

EVALUASI BANJIR RANCANGAN PADA DESAIN SPILLWAY (STUDI KASUS BENDUNGAN TAPIN, KALIMANTAN SELATAN)

Aditya Noor Rizqan^a, Holdani Kurdi^b, Novitasari Novitasari^{b*}
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
**E-mail : novitasari@ulm.ac.id*

ABSTRACT

The design of water structures in rivers is very necessary to be able to manage rivers. Water structures, for example dams and weirs can be selected to manage watersheds. This study aims to evaluate the Tapin Dam spillway. The analytical method used is in the form of hydrological analysis and the design of the main building and spillway accessories. Hydrological analysis used with analysis of the frequency of rain data. Calculation of design flood discharge using the Melchior method. Spillway hydraulic analysis used the USBR Small Dams method. The data used is from secondary data. Data in the form of rain data at the nearest station, dam technical data and topography.

The results of hydrological and hydraulics analysis calculations, based on data analysis for 15 years at the Bungur Rain Station using the Gumber method, the 100 year return period design rain is 167.56 m³/sec. The peak Q calculation using the Melchior method for a 100 year return period is 417.15 m³/s, for a T_c concentration time of 11.86 hours. Based on the above results, the second conclusion from this study is that the hydraulic analysis obtained a discharge curve after a spillway, with an elevation of 147.5 m, a flow height above the crest as high as 2.00 m with a discharge of 165.20 m³/s.

Keywords: Frequency Analysis, Design flood, Spillway, Tapin Dam

1. PENDAHULUAN

Bangunan air seperti bendungan memerlukan bangunan pelimpah atau *spillway* [1]. Evaluasi terhadap banjir rancangan perlu dilakukan [2]. Desain bangunan air seperti bendung atau bendungan dapat digunakan sebagai pilihan untuk mengelola daerah aliran sungai dan memenuhi kebutuhan masyarakat sekitar sungai [1].

Bendungan atau biasa disebut *dam* adalah bangunan yang didesain untuk menyimpan/menahan air [3]. Bendungan juga bisa dimanfaatkan untuk mensuplai air ke sebuah pembangkit tenaga listrik atau bisa digunakan sebagai tempat rekreasi. Bendungan juga memiliki bagian yang berguna sebagai bangunan pelimpah. Bangunan pelimpah dimanfaatkan untuk menghilangkan air yang berlebih secara bertahap atau kontinyu [4].

Bendungan Tapin adalah salah satu bangunan air yang terletak di sungai Tapin, Desa Pipitak Jaya, Kecamatan Piani, Kabupaten Tapin [5]. Bendungan Tapin secara umum

dibangun untuk dimanfaatkan untuk pemenuhan kebutuhan irigasi. Hal ini disebabkan minimnya sarana dan prasarana irigasi. Lahan pertanian di Kabupaten Tapin cukup potensial untuk dikelola. Tidak hanya dimanfaatkan untuk irigasi, Bendungan Tapin juga direncanakan akan dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air baku, perikanan, pariwisata dan PLTA [6]. Bendungan yang ditargetkan mampu menampung 56,77 juta meter kubik air. Analisis debit rancangan menjadi salah satu tahapan yang penting dalam proses perencanaan teknis bangunan air. Analisis ini dibutuhkan agar dalam tahapan perencanaan teknis dalam pelaksanaan proyek konstruksi bangunan air memberikan hasil yang optimal.

Tahapan perencanaan teknis suatu bangunan hidrolis dapat ditinjau dari beberapa faktor penting. Faktor penting berupa desain struktur dan analisis hidrolis. Perencanaan dari desain struktur dimaksudkan agar bangunan air tersebut kokoh terhadap gaya-gaya yang bekerja. Perencanaan dari analisis hidrolis dengan tujuan agar bangunan air mampu mengalirkan debit tertentu dengan aman tanpa menimbulkan kerusakan pada bangunan air tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi banjir rancangan pada desain *spillway* Bendungan Tapin.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Bendungan merupakan bangunan urugan tanah, urugan batu, beton, dan atau pasangan batu. Bangunan tersebut dibangun tidak hanya untuk menahan dan menampung air, tetapi juga dimaksudkan untuk menahan dan menampung limbah tambang, atau menampung lumpur sehingga terbentuk sebuah waduk [7].

Bendungan fungsi utamanya adalah sebagai penangkap air dan menyimpannya di musim hujan. Bangunan ini mampu menyimpan air dalam jumlah besar. Bangunan ini juga bisa digunakan untuk pemenuhan kebutuhan baik untuk keperluan irigasi ataupun kebutuhan lainnya. Pemanfaatan bendungan selain untuk keperluan irigasi, juga dimanfaatkan sebagai penyedia kebutuhan air minum industri, tempat rekreasi, tempat penampungan limbah, cadangan air minum, pengendali banjir, perikanan, pariwisata dan olahraga air [8][9].

Pelimpah merupakan struktur untuk yang berfungsi untuk mengendalikan pelepasan air yang akan diepaskan dari bendungan atau tanggul kebawahnya. mengalir dari bendungan atau tanggul ke daerah dibawahnya.

Analisis hidrologi merupakan kumpulan keterangan atau fakta mengenai aspek hidrologi. Analisis hidrologi seperti besaran hujan, temperatur, penguapan, lamanya penyinaran matahari, kecepatan angin, debit sungai, tinggi muka air, sangat dipengaruhi oleh waktu [9]. Analisis frekuensi dilakukan pada data hujan bertujuan untuk mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian dengan menggunakan distribusi probabilitas. Analisis frekuensi bisa menggunakan seri data hujan maupun seri data debit, berupa data maksimum tahunan dengan mengambil 1 data maksimum setiap tahun dari data yang terukur [9].

Analisis frekuensi dimanfaatkan untuk menetapkan besaran hujan atau debit untuk berbagai kala ulang. Analisis frekuensi memanfaatkan untuk mengetahui sifat statistik dengan probabilitas kejadian di masa akan datang dari seri data yang diperoleh dari rekaman data baik data hujan/debit saat ini, (diandaikan bahwa sifat statistik tidak berubah/sama). Analisis frekuensi menggunakan distribusi Normal, Log Normal, distribusi

Gumbel, atau distribusi Log Pearson.

Penentuan seri data hujan digunakan hujan harian maksimum. *Probable Maximum Flood* (PMF) merupakan peluang terjadinya tinggi curah hujan maksimum (ekstrim) pada durasi waktu tertentu. Penentuan seri data ini berdasarkan data historis dalam suatu Daerah Pengaliran Sungai (DAS). Peluang hujan maksimum dalam desain bangunan air adalah untuk mendesain struktur bangunan yang mempunyai tingkat bahaya tinggi. Uji keselarasan dimaksudkan untuk mengetahui adanya perbedaan yang nyata antara besarnya debit maksimum tahunan hasil pengamatan lapangan dengan hasil perhitungan. Pengujian keselarasan dapat dilaksanakan dengan uji chi-kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov (Soewarno, 1991).

Kedalaman hujan persatuan waktu atau yang disebut intensitas hujan yang mempunyai sifat umum dimana makin singkat hujan berlangsung intensitasnya makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi intensitas hujannya. Analisis intensitas hujan dalam digunakan rumus Mononobe:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24^{2/3}}{t} \right)$$

dimana:

I = intensitas curah hujan (mm/jam).

t = lamanya curah hujan (jam).

R_{24} = hujan maksimum dalam 24 jam (mm).

Untuk perhitungan debit rancangan digunakan Metode Melchior untuk perhitungan banjir rencana diterbitkan perama kali pada tahun 1913, yang terhubung sebagai berikut ini.

$$Q_o = \alpha \times \beta \times q_n \times A$$

dimana:

Q_o = debit (m^3/dt)

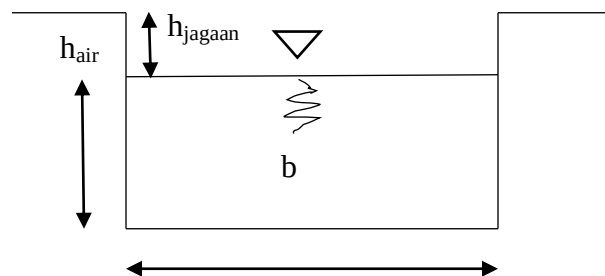
α = harga koefisien limpasan air hujan

β = koefisien pengurangan luas daerah hujan

q_n = intensitas maksimum jatuhnya hujan rata-rata ($m^3/det.km^2$)

2.2 Analisis Hidrolis Spillway

Analisis penampang saluran bentuk penampang saluran segi empat dapat dilihat seperti berikut:



Gambar 1. Penampang Saluran Segi Empat

Penampang basah saluran yang digunakan berbentuk persegi empat yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut ini.

$$A = b.h$$

$$P = b + 2.h$$

$$R = \frac{A}{P}$$

dimana:

b = Lebar saluran (m)

h_{air} = Dalamnya saluran tergenang air (m)

A = Luas penampang basah (m)

P = Keliling penampang basah (m)

R = Jari-jari hidrolis (m)

Perhitungan hidrolika saluran dengan menggunakan rumus Manning, sebagai berikut:

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} I$$

$$Q = v.A$$

$$v = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

dimana:

Q = Debit aliran dalam saluran (m³/det)

n = Koefisien kekasaran Manning

R = Jari-jari hidrolis (m)

A = Luas penampang basah saluran (m²)

P = Keliling basah saluran (m)

S = Kemiringan dasar saluran (m)

v = kecepatan air didalam saluran (m/det)

Perhitungan lengkung debit sungai sesudah ada *spillway*, menggunakan rumus:

$$Q = C \times L \times H_o^{3/2}$$

dimana:

C = Koefisien debit

L = Lebar efektif

H_o = Tinggi aliran diatas mercu

Perhitungan lebar bendung menggunakan metode USBR *Small Dams* [10].

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi studi berada pada Bendungan Tapin di Desa Pipitak Jaya, Kecamatan Piani, Kabupaten Tapin, Provinsi Kalimantan Selatan. Daerah Irigasi Tapin berada di Kabupaten Tapin, dengan bagian tengah pada posisi geografis diantara 20° 32' 43" – 35° 00' 43" BT dan 114° 46' 13" – 115° 30' 33" LS.



Gambar 2. Lokasi bendungan, DAS, dan sungai yang akan ditinjau

Tahapan persiapan yang dilakukan terdiri dari: (1) Studi literatur untuk melakukan pengumpulan dari berbagai literature atau sumber-sumber pustaka yang ada kaitannya dengan penelitian ini. Hal ini bertujuan untuk mempertajam pemahaman teori dari permasalahan yang diangkat, dan (2) Pengumpulan data, baik data sekunder maupun data primer, jika tersedia Kegiatan ini bertujuan untuk bisa menentukan metode yang tepat dengan ketersediaan data yang ada. Data yang digunakan untuk perhitungan debit hingga ke perhitungan hidrolis bangunan utama bendungan.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Adapun data-data yang dibutuhkan dalam studi ini hanyalah data sekunder. Data sekunder adalah data yang dikeluarkan oleh instansi pemerintah atau lembaga terkait. Data sekunder yang digunakan meliputi: data hujan, daerah Aliran Sungai (DAS), kemiringan saluran (n), panjang sungai, lebar sungai asli, elevasi sungai asli, dan luas daerah Pengaliran.

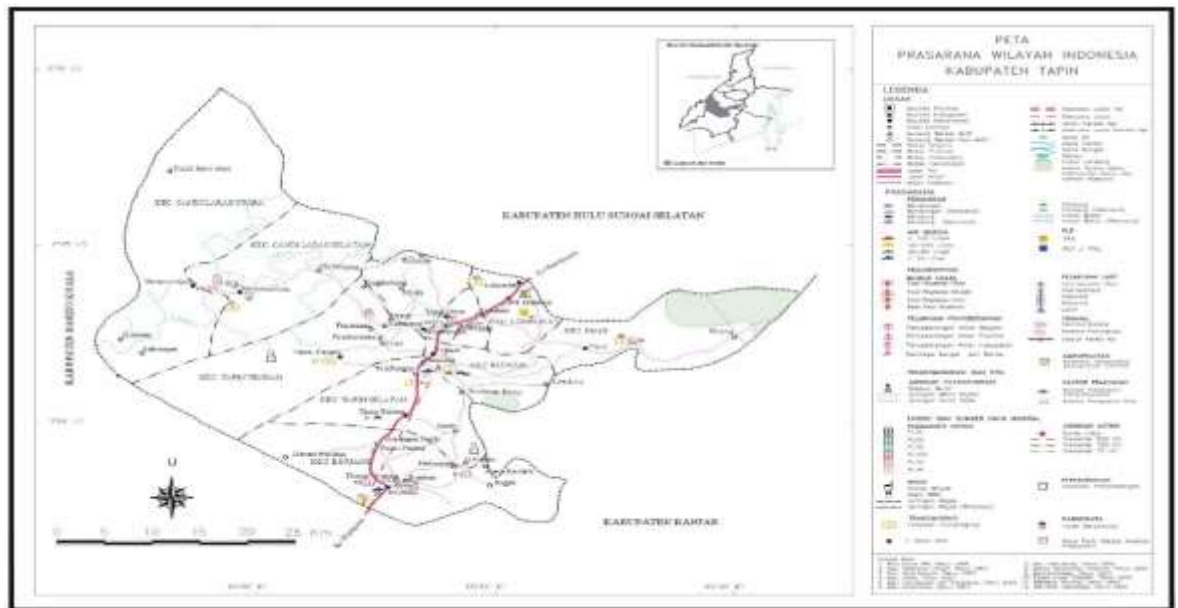
3.3 Metode Analisis

Tahapan selanjutnya adalah melakukan analisis. Metode analisis yaitu cara menganalisis data yang sudah ada kemudian di lanjutkan dengan melakukan perhitungan berdasarkan literatur yang berkaitan dengan perhitungan bangunan air. Metode analisis dalam studi ini adalah analisis hidrologi data hujan dan desain bangunan utama dan perencanaan *spillway*.

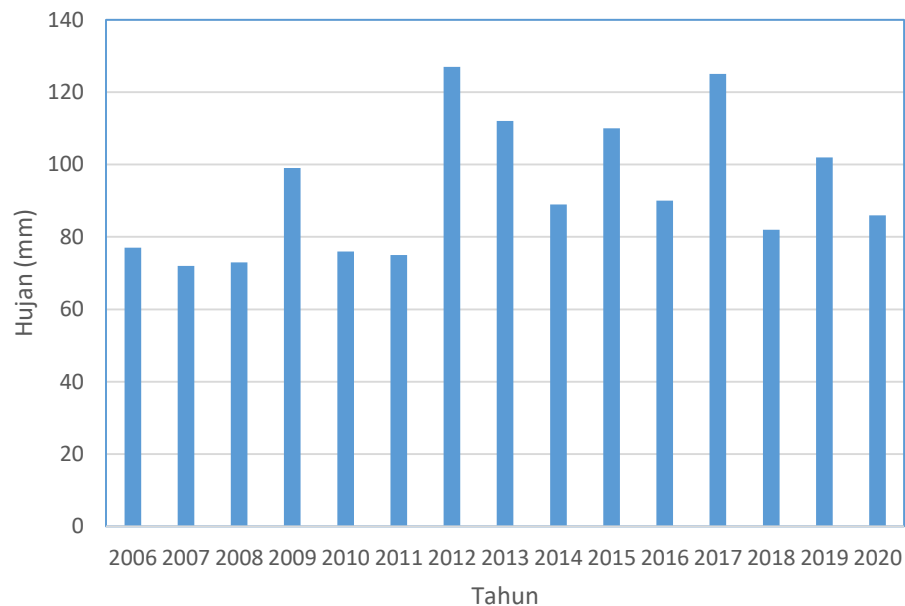
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Curah Hujan Rata-rata

Peta Stasiun Penakar hujan dan data hujan maksimum tahunan yang akan digunakan pada analisis ini dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4 [11].

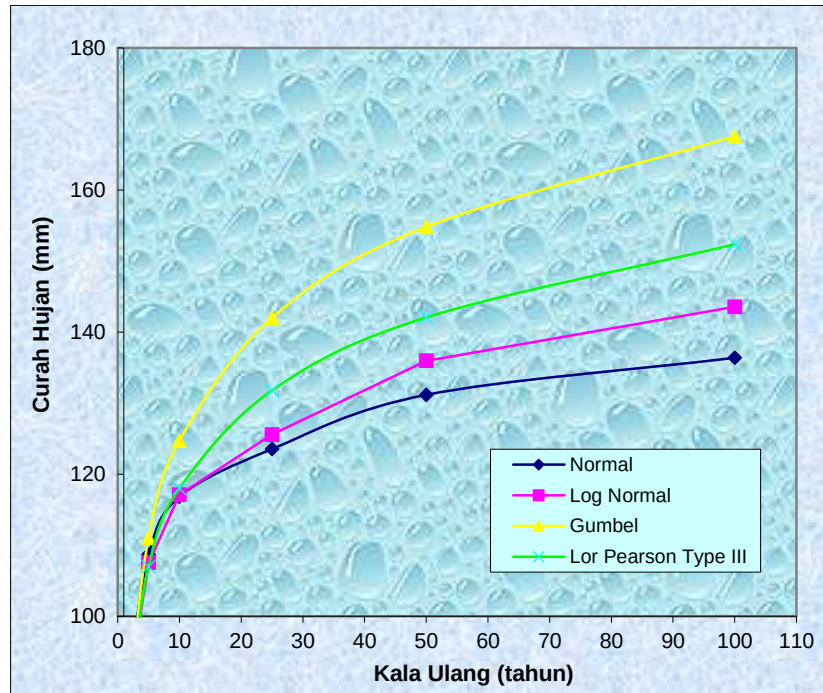


Gambar 3. Peta Lokasi Penakar Hujan

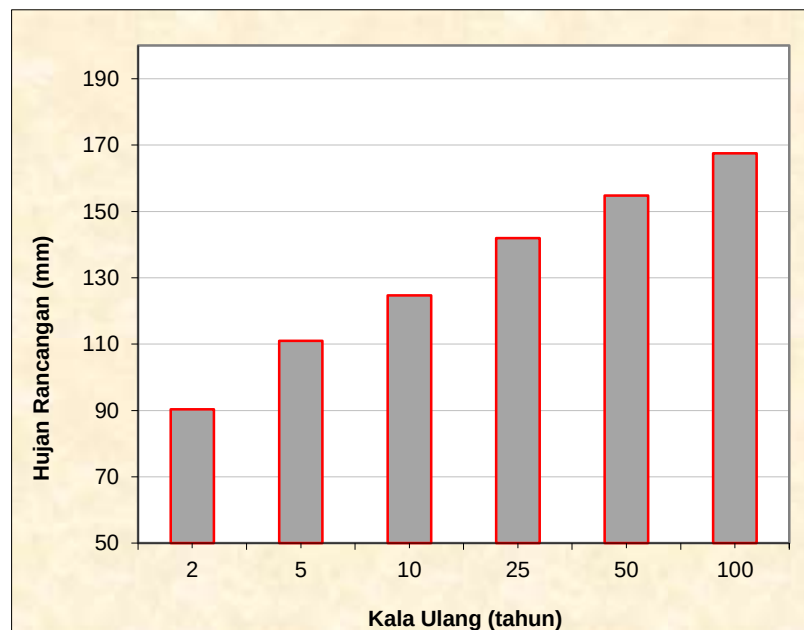


Gambar 4. Data Hujan Maksimum Tahunan (mm) selama 15 tahun

Hujan maksimum tahunan rata-rata selama 15 tahun 93 mm. Hujan terendah terjadi pada tahun 2007 sebesar 72 mm. Data hujan tertinggi terjadi pada tahun 2012 sebesar 127 mm. Analisis hujan rancangan untuk 4 distribusi baik distribusi Normal, distribusi Log Normal, distribusi Gumbel dan distribusi Log Pearson Type III. Kala ulang yang digunakan dalam studi ini adalah 2 sampai dengan 100 tahun disajikan pada Gambar 5.



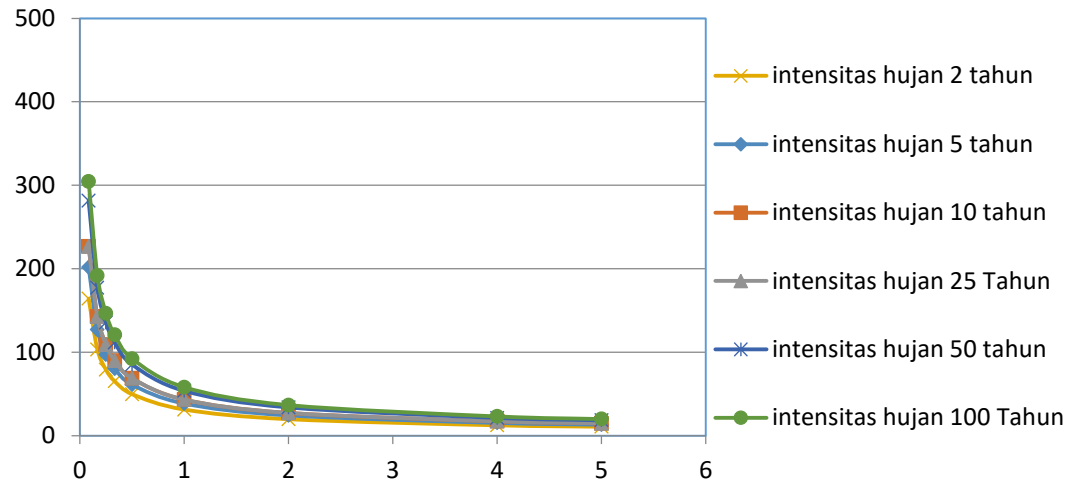
Gambar 5. Analisis frekuensi Data Hujan



Gambar 6. Hujan Rancangan (mm)

Berdasarkan uji kesesuaian dengan Chi Kuadrat dan Uji Smirnov Kormogorov dapat dilihat hasil bahwa distribusi probabilitas yang memenuhi adalah Distribusi Gumbel. Hujan rancangan disajikan pada Gambar 6. Hujan rancangan untuk kala ulang 2 sampai dengan 100 tahun berkisar dari 90,33 sampai dengan 167,56 mm. Perhitungan dilanjutkan dengan

menghitung intensitas hujan menggunakan rumus Mononobe. Hasil perhitungan intensitas dan grafik IDF dengan Rumus Mononobe dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Perhitungan dengan Rumus Mononobe



Gambar 8. Luas Daerah Aliran Sungai

Perhitungan banjir rencana dengan menggunakan Metode Melchior untuk kala ulang 100 tahun, dengan luas daerah aliran sungai sebesar 139 km^2 , $a = 19 \text{ km}$, $b = 12 \text{ Km}$, $H = 459 \text{ m} = 0,459 \text{ Km}$, $L = 38 \text{ Km} = 38000 \text{ m}$, $Chr = 167,56 \text{ mm}$, $Ch = 170 \text{ mm}$, $\beta_q = 2,35$, $I = 0.013$. Besarnya hujan sehari untuk periode yang ditentukan (β_{qn}) sebesar $2,32 \text{ m}^3/\text{dt.km}^2$. Nilai $\alpha = 0,65$ untuk kondisi hutan dengan kelembaban sedang (vegetasi

dikembangkan dengan cukup baik). $F = 179,1 \text{ km}^2$, sehingga didapat: $T_0 = 8,08 \text{ jam}$. Berdasarkan data-data diatas maka nilai Q_0 dihitung sebesar $20.275 \text{ m}^3/\text{dt}$. Setelah dilakukan perhitungan ulang didapatkan waktu konsentrasi T_c sebesar $11,86 \text{ jam}$ dan Q puncak = $417,15 \text{ m}^3/\text{dt}$.

Debit puncak dibutuhkan untuk menghitung lengkung debit sungai sebelum maupun sesudah ada *spillway*. Lengkung debit bertujuan untuk mengetahui perilaku hidrolika aliran sungai awal atau sungai asli. Lengkung ini dimanfaatkan pada perhitungan muka air setelah *hydraulic jump* atau kondisi *tail-water* di hilir ruang olak setelah aliran melewati bangunan *Spillway*, dengan data sebagai berikut: bentuk penampang sungai : Persegi, Sifat aliran : uniform, Luas DAS (A) = 1390000 m^2 , lebar sungai asli (b) = 20 m , koefisien kekasaran (n) = $0,017$, panjang sungai ke *Spillway* (P) = 38000 m , elevasi dasar sungai + $138,000 \text{ mdpl}$ dan kemiringan dasar sungai = $1,3\% = 0,013$. Nilai n (koefisien manning) = $0,017$ untuk saluran tana lurus teratur. Untuk perencanaan *spillway* digunakan $Q_{100} = 417,14 \text{ m}^3/\text{s}$, maka tinggi sungai (H) sebelum ada *spillway* adalah $= 2,1 \text{ m}$.

Lengkung Debit Sungai sesudah ada *spillway* dengan tinggi tubuh bendung (P) = $5,5 \text{ m}$ dan tinggi aliran diatas bendung (H_0) = $4,0 \text{ m}$. Perhitungan lebar *spillway* dengan metode *USBR Small Dams*. Lengkung setelah ada *spillway* disajikan pada Gambar 9.



Grafik 9. Lengkung Debit Diatas *Spillway*

Lengkung debit dapat dilihat pada Gambar 9. Hal ini untuk mengetahui perilaku hidrolika aliran sungai setelah ada *spillway*, didapatkan elevasi sebesar $147,5 \text{ m}$, tinggi aliran diatas mercu = $2,00 \text{ m}$ dengan debit sebesar $165,20 \text{ m}^3/\text{dt}$.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis hidrologi dan hidrolika, dapat ditarik kesimpulan pertama bahwa berdasarkan analisis data curah hujan selama 15 tahun pada Stasiun Hujan Bungur digunakan metode Gumber. Hujan rancangan kala ulang 100 tahun adalah sebesar $167,56 \text{ m}^3/\text{det}$. Metode ini digunakan karena telah memenuhi uji Chi Kuadrat dan uji *Smirnov*

Kolmogorov. Perhitungan Q puncak dengan Metode Melchior untuk kala ulang 100 tahun sebesar $417,15 \text{ m}^3/\text{dt}$, untuk waktu konsentrasi T_c sebesar 11,86 jam. Berdasarkan hasil diatas, kesimpulan kedua dari penelitian ini adalah bahwa analisis hidrolis didapatkan lengkung debit setelah ada *spillway*, dengan elevasi sebesar 147,5 m, tinggi aliran diatas mercu = 2,00 m dengan debit sebesar $165,20 \text{ m}^3/\text{dt}$.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Soedibyo, *Teknik Bendungan*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita, 1993.
- [2] Novitasari, "Kajian Pengelolaan Sumber Daya Air (Studi Kasus Hulu DAS Martapura Sub DAS Riam Kanan)," *Infoteknik*, vol. 13, no. 1, pp. 39–49, 2012.
- [3] K. M. Arsyad, "Modul 4. Modul Pengantar Perencanaan Embung," Bandung, Indonesia, 2017.
- [4] P. Hapsari, Nurlina, and I. Sota, "Analisis daerah resapan di daerah rawan banjir kabupaten banjar menggunakan sistem informasi geografis," *J. Fis. FLUX*, vol. 10, no. 2, pp. 154–165, 2013.
- [5] PUPR, *Bendungan Tapin sebagai Bendungan Multifungsi di Kalimantan Selatan*. 2021, p. 6.
- [6] M. Azmie and N. Helda, "Analisis Pengaruh Pembangunan Bendungan Tapin terhadap Debit Banjir di Hilir Sungai Tapin Kabupaten Tapin," *J. RIVET (Riset dan Inven. Teknol.)*, vol. 01, no. 01, pp. 1–12, 2021.
- [7] PP No 37, 37. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 2010.
- [8] D. Prastika, Y. S. Sundari, and J. Dea, "Studi Optimasi Embung Aji Raden Sebagai Sumber Air Baku Untuk Kebutuhan Air Bersih Kecamatan Balikpapan Timur," 2010.
- [9] Bambang Triadmodjo, *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta, Indonesia: Beta Offset, 2008.
- [10] B. of Reclamation, *Design of Small Dams*. United States Departement of The Interior, 1987.
- [11] Anonim, "Laporan Penunjang Hidrologi," Kabupaten Tapin, 2021.