



Tinjauan Penelusuran Banjir (*flood routing*) Krueng Peudada Kabupaten Bireuen Dalam Upaya Mereduksi Puncak Banjir Tahunan

Intan Purnama Sari*¹, Meliyana², Muhammad Ridha²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Abulyatama, 23372, Indonesia

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Abulyatama, 23372, Indonesia

*Email korespondensi: intancruise@gmail.com

Diterima 16 Januari 2020; Disetujui 31 Januari 2020; Dipublikasi 31 Januari 2020

Abstract: Reservoirs is an alternative to overcome flood problem that occurs due to Krueng Peudada flood discharge. The Peudada Reservoir has catchment area of 426.54 km² and the length of the main river is 44.38 km. The objective of this study to analyze the outflow hydrograph (peak flood discharge that exits through the Peudada Reservoir spillway), and the maximum capacity of the river downstream of the Peudada Reservoir. Analysis of flood discharge using Hydrograph Unit Synthetic Nakayasu and Hydrograph Unit Synthetic SCS. Flood routing analysis through reservoirs using level pool routing method. The results of this study show that the Peudada Reservoir can reduce flood discharge by $\pm 59.66\%$. Spillway capacity is 3148.44 m³ / sec, greater than flood discharge of 1000 years return period of 1245.86 m³ / sec, while the river's capacity was only 539.60 m³ / sec. Some alternative for flood controlling that can be taken are the construction of flood ways, increase river flow capacity and in case of flood discharge, there are sufficient time intervals to evacuate residents to a safe place.

Keywords: ground water quality, bacteria, oxbow

Abstrak: Salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan banjir yang terjadi akibat besarnya debit banjir Sungai Krueng Peudada adalah dengan pembangunan waduk. DAS Waduk Peudada memiliki luas sebesar 426,54 km² dan panjang sungai utama 44,38 km. Studi ini bertujuan untuk menganalisis hidrograf *outflow* (debit puncak banjir yang keluar melewati *spillway* Waduk Peudada), dan kapasitas maksimum sungai bagian hilir Waduk Peudada. Metodologi yang dilakukan adalah menganalisis besarnya debit aliran dan waktu tercapainya puncak debit (hidrograf *inflow*), dengan menggunakan Hidrograf Satuan Sintetik HSS Nakayasu dan Hidrograf Satuan Sintetik HSS SCS. Perhitungan penelusuran banjir melalui waduk dilakukan dengan metode penelusuran banjir melalui permukaan tampungan (*level pool routing*). Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa Waduk Peudada dapat mereduksi debit banjir sebesar $\pm 59,66\%$. Hasil dari penelitian ini diperoleh bahwa kapasitas pelimpah (*spillway*) sebesar 3148,44 m³/det, lebih besar daripada debit banjir periode ulang 1000 tahun sebesar 1245,86 m³/det, sedangkan kapasitas sungai hanya 539,60 m³/det. Beberapa saran penanganan yang dapat diambil yaitu pembangunan *flood way* (alur banjir), pelebaran dan pendalaman sungai dan apabila terjadi debit banjir, ada interval waktu yang cukup untuk melakukan evakuasi warga ke tempat yang aman.

Kata Kunci : kualitas air tanah, bakteri, oxbow

Banjir yang terjadi setiap tahun di banyak sungai Indonesia menyebabkan kerugian yang sangat besar, baik berupa korban jiwa maupun materil. Beberapa variabel yang ditinjau dalam analisis banjir adalah volume banjir, debit puncak, tinggi genangan, lama genangan dan kecepatan aliran. Beberapa variabel tersebut terkait. Tinggi dan luas genangan tergantung pada debit puncak dan luas tampang lintang sungai (Triajmodjo, 2008).

Faktor penyebab banjir sangat dipengaruhi oleh aspek hidrologi dan topografi seperti kondisi wilayah yang mempunyai kontur relief muka bumi yang heterogen. Faktor seperti kemiringan cukup tinggi, aliran yang beragam dan panjang sungai ikut memicu sering terjadinya bencana banjir di Indonesia umumnya dan di Aceh khususnya (Puguh, 2010).

Banjir berasal dari aliran limpasan yang mengalir melalui sungai menjadi genangan. Limpasan adalah aliran air mengalir pada permukaan tanah yang ditimbulkan oleh curah hujan setelah air mengalami infiltrasi dan evaporasi, selanjutnya mengalir menuju ke sungai. Hal ini mempresentasikan *output* dari Daerah Aliran Sungai (DAS) yang ditetapkan dengan satuan waktu. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi limpasan dibagi menjadi dua faktor utama yaitu faktor hujan dan faktor DAS (Hadisusanto, 2010).

Salah satu daerah yang sering mengalami banjir adalah Krueng (sungai) Peudada dan sekitarnya. Banjir tersebut terjadi pada hilir Krueng Peudada. Krueng Peudada mempunyai luas DAS $\pm 415 \text{ km}^2$ dengan sungai yang panjang dan melebar. Terdapat 2 (dua) Sub DAS sungai yang memberikan kontribusi aliran ke dalam alur

Krueng Peudada yang menyebabkan puncak banjir yang tinggi di daerah hilir Krueng Peudada. Sub DAS sungai tersebut adalah Krueng Wie dan Krueng Uneun (BWS S-I, 2014).

Krueng Peudada memiliki kemiringan yang curam pada bagian hulu dan kemiringan yang rendah pada bagian hilir, sehingga mengakibatkan aliran air mengalir dengan kecepatan yang landai pada daerah hilir. Kondisi ini diperburuk oleh terjadinya penyempitan (*bottle neck*) di sekitar jembatan di Krueng Peudada (bagian hilir).

Besarnya debit banjir yang menyebabkan genangan yang cukup lama serta merugikan sektor ekonomi masyarakat sekitar Krueng Peudada, sehingga diperlukan alternatif untuk mencegah atau mengurangi dampak akibat banjir tersebut. Salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan banjir ini adalah dengan pembangunan waduk di hulu Krueng Peudada.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui debit puncak sungai krueng Peudada dengan menggunakan metode hidrograf sintetis nakayasu dan SCS, mengetahui hubungan antara hidrograf *inflow* dan *outflow* dan mengetahui kapasitas (*Bankfull Capacity*) tampang sungai bagian hilir.

TINJAUAN PUSTAKA

Hidrograf Satuan

Hidrograf adalah kurva yang memberi hubungan antara parameter aliran dan waktu. Parameter aliran tersebut bisa berupa aliran atau debit aliran (Triatmodjo, 2009).

Konsep hidrograf satuan banyak digunakan untuk melakukan transformasi dari hujan menjadi

debit aliaran. Dalam penggunaan hidrograf satuan ini hujan efektif dianggap mempunyai intensitas konstans selama durasi hujan efektif dan terdistribusi secara merata pada seluruh DAS. Penelusuran banjir berdasarkan pada hidrograf debit banjir rencana (hidrograf inflow) juga disarankan oleh (Syahputra, Mahbengi, & Rahmawati, 2018).

a. Hidrograf satuan sintentik SCS (*Soil Conservation Service*)

Metode hidrograf satuan sintentik SCS berupa hidrograf dimensi yang ordinatnya menjelaskan perbandingan debit dengan debit puncaknya dan absisnya menjelaskan rasio interval waktu dengan waktu saat debit puncak muncul.

$$Q_p = (0,208 A/Pr) \quad (1)$$

$$Pr = tr/2 + tp \quad (2)$$

$$tp = 0,6 Tc \quad (3)$$

Keterangan:

- Q_p = debit puncak (m³/dt);
- A = luas DAS (km²);
- tr = durasi dari effective rainfall (jam);
- T_p = waktu yang diperlukan untuk mencapai laju aliran puncak (jam).

b. Hidrograf satuan sintentik Nakayasu

Hidrograf satuan sintetis Nakayasu dikembangkan berdasarkan beberapa sungai di Jepang (Soemarto, 1987). Bentuk HSS Nakayasu diberikan oleh persamaan berikut ini.

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \left(\frac{A Re}{0,3 T_p + T_{0,3}} \right) \quad (4)$$

Untuk menentukan T_p dan T_{0,3} digunakan rumus :

$$T_p = T_g + 0,8 T_r \quad (5)$$

$$T_g = 0,4 + 0,058 L \text{ untuk } L > 15 \text{ km} \quad (6)$$

$$T_g = 0,21 L^{0,7} \text{ untuk } L < 15 \text{ km} \quad (7)$$

$$T_{0,3} = \alpha T_g \quad (8)$$

$$T_r = 0,5 T_g \text{ sampai } T_g \quad (9)$$

Keterangan :

- Q_p = debit puncak banjir;
- A = luas DAS (km²);
- Re = curah hujan efektif (1 mm);
- T_p = waktu dari permulaan banjir sampai puncak hidrograf banjir (jam);
- T_{0,3} = waktu dari puncak banjir sampai 0,3 kali debit puncak banjir (jam);
- T_g = waktu konsentrasi (jam);
- T_r = satuan waktu dari curah hujan (jam);
- α = koefisien karakteristik DAS, biasanya diambil 2; dan
- L = panjang sungai utama (km).

Pelimpah

Suatu waduk dilengkapi dengan bangunan pelimpah (*spillway*). Aliran melalui bangunan pelimpah tergantung pada lebar bangunan pelimpah (B), tinggi peluapan (H) dan koefisien limpasan (C_d) yang diberikan oleh bentuk berikut (Triatmodjo, 2009) :

$$Q = C_d B H^{1,5} \quad (10)$$

keterangan :

- Q = debit (m³/det);
- C_d = koefisien limpasan (C = 1,7);
- L = lebar efektif *spillway* (m); dan
- H = tinggi peluap (m).

Penelusuran Aliran

Menurut Soemarto (1987), penelusuran banjir merupakan prakiraan hidrograf di suatu titik pada suatu aliran atau bagian sungai yang

didasarkan atas pengamatan hidrograf di titik lain. Hidrograf banjir dapat ditelusuri lewat palung sungai atau waduk. Tujuan penelusuran banjir adalah untuk prakiraan banjir jangka pendek. Perhitungan hidrograf satuan untuk berbagai titik sepanjang sungai dari hidrograf satuan di suatu titik di sungai tersebut. Penelusuran banjir dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik hidrograf *outflow*/keluaran, yang sangat diperlukan dalam pengendalian banjir. Perubahan hidrograf banjir antara *inflow* (I) dan *outflow* (O) karena adanya faktor tampungan atau adanya penampang sungai yang tidak seragam atau akibat adanya meander sungai. Jadi penelusuran banjir ada dua, untuk mengetahui perubahan *inflow* dan *outflow* pada waduk dan *inflow* pada satu titik dengan suatu titik di tempat lain pada sungai.

Level Fool Routing

Level pool routing adalah prosedur untuk menghitung hidrograf *outflow* dari tampungan dengan permukaan air horizontal, diketahui karakteristik hidrograf *inflow* dan tampungan keluar. Beberapa prosedur yang telah disampaikan oleh (Chow, 1988) dan dengan perhitungan komputerisasi, prosedur grafik diganti oleh tabel atau metode fungsional sehingga hasil komputerisasi bisa otomatis.

$$S_{j+1} - S_j = \frac{I_j + I_{j+1}}{2} \Delta t - \frac{Q_j + Q_{j+1}}{2} \Delta t \quad (11)$$

Keterangan :

- I = Inflow (m³/d)
- O = Outflow (m³/d)
- S = Storage (m³), dan
- t = waktu

METODE PENELITIAN

Metode penelitian dilakukan dengan menganalisis besarnya debit aliran dan waktu tercapainya puncak debit (hidrograf *inflow*), dilakukan perhitungan dengan menggunakan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu dan SCS. Perhitungan penelusuran banjir melalui Waduk Krueng Peudada dilakukan dengan metode penelusuran banjir melalui permukaan tampungan (*level routing*). Kapasitas maksimum sungai bagian hilir Waduk Krueng Peudada didapat dengan perhitungan analisis hidrolika berdasarkan data penampang sungai tersebut. Selanjutnya membandingkan antara debit puncak banjir dan kapasitas maksimum sungai bagian hilir Waduk Krueng Peudada.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik DAS Krueng Peudada

Peta Topografi yang digunakan dalam penelitian ini adalah skala 1:50.000. Peta Topografi dari Bakosurtanal dapat dilihat pada Gambar1. Data yang dipakai merupakan data hasil digitasi dari peta topografi yang menghasilkan luas DAS sebesar 426,54 km², elevasi hulu sungai +1650 m dpl, elevasi sungai pada *as dam* adalah +38 m dpl, kemiringan dasar sungai 0,0062 dan panjang sungai utama 44.38 km.

Analisa frekuensi curah hujan

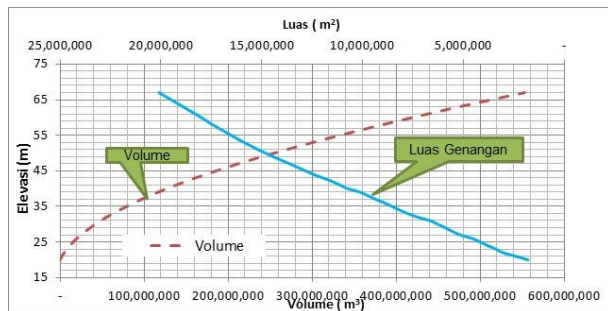
Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan dari 3 (tiga) stasiun hujan terdekat yaitu Stasiun hujan Meureudu, Stasiun hujan Krueng Mane, dan Stasiun hujan Takengon. Rentang waktu pencatatan selama 16 tahun dari 2001 – 2016.

Analisa pelimpah (*spillway*)

Analisis pelimpah yang direncanakan berdasarkan data teknis Waduk Peudada dengan desain rencana debit awal *outflow (initial outflow)* nol dengan elevasi puncak mercu +60,00 m dpl, koefisien limpasan (C_d) sebesar 2,202 (Triatmodjo, 2009), lebar mercu (B) 100 m. Elevasi mercu +60,00 m dpl. Dari hasil perhitungan diperoleh besar debit pelimpah pada saat interval waktu bukaan pertama adalah 0,00 m³/det.

Analisa penelusuran banjir (*flood routing*)

Berdasarkan data teknis Waduk Krueng Peudada dari grafik hubungan antara elevasi dan volume tampungan waduk didapatkan pada elevasi 60 m dpl memiliki luas genangan 17.997.408 m² dan kapasitas tampungan sebesar 83.214.661,01 m³. Lengkung kapasitas Waduk Krueng Peudada dapat dilihat pada Gambar 1 dan Tabel 1.



Gambar 1. Lengkung kapasitas Waduk Krueng Peudada

Tabel 1. Analisa Debit Rencana

Periode Ulang Tahun	DRH SCS (m ³ /det)	DRH Nakayatsu (m ³ /det)
2	48.76	228.82
5	26.55	513.50
10	37.82	605.92
20	57.76	682.89
25	72.08	685.43
50	106.10	816.43
100	148.54	909.75
200	203.38	1006.47
1000	365.30	1245.86
PMF	1696.35	3634.36

Analisis Kapasitas Sungai

Luas penampang sungai yang digunakan yaitu luas penampang rata-rata dari empat belas data penampang Sungai Krueng Peudada. Hasil perhitungan luas penampang sungai Krueng Peudada dapat dilihat pada Tabel 2. sebagai berikut:

Tabel 2. Rekapitulasi Luas dan Keliling Basah Cross Krueng Peudada

Cross	Luas (m ²)	Keliling Basah (m)
1	157.04	94.76
2	201.7	112.91
3	205.37	100.01
4	169.99	92.18
5	97.04	77.57
6	111.35	94.59
7	94.38	82.81
8	134.35	88.19
9	132.93	89.05
10	141.66	89.49
11	128.55	81.87
12	117.79	86.24
13	122.32	92.50
14	122.52	84.55

Perbandingan debit banjir dan kapasitas sungai

Berikut diberikan tabel perbandingan antara debit banjir dengan kapasitas saluran.

Tabel 3. Perbandingan Debit Banjir dengan Kapasitas Sungai

Debit Banjir Rencana Periode Ulang (tahun)	Debit Inflow (m ³ /det)	Debit Outflow (m ³ /det)	Kapasitas Saluran	
			Spillway (m ³ /det)	Sungai (m ³ /det)
2	377.16	128.11		
5	513.50	184.46		
10	605.92	227.95		
20	682.89	263.45		
25	752.23	282.95		
50	816.43	326.54	3148,44	539.60
100	909.75	371.44		
200	1006.47	419.26		
1000	1245.86	704.81		
PMF	3634.36	1730.99		

Berdasarkan hasil perbandingan di atas, dapat diketahui bahwa kapasitas *spillway* sebesar 3148,44 m³/det lebih besar daripada debit banjir periode ulang 1000 tahun sebesar 1245,86 m³/det.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai rata-rata curah hujan maksimum Thiessen (R), R₂ tahun = 62,89 mm, R₅ tahun = 87,32 mm, R₁₀ tahun = 103,87 mm, R₂₀ tahun = 117,66 mm, R₂₅ tahun = 125,25 mm, R₅₀ tahun = 141,58 mm, R₁₀₀ tahun = 158,30 mm, R₂₀₀ tahun = 175,63 mm, R₁₀₀₀ tahun = 218,51 mm dan R_{PMF} = 476,55 mm.
2. Analisis debit banjir rencana dengan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu diperoleh debit *inflow* periode ulang Q₅₀ = 816,43 m³/det, Q₁₀₀ = 909,75 m³/det, Q₁₀₀₀ = 1245,86 m³/det.
3. Berdasarkan dari perhitungan kedua satuan sintetik yaitu satuan sintetik SCS dan satuan sintetik Nakayasu yang akan diterapkan adalah satuan sintetik Nakayasu, Karena dari

hasil analisis diperoleh bahwa satuan sintetik Nakayasu menghasilkan debit banjir rencana paling besar dibandingkan dengan satuan sintetik SCS yaitu 1245,86 m³/det sedangkan SCS 365.30 m³/det.

4. Hasil analisis penelusuran banjir waduk metode *level pool routing* diperoleh debit puncak *outflow* periode ulang Q₅₀ = 326,54 m³/det, Q₁₀₀ = 371,44 m³/det, Q₁₀₀₀ = 541,04 m³/det, yang melewati bangunan pelimpah Waduk Peudada terjadi dalam rentang waktu rata-rata 26 jam. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa Waduk Peudada dapat mereduksi debit banjir sebesar ± 59,66%.
5. Kapasitas *spillway* sebesar 3148,44m³/det lebih besar daripada debit banjir periode ulang 1000 tahun sebesar 1245,86 m³/det. Oleh karena itu, penampang saluran *spillway* aman terhadap debit banjir.
6. Berbeda dengan *spillway*, debit banjir (*ouflow*) yang keluar dari Waduk Peudada masih lebih besar dari pada kapasitas sungai yang hanya 539,60 m³/det.

DAFTAR PUSTAKA

- Clark, J.W., Viesman, W., and Hammer, J.M. (1977). *Water Supply and Pollution Control*, New York: Harper and Raw.
- Dix, H.M. (1981). *Environmental Pollution*. New York: John Willey and Sons.
- Effendi. (2003). *Telaah Kualitas Air, Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.

- Fuad Amsyari. (1982). *Prinsip-Prinsip Masalah Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: Ghalia.
- Fried, J.J. (1975). *Groundwater Pollution*. New York: American Elsevier Publishing Company, INC.
- Kantor Menteri KLH. (1990). *Kualitas Lingkungan di Indonesia 1990*. Jakarta: Kantor Menteri KLH.
- Mitchell B., Setiawan B., dan Rahmi D.H. (2007). *Pengelolaan Sumber Daya dan lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah mada University Press.
- RohimMiftahur. (2006). *Analisis Penerapan Metode Kaportisasi Sederhana Terhadap Kualitas Bakteriologis Air PMA*. Magister Kesehatan Lingkungan Universitas Diponegoro. Semarang.
- Setiawan. (2005). *Konsep, Instrumen dan Strategi Pengelolaan Lingkungan* (Kumpulan Materi Kursus Dasar Pengelolaan Lingkungan Terpadu, 2005)
- Sumarwoto, Otto. (2004). *Atur Diri Sendiri Paradigma Baru Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Yogyakarta:Gadjah Mada University Press. UGM.
- Syahputra, I., Mahbengi, A., & Rahmawati, C. (2018). Studi Penanggulangan Banjir Krueng Tripa. *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, 4(1), 34–39.
- Wibowo, Andon S. (2002). *Pengelolaan dan Penataan Prasarana Air Limbah Permukiman di Kawasan Pesisir Kabupaten Probolinggo*. Master Tesis Teknik Lingkungan, ITS. Surabaya.
- Todd. (1980). *Ground Water Hidrology*. London: John Wiley & Son, Inc.
-
- *How to cite this paper :*
- Sari, I. P., Meliyana, M., & Ridha, M. (2020). Tinjauan Penelusuran Banjir (*flood routing*) Krueng Peudada Kabupaten Bireuen Dalam Upaya Mereduksi Puncak Banjir Tahunan. *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, 6(1), 44–50.