

Penelusuran Banjir *Outflow* Pelimpah Bendungan Rukoh Terhadap Kapasitas Sungai Krueng Rukoh

Gebie Firman Khaliq¹ Amir Fauzi² Eldina Fatimah³

¹Mahasiswa, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111, Indonesia

^{2,3}Dosen, Jurusan Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111, Indonesia.

*corresponding author, email : khaliqfirman@gmail.com

Abstract

Titeue is one of the sub-districts in Pidie Regency which often experiences flooding. To overcome the problem of flooding that occurred, the government carried out the construction of the Rukoh Dam, where the construction of the Rukoh Dam is currently underway. Rukoh Dam is located on the Krueng Rukoh River and is located in Alue Village, Titeue District, Pidie Regency, Aceh Province. The Rukoh Dam watershed has an area of 19.63 km² and the length of the main river 6.87 km. This study aims to analyze the outflow hydrograph (peak flood discharge that flows through the Rukoh Dam spillway) based on the inflow in the upstream watershed and calculate the maximum river capacity required to accommodate the outflow. The comparison between the outflow discharge and the maximum river discharge determines the occurrence of flooding. The results of this study show that the spillway capacity of 285.10 m³/s is greater than the flood discharge for the 25-year return period of 108.93 m³/s. Therefore, the cross-section of the spillway channel is safe against flood discharge. Based on the river capacity analysis using the HEC-RAS software, it was obtained that there was no outflow discharge found in the Krueng Rukoh river.

Keywords: Rukoh Dam, Krueng Rukoh River, outflow hydrograph, river capacity, HEC-RAS.

Abstrak

Titeue merupakan salah satu Kecamatan di Kabupaten Pidie yang sering mengalami banjir. Untuk mengatasi permasalahan banjir yang terjadi pemerintah melakukan pembangunan Bendungan Rukoh yang mana pembangunan Bendungan Rukoh ini sedang berlangsung. Bendungan Rukoh terletak pada aliran Sungai Krueng Rukoh dan berada di Desa Alue, Kecamatan Titeue, Kabupaten Pidie, Provinsi Aceh. DAS Bendungan Rukoh memiliki luas sebesar 19,63 km² dan panjang sungai utama 6,87 km. Studi ini bertujuan untuk menganalisis hidrograf outflow (debit puncak banjir yang keluar melewati spillway Bendungan Rukoh) berdasarkan inflow di hulu DAS dan menghitung kapasitas maksimum sungai yang dibutuhkan untuk menampung outflow. Perbandingan antara debit outflow dan debit maksimum sungai menjadi penentu terjadinya banjir. Hasil dari penelitian ini diperoleh bahwa kapasitas spillway sebesar 285,10 m³/det lebih besar daripada debit banjir periode ulang 25 tahun sebesar 108,93 m³/det. Oleh karena itu, penampang saluran spillway aman terhadap debit banjir. Berdasarkan analisis kapasitas sungai menggunakan software HEC-RAS diperoleh suatu hasil bahwa tidak ditemukan luapan debit outflow pada sungai Krueng Rukoh.

Kata kunci : Bendungan Rukoh, Sungai Krueng Rukoh, hidrograf outflow, kapasitas sungai, HEC-RAS.

1. Pendahuluan

Banjir merupakan luapan air yang berlebih atau air dalam volume besar yang dapat mengakibatkan terendamnya sebuah wilayah. Puguh [1] menjelaskan banjir dapat dikatakan sebagai aliran air yang tidak dapat tertampung lagi oleh sungai, drainase, dan saluran irigasi. Biasanya banjir merupakan air yang berasal dari aliran limpasan yang mengalir melalui sungai sehingga dapat menyebabkan luapan. Limpasan merupakan aliran air yang mengalir pada permukaan tanah yang ditimbulkan oleh curah hujan setelah air mengalami infiltrasi dan evaporasi, selanjutnya mengalir menuju ke sungai. Hadisusanto [2] menjelaskan bahwa limpasan dipengaruhi oleh dua faktor utama yaitu faktor hujan dan faktor Daerah Aliran Sungai (DAS). Hal itu dapat mempresentasikan *output* dari DAS yang ditetapkan dengan satuan waktu.

Titeue merupakan salah satu Kecamatan di Kabupaten Pidie yang sering mengalami banjir. Penyebab utama terjadinya banjir di daerah tersebut

karena sering meluapnya air sungai Krueng Rukoh pada musim hujan. Sungai Krueng Rukoh memiliki kemiringan yang curam pada bagian hulu dan kemiringan yang rendah pada bagian hilir, sehingga mengakibatkan aliran air mengalir dengan kecepatan yang rendah pada daerah hilir.

Diperlukan suatu penanganan untuk mengatasi dan mengurangi besarnya debit banjir. Di hulu sungai Krueng rukoh sedang dilakukan pembangunan konstruksi bendungan. Pembangunan ini bertujuan untuk menangani permasalahan banjir yang sering terjadi di Kabupaten Pidie.

Bendungan Rukoh berlokasi di desa Alue, Kecamatan Titeue, Kabupaten Pidie, Provinsi Aceh. Bendungan Rukoh terletak dialiran sungai Krueng Rukoh. Daerah aliran sungai dilokasi Bendungan Rukoh seluas 19,63 km² dimana Krueng Rukoh berhulu ditereng gunung Gle Manyang wilayah pegunungan di Kabupaten Pidie, dan merupakan anak sungai dari Krueng Tiro dan bermuara di Selat Malaka

Kecamatan Keumbang Tanjung dengan panjang sungai 6,87 km (BWS S-I, 2016) [3]. Bendungan Rukoh Rukoh, selanjutnya sungai Krueng Rukoh akan menampung *outflow* yang diperoleh dari pelimpah Bendungan Rukoh.

Bencana banjir pernah terjadi di Kecamatan Titeue, Gampong Pulo Raya pada 10 Maret 2019 lalu, Firman [4] menginformasikan bahwa sejumlah rumah terendam banjir akibat derasnya hujan yang mengguyur wilayah tersebut. Sehingga saat debit air sungai meningkat, sungai tersebut meluap. Mengingat di daerah Titeue dan sekitarnya sering mengalami banjir yang diakibatkan oleh luapan air di hilir sungai Krueng Rukoh. Maka diperlukan suatu penelitian untuk mengetahui penyebab terjadinya banjir di daerah tersebut. Rais [5] dalam penelitiannya menjelaskan kapasitas pelimpah lebih besar daripada kapasitas sungai, sehingga diperlukan suatu penanganan. Masrevaniyah [6] menjelaskan penelitiannya bahwa Hidrograf seri tidak menyebabkan muka air waduk terus menerus naik, tetapi tetap berfluktuasi dan mencapai ketinggian tertentu yang apabila diteruskan akan memberikan ketinggian air maksimum. Tujuan penelitian ini adalah untuk Menganalisis hidrograf *outflow* (debit puncak banjir yang keluar melewati *spillway* Bendungan Rukoh) berdasarkan *inflow* di hulu DAS dengan beberapa periode ulang (5, 10, 20, 25). Selanjutnya Menghitung kapasitas debit tampungan sungai yang dibutuhkan untuk menampung *outflow* (debit puncak banjir yang keluar melewati pelimpah/*spillway* Bendungan Rukoh).

2. Metodologi

2.1 Jenis Dan Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder yang diperoleh antara lain :

- Data Distribusi Hujan Jam-Jaman yang diperoleh dari BWS S-I (2016) [3];
- Data Teknis Bendungan yang diperoleh dari BWS S-I (2016) [3];
- Data Karakteristik Bendungan yang diperoleh dari BWS S-I (2016) [3];
- Data Profil Sungai yang diperoleh dari analisis HEC-RAS;

2.2 Teknik Analisis

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu data dari Balai Wilayah Sungai Sumatra I (BWS S-I) dan data yang diperoleh menggunakan *software* HEC-RAS.

2.2.1 Analisis debit banjir rencana

Menurut Soemarto [7] dalam penelitiannya metode yang digunakan dalam menghitung debit aliran adalah metode hidrograf satuan sintetik Nakayasu (HSS Nakayasu). Perhitungan debit banjir rencana dengan metode HSS Nakayasu diberikan sebagai berikut:

dilengkapi dengan pelimpah/*spillway* yang berfungsi untuk membuang kelebihan air ke sungai Krueng

Panjang sungai (L) = 6,87 km

Luas DAS (A) = 19,63 km²

$T_g = 0,21 + L^{0,7} = 0,809$ jam

$T_r = 0,75 T_g = 0,607$ jam

$T_p = T_g + 0,8 T_r = 1,295$ jam

$T_{0,3} = \alpha \times T_g = 1,619$ jam

$Q_p = 1/3,6 ((A \cdot R_e) / (0,3 T_p + T_{0,3}))$
= 2,717 m³/det

- a. Pada kurva naik ($0 < t < T_p = 1,295$ jam)

$$Q_t = Q_p \left\{ \frac{t}{T_p} \right\}^{2,4}$$

- b. Pada kurva turun ($T_p = 1,295$ jam $< t < T_p + T_{0,3} = 2,913$ jam)

$$Q_r = Q_p \times 0,3^{(t-T_p)/T_{0,3}}$$

- c. Pada kurva turun ($T_p + T_{0,3} = 2,913$ jam $< t < T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3} = 5,341$ jam)

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(0,5T_{0,3})]/(1,5T_{0,3})}$$

- d. Pada kurva turun ($t > T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3} = 5,341$ jam)

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(1,5T_{0,3})]/(2T_{0,3})}$$

Tabel 1. Rekap Perhitungan Metode Nakayasu

t (jam)	Unit Hidrograf	Hidrograf Terkoreksi
0	0	0
1	1,461	0,885
1,295	2,717	1,645
2	1,608	0,973
2,913	0,815	0,493
3	0,781	0,473
4	0,476	0,288
5	0,290	0,175
5,341	0,245	0,148
6	0,191	0,116
7	0,132	0,080
8	0,091	0,055
9	0,063	0,038
10	0,043	0,026
11	0,030	0,018
12	0,021	0,012
13	0,014	0,009
14	0,010	0,006
15	0,007	0,004
16	0,005	0,003

17	0,003	0,002
18	0,002	0,001
19	0,002	0,001
20	0,001	0,001
21	0,001	0,000
22	0,000	0,000
23	0,000	0,000
24	0,000	0,000
25	0,000	0,000
26	0,000	0,000
27	0,000	0,000
28	0,000	0,000
Jumlah	9,01	5,45
Volume	32428,03	19630,00
Kedalaman Hujan	1,65	1,00
Koreksi	0,605	

2.2.2 Analisis penelusuran banjir (*flood routing*)

Analisis penelusuran banjir dapat dihitung dengan mengetahui hidrograf *inflow* maka dapat dicari hidrograf *outflow* dengan metode *level pool routing* (Harto, 1993) [8]. *Level pool routing* adalah prosedur untuk menghitung hidrograf *outflow* dari tampungan dengan permukaan air horizontal, diketahui karakteristik hidrograf *inflow* dan tampungan keluar (Chow, 1988) [9]. Langkah-langkah penelusuran banjir adalah sebagai berikut:

- Berdasarkan volume tampungan dan debit *inflow* dihitung nilai *outflow* dengan menggunakan persamaan:
$$S_{j+1} - S_j = \frac{I_j + I_{j+1}}{2} \Delta t - \frac{Q_j + Q_{j+1}}{2} \Delta t ;$$
- Fungsi pertambahan tampungan terhadap waktu dapat dihitung menggunakan persamaan:
$$t=0, \Delta t, 2 \Delta t, \dots, j \Delta t, (j+1) \Delta t, \dots, \text{ dan per.}$$
 kontinuitas $\frac{dS}{dt} = I(t) - Q(t) ;$
- Nilai *inflow* pada awal dan akhir dari interval waktu ke j secara berurutan adalah I_j dan I_{j+1} , memiliki hubungan dengan nilai *outflow* adalah Q_j dan Q_{j+1} . Perubahan pada tampungan terhadap interval $S_{j+1} - S_j$ dapat dihitung menggunakan persamaan:
$$S_{j+1} - S_j = \frac{I_j + I_{j+1}}{2} \Delta t - \frac{Q_j + Q_{j+1}}{2} \Delta t ;$$
- Nilai dari I_j dan I_{j+1} diketahui, demikian juga nilai Q_j dan S_j pada waktu interval j dari interval sebelumnya, oleh karena itu

persamaan $S_{j+1} - S_j = \frac{I_j + I_{j+1}}{2} \Delta t -$

$\frac{Q_j + Q_{j+1}}{2} \Delta t$ mempunyai dua variabel yang

tidak diketahui yaitu Q_{j+1} dan S_{j+1} , dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\int_{S_j}^{S_{j+1}} dS = \int_{j\Delta t}^{(j+1)\Delta t} I(t)dt - \int_{j\Delta t}^{(j+1)\Delta t} Q(t)dt$$

- Elevasi muka air puncak didapat dari perhitungan hidraulik yang berhubungan dengan debit limpasan.
- Menyusun data yang dibutuhkan untuk interval waktu berikutnya, nilai dari $2S_{j+1}/\Delta t + Q_{j+1}$ dihitung dengan persamaan:
$$\left(\frac{2S_{j+1}}{\Delta t} + Q_{j+1}\right) = (I_j + I_{j+1}) + \left(\frac{2S_j}{\Delta t} - Q_j\right)$$
 dan perhitungan diulang untuk penelusuran selanjutnya.

2.2.3. Analisis Kapasitas Sungai

Sungai Krueng Rukoh merupakan sungai alam yang memiliki penampang yang tidak beraturan, maka diasumsikan penampang sungai memiliki penampang yang sama sampai di hilir. Hasil perhitungan ini didapat debit maksimum yang mampu ditampung oleh sungai bagian hilir Bendungan Rukoh.

Analisis kapasitas tampang sungai juga dilakukan dengan menggunakan program HEC-RAS sehingga diperoleh informasi kondisi daya tampung masing-masing pias penampang sungai eksisting sungai Krueng Rukoh mulai dari hulu sampai ke hilir (Istiarto, 2014) [10]. Model simulasi HEC-RAS Versi 5.0.7 mempunyai 3 komponen analisa hidraulika satu dimensi, yaitu untuk:

1. Perhitungan profil permukaan air dengan jenis aliran *Steady Flow*
2. Perhitungan profil permukaan air dengan jenis aliran *Unsteady Flow*
3. Perhitungan transpon sedimen batas yang *movable*.

Harris [11] juga menambahkan elemen kuncinya adalah ketiga komponen ini akan menggunakan representasi data geometrik umum pada tampang sungai/alur/saluran dan perhitungan umum hidraulika lainnya.

Tahapan kegiatan yang dilakukan untuk model simulasi HEC-RAS adalah:

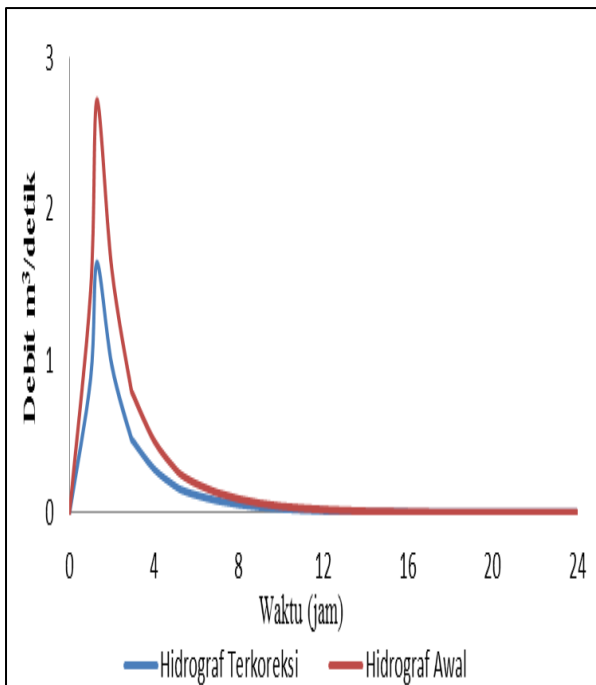
1. Penyiapan skematik sungai/alur/saluran
2. Input data geometrik sungai/alur/saluran, data debit banjir dan data pasang surut
3. Perhitungan elevasi muka air banjir
4. Analisis *output* model yaitu elevasi muka air banjir untuk periode tertentu.

3. Hasil dan Pembahasan

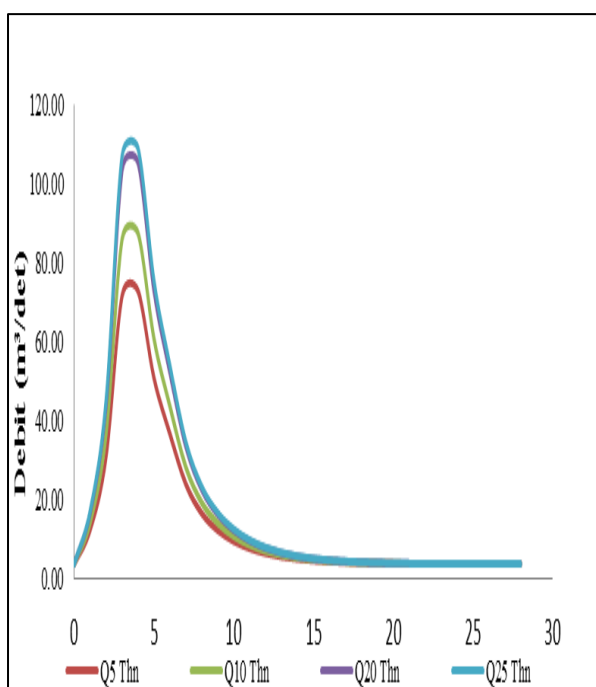
3.1 Hasil

3.1.1. Debit Banjir Rencana dengan Periode Ulang (5,10,20,25)

Hasil perhitungan pada HSS Nakayasu menjelaskan bahwa debit puncak sebesar 1,645 m³/det/1 mm terjadi pada waktu 1,295 jam. Debit dari HSS Nakayasu di atas dipergunakan untuk perhitungan Direct Runoff Hydrograph (DRH) berdasarkan UHS dan hujan efektif (ERH).



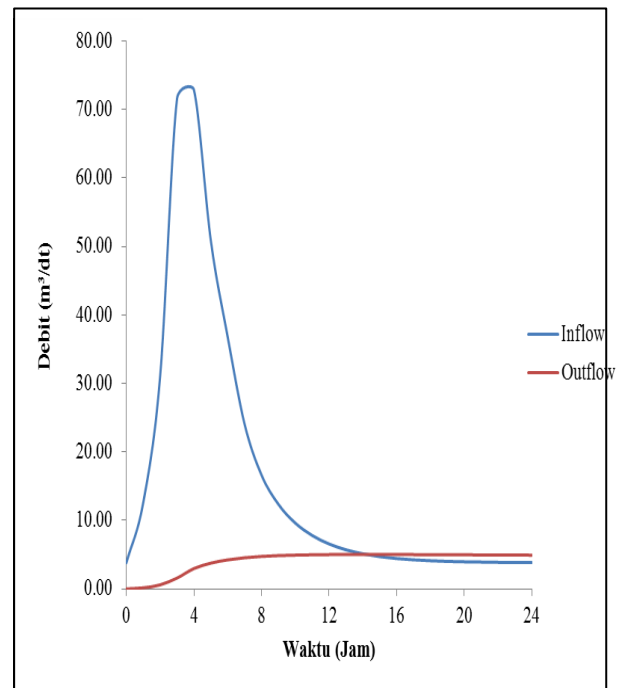
Gambar 1. Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu



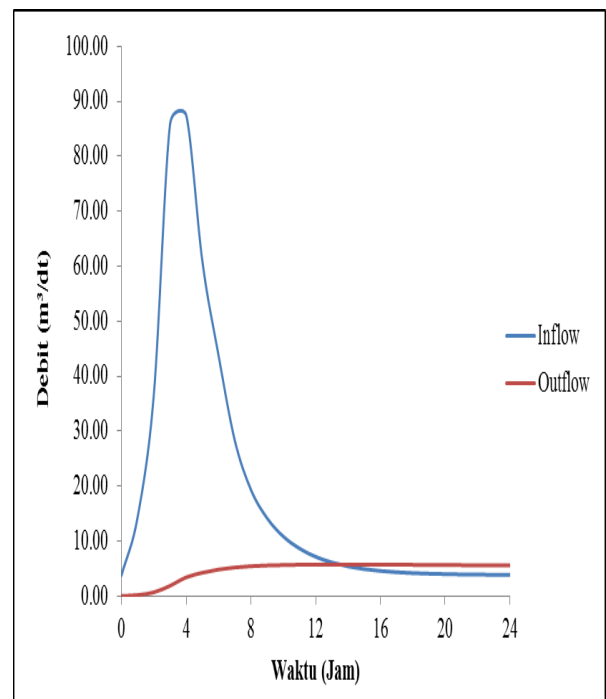
Gambar 2. Hidrograf inflow

3.1.2 Penelusuran Banjir dengan Metode Level Pool Routing

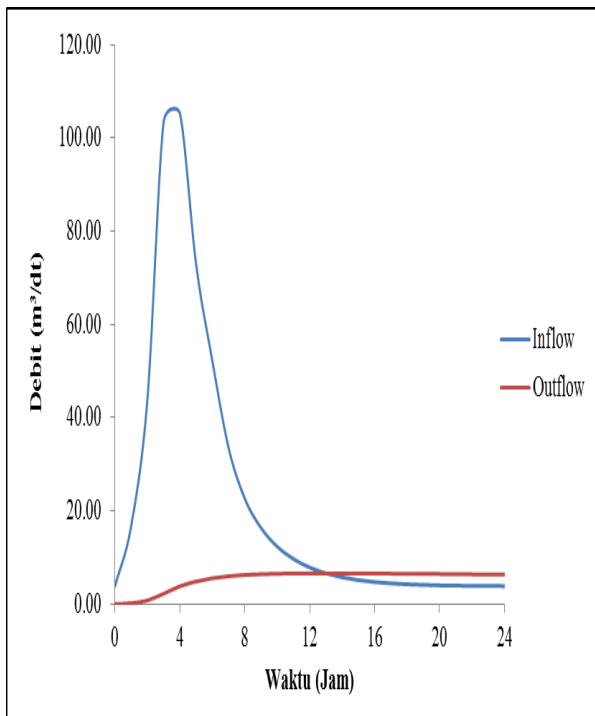
Penelusuran banjir dengan metode *level pool routing* menurut Triatmodjo [12] dilakukan berdasarkan pada hidrograf debit banjir rencana (limpasan yang dihasilkan oleh hujan rencana). Hasil perhitungan hidrograf banjir *inflow* dan *outflow* pada masing-masing periode ulang dapat dilihat pada gambar berikut:



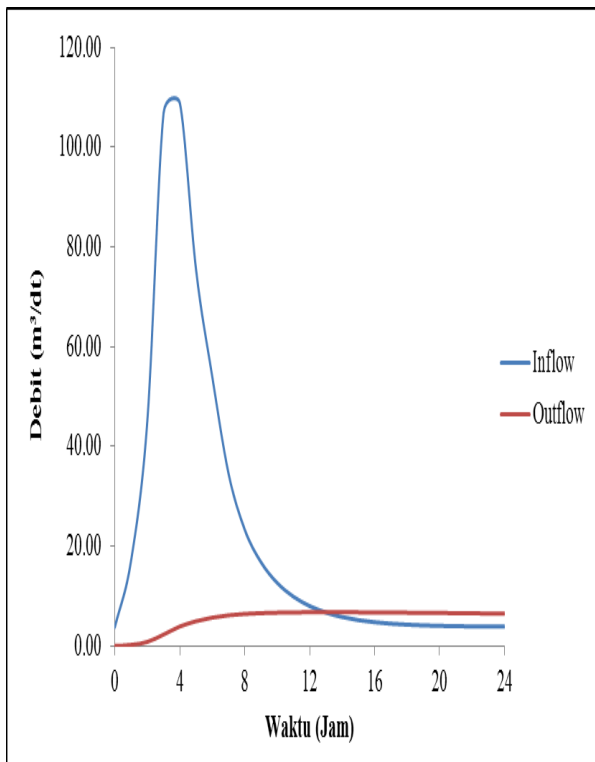
Gambar 3. Hidrograf Inflow dan Outflow periode ulang 5 tahun



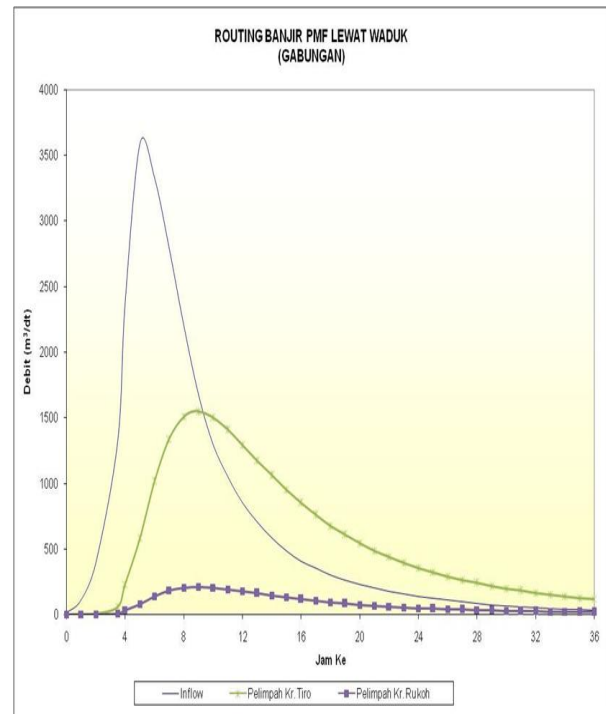
Gambar 4. Hidrograf *Inflow* dan *Outflow* periode ulang 10 tahun



Gambar 5. Hidrograf *Inflow* dan *Outflow* periode ulang 20 tahun



Gambar 6. Hidrograf *Inflow* dan *Outflow* periode ulang 25 tahun

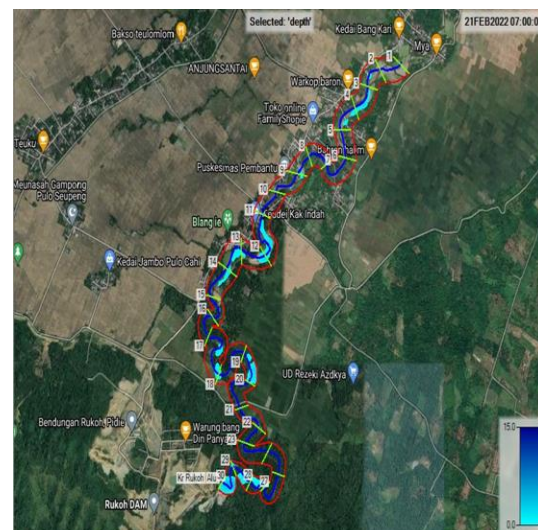


Gambar 7. Penelusuran Q_{PMF} Melalui Rencana Bendungan Rukoh dan Tiro (Gabungan)

Dari data BWS S-I terdapat dua bendungan untuk data analisis penelusuran banjir yaitu Bendungan Rukoh dan Bendungan Tiro, hasil *routing* hanya tersedia pada debit banjir periode 100, 1000, dan PMF. Grafik *flood routing* Bendungan Rukoh dan Bendungan Tiro.

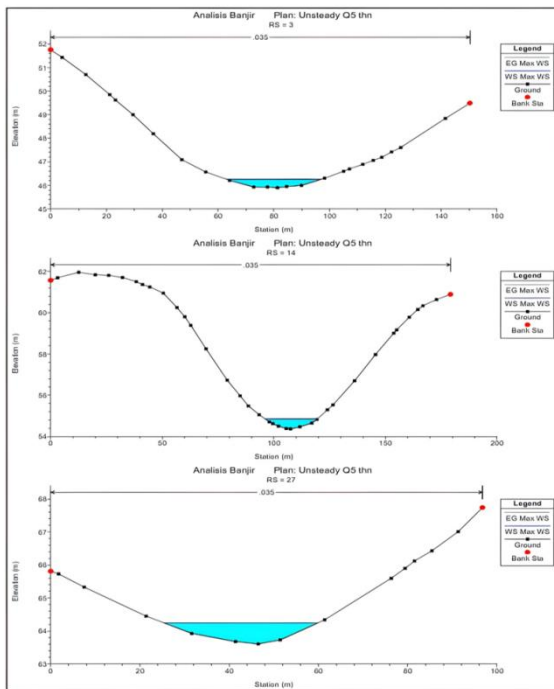
3.1.3 Perhitungan Kapasitas Sungai dengan HEC-RAS

Panjang sungai Krueng Rukoh yang dimodelkan pada HEC-RAS yaitu 6 Km dan memiliki 30 titik/stasiun *cross section* dengan jarak masing-masing titik yaitu 200 m.

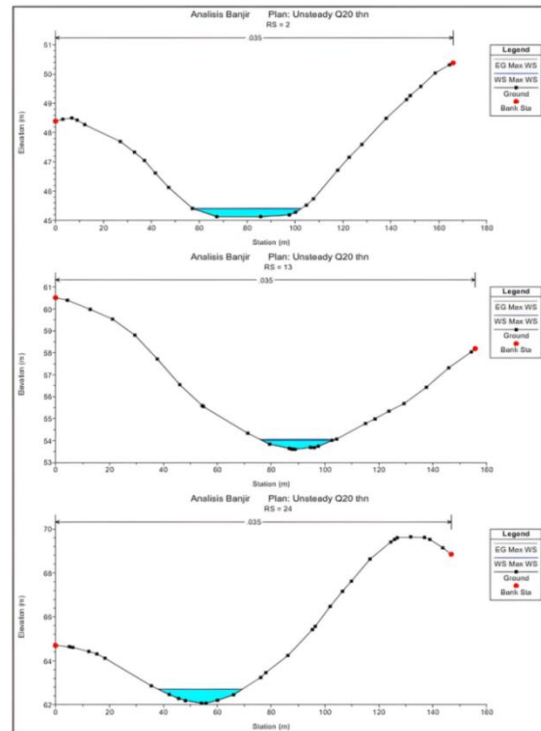


Gambar 8. Layout RAS mapper Sungai Krueng Rukoh

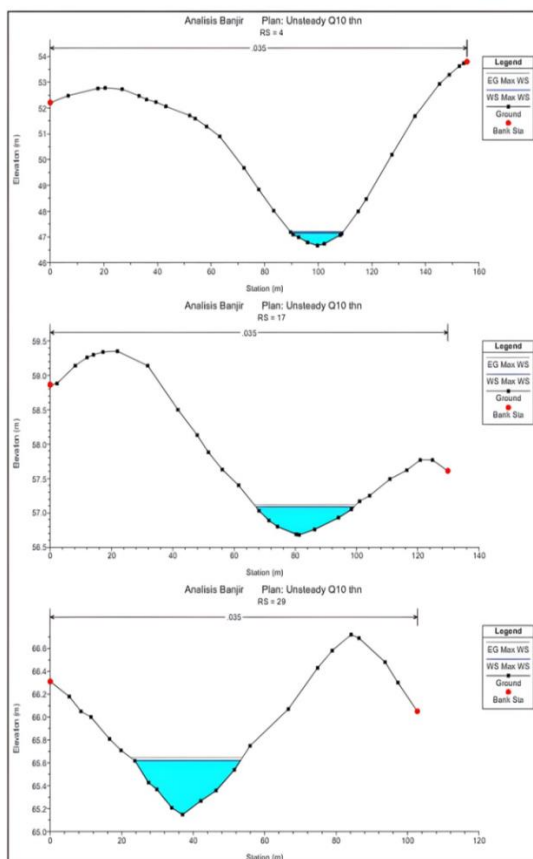
Berikut adalah hasil kapasitas pengaliran di tiap penampang alur sungai Krueng Rukoh untuk tiap kala periode ulang.



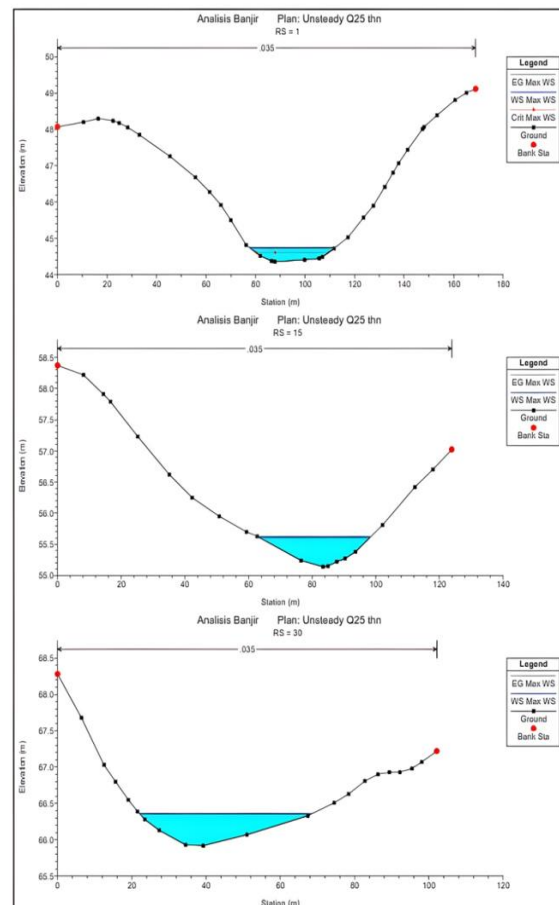
Gambar 9. Potongan melintang penampang 3, 14, 27 Q5 tahun



Gambar 11. Potongan melintang penampang 2, 13, 24 Q20 tahun



Gambar 10. Potongan melintang penampang 4, 17, 29 Q10 tahun



Gambar 12. Potongan melintang penampang 1, 15, 30 Q25 tahun

3.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil rekapitulasi di atas dapat diketahui bahwa dengan adanya Bendungan Rukoh ini dapat mereduksi besarnya debit *inflow*. Sebagai data tambahan, untuk debit banjir rencana dengan periode ulang 50 dan 100 tahun juga dilakukan *routing*. Hal ini dilakukan hanya untuk mengetahui seberapa besar debit *inflow* yang akan tereduksi.

Berdasarkan hasil *routing* di atas dapat diketahui bahwa debit *inflow* untuk periode 50 tahun sebesar 116,26 m³/det memiliki debit *outflow* sebesar 7,12 m³/det. Debit *inflow* untuk periode 100 tahun sebesar 133,00 m³/det memiliki debit *outflow* sebesar 7,94 m³/det. Debit *outflow* yang dihasilkan pada periode ulang 50 dan 100 tahun tidak jauh berbeda dengan periode ulang 5,10,20 dan 25 tahun.

Pada analisis kapasitas sungai menggunakan HEC-RAS dapat disimpulkan bahwa debit banjir pada periode ulang 5 tahun tidak terjadi banjir.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Analisis kapasitas sungai menggunakan *software* HEC-RAS, panjang sungai Krueng Rukoh yang dimodelkan pada HEC-RAS yaitu 6 Km dan memiliki 30 titik/stasiun *cross section* dengan jarak masing-masing titik yaitu 200 m. Diperoleh suatu hasil bahwa tidak ditemukan luapan debit *outflow* (debit puncak banjir yang keluar melewati *spillway* Bendungan Rukoh) pada sungai Krueng Rukoh.

4.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai kapasitas saluran sungai Krueng Rukoh. Dengan menggunakan data penampang sungai yang langsung diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan. Agar diperoleh kapasitas sungai yang lebih tepat.

5. Daftar Pustaka

- [1] Puguh, D.R. (2010). *Banjir Bandang Wasior Papua Barat (Tinjauan Deskriptif kualitatif)*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- [2] Hadisusanto, N., (2010). *Aplikasi Hidrologi*. Jogja Mediautama, Malang.
- [3] BWS S-I, (2016). <https://bwssum1.net/e-ppid> (diakses 24 Agustus 2021).
- [4] Firman, A., (2019). <https://beritakini.co/news> (diakses 11 November 2021).
- [5] Rais, B., 2016. *Kajian Penelusuran Banjir (flood routing) Terhadap Kapasitas Tampung Sungai di Hilir Bendungan Keureuto Kabupaten Aceh Utara*. Jurnal Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.

- [6] Masrevaniah, A., 2012, *Penelusuran Banjir Bendungan dengan Hydroraf Seri*, Jurnal Teknik Pengairan, Universitas Brawijaya, Malang.
- [7] Soemarto, C.D., 1987. *Hidrologi Teknik*. Erlangga. Jakarta.
- [8] Harto, S., 1993. *Analisis Hidrologi*. PT.Gramedia Utama, Jakarta.
- [9] Chow, V.T., Maidment, D.R, and Mays, L.W, (1988), *Applied Hydrology*, Mc Graw Hill.
- [10] Istiarto. (2014). *Modul Pelatihan Simulasi Aliran 1-Dimensi Dengan Bantuan Paket Program Hidrodinamika HEC-RAS Jenjang Dasar : Simple Geometry River*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- [11] Harris Widya K, V. Kris Andi Wijaya . (2008). *Evaluasi Kapasitas Penampang Sungai Wulan Dengan Menggunakan Program HEC- RAS 4.0 Pada Kondisi Unsteady*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
- [12] Triatmodjo, B., (2009), *Hidrologi Terapan*, Cetakan Kedua, Beta Offset, Yogyakarta.