairan (Zarkasi H, 2016). Pada *Metode Gumbel* dilakukan uji distribusi statistik guna mengetahui nilai Koefisien *Skewness* dan Koefisien *Courtosis*. Adapun rumusnya adalah sebagai berikut.

Koefisien *Skewness*:

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1) * (n-1) * (S^3)} \dots\dots\dots(1)$$

Dan Koefisien *Courtosis*:

$$Ck = \frac{(\sum_{i=1}^n n^2) * (X_i - \bar{X})^4}{(n-1) * (n-2) * (n-3) * S^4} \dots\dots\dots(2)$$

Angka dari perhitungan Cs dan Ck akan di sinkronkan dengan tabel uji distribusi statistik

Tabel 1. Uji Distribusi

Jenis	Syarat
Normal	Cs = 0; Ck = 0
Gumbel	Cs ≤ 1,1296; Ck ≤ 5,4002
Log Person	Cs ≠ 0

Perhitungan Metode Distribusi *Gumbel* yakni dengan pendekatan (Kamiana, 2011):

$$Xi = Xt + S.K \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan

- Xi : Hujan Rencana dengan periode ulang tahun (mm)
- Xt : Nilai tengah sampel (mm).
- S : deviasi standar nilai variat
- k : faktor frekuensi

Nilai faktor frekuensi (k), sudah tersedia dalam tabel untuk mempermudah perhitungan:

$$K = \frac{Yt - Yn}{Sn} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

- Yt : Harga rata-rata *reduced mean*
- Yn : *Reduced standar deviation*
- Sn : *reduced variate*

Metode yang digunakan dalam perhitungan debit banjir rencana tergantung terhadap luas Daerah Aliran Sungai (DAS).

Formula dari metode *Haspers*, sebagai berikut:

$$Q_{maks} = \alpha * \beta * I * A \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

- Q_{mak} : Debit Maksimum (m³/detik)
- α : Koefisien pengairan
- β : Koefisien reduksi
- A : Luas daerah Pengaliran (km²)
- I : Intensitas hujan (mm/jam)

Perhitungan dimensi saluran sungai dalam kondisi eksisting yaitu saluran berbentuk trapezium dengan menggunakan pendekatan persamaan *Manning*:

Luas Penampang (A):

$$A = (B + mh) * h \dots\dots\dots(6)$$

Keliling basah (P):

$$P = B + 2h * (m^2 + 1)^{0,5} \dots\dots\dots(7)$$

Jari-jari Hidraulis (R)

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots(8)$$

Kecepatan Aliran (V):

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} * S^{1/2} \dots\dots\dots(9)$$

Perhitungan Debit

$$Q = V * A \dots\dots\dots(10)$$

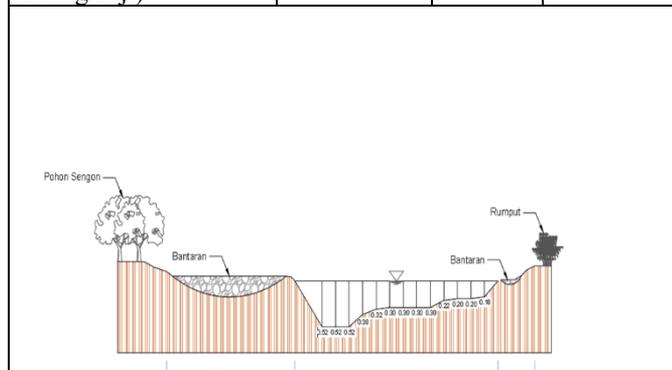
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil *survey* di lapangan dengan kondisi eksisting, bahwa pada sungai bermeander setelah pertemuan sungai terjadi longsor dan tebing sungai telah dibuat talud/dinding penahan tebing dan kondisi daerah hilir dari pertemuan sungai tersebut tidak alamiah, hal ini menandakan bahwa debit aliran sungai sungai Kerekeh lebih besar daripada debit aliran sungai semongkat, Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa debit aliran yang berasal dari Sungai Kerekeh sebesar 3,278 m³/detik lebih besar jika dibandingkan debit aliran dari sungai semongkat yang hanya sebesar 0,442 m³/detik. klasifikasi sungai menurut *Leopold et al., 1964* berdasarkan lebar, Sungai Kerekeh dan Sungai Semongkat dikategorikan sebagai sungai kecil.

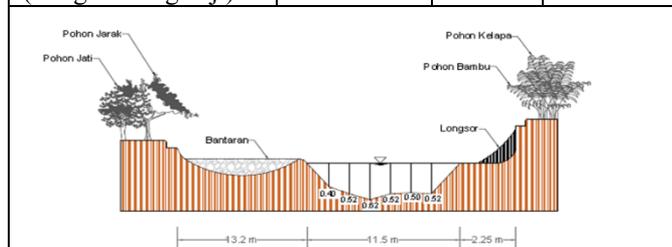
Tabel 1. Hasil Identifikasi Eksisting Terhadap Kecepatan, Luas Penampang dan Debit

Sungai	Q (m ³ /det)	V m/dt	A (m ²)
Kerekeh (lurus)	3,278	7,51	0,437
Kerekeh (meander)	2,947	5,18	0,569
Semongkat	0,442	1,96	0,266

Sungai	Q (m ³ /det)	V m/dt	A (m ²)
Pertemuan (Sungai Brang Biji)	3,356	5,71	0,588



Pertemuan meander (Sungai Brang Biji)	3,609	4,79	0,763
---------------------------------------	-------	------	-------



Sedangkan Identifikasi vegetasi pada pertemuan sungai Kerekeh dan Sungai Semongkat terdapat beberapa vegetasi seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 Identifikasi Vegetasi Lokal

No	Nama Lokal
1	Pohon Ara
2	Tanaman jarak kepyar
3	Pohon Sengon
4	Pohon Malaka
5	Pohon Jati
6	Tumbuhan Katang-katang
7	Gamal
8	Widuri
9	Pohon Kelapa
10	Bambu Apus
11	Pisang kepok
12	Pohon Nangka
13	Pohon Tenggulun/Trenggulung

Identifikasi daya tampung sungai pada pertemuan sungai

Identifikasi daya tampung sungai pada setiap titik survei dilakukan pada kondisi eksisting dikorelasikan antara curah hujan rencana dan debit banjir rencana seperti pada Tabel 3. Adapun hasil dari pengukuran tersebut, sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode Gumbel Terhadap Debit Banjir Rencana dengan Metode Haspers

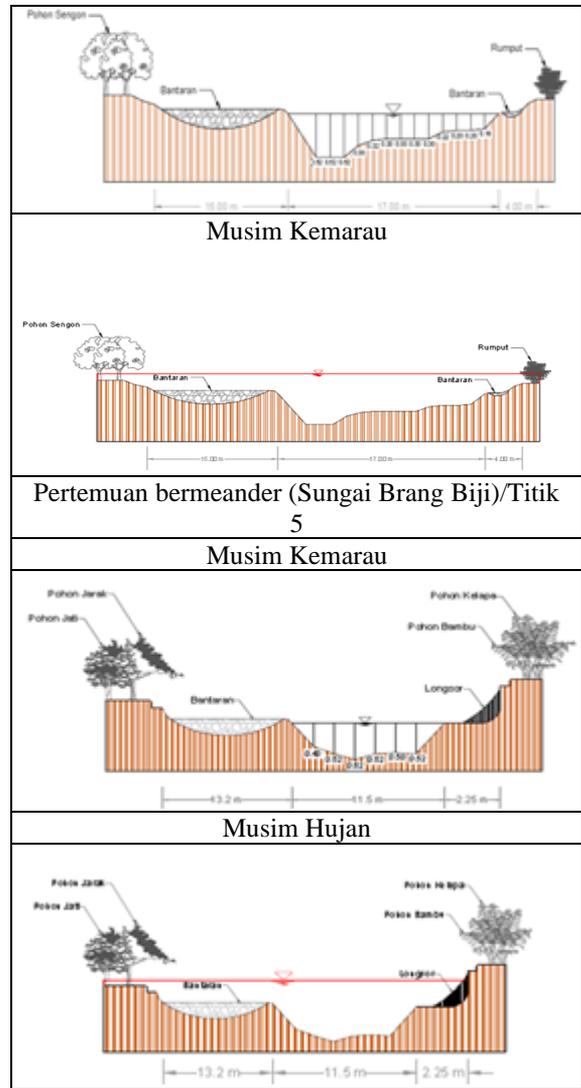
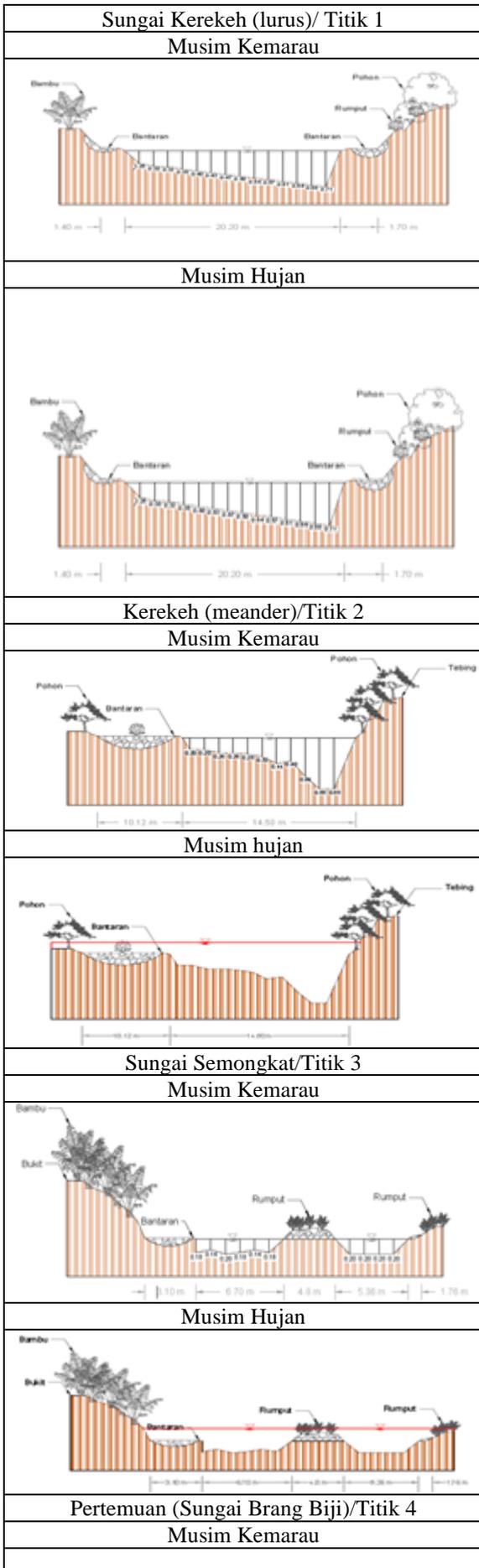
Periode Ulang Hujan (tahun)	Curah Hujan Rencana (mm/jam)	Debit banjir rencana (m ³ /detik)
2	89,79	36,369
5	153,83	62,310
10	196,23	79,483
20	236,9	95,957
50	289,55	117,282
100	329,00	133,261

Perhitungan daya tampung Kerekeh/lurus (titik 1)

- Tinggi (h) m : 2,11
- Lebar basah (b) m : 20,20
- Kemiringan (S) : 0,0094
- Koefisien Manning (tabel manning) : 0,045
- Kemiringan talud : 1:1
- Luas Penampang (A)
 $A = (B + mh) * hA = (20,20 + 1 * 2,11) * 2,11$
 $A = 47,07 \text{ m}^2$
- Keliling basah (P)
 $P = B + 2h * (m^2 + 1)^{0,5}$
 $P = 20,20 + 2 * 2,11 * (1^2 + 1)^{0,5}$
 $P = 26,17 \text{ m}^2$
- Jari-jari Hidraulis (R)
 $R = \frac{A}{P}$
 $R = \frac{47,07}{26,17}$
 $R = 1,80$
- Kecepatan Aliran (V)
 $V = \frac{1}{n} R^{2/3} * S^{1/2}$
 $V = \frac{1}{0,045} 1,80^{2/3} * 0,0049^{1/2}$
 $V = 3,19 \text{ m/detik}$
- Debit pada Sungai Kerekeh :
 $Q = V * A$
 $Q = 3,19 * 47,07$
 $Q = 150,31 \text{ m}^3/\text{detik}$

Tabel 4. Perbandingan Debit Aliran pada Kondisi Eksisting dengan Debit Rencana Banjir

Titik	Q mak saat ini	Q banjir rencana (periode ulang hujan 10 tahun)	Keterangan
1	150,31	79,483	Tidak Banjir
2	41,43	79,483	Banjir
3	6,81	79,483	Banjir
4	31,63	79,483	Banjir
5	35,70	79,483	Banjir



Gambar 2. Perbandingan Penampang Sungai pada Musim Kemarau dan Musim Hujan



Gambar 3. Lokasi banjir

Gambar 3 menyatakan bahwa dari ke-5 titik yang dilakukan pengamatan, 4 (empat) titik yang tidak dapat menampung banjir. Adapun ke 4 (empat) titik pengamatan tersebut adalah titik 2 dengan debit rencana banjir untuk 10 (sepuluh) tahun sebesar 79,483 m³/detik dengan daya tampung saluran sebesar 41,43 m³/detik, titik 3 mempunyai

daya tampung saluran sebesar 6,81 m³/detik dan titik 3 mempunyai daya tampung sebesar 31,63 m³/detik serta titik ke 5 hanya memiliki daya tampung sebesar 35,70 m³/detik. Hal tersebut menandakan bahwa ke 4 (empat) titik pengamatan tersebut memiliki kapasitas saluran lebih kecil dari debit banjir rencana yang diketahui sebesar 79,483 m³/detik dan berpotensi banjir. Hanya titik 1 yang memiliki daya tampung saluran 150,31 m³/detik lebih besar dari pada debit banjir rencana yaitu sebesar 79,483 m³/detik

4. SIMPULAN

Penelitian menyimpulkan bahwa pada klasifikasi sungai berdasarkan lebar, Sungai Kerekeh dan Sungai Semongkat dikategorikan sebagai sungai kecil meski sungai tersebut mempunyai karakteristik aliran yang berbeda, hal ini terbukti dari hasil pengukuran bahwa debit aliran yang berasal dari Sungai Kerekeh sebesar 3,278 m³/detik lebih besar jika dibandingkan debit aliran dari sungai semongkat yang hanya sebesar 0,442 m³/detik. jenis tanaman, termasuk bambu, pohon jati, pohon nangka, pohon sengon, pohon pisang dan pohon kelapa, tumbuhan katang-katang dan tanaman widuri;

Dari perhitungan curah hujan rencana menyatakan bahwa periode ulang 10 tahun sebesar 196,23 mm. Sedangkan untuk debit maksimum dihitung dengan menggunakan Metode Haspers di dapatkan 79,483 m³/detik untuk periode 10 tahun. Dari ke-5 titik yang dilakukan pengamatan, hanya titik pengamatan 1 yang memiliki daya tampung saluran 150,31 m³/detik lebih besar dari pada debit banjir rencana yaitu sebesar 79,483 m³/detik dan tidak berpotensi banjir. Sedangkan ke-4 (empat) titik pengamatan yang lain yang tidak dapat menampung banjir dan berpotensi banjir. Adapun ke 4 (empat) titik pengamatan tersebut adalah titik pengamatan 2, 3, 4 dan 5 masing-masing memiliki daya tampung saluran sebesar 41,43 m³/detik, 6,81 m³/detik, 31,63 m³/detik dan 35,70 m³/detik lebih kecil dari debit banjir rencana yang diketahui sebesar 79,483 m³/detik. Hal tersebut menandakan bahwa ke-4 (empat) titik pengamatan tersebut memiliki daya tampung saluran lebih kecil dari debit banjir rencana yang diketahui sebesar dan berpotensi banjir.

DAFTAR PUSTAKA

Dian H. S. (2019). Penanggulangan Bencana Banjir Berdasarkan Tingkat Kerentanan dengan Metode Ecodrainage Pada Ekosistem Karst di Dukuh Tunggu, Desa Girimulyo, Kecamatan Panggang, Kabupaten Gunungkidul, DIY. *Jurnal Geografi*, 16(1), 7–15. <https://doi.org/10.15294/jg.v16i1.17136>

Sjah, T., dkk (2007). Studi Pengembangan Bambu di

Provinsi Nusa Tenggara Barat. PUSPEC- TRA UNRAM dan BPDAS DMS. Mataram

Gunarto. D (2010). Kajian Banjir Sungai Singkawang. *Jurnal Penelitian Universitas Tanjungpura Volume XX* No.4 Oktober 2010, XX(4).

Hendrasarei, N dan Swandika, IDA, (2019), Resistance of Loading Loads in Surabaya River and Its Branch with Qual2KW Model. *Journal of Physics: Conference Series*

Hunggurami, E. (2018). Keandalan Metode Haspers dan Weduwen pada Das Manikin. *Jurnal Teknik Sipil, Vol. VII(2)*, 193–204.

Hendrasarie, N. (2005), Evaluasi Banjir Pada Drainase Kali Kepiting dan Kali Kenjeran Surabaya Timur, Vol.2 No.1, 2005

Kamiana, I. made. (2011). Teknik Perhitungan Debit Rencanan Bangunan Air.

Kurdi, H. (2016). Sedimentasi Pertemuan Dua Buah Sungai Pada Sungai Mangkawk Dan Sungai Riam Kiwa. *Info-Teknik*, 8(2), 104–113. <https://doi.org/10.20527/INFOTEK.V8I2.1731>

Leopold, L., Wolman, M., Miller, J., Wohl, E., & Wohl, E. (1964). Fluvial processes in geomorphology.

Maryono. (2020). Pengelolaan kawasan sempadan sungai. In UGM PRESS.

Raka, I. D. N., & Budiasa, I. M. (2011). Daerah Sekitar Mata Air Pada Lahan. 1(1), 11–21.

Sittadewi, E. H. (2016). Penentuan Jenis Vegetasi Lokal Untuk Perlindungan Tebing Sungai Siak Dengan Desain Eko - Engineering Tanpa Turap. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 11(2), 189. <https://doi.org/10.29122/Jtl.V11i2.1202>

Sukawi. (2010). Bambu Sebagai Alternatif Bahan Bangunan Dan Konstruksi Di Daerah Rawan Gempa. *Jurnal Teras*, 10(1).

Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 304 tentang Penetapan Peta Daerah Aliran Sungai. (2018).

Triatmodjo.B. (2008). Hidrologi Terapan. Beta Offset Yogyakarta.

Trilita, M., Hendrasarie, N. Wahyudijanti,I. dan Dewi,PI. (2016), Arragement in Flood Control and Water Quality in Urban Drainage System : Case Study Kali Wonorejo Surabaya, *HATHI, Indonesian Association of Hydraulics*

Widianto, U. (2003). Agroforestri Dan Ekosistem Sehat. In International Center For Research In Agroforestry-ICRAF. Bogor. Indonesia.

Zarkasi H. (2016). Studi Pengendalian Banjir Di Kelurahan Penanggulangan Dengan Saluran Banjir (Floodway).