

# Evaluasi Kapasitas Bangunan Pelimpah (*Spillway*) Bendungan Prijetan Lamongan Jawa Timur

Firman Al-Khawarizmi\*, Agus Hari Wahyudi, Sobriyah

Universitas Sebelas Maret

**Abstrak:** Dalam perencanaan bendungan tentunya kondisi global warming akan mempengaruhi ketinggian permukaan air laut. Sehingga *climate change* menjadi pertimbangan dalam setiap perencanaan bendungan. Hal ini dilakukan dengan tujuan mendapatkan perencanaan yang baik dan aman sesuai kaidah hidrologi dan hidrolika. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kapasitas *Spillway* Bendungan Prijetan yang dibangun pada masa colonial belanda dengan masa operasi pada tahun 2023 adalah 107 tahun. Debit banjir rencana untuk mengevaluasi kapasitas *spillway* Bendungan Prijetan yang dihitung pada tahun 2024 berdasarkan perhitungan PMP Metode Hersfield dan Debit Banjir Rancangan Metode HSS Gama 1 Q1000 tahun adalah 185,060 m<sup>3</sup>/s dengan elevasi muka air maksimum +50,66 m dan Q PMF adalah 458,080 m<sup>3</sup>/s dengan elevasi muka air maksimumnya +52,23 m. Berdasarkan analisis tersebut, bendungan tidak aman terhadap kemungkinan overtopping karena hasil perhitungan kapasitas *spillway* Bendungan Prijetan dengan debit banjir yang dihitung pada tahun 2024 menunjukkan kenaikan elevasi muka air maksimum dan debit banjir rancangan pada Q 1000 dan Q PMF Sehingga kapasitas *spillway* direkomendasikan untuk dilebarkan dari 29,5 m ke 33,87 m.

**Kata kunci:** Bendungan Prijetan, Climate Change, Q1000, QPMF, Spillway

DOI:

<https://doi.org/10.47134/scbmej.v2i4.4945>

\*Correspondence: Firman Al-Khawarizmi

Email: [firman123@student.uns.ac.id](mailto:firman123@student.uns.ac.id)

Received: 14-08-2025

Accepted: 22-09-2025

Published: 01-10-2025



**Copyright:** © 2025 by the authors. Submitted for open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Abstract:** In dam planning, global warming conditions will certainly affect sea level. So *climate change* is a consideration in every dam planning. This is done with the aim of getting good and safe planning according to hydrological and hydraulic principles. This study aims to evaluate the capacity of the Prijetan Dam Spillway which was built during the Dutch colonial period with an operational period in 2023 of 107 years. The planned flood discharge to evaluate the capacity of the Prijetan Dam spillway calculated in 2024 based on the PMP calculation of the Hersfield Method and the Design Flood Discharge of the HSS Gama 1 Q1000 year method is 185,060 m<sup>3</sup>/s with a maximum water level elevation of +50.66 m and Q PMF is 458,080 m<sup>3</sup>/s with a maximum water level elevation of +52.23 m. Based on the analysis, the dam is not safe against the possibility of overtopping because the results of the calculation of the spillway capacity of the Prijetan Dam with the flood discharge calculated in 2024 show an increase in the maximum water level elevation and design flood discharge at Q 1000 and Q PMF. So the spillway capacity is recommended to be widened from 29.5 m to 33.87 m.

**Keywords:** Prijetan Dam, Climate Change, Q1000, QPMF, Spillway

## Pendahuluan

Kabupaten Lamongan berada di daerah Pantai utara Jawa yang secara geografis terletak pada 07°13'20.2"S dan 112°12'36.8 "E. Secara administratif Lamongan berbatasan kecamatan kedungpring sebelah utara. Sebelah timur Kecamatan Modo,. Sebelah barat kecamatan sugio dan Kecamatan Ngimbang di Selatan. Produk hasil taninya beragam seperti padi, semangka, cabai melon, dan sebagainya. Secara sosiologis Kabupaten Lamongan terdiri dari 20 kecamatan dengan mata pencaharian utama penduduknya adalah sebagai petani.

Khusus tanaman padi dalam 1 tahun ada beda kesempatan tanam pada daerah yang berbeda, ada yang menanam tiga kali, dua kali bahkan ada yang satu kali dengan pembagian tiga bulan untuk waktu tumbuh tanaman padi dan satu bulan untuk pengolahan lahan. Untuk daerah yang dapat dua kali waktu tanam padi biasanya selebihnya ditanami palawija, karena pengairan di musim kemarau kurang memadai untuk tanaman padi. Untuk memenuhi kebutuhan air, pemerintah mengadakan pembangunan bendungan demi meningkatkan produksi dalam bidang pertanian (Yanto, 2020).

Pada musim kemarau, aliran air baik dari Bendungan sangat dibutuhkan, khususnya pada daerah-daerah yang tidak ada aliran Sungai besar. Dengan dibangunnya bendungan dapat meningkatkan suplai air irigasi yang nantinya akan meningkatkan hasil produksi tanam serta diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan perekonomian masyarakat sekitar (Rupang et al., 2019). Pembangunan suatu Bendungan dimaksudkan untuk menampung air hujan dan digunakan memenuhi kebutuhan air pada musim kemarau yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan air untuk daerah dibagian hilir Bendungan tersebut (Pamekas and Utoyo, 2022).

Mengingat pentingnya fungsi Bendungan Prijetan, maka bendungan ini mendapat prioritas utama untuk dibangun. Namun demikian, desain teknis spillway bendungan dengan tipe ambang lebar tanpa pintu yang dibuat pada masa kolonial belanda perlu dikaji ulang (Hanafi dan Djati, 2022) Bendungan Prijetan merupakan bendungan tertua di Indonesia. Bendungan ini dibangun pada sekitar tahun 1910-1916 oleh Pemerintahan Hindia Belanda dan bertujuan untuk mengairi lahan irigasi seluas 4.600 ha yang terletak di tiga kecamatan pada Kabupaten Lamongan. Mengingat perencanaan pembangunan sudah sangat lama dilakukan yaitu sekitar 100 tahun lalu, maka perlu di lakukan analisa banjir kembali (Yahya et al., 2022).

Adanya *Climate Change* yang mengakibatkan perbedaan kondisi curah hujan berpengaruh terhadap debit banjir rancangan, menjadi pertimbangan mengapa kapasitas *spillway* Bendungan Prijetan perlu dikaji ulang. Analisa mengenai debit banjir rancangan pada Bendungan Prijetan dilakukan dengan perhitungan nilai PMP (*Probable Maximum Precipitation*) Metode *Hersfield* dan PMF (*Probable Maximum Flood*) Metode HSS Gama I guna mempermudah proses analisa dan dapat memberikan hasil debit banjir kala ulang Q1000 dan QPMF yang akurat. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kapasitas *spillway* bendungan Prijetan yang dibangun oleh Pemerintah Kolonial Belanda. Manfaat dari hasil evaluasi diharapkan dapat memberikan informasi tentang keamanan *spillway* sekaligus Sebagai alternatif struktur *spillway* yang stabil dan aman (MUHAMMAD, 2021).

## Metode Penelitian

Lokasi Bendungan Prijetan sebagai tempat penelitian terletak di Desa Mlati, Kecamatan Kedungpring, Kabupaten Lamongan, Provinsi Jawa timur. Bendungan ini adalah salah satu bendungan tua yang terdapat pada Sungai Bengawan Solo yang merupakan Sungai terpanjang di Pulau Jawa. Dalam penyusunan studi ini diperlukan data-data yang mendukung berupa data sekunder. Data-data tersebut adalah :

a. Data Hujan

Data hujan yang digunakan diperoleh dari pengelola Bendungan Prijetan Lamongan Jawa Timur. Data hujan berasal dari 4 stasiun hujan yang mewakili DAS Bendungan Prijetan yaitu Stasiun Girik Baru, Prijetan, Girik, Kayen. Penelitian ini menggunakan data hujan rentang waktu 15 tahun terakhir, karena dianggap mewakili perubahan iklim yang terjadi beberapa tahun belakangan ini.

b. Data Peta Wilayah DAS Bendungan Prijetan

Peta wilayah DAS yang digunakan diperoleh dari sumber BBWS bwngawan Solo. Peta ini kemudian dijadikan dalam format CAD dengan skala yang telah ditentukan.

c. Data Tataguna Lahan dan Jenis Tanah

Data tataguna lahan diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo. Data ini berupa peta tataguna lahan dalam format *shapefile* yang didalamnya sudah terdapat jenis tataguna lahan beserta luasan.

Langkah-langkah Penelitian disusun secara sistematis sehingga mempermudah dalam penyelesaian Analisa ini. Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut. Perhitungan hidrologi diperlukan untuk mengetahui perbandingan kondisi hidrologi pada masa Pembangunan dahulu dengan sekarang ditahun 2024. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data hidrologi Bendungan Prijetan.
2. Melakukan Analisa hujan Kawasan maksimum.
3. Melakukan Analisa rancangan dengan Metode *Log Pearson III*.
4. Melakukan Analisa PMP (*Probable Maximum Precipitation*)
5. Melakukan Uji Distribusi Frekuensi.
6. Melakukan analisa Hidrograf Satuan Sintetik.
7. Melakukan analisa Hidrograf Banjir Rancangan.
8. Menentukan lengkung/kurva kapasitas tampungan
9. Menentukan elevasi muka air
10. Menentukan rencana banjir sesuai dengan aspek hidrologi (penelusuran banjir)
11. Menentukan debit limpasan *Spillway*
12. Menentukan Kapasitas *Spillway*

## Hasil dan Pembahasan

Semua data curah hujan maksimum stasiun dihitung dengan pengaruh thiessen, kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan data curah hujan maksimum tahunan dengan pengaruh thiessen yang akan digunakan dalam perhitungan PMP metode *Hersfield*. Rekapitulasi dari perhitungan data curah hujan maksimum tahunan pengaruh *thiessen* dapat dilihat dalam **Tabel 1.1**.

**Tabel 1.** Curah Hujan Maksimum tahunan dengan Pengaruh *Thiessen*

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum				Total
		Sta. Girik/Gandang	Sta. Prijetan	Sta. Kayen	Sta. Girik Baru	
1	2009	8,60	14,58	47,66	30,67	101,50
2	2010	8,23	11,11	32,57	32,88	84,78
3	2011	9,64	11,52	35,35	34,36	90,87
4	2012	9,83	17,91	38,92	30,30	96,96
5	2013	9,83	17,91	38,92	37,32	103,98
6	2014	7,94	8,47	31,77	32,51	80,70
7	2015	10,87	13,74	43,69	43,97	112,27
8	2016	6,81	13,74	31,77	33,62	85,95
9	2017	6,43	10,13	28,59	45,08	90,23
10	2018	9,08	9,30	26,61	24,76	69,74
11	2019	3,69	11,11	16,68	24,02	55,49
12	2020	9,27	8,33	43,69	37,69	98,97
13	2021	10,68	10,41	56,79	48,03	125,92
14	2022	9,93	16,66	57,19	35,84	119,62
15	2023	9,08	11,38	37,73	32,14	90,33

### Analisis *Probable Maximum Precipitation* (PMP)

Perhitungan PMP adalah salah satu bab hidrologi dalam perhitungan untuk menentukan curah hujan maksimum yang mungkin terjadi pada wilayah DAS bendungan berdasarkan data curah hujan harian maksimum antara tahun 2009 – 2023. Besarnya PMP hujan titik pada stasiun hujan Prijetan dengan menggunakan persamaan:

$$X_m = X_n + K_m \cdot S_n$$

$$X_m = 94,82 + 15,30 \times 19,16$$

$$X_m = 387,92 \text{ mm}$$

Besarnya PMP terkoreksi adalah

$$X_m = 387,92 \times 1,003$$

$$= 389,08$$

Besar PMP DAS Prijetan dikalikan dengan faktor reduksi luas adalah:

$$X_m = 389,08 \times 0,977$$

$$X_m = 380,04$$

Sesuai SNI, untuk mendapat nilai PMP harian (24 jam),  $X_m$  harus dikali dengan 1,13.

$$\begin{aligned} \text{Sehingga, } X_m (\text{PMP}) &= 380,04 \times 1,13 \\ &= 425,645 \text{ mm / hari} \\ X_m \text{ perjam} &= 425,44 / 24 \\ &= 17,52266 \text{ mm / jam} \end{aligned}$$

### Analisis Hujan Rancangan / Probable Maximum Flood (PMF)

Hidrograf satuan sintetis digunakan untuk menentukan nilai debit banjir rancangan dari hasil perhitungan data curah hujan *Probable Maximum Precipitation* (PMP) serta beberapa faktor perhitungan yang didapatkan dari peta DAS Bendungan Prijetan Lamongan.

Persamaan-persamaan yang digunakan dalam HSS Gama I adalah:

$$Q_t = Q_p \cdot e^{-t/k}$$

Dengan :

- $Q_t$  = debit pada jam ke  $t$  ( $\text{m}^3/\text{detik}$ ),
- $Q_p$  = debit puncak ( $\text{m}^3/\text{detik}$ ),
- $T_q$  = waktu dari terjadinya debit puncak (jam),
- $K_1$  = koefisien tampungan (jam).

1. Waktu puncak HSS Gama I ( $T_R$ )

$$T_R = 0,43 \left( \frac{L}{100SF_0} \right)^3 + 1,0665SIM + 1,2775$$

2. Debit puncak banjir ( $Q_P$ )

$$Q_P = 0,1836A^{0,5886}TR^{-0,4008}JN^{0,2381}$$

3. Waktu dasar ( $T_B$ )

$$T_B = 27,4132TR^{0,1457}S^{0,00986}SN^{0,7344}RUA^{0,2574}$$

4. Koefisien Resesi ( $K_S$ )

$$K = 0,5617A^{0,1798}S^{-0,1446}SF^{-1,0897}D^{0,0452}$$

5. Aliran dasar ( $Q_B$ )

$$Q_B = 0,4715A^{0,6444}D^{0,9430}$$

### Contoh Perhitungan

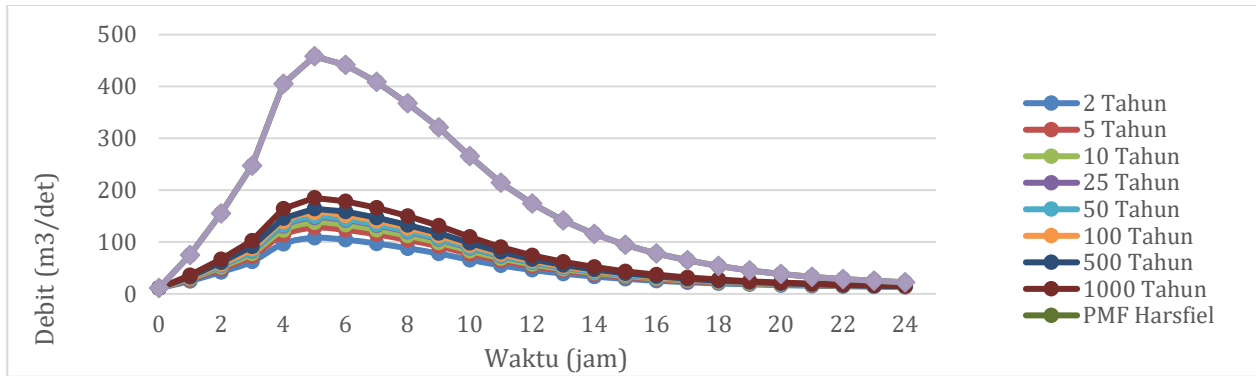
$$\begin{aligned} Q \text{ PMF pada jam ke-1} &= (UH \text{ ke-1} \times Rt \text{ ke-1}) + Q_B \\ &= (0,589 \times 149,608) + 10,936 \\ &= 74,847 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q \text{ PMF pada jam ke-2} &= (UH \text{ ke-2} \times Rt \text{ ke-1}) + (UH \text{ ke-1} \times Rt \text{ ke-2}) + Q_B \\ &= (1,177 \times 149,608) + (0,589 \times 38,886) + 21,889 \\ &= 155,026 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Tabel dan Grafik Rekapitulasi Hidrograf Satuan Sintesis Gama I pada DAS Bendungan Prijetan untuk semua periode kala ulang ditampilkan dalam **Tabel 1.2** dan **Gambar 1.1**.

**Tabel 2.** Rekapitulasi Hidrograf Satuan Sintetik Gama I

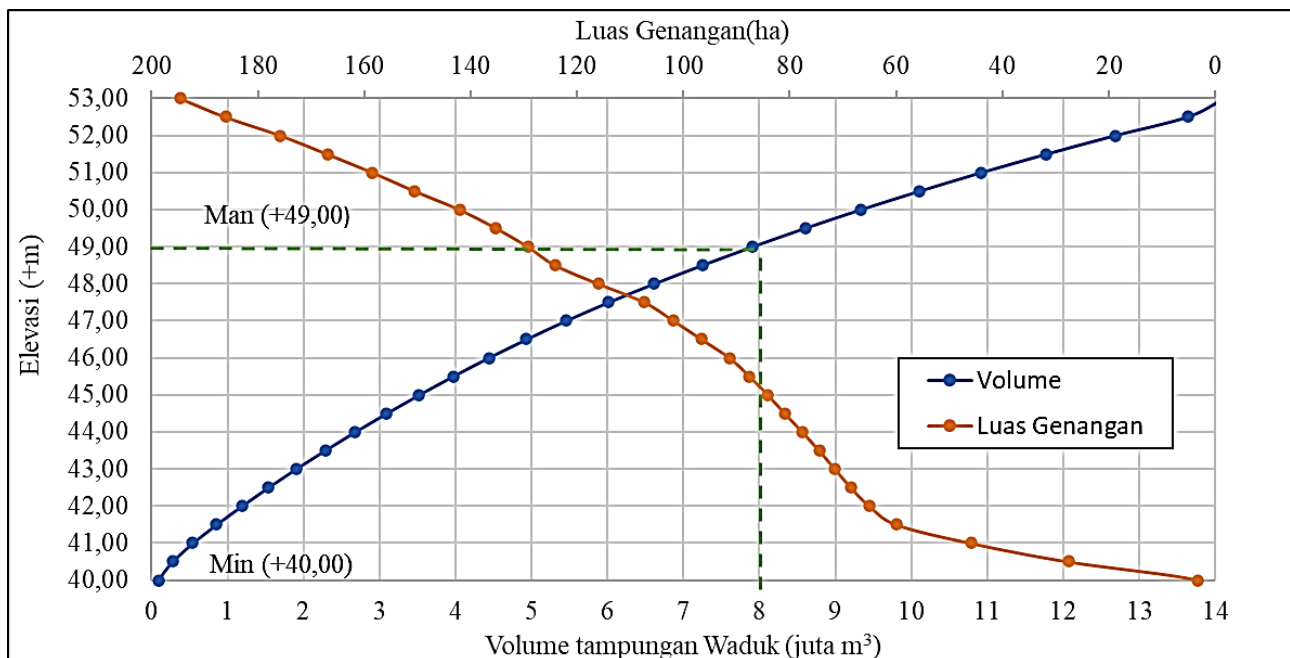
jam ke-	Kala Ulang								
	2 Th	5 Th	10 Th	20 Th	25 Th	50 Th	100 Th	1000 Th	PMF
0	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9
1	24,8	27,6	29,1	30,4	30,7	31,8	32,8	35,8	74,8
2	42,2	48,5	51,8	54,9	55,5	58,0	60,3	67,0	155,0
3	62,2	72,5	77,9	82,9	83,9	88,0	91,7	102,8	246,8
4	96,6	113,8	122,8	131,2	132,9	139,7	146,0	164,5	405,2
5	108,1	127,6	137,8	147,3	149,3	157,0	164,1	185,1	458,1
6	104,5	123,4	133,2	142,3	144,2	151,7	158,5	178,7	441,8
7	97,2	114,8	123,9	132,3	134,1	140,9	147,3	165,9	408,9
8	88,1	104,0	112,2	119,8	121,3	127,5	133,1	149,9	367,7
9	77,9	91,9	99,0	105,5	106,9	112,2	117,2	131,7	321,1
10	65,8	77,3	83,1	88,5	89,6	94,0	98,1	110,0	265,3
11	54,9	64,1	68,7	73,1	74,0	77,5	80,7	90,3	214,6
12	46,1	53,5	57,2	60,7	61,4	64,2	66,8	74,5	174,1
13	39,1	45,0	48,0	50,8	51,4	53,6	55,7	61,8	141,6
14	33,5	38,2	40,6	42,8	43,3	45,1	46,8	51,7	115,5
15	29,0	32,8	34,7	36,5	36,9	38,3	39,6	43,6	94,7
16	25,4	28,4	30,0	31,4	31,7	32,8	33,9	37,1	78,0
17	22,5	25,0	26,2	27,3	27,6	28,5	29,3	31,9	64,7
18	20,2	22,2	23,1	24,1	24,2	25,0	25,7	27,7	54,0
19	18,4	19,9	20,7	21,4	21,6	22,2	22,7	24,4	45,4
20	16,9	18,1	18,8	19,3	19,5	19,9	20,4	21,7	38,5
21	15,7	16,7	17,2	17,7	17,8	18,2	18,5	19,5	33,0
22	14,8	15,6	16,0	16,3	16,4	16,7	17,0	17,8	28,6
23	14,0	14,6	15,0	15,3	15,3	15,6	15,8	16,5	25,1
24	13,4	13,9	14,2	14,4	14,4	14,6	14,8	15,4	22,3



Gambar 1. Grafik Hidrograf Banjir Rancangan DAS Bendungan Prijetan

### Tampungan Waduk Bendungan Prijetan Lamongan

Lengkung kapasitas tampungan Waduk Prijetan dimaksudkan untuk mengetahui hubungan antara elevasi, luas areal Waduk Prijetan. Lengkung kapasitas tampungan Waduk Prijetan dihitung berdasarkan hasil pengukuran Topografi dan Bathimetri. Perhitungan tampungan waduk berfungsi untuk mencari nilai  $\psi$  dan  $\phi$ . Data besarnya kapasitas tampungan waduk Bendungan Prijetan Lamongan ditentukan berdasarkan perhitungan luas area setiap elevasi kontur atau garis imajiner yang di data Demnas dengan menggunakan *tool trace* dalam aplikasi *Gis*. Untuk kurva lengkung kapasitas waduk disajikan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Kurva hubungan elevasi-luas genangan dan elevasi-volume

### Routing waduk pada Bendungan Prijetan Lamongan

Tampungan waduk pada elevasi + 49,125 m merupakan elevasi muka air banjir. Diawali dari elevasi + 49 m, karena merupakan elevasi puncak mercu dari bendungan prijetan lamongan. Routing volume bendungan akan masuk periode banjir ketika elevasi muka air sudah berada di atas elevasi puncak mercu *spillway*.

Volume tampungan pada elevasi + 49,125 m, diperoleh dengan interpolasi:

$$\text{Elevasi + 49 m} = 7,910 \times 10^6 \text{ m}^3$$

$$\text{Elevasi + 49,5 m} = 8,603 \times 10^6 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Elevasi + 49,2 m} &= 7,910 \times 10^6 + \left( \frac{49,2 - 49}{49,5 - 49} \right) \times 8,603 \times 10^6 - 7,910 \times 10^6 \\ &= 8,0848 \times 10^6 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\psi_1 = \frac{S}{\Delta t} - \frac{Q}{2}$$

$$\psi_1 = \frac{8,0848 \times 10^6}{3600} - \frac{4,664}{2}$$

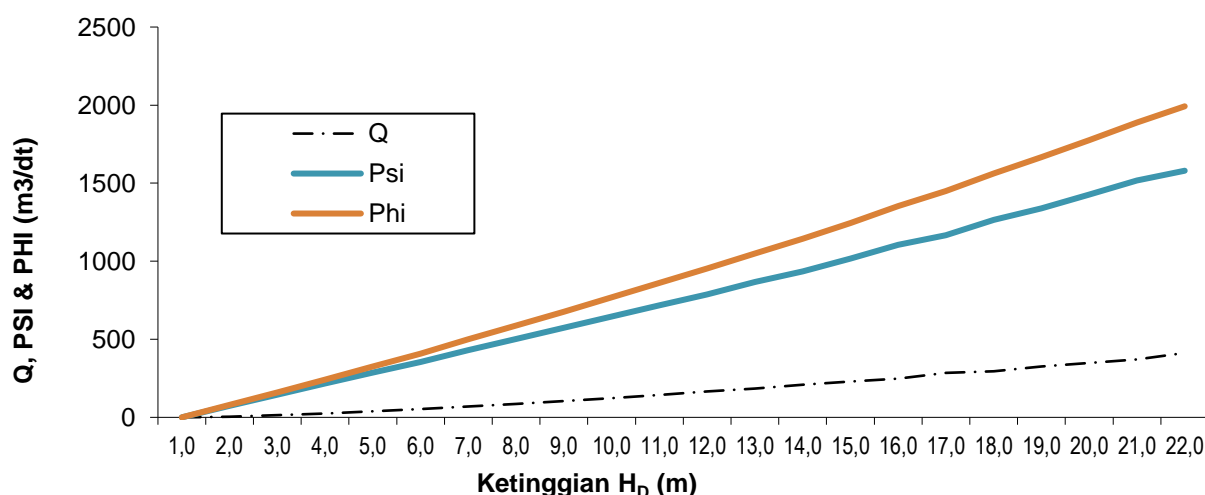
$$\psi_1 = 74,53 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$\phi_1 = \frac{S}{\Delta t} + \frac{Q}{2}$$

$$\phi_1 = \frac{8,0848 \times 10^6}{3600} + \frac{4,664}{2}$$

$$\phi_1 = 79,19 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Berdasarkan contoh perhitungan diatas, dibuat kurva untuk menunjukkan hasil perhitungan dari hubungan antara tampungan waduk, Q limpasan,  $\psi$ , dan  $\phi$ . Kurva dari hasil perhitungan dapat dilihat pada **Gambar 3**.



**Gambar 3.** Kurva hubungan tampungan waduk, Q limpasan,  $\psi$  dan  $\phi$

Routing waduk dilakukan berdasarkan perhitungan Q inflow yang diperoleh dari perhitungan Q PMF dengan  $\Delta t = 1$  jam selama 24 jam. Elevasi mercu *spillway* dengan ketinggian +49 m dianggap sebagai elevasi Inflow dan outflow pada jam ke-0 dalam periode banjir.

Contoh Perhitungan pada jam ke 1 :

Ketinggian air ( $H_D$ ) pada jam ke 0 yaitu 4,3 m digunakan untuk memperoleh nilai  $\psi$  jam ke -1.

$$\psi \text{ pada jam ke -1} = 0 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Debit inflow rerata pada jam ke-1 digunakan untuk menentukan nilai  $\phi$  pada jam ke 1.

$$Q_{inflow} \text{ rerata} = \frac{(Q_{inflow} \text{ jam ke 1} - Q_{inflow} \text{ jam ke 0})}{2}$$

$$Q_{inflow} \text{ rerata} = \frac{(74,847 + 10,936)}{2}$$

$$Q_{inflow} \text{ rerata} = 42,89 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$\phi \text{ jam ke 1} = Q_{inflow} \text{ rerata} + \psi \text{ jam ke -1}$$

$$\phi \text{ jam ke 1} = 42,89 + 0$$

$$\phi \text{ jam ke 1} = 42,89 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Nilai  $\phi$  pada jam ke 1 digunakan untuk menentukan debit *outflow* waduk pada jam ke-1 dengan cara interpolasi.

$$\text{Debit } outflow = 4,664 + \left( \frac{42,89 - 0}{79,194 - 0} \right) \times (4,664 - 0) = 2,53 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Nilai debit *outflow* pada jam ke 1 kemudian digunakan untuk menentukan ketinggian air dengan cara interpolasi dari data Hubungan  $H_D$ ,  $Q$ ,  $\psi$ , dan  $\phi$ .

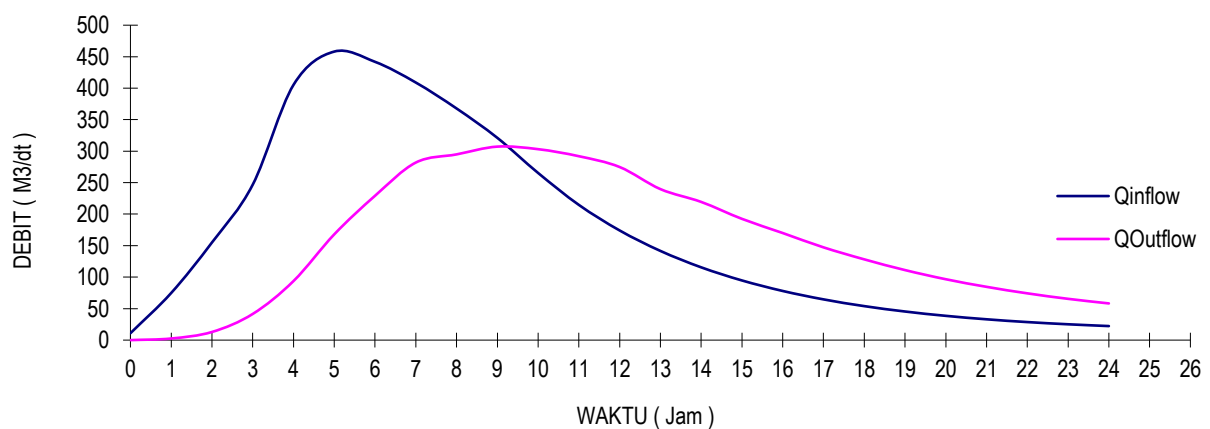
$$H \text{ jam ke 1} = 0 + \left( \frac{2,53 - 0}{4,664 - 0} \right) \times (0,2 - 0,0) = + 0,11 \text{ m}$$

Berdasarkan contoh perhitungan diatas, dibuat tabel dan kurva untuk menunjukkan hasil perhitungan dari penelusura banjir melalui *Spillway* pada Tabel 3 dan Gambar 4.

**Tabel 3.** Penelusuran Banjir melalui *Spillway* Untuk Q PMF

Waktu ( jam )	$Q_{inflow}$ ( $\text{m}^3/\text{dt}$ )	$Q_{Outflow}$ ( $\text{m}^3/\text{dt}$ )	Elev. Muka Air ( m )
0	10,936	0,00	49,00
1	74,847	2,53	49,11
2	155,026	12,91	49,39
3	246,826	41,53	49,83
4	405,248	93,76	50,43
5	458,080	167,96	51,10
6	441,786	229,15	51,63
7	408,930	281,88	51,96
8	367,725	294,87	52,15
9	321,075	307,18	52,23
10	265,320	303,11	52,21

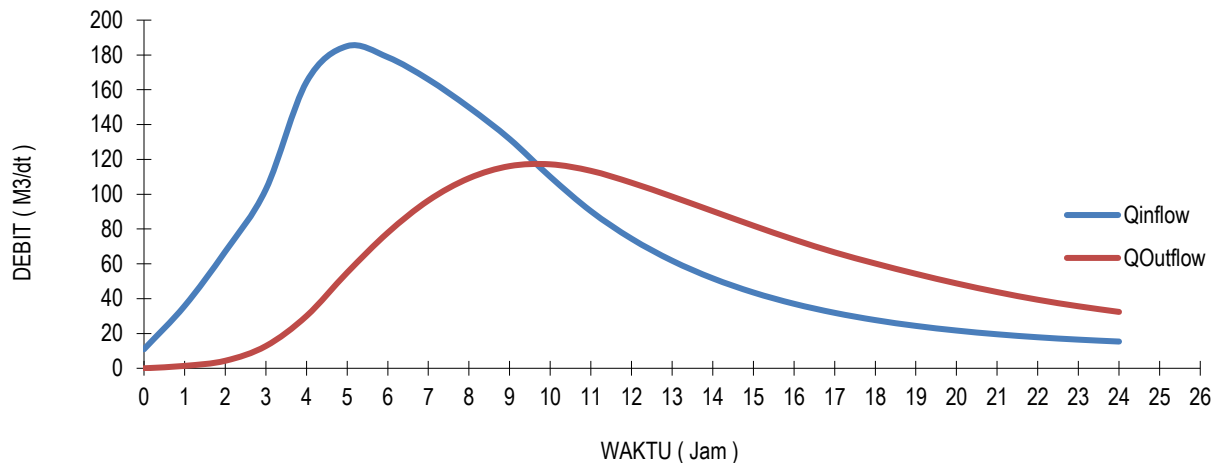
Waktu ( jam )	$Q_{inflow}$ ( m <sup>3</sup> /dt )	$Q_{Outflow}$ ( m <sup>3</sup> /dt )	Elev. Muka Air ( m )
11	214,644	291,95	52,10
12	174,062	274,78	51,93
13	141,565	239,72	51,73
14	115,542	219,39	51,53
15	94,703	192,48	51,32
16	78,016	169,99	51,12
17	64,653	147,27	50,93
18	53,952	128,20	50,76
19	45,382	111,15	50,60
20	38,520	96,64	50,46
21	33,025	84,55	50,33
22	28,625	74,24	50,22
23	25,101	65,49	50,12
24	22,279	58,23	50,04



**Gambar 4.** Hidrograf Debit *Inflow* dan *Outflow* QPMF

Debit <i>Inflow</i> Maksimum	=	458,08 m <sup>3</sup> /dt.
Debit <i>Outflow</i> Maksimum	=	307,18 m <sup>3</sup> /dt.
Elevasi Muka Air Maksimum	=	+ 52,23 m (melebihi Elevasi Muka Air Maksimum rencana setinggi 0,41 m)
Tinggi jagaan ( $H_f$ )	=	0,75 m
Elevasi Puncak Bendungan	=	+ 52,98 m (melebihi elevasi Puncak Bendungan setinggi 0,08 m)

Selain QPMF, dibuat juga kurva untuk menunjukkan hasil perhitungan dari hubungan antara  $Q_{inflow}$  dan  $Q_{outflow}$  untuk  $Q$  1000 tahun. Kurva untuk  $Q$ 1000 tahun terdapat pada **Gambar 5**.



**Gambar 5.** Hidrograf Debit  $Inflow$  dan  $Outflow$   $Q$ 1000 tahun

Debit $Inflow$ Maksimum	= 185,060 m <sup>3</sup> /det (melebihi kapasitas $Spillway$ sebesar 15,06 m <sup>3</sup> /det)
Debit $Outflow$ Maksimum	= 117,17 m <sup>3</sup> /det
Elevasi Muka Air Maksimum	= + 50,66 m
Tinggi jagaan ( $H_f$ )	= 0,75 m
Elevasi Mercu Bendungan	= + 51,41 m

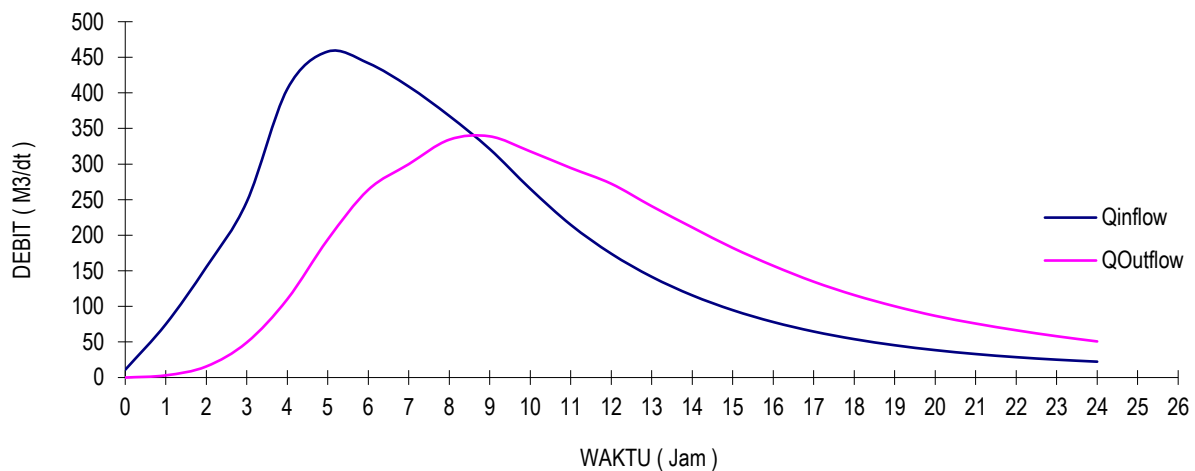
### Pelebaran Kapasitas $Spillway$

Berdasarkan perhitungan routing bendungan, maka  $spillway$  bendungan harus dilebarkan karena melebihi elevasi muka air maksimum QPMF dan elevasi mercu bendungan dari data teknis *existing*. Lebar bendungan ditentukan dengan percobaan nilai lebar pada Routing bendungan yang memenuhi agar elevasi muka air maksimum tidak melebihi tinggi puncak mercu bendungan *existing*. rekapitulasi hasil percobaan perhitungan kapasitas  $spillway$  dilebarkan sebesar 6 m disajikan dalam **Tabel 4** dan **Gambar 6**.

**Tabel 4.** Penelusuran Banjir melalui  $Spillway$  lebar 33,7 untuk QPMF

Waktu (jam)	$Q_{inflow}$ (m <sup>3</sup> /dt)	$Q_{outflow}$ (m <sup>3</sup> /dt)	Elev. Muka Air (m)
0	10,936	0,00	49,00
1	74,847	3,07	49,11
2	155,026	15,55	49,38
3	246,826	49,24	49,81
4	405,248	109,95	50,39
5	458,080	193,90	51,01
6	441,786	263,76	51,48

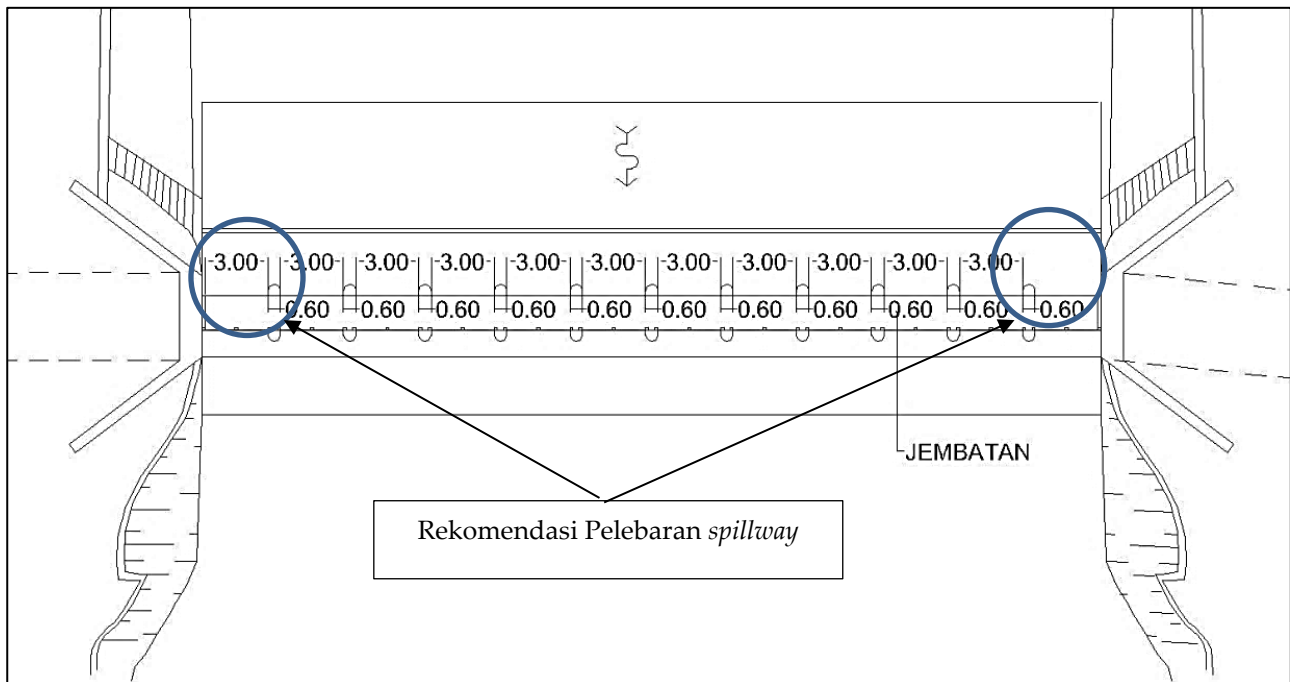
Waktu (jam)	$Q_{inflow}$ ( $m^3/dt$ )	$Q_{Outflow}$ ( $m^3/dt$ )	Elev. Muka Air (m)
7	408,930	299,80	51,76
8	367,725	334,21	51,91
9	321,075	338,92	51,92
10	265,320	317,78	51,85
11	214,644	294,53	51,72
12	174,062	272,35	51,55
13	141,565	240,78	51,34
14	115,542	211,03	51,14
15	94,703	182,18	50,94
16	78,016	157,09	50,75
17	64,653	134,67	50,59
18	53,952	115,89	50,44
19	45,382	100,20	50,30
20	38,520	86,74	50,18
21	33,025	75,86	50,08
22	28,625	66,43	49,99
23	25,101	58,05	49,90
24	22,279	50,76	49,82



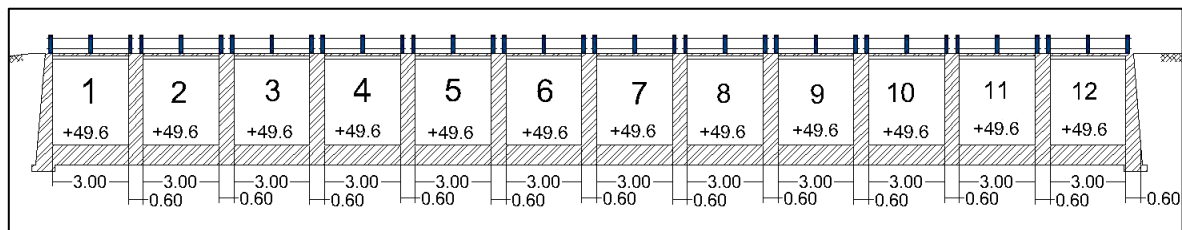
**Gambar 6.** Hidrograf Debit *Inflow* dan *Outflow* QPMF dengan pelebaran 6 m

Debit <i>Inflow</i> Maksimum	= 458,80 $m^3/dt$ .
Debit <i>Outflow</i> Maksimum	= 338,92 $m^3/dt$ .
Elevasi Muka Air Maksimum	= + 51,78 m
Tinggi jagaan ( $H_f$ )	= 0,75 m
Elevasi Mercu Bendungan	= + 52,67 m

Design *spillway* akan tetap menggunakan model lama karena untuk menghindari rekonstruksi yang berlebihan. Perubahannya berupa pelebaran *spillway* sebesar 3 m kearah kiri dan 3 m kearah kanan sesuai dengan jarak antar lebar pilar yang sama. Untuk design *spillway* hasil pelebaran akan ditampilkn pada **Gambar 7** dan **Gambar 8**.



Gambar 7. Denah *Spillway* Bendungan Prijetan Lamongan hasil pelebaran



Gambar 8. Potongan memanjang *spillway* hasil pelebaran

## Simpulan

Berdasarkan analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Debit banjir maksimum rencana untuk mengevaluasi kapasitas *Spillway* Bendungan Prijetan yang dihitung pada tahun 2024 adalah  $Q_{1000}$  185,1 m<sup>3</sup>/s dan  $Q_{PMF}$  458,01 m<sup>3</sup>/s
2. Kapasitas *spillway* Bendungan Prijetan dengan debit banjir maksimum  $Q_{1000}$  dan  $Q_{PMF}$  yang dihitung pada tahun 2024 dan perbandingannya dengan data *existing* adalah :

Elevasi Dsr. <i>Spillway</i> / Apron	+ 47,46 m
Elevasi <i>Crest Spillway</i>	+ 49 m
Elevasi Muka Air Maksimum $Q_{PMF}$ <i>Existing</i>	+ 51,82 m
Elevasi Muka Air Maksimum $Q_{1000}$ <i>Existing</i>	+ 50,39 m
Elevasi Muka Air Maksimum $Q_{1000}$ 2024	+ 50,66 m
Elevasi Muka Air Maksimum $Q_{PMF}$ 2024	+ 52,23 m
Tinggi <i>Crest Spillway</i> (P)	1,54 m
Jumlah Pilar	9
Tinggi Pilar	3,6280 m

Lebar <i>Spillway</i> (m)	29,5 m
Debit Banjir Q1000 <i>excisting</i>	170,0 m <sup>3</sup> /det
Debit Banjir Q1000 2024	185,1 m <sup>3</sup> /det
Debit Banjir <i>Abnormal</i> QPMF 2024	458,1 m <sup>3</sup> /det
Elevasi Mercu Bendungan <i>Excisting</i>	+ 52,90 m
Elevasi Mercu Bendungan Q1000 2024	+ 51,41 m
Elevasi Mercu Bendungan QPMF 2024	+ 52,98 m

Karena hasil perhitungan elevasi muka air maksimum QPMF, Q1000 dan Elevasi puncak bendungan yang dihitung tahun 2024 melebihi data *excisting*, maka terdapat rekomendasi pelebaran kapasitas *spillway* :

Elevasi <i>Crest Spillway</i>	+ 49 m
Elevasi Muka Air Maks. (rencana)	+ 51,78 m
Elevasi Dsr. <i>Spillway / Apron</i>	+ 47,46 m
Tinggi <i>Crest Spillway</i> (P)	1,54 m
Jumlah Pilar	11
Tinggi Pilar	3,6280 m
Lebar <i>Spillway</i> (m)	36,10 m
Debit Banjir Rencana Q1000	185,1 m <sup>3</sup> /det
Debit Banjir <i>Abnormal</i> QPMF	458,1 m <sup>3</sup> /s

## Refrensi

- Afifah, R C. 2022. *Operasi Banjir Pada Pelimpah Berpintu Dan Ambang Bebas Bendungan Bintang Bano*. repository.usm.ac.id.
- Anshar, M, M Y Yunus, M I Adwianto, and ... 2021. "Optimalisasi Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Desa Pallawa Kabupaten Bone Dengan Penambahan *Spillway Gate* Dan *Trash Rack*." Jurnal Teknik Mesin.
- Besai, Rdibway, and Mnivitha 2021. "Analisis Hidrologi Untuk Penentuan Debit Banjir." academia.edu.
- Dwi, R A A, and R A Pramesty. 2022. *Analisis Debit Banjir Rencana Dengan Metode HSS Nakayasu Pada Bendungan Jragung Kabupaten Semarang*. repository.unissula.ac.id.
- Hanafi, H, and W Gurawan Djati. 2022. *Evaluasi Keamanan Elevasi Bendungan Randugunting Kabupaten Blora Terhadap Banjir Rancangan Periode Ulang 1000 Tahun*. eprints.ums.ac.id.
- Hanggara, V. 2019. *Evaluasi Neraca Air Perencanaan Bangunan Bendungan bener, kabupaten purworejo*. e-journal.uajy.ac.id.
- Imamuddin, M, and F Setiawan. 2019. "Analisa Kapasitas Tampungandan Waduk Wijaya Kusuma, Jakarta Barat." Prosiding Semnastek.

- Kencana, Sayu. 2019a. *Perencanaan Dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan Plunge Pool Pada Spillway Proyek Bendungan Serbaguna Karian Banten*. etd.repository.ugm.ac.id.
- Khoiriyah, K, and S T Jaji Abdurrosyid. 2018. *Evaluasi Keamanan Bendungan Waduk Cengklik Periode Ulang 1000 Tahun*. eprints.ums.ac.id.
- Kurniawan, F A, S Wardani, and K W Sadono. 2021. "Perilaku Deformasi Bendungan Jatibarang." Teras J.
- Meda, Riasa. 2022. *Analisis Penelusuran Banjir Pada Waduk Untuk Keamanan Bangunan Bendungan Bendo (Analysis Flood Routing Reservoir For Safety Building Bendo Dam)*. dspace.uui.ac.id.
- Muhammad, Z I. 2021. *Evaluasi Stabilitas Tubuh Bendungan Tiu Suntuk dengan software geostudio 2012, DI KABUPATEN SUMBAWA*. eprints.unram.ac.id.
- Pacal, Prb, and Beka Wijaya. 2022 "Perencanaan Dinding Penahan Tanah Abutmen Jembatan Kedungjati Untuk Dinding Spillway Studi Kasus."
- Pamekas, P, and S Utoyo. 2022. "Analisa Kelayakan Ekonomi Pada Proyek Pembangunan Bendungan Bendo Kabupaten Ponorogo." Jurnal Online Skripsi Manajemen.
- Putra, G P, and Y E Kumala. 2019. "Evaluasi Kapasitas Spillway Bendungan Darma Sebagai Salah Satu Dasar Dari Aspek Keamanan Bendungan." RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil.
- Ramadhon, R. 2019. *Tinjauan Kapasitas Spillway Pada Bendungan Panglima Besar Soedirman, Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah*. repository.mercubuana.ac.id.
- Rinaldi, A, J Mulyono, and R A Fajar. 2019. "Studi Hidrogeologi Pada Pembangunan Bendungan." Prosiding Pertemuan Ilmiah.
- Rizki, L L. 2019. *Analisis Hidrologi Dan Hidraulika Bangunan Pengelak Dan Pelimpah Bendungan (Studi Kasus Bangunan Pengelak Dan Pelimpah Bendungan Tugu)*. etd.repository.ugm.ac.id.
- Rizkillah, A, A Yulianur, and Z Ziana. 2022. "Tinjauan Kapasitas-Produksi Dan Umur Waduk Bendungan Rukoh." Journal of The Civil Engineering.
- Rizqan, A N, H Kurdi, and N Novitasari. 2019. "Evaluasi Banjir Rancangan Pada Desain Spillway." INFO-TEKNIK.
- Rupang, C A, A Nepa, T T Ohoiwutun, U Setyadi, and ... 2019. *Bendung Dan Bendungan*. osf.io.
- Sarwono, S. 2021. "Studi Kelayakan Pembangunan Bendungan Gergaji Way Biha–Kabupaten Pesisir Barat." Seminar Nasional Insinyur Profesional (SNIP).

- 
- Setiawan, S J, T H Setiawan, S Sanjaya, A F Van Roy. 2021. *“Evaluasi Jumlah Sumber Daya Petugas Lapangan Operasi Dan Pemeliharaan Tiga Bendungan Di Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo.”* Rekayasa Sipil.
- Yahya, I. M., Juwono, P. T., & Asmaranto, R. (2022). *Analisa Banjir Akibat Keruntuhan Bendungan Prijetan di Kabupaten Lamongan Menggunakan Aplikasi Zhong Xing HY21.* Jurnal Teknologi Dan.
- Yanandya, H. 2023. *Evaluasi Hidraulik Kapasitas Bangunan Pelimpah Bendungan Jragung.* etd.repository.ugm.ac.id.
- yanto, e. 2020. *Akuntabilitas Pelaksanaan Ganti Rugi Pembebasan Tanah Pembangunan Bendungan Pammukkulu Kabupaten Takalar.* repository.unhas.ac.id.