

## **Analisis Pintu Buka-an Awal pada Proyek Bendungan Sadawarna terhadap Upaya Mengurangi Banjir Indramayu**

**M Aziz Isna, Pratikso, Abdul Rochim**  
Universitas Islam Sultan Agung, Indonesia  
Email: Aziz.isna@yahoo.com

### **Abstrak**

Wilayah administratif Kecamatan Pamanukan, Kecamatan Pusakajaya, dan Kecamatan Pusakanegara di Kabupaten Subang, Provinsi Jawa Barat, yang terletak di bagian hilir Daerah Aliran Sungai (DAS) Cipunegara, lokasinya rawan banjir akibat meluapnya Sungai Cipunegara. Dampak adanya banjir dapat berakibat pada runtuh atau rusaknya bangunan air. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui komparasi elevasi buka-an pintu bawah Bendungan Sadawarna. Dalam penelitian ini digunakan metode pengumpulan data berupa data sekunder, study literatur dari jurnal, skripsi, tesis, buku, dan internet sebagai rujukan pengerjaan tesis ini. Analisa yang dihitung debit dan routing hidrograf metode nakayasu, maka di dapatkan elevasi maksimal untuk membuka pintu early realease adalah elevasi +80.10. Jika air sudah mencapai elevasi +80.10 maka pintu early realease akan di buka. Unit Pengelola Bendungan (UPB) akan mempertahankan air di elevasi tersebut agar tidak terjadi kekurangan air dan elevasi air dapat turun, disaat musim hujan maka pintu akan dibuka saat elevasi air sudah mencapai +80.10. Semenjak dibangunnya Bendungan Sadawarna, banjir di daerah hilir terutama di daerah Indramayu dapat dikurangi. Pola operasi penggunaan pintu early realese juga sangat mengurangi banjir karena air dari hulu tidak langsung semua mengalir ke hilir, air tersebut masih di tampung di bendungan dan diukur pengeluarannya melalui spillway.

**Kata Kunci:** das, bendungan sadawarna, das cipunegara, routing hidrograf

### **Abstract**

*The administrative areas of Pramukan District, Pusakajaya District, and Pusakanegara District in Subang Regency, West Java Province, which are located in the downstream part of the Cipunegara Watershed (DAS), are prone to flooding due to the overflow of the Cipunegara River. The impact of flooding can result in the collapse or damage of water structures. The aim of this thesis is to compare the elevation of the openings at the bottom of the Sadawarna Dam. In this research, data collection methods are used in the form of secondary data, literature studies from journals, theses, books and the internet as references for working on this thesis. Analyzing the calculated discharge and hydrograph routing using the Nakayasu method, the maximum elevation to open the early realease door is an elevation of +80.10. If the water has reached an elevation of +80.10 then the early release door will be opened. The Dam Management Unit (UPB) will maintain water at this elevation so that there is no shortage of water and the water level can fall. During the rainy season, the gate will be opened when the water level reaches +80.10. Since the construction of the Sadawarna Dam, flooding in downstream areas, especially in the Indramayu area, has been reduced. The operational pattern of using early release gates also greatly reduces flooding because the water from upstream does not all flow directly downstream, the water is still stored in the dam and its output is measured through the spillway.*

**Keywords:** *watershed, sadarwana dam, cipunegara watershed, hydrograph routing*

## **Pendahuluan**

Wilayah administratif Kecamatan Pamanukan, Kecamatan Pusakajaya, dan Kecamatan Pusakanegara di Kabupaten Subang, Provinsi Jawa Barat, yang terletak di bagian hilir Daerah Aliran Sungai (DAS) Cipunegara, rawan banjir akibat meluapnya Sungai Cipunegara yang mengalir normal terjadi di daerah tersebut, terutama pada puncak musim hujan di awal tahun (Listyarini et al., 2018). Banjir dapat terjadi karena ketidakmampuan suatu bangunan air dalam menampung volume air yang berlebihan sehingga menyebabkan air yang tertampung terjadi peluapan (Kodoatie, 2021). Dampak adanya banjir dapat berakibat pada runtuh atau rusaknya bangunan air (Inayah, 2020).

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang paling umum terjadi di berbagai belahan dunia, terutama di negara-negara dengan curah hujan tinggi dan aliran sungai yang besar (Iqbal & Pemerintah, 2023). Menurut data dari *United Nations Office for Disaster Risk Reduction* (UNDRR), banjir menyebabkan hampir 45% dari total kerugian ekonomi global yang disebabkan oleh bencana alam setiap tahunnya (Doswald et al., 2021). Wilayah-wilayah tropis seperti Asia Tenggara, termasuk Indonesia dan Malaysia, rentan terhadap banjir musiman yang terjadi akibat intensitas curah hujan yang tinggi selama musim hujan.

Salah satu metode yang digunakan untuk mengatasi banjir adalah pembangunan bendungan, yang bertujuan untuk mengontrol debit air yang mengalir di sungai-sungai besar. Namun, efektivitas bendungan dalam mengurangi risiko banjir bergantung pada manajemen air yang tepat, termasuk penggunaan pintu pengendali air (*spillway*) yang dapat membuka dan menutup sesuai dengan kondisi cuaca dan elevasi air (Inayah et al., 2019).

Beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya banjir di wilayah hilir Sungai Cipunegara di Kabupaten Subang dan Indramayu, Jawa Barat, antara lain tingginya intensitas curah hujan, kapasitas aliran sungai yang terbatas, dan kurangnya manajemen air yang efisien. Curah hujan yang ekstrem selama musim penghujan, yang mencapai puncaknya pada bulan Desember hingga Maret, sering menyebabkan Sungai Cipunegara meluap. Selain itu, sedimentasi dan penyempitan sungai mengurangi kapasitas sungai dalam menampung aliran air, memperparah kondisi banjir (Rahayu et al., 2009; Sidiq et al., 2022). Faktor lain yang mempengaruhi adalah pola operasi bendungan yang tidak tepat, di mana pintu air sering kali tidak dibuka pada waktu yang optimal, menyebabkan akumulasi air yang berlebihan di hulu dan meningkatnya risiko banjir di hilir (Kodoatie, 2021; Wiyasri, 2020).

Akibat dari faktor-faktor tersebut, banjir yang sering terjadi di daerah hilir Sungai Cipunegara menyebabkan kerusakan infrastruktur, kehilangan lahan pertanian, serta mempengaruhi kehidupan ekonomi masyarakat setempat. Berdasarkan laporan dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Subang, banjir tahunan di wilayah ini menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan, termasuk kerusakan rumah, fasilitas umum, dan lahan pertanian yang terendam. Selain itu, banjir yang berulang-ulang juga mengganggu aktivitas ekonomi masyarakat, terutama para petani dan pedagang kecil di daerah terdampak (BPBD Subang, 2021). Oleh karena itu, diperlukan langkah-langkah yang lebih efektif dalam pengelolaan air, terutama dengan optimalisasi operasi bendungan.

Variabel utama dalam penelitian ini adalah pengaruh penggunaan pintu bukaan awal (*early release*) pada Bendungan Sadawarna terhadap pengurangan banjir di wilayah hilir. Pintu

bukaan awal adalah salah satu komponen kunci dalam manajemen bendungan, yang memungkinkan pengelola bendungan untuk membuka pintu pada elevasi tertentu guna mengalirkan air secara bertahap sebelum mencapai titik kritis (Wijayanti, 2018).

Dalam konteks ini, variabel yang diamati adalah elevasi air di bendungan yang memicu pembukaan pintu *early release*, serta dampaknya terhadap debit aliran air yang mengalir ke hilir (HARTADI, 2017). Penelitian ini menggunakan metode simulasi hidrograf dengan metode Nakayasu untuk menghitung debit dan evaluasi kapasitas pintu bukaan terhadap penurunan risiko banjir. Dengan elevasi +80.10, pintu *early release* dianggap optimal untuk meminimalisasi akumulasi air di bendungan selama musim hujan.

Kebaruan dalam penelitian ini terletak pada pendekatan komprehensif dalam menganalisis peran pintu *early release* sebagai upaya pengendalian banjir di wilayah hilir. Meskipun ada banyak penelitian mengenai operasi bendungan dan sistem pengendalian banjir, sedikit yang secara khusus membahas pentingnya timing atau waktu pembukaan pintu bendungan berdasarkan simulasi hidrograf debit air. Penelitian ini juga memperkenalkan model manajemen air berbasis data elevasi dan kondisi cuaca sebagai landasan untuk memutuskan kapan pintu *early release* harus dibuka. Dengan demikian, penelitian ini memberikan wawasan baru tentang bagaimana operasi pintu air yang lebih fleksibel dan berbasis data dapat lebih efektif dalam mencegah banjir di wilayah hilir, terutama di daerah rawan seperti Indramayu.

Urgensi dari penelitian ini tidak bisa diabaikan mengingat frekuensi banjir yang terus meningkat setiap tahun, serta dampak negatif yang ditimbulkannya terhadap ekonomi dan kesejahteraan masyarakat. Daerah Indramayu yang secara geografis terletak di dataran rendah sering kali menjadi korban banjir ketika volume air di hulu Sungai Cipunegara tidak dikelola dengan baik. Dalam skenario perubahan iklim yang menyebabkan peningkatan intensitas curah hujan, perlu adanya pendekatan baru dalam pengelolaan air yang lebih proaktif dan adaptif. Penelitian ini memberikan solusi potensial melalui analisis bukaan pintu *early release* yang diharapkan mampu mengurangi risiko banjir secara signifikan, sehingga tidak hanya melindungi infrastruktur dan ekonomi lokal, tetapi juga meningkatkan kualitas hidup masyarakat di daerah terdampak.

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut; 1) Untuk mengetahui komparasi dimensi/elevasi dan posisi pintu bukaan bawah Bendungan Sadawarna DAS Cipunegara pada saat banjir dan saat debit puncak berbasis simulasi unit hidrograf; 2) Untuk mengetahui pengaruh bukaan bawah (*early release*) Bendungan Sadawarna terhadap waktu pengaliran debit banjir. Adapun manfaat yang dilakukan dari studi ini sebagai masukan kepada instansi yang berkepentingan dalam merencanakan bukaan pintu di Bendungan Sadawarna DAS Cipunegara untuk pengendalian banjir.

Penelitian ini memberikan manfaat signifikan dengan memperdalam pemahaman tentang upaya hukum Indonesia dalam melindungi hak asasi manusia melalui berbagai instrumen hukum nasional. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi pembuat kebijakan dan lembaga terkait untuk mengidentifikasi kesenjangan dalam implementasi undang-undang, serta meningkatkan efektivitas kebijakan. Selain itu, penelitian ini juga memberikan wawasan bagi penelitian lebih lanjut terkait pemenuhan hak-hak dasar manusia di Indonesia, khususnya dalam perlindungan terhadap perempuan, anak, dan korban perdagangan manusia, serta mendukung pengembangan program pendidikan bagi aparat penegak hukum untuk memperkuat penerapan hukum di Indonesia.

## Metode Penelitian

Lokasi penelitian studi ini di Proyek pembangunan Bendungan Sadawarna, yang berlokasi di Desa Sadawarna, Kec Cibogo, Kabupaten Subang. Survei pendahuluan bertujuan untuk mengetahui keadaan sebenarnya mengenai kondisi waduk dan sungai, sebagai acuan untuk membantu simulasi pembukaan pengendalian banjir. Pada tahap ini dilakukan kajian pustaka, yaitu kajian terhadap karya referensi dan hasil penelitian sejenis. Kajian sastra merupakan landasan untuk memahami permasalahan penelitian secara baik, dalam kerangka ilmiah. Langkah selanjutnya dapat diambil untuk menyelesaikan masalah tersebut. Tujuannya adalah untuk memperoleh landasan teori terkait permasalahan pengoperasian model pintu air dalam pengendalian banjir. Pengumpulan data bertujuan untuk mendapat data pendukung dari suatu penelitian. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, yaitu dengan melakukan perhitungan pada bangunan pengambilan bendungan sadawarna.

Potongan melintang tubuh Bendungan Sadawarna, tipe urukan zonal dengan inti tegak (warna biru) berisi tanah timbunan kedap air menggunakan lapisan tanah merah, dan bagian hulu hilir menggunakan timbunan random dengan kemiringan timbunan 1: 3,5 sisi hulu dan 1: 3 sisi hilir. Pada pembatas timbunan inti dan random sisi hilir digunakan lapisan filter. Pada sisi bawah timbunan inti untuk memastikan tubuh bendung benar benar kedap dilakukan pekerjaan grouting



Gambar 1. Photo Udara proses pekerjaan Bendungan Sadawarna

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh debit air yang dialirkan dan diatur melalui Bendungan Sadawarna, serta semua kejadian banjir yang terjadi di wilayah hilir Sungai Cipunegara selama periode penelitian. Penelitian ini juga mencakup populasi pihak-pihak terkait yang bertanggung jawab dalam pengelolaan pintu air bendungan, seperti Unit Pengelola Bendungan (UPB) dan instansi terkait lainnya, seperti Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Subang dan Indramayu.

Sampel penelitian terdiri dari beberapa elemen penting yang dapat mewakili populasi secara keseluruhan. Untuk aspek debit air, sampel diambil dari data aliran air pada elevasi kritis (+80.10), di mana pintu early release mulai dibuka. Selain itu, sampel kejadian banjir yang digunakan meliputi data banjir yang terjadi di wilayah hilir pada saat curah hujan ekstrem

selama tiga bulan pertama tahun 2023. Responden dalam penelitian ini meliputi pengelola bendungan yang bertanggung jawab atas operasi pintu air, serta pejabat BPBD yang terlibat dalam penanganan banjir.

Instrumen utama dalam penelitian ini adalah pengumpulan data sekunder yang berasal dari dokumen-dokumen resmi terkait pengelolaan Bendungan Sadawarna dan catatan debit air di DAS Cipunegara. Data sekunder ini mencakup laporan operasional dari Unit Pengelola Bendungan (UPB), data hidrograf debit air, serta dokumen perencanaan pengendalian banjir yang dibuat oleh pihak berwenang. Selain itu, data curah hujan juga diambil dari stasiun cuaca terdekat yang mencatat intensitas hujan secara berkala.

Peneliti juga menggunakan wawancara sebagai instrumen untuk menggali informasi lebih mendalam mengenai pola operasi bendungan dan strategi pengelolaan banjir dari pengelola bendungan dan pejabat BPBD. Wawancara ini dilakukan secara terstruktur dan semi-terstruktur, dengan fokus pada langkah-langkah yang diambil dalam menghadapi potensi banjir dan efektivitas pembukaan pintu *early release* sebagai solusi jangka pendek dan menengah. Instrumen lainnya adalah analisis simulasi hidrograf yang dilakukan menggunakan perangkat lunak hidrologi. Simulasi ini bertujuan untuk memodelkan bagaimana debit air di bendungan berubah berdasarkan elevasi air dan kapan pintu *early release* dibuka. Simulasi ini digunakan untuk memvalidasi data yang diperoleh dari lapangan, serta untuk memperkirakan dampak pembukaan pintu terhadap pengurangan risiko banjir di wilayah hilir. Hasil dari simulasi ini kemudian dibandingkan dengan data historis banjir yang terjadi di Subang dan Indramayu.

Strategi pengumpulan data dalam penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data sekunder melalui dokumen resmi yang tersedia dari pihak bendungan dan BPBD. Setelah itu, dilakukan survei lapangan untuk mengamati langsung kondisi fisik bendungan, pola pengoperasian pintu air, serta kondisi DAS Cipunegara yang berhubungan dengan masalah banjir. Survei ini juga melibatkan pengambilan data langsung di lapangan, seperti pengukuran elevasi air di beberapa titik kritis dan debit air yang melewati bendungan.

Wawancara mendalam dilakukan dengan pengelola bendungan dan pejabat BPBD untuk mendapatkan gambaran mengenai bagaimana strategi pengendalian banjir diterapkan secara praktis, serta tantangan yang dihadapi dalam mengoperasikan pintu *early release*. Wawancara ini juga berfungsi untuk mengeksplorasi apakah pola operasi yang digunakan saat ini sudah optimal, atau apakah diperlukan modifikasi untuk meningkatkan efisiensinya dalam menghadapi curah hujan ekstrem.

Data simulasi hidrograf kemudian diproses menggunakan perangkat lunak hidrologi untuk memodelkan perubahan debit air berdasarkan kondisi cuaca dan elevasi air di bendungan. Simulasi ini juga digunakan untuk memproyeksikan skenario yang berbeda, seperti dampak dari pembukaan pintu pada elevasi yang lebih rendah atau lebih tinggi, serta waktu pembukaan yang lebih cepat atau lebih lambat. Hasil dari simulasi ini dibandingkan dengan data historis untuk mengidentifikasi pola-pola yang relevan.

Validasi data dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi hidrograf dengan data historis dari laporan BPBD dan catatan debit air di bendungan. Data yang dihasilkan dari simulasi diverifikasi dengan data lapangan untuk memastikan bahwa hasil simulasi sesuai dengan kondisi nyata yang terjadi selama penelitian. Selain itu, hasil wawancara juga dianalisis secara triangulasi dengan data sekunder untuk menghindari bias dan memastikan bahwa informasi yang diperoleh akurat dan dapat dipercaya (Sugiyono, 2019).

## Hasil dan Pembahasan

Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi budidaya maggot dengan pendekatan sinergis melalui Program MELIMPAH oleh Bank Sampah Dadali, yang tidak hanya fokus pada pengurangan volume sampah organik tetapi juga meningkatkan kesejahteraan ekonomi masyarakat secara signifikan, sekaligus mendukung pencapaian SDGs 12 dan 15. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis efektivitas budidaya maggot dalam mengelola sampah organik, mengevaluasi dampak ekonominya terhadap masyarakat, dan membandingkan hasil dengan pendekatan pengelolaan konvensional. Manfaatnya mencakup pengembangan model pengelolaan sampah berbasis komunitas yang berkelanjutan, panduan praktis bagi replikasi program, serta kontribusi terhadap kebijakan publik terkait pengelolaan limbah domestik. Dibandingkan penelitian sebelumnya seperti Pathiassana, (2020) yang hanya menyoroti efisiensi larva BSF dalam mendaur ulang limbah, penelitian ini menunjukkan dampak yang lebih luas, dengan data empiris mengindikasikan pengurangan emisi karbon sebesar 26,21ton pada 2024, membuktikan bahwa pendekatan ini lebih holistik dan efektif dalam mengelola sampah serta meningkatkan ekonomi masyarakat (Annafi et al., 2023).

## Analisis Data

Teknik analisa data yang dilakukan menggunakan aplikasi MS Office Exel, diambil sample perhitungan lebar pintu early release yang berada pada tubuh mercu dengan lebar 9,87 m, pada elevasi (+80.00, +77.31, 76,41) dan lebar pintu 6,22 m (pada elevasi (+ 80.00, +77,19, +76.88).

## Evaluasi dengan *desain early release*

Ada beberapa hal yang melatar belakangi dibuatnya pintu pengendali banjir (*Early Release*) pada proyek Bendungan Sadawarna ini antara lain; 1) Kecilnya rasio volume tampungan terhadap rata-rata inflow. 2) Pada awal perencanaan tidak terdapatnya pintu pada pelimpah. 3) Belum tepatnya pola operasi waduk terutama dalam menentukan tinggi muka air maksimal saat musim hujan dan musim kemarau. 4) Lokasi bendungan berada pada daerah dengan curah hujan tinggi.

Berdasarkan DD Peningkatan Kapasitas Sungai Cipunegara Tahun 2016 agar tidak terjadi banjir di hilir DAS Cipunegara, debit banjir maks dari DAS Bendungan Sadawarna adalah 196.90 m<sup>3</sup>/s (DD Peningkatan Kapasitas Sungai Cipunegara Tahun, 2016). Dihitung kapasitas sungai cipunegara pada profil sungai sejarak 10 km dari lokasi bendungan ke arah hilir (Studi RTD Bendungan Sadawarna Tahun, 2022)

## *Pasing Capacity Sungai Cipunegara*

Metode Manning

$$\text{Rumus : } Q = (1/n H^{2/3} S^{0,5}) \times B \dots\dots\dots(3.1)$$

Dengan:

- Q = Kapasitas debit sungai (m<sup>3</sup>/det)
- n = koefisien kekasaran manning (0,035-007) diambil 0,05
- H = Kedalam sungai (m)
- S = Kemiringan (slope) sungai
- B = Lebar sungai (m)

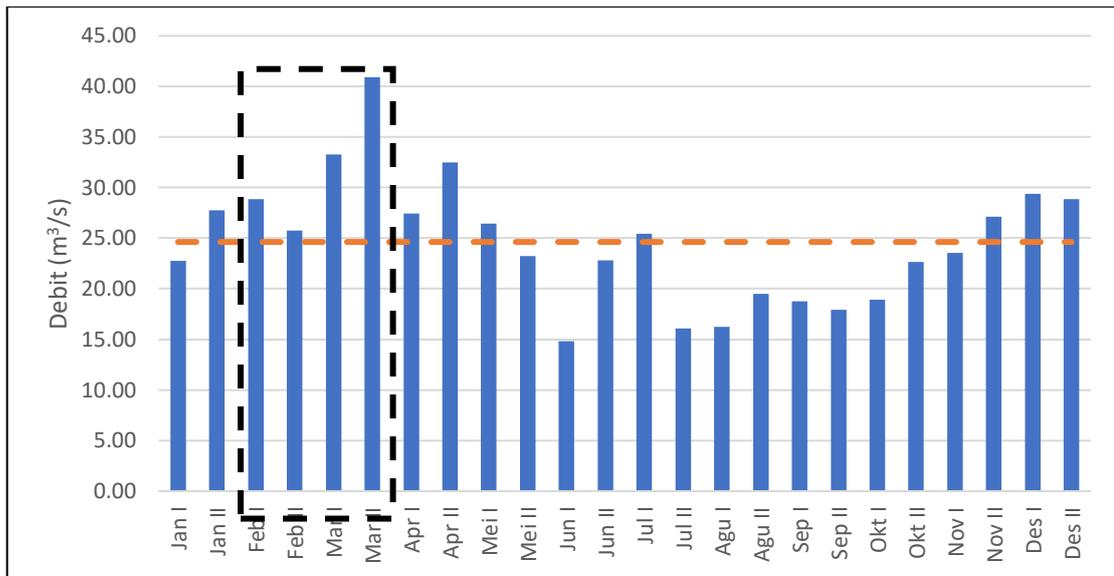
Patok	lebar dasar B	Tinggi Sungai H	Elev. Dasar (m)	Elev. Tebing (m)	Jarak m	Slope	Q m <sup>3</sup> /dt
S.33	100	7,45	22,84	30,29			
S.34	31	6,21	22,09	28,30	417,22	0,001802	407
S.35	61	8,44	21,38	29,82	546,28	0,001303	1.080
S.36	40	8,81	21,04	29,85	464,92	0,000729	565
S.37	55	8,55	20,84	29,38	560,32	0,000355	518
S.38	44	12,38	20,73	33,11	481,58	0,000214	560
S.39	44	7,83	20,62	28,45	487,7	0,000236	296
S.40	44	5,90	20,58	39,36	517,19	0,000072	107
S.41	49	8,04	20,05	28,09	479,09	0,001121	748
S.42	49	9,49	19,93	29,42	501,32	0,000225	430
S.43	47	6,63	19,82	26,45	545,36	0,000211	233
S.44	75	7,33	19,65	26,98	470,04	0,000362	566
S.45	66	8,61	19,57	28,18	421,77	0,000187	456
S.46	53	4,54	19,61	24,15	546,85	0,000124	265
S.47	70	6,13	19,58	25,70	507,68	0,000059	163
S.48	84	7,84	19,51	27,35	518,18	0,000124	410
S.49	49	7,62	19,40	27,02	483,59	0,000227	311
S.50	75	7,98	19,38	27,36	501,83	0,000050	239
S.51	68	7,99	19,10	27,09	486,58	0,000584	742
S.52	70	6,00	18,88	24,88	527,9	0,000417	420
S.53	41	6,20	18,76	24,96	470,14	0,000253	201
S.54	62	6,44	18,68	25,12	519,46	0,000146	245
S.55	46	7,41	18,57	25,98	449,62	0,000242	289
S.56	65	7,55	18,56	26,11	474,65	0,000023	130
S.57	47	5,82	18,21	24,03	539,13	0,000658	339
S.58	46	7,18	18,10	25,29	527,08	0,000195	248
max	100	12,38	22,84	39,36	560,32	0,001802	1.080
average	57	7	20	28	498	0,000392	404

Gambar 2. Perhitungan Debit Sungai dengan Formulasi Manning pada Lokasi Sungai Cipunegara  
Sumber : Studi RTD Bendungan Sadawarna Tahun 2022

Dari tabel tersebut diketahui debit 202 m<sup>3</sup>/s ( 50 % ) rata rata, digunakan sebagai debit outflow maksimum Q25 dari Bendungan Sadawarna dapat digunakan dengan nilai debit yang relatif sama dengan studi terdahulu.

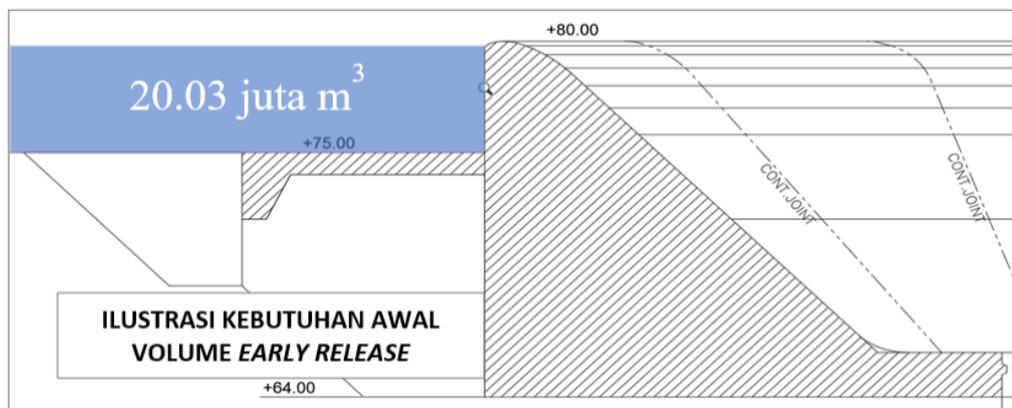
### **Kebutuhan *early release***

Curah hujan lebat – ekstrim pada tahun 1994 – 2021 sering terjadi pada bulan Desember – Mei, sehingga dalam perhitungan inflow *early release* digunakan debit rata – rata Februari – Maret yaitu 29.26 m<sup>3</sup>/s,



Gambar 3. Gambar Grafik Debit Banjir Rata-Rata Setengah Bulanan  
 Sumber : Data AWLR Kiarapayang Tahun 1999-2021

Volume yang direlease dari +80.00 (mercu spillway/MAN) sampai +75.00 (apron) yaitu 20,03 juta m<sup>3</sup>, jika *early release* ditargetkan tercapai dalam 7 hari maka rata – rata outflow yang dibutuhkan yaitu 33.13 m<sup>3</sup>/s.

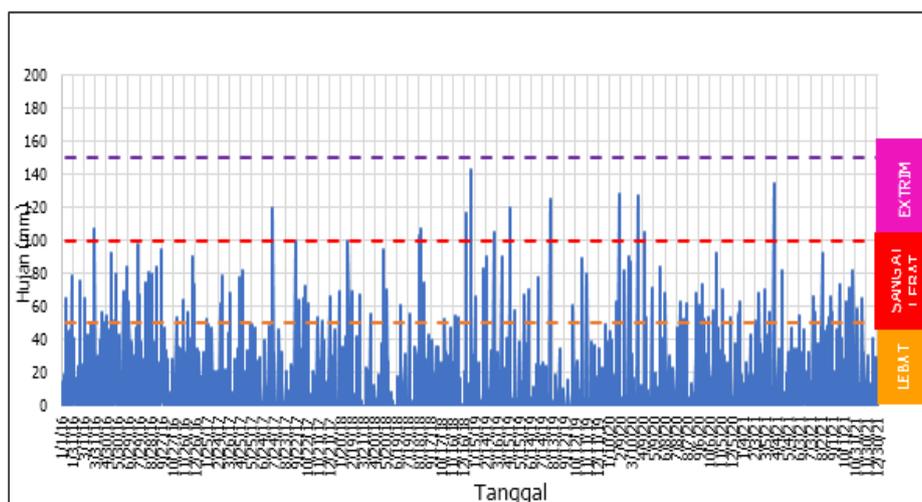


Gambar 4. Ilustrasi Kebutuhan Awal Vol Early Release

Total debit yang diperlukan untuk mengakomodir inflow dan release tampungan dari +80.00 ke +75.00 adalah 35.65 m<sup>3</sup>/s (out flow) + 33.13 m<sup>3</sup>/s (early release) = 62.39 m<sup>3</sup>/s yang lebih besar dari kapasitas intake rencana 12.81 m<sup>3</sup>/s, sehingga diperlukan struktur outlet tambahan untuk *early release* (*gated spillway*).

### Kejadian Hujan Lebat Beruntun (*Multi Heavy Raifall*)

Berdasarkan hasil diambil k, curah hujan pada pemantauan curah hujan Cisalak, Kab Subang bahwa: 1) Interval waktu antara kejadian hujan lebat hingga hujan ekstrim >75 mm/hari dan > 100 mm/hari yang paling sering terjadi adalah 7 hari, sedang interval waktu terpendek antar kejadian hujan adalah 1 – 2 hari dan rata -rata interval waktu antar kejadian hujan lebat hingga hujan ekstrim 12 hari hingga 50 hari. 2) Interval waktu antara kejadian hujan lebat hingga hujan ekstrim selama 7 hari (modus) digunakan dalam perhitungan durasi *early release*



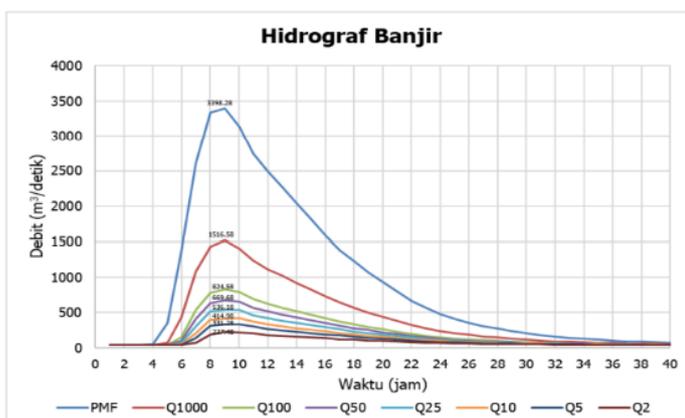
Gambar 5. Multi Heavy Rainfall, periode tahun 2016 sd 2021

Jika kondisi bendungan pada Sungai Cipunegara dibangun tanpa adanya pintu (*early release*) diambil dari curah hujan rencana 2 lokasi pengamatan hulu Sungai Cipunegara yaitu Kecamatan Cislak, dan Kec Kasomalang, dan diambil rata-rata dari kedua lokasi tersebut akan diperoleh data.

**Curah Hujan Rencana**

Stasiun	PMP	1000	500	200	100	50	25	10	5	2
	(mm)									
Cislak	839.21	351.53	316.37	273.54	243.61	215.55	189.10	156.01	131.71	98.10
Kasomalang	672.63	297.84	272.28	240.81	218.56	197.47	177.35	151.80	132.70	105.69
Rata-rata	755.92	324.69	294.32	257.17	231.09	206.51	183.23	153.90	132.21	101.89

**Debit Banjir Rencana**



**Debit Puncak Banjir (Qpeak)**

- QPMF : 3398.28 m<sup>3</sup>/s
- Q1000 : 1516.58 m<sup>3</sup>/s
- Q100 : 824.58 m<sup>3</sup>/s
- Q50 : 669.68 m<sup>3</sup>/s
- Q25 : 536.18 m<sup>3</sup>/s
- Q10 : 418.08 m<sup>3</sup>/s
- Q5 : 331.28 m<sup>3</sup>/s
- Q2 : 227.48 m<sup>3</sup>/s

Gambar 6. Routing Banjir dengan dan Tanpa pintu

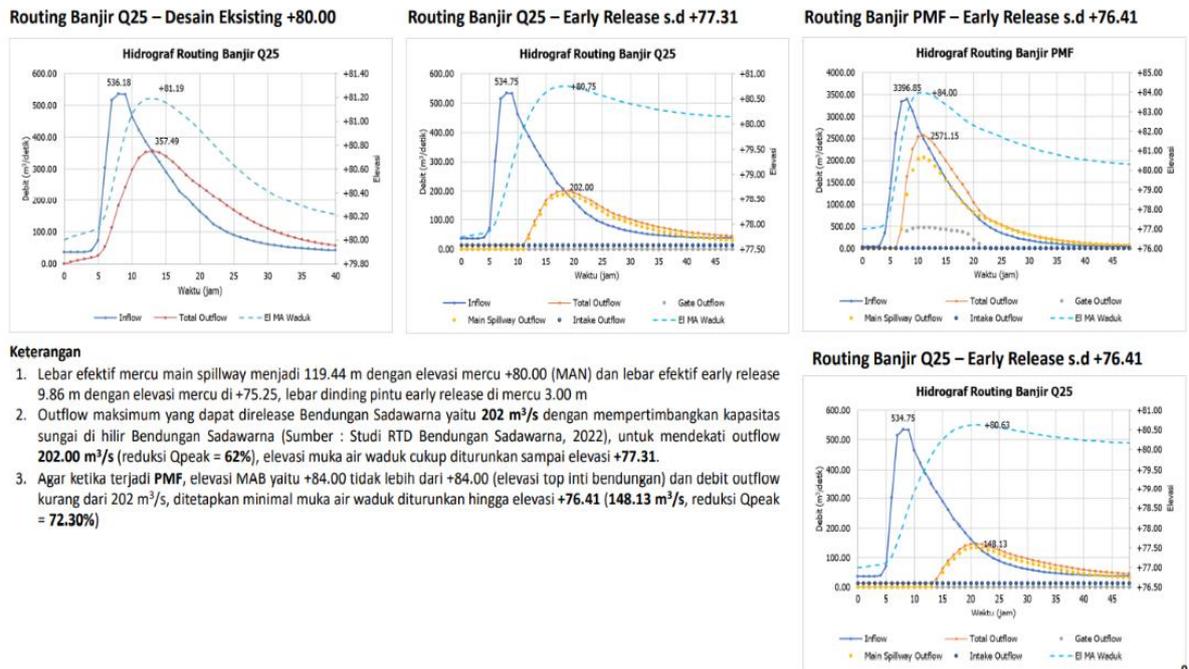
**Keterangan:**

Q PMF = Probable Maximum Flood

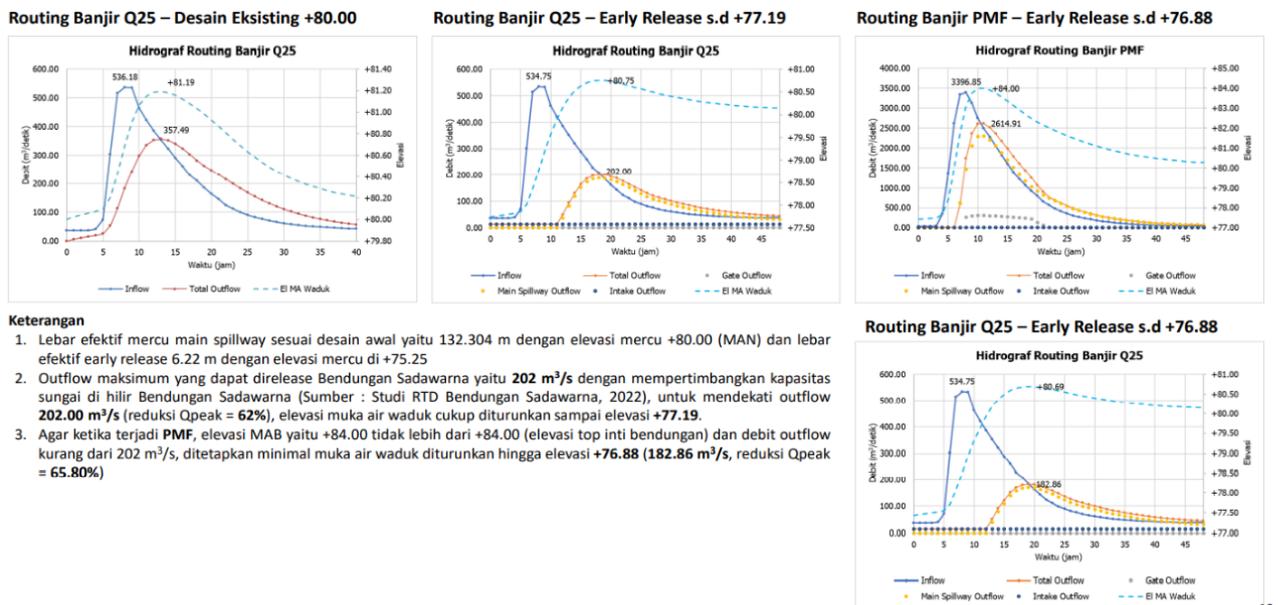
**Routing Bendungan / Waduk**

Berdasarkan Debit Banjir Rencana 25 tahun (Q25) diilustrasikan kondisi pintu bukaan terletak pada posisi bagian mercu dengan lebar pintu bukaan 9.87 m, tinggi pintu pada elevasi + 80.00, elevasi+77.31. elevasi +76.41, kemudian dihitung pada pintu bukaan 6,22 m dengan

tinggi pintu pada elevasi existing +80.00, elevasi 77.19, elevasi 76.88, dari ilustrasi tersebut hidrograf routing banjir.



Gambar 7. Hidrograf routing waduk dengan Lebar 9.87 m, Early release pada bagian mercu spillway



Gambar 8. Hidrograf Routing Waduk dengan Lebar 6.22 M, Early Release Terpisah dari Mercu Main Spillway

**Tabel 1. Reduksi Banjir Berpintu 9,87 dan Tanpa Pintu *Early Release* pada Bagian Mercu Main Spillway**

Kata Ulang	Inflow Puncak Banjir	Outflow Puncak Banjir (Eksisting)	Reduksi Debit Puncak Banjir (Eksisting)	MAB (Eksiting)	Outflow Puncak Banjir (+ Pintu)	Reduksi Debit Puncak Banjir (+ Pintu)	MAB (+Pintu)
	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(%)		(m <sup>3</sup> /s)	(%)	
2	227.48	144.55	36.46	80.54	35.65	86.60	80.08
5	331.28	211.42	36.18	80.79	56.11	82.99	80.20
10	418.08	263.41	36.99	80.99	102.99	75.28	80.41
25	536.18	357.49	33.33	81.19	182.86	65.80	80.69
50	669.68	451.61	32.56	81.39	267.53	59.97	80.96
100	824.58	562.42	31.79	81.63	377.19	54.18	81.23
1000	1516.58	1101.42	23.37	82.54	952.89	37.11	82.19
PMF	3398.28	2764.29	18.66	84.43	2614.91	23.02	84.00

Kondisi tanpa pintu bukaan awal ( sesuai desain existing ) banjir direduksi sampai kisaran 30 an % dalam kala ulang banjir 100, setelah dilakukan penambahan pintu bukaan awal banjir reduksi.

**Tabel 2. Reduksi Banjir Berpintu 6,22 M dan Tanpa Pintu, Posisi *Early Release* Terpisah dari Mercu Main Spillway**

Kata Ulang	Inflow Puncak Banjir	Outflow Puncak Banjir (Eksisting)	Reduksi Debit Puncak Banjir (Eksisting)	MAB (Eksiting)	Outflow Puncak Banjir (+ Pintu)	Reduksi Debit Puncak Banjir (+ Pintu)	MAB (+Pintu)
	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(%)		(m <sup>3</sup> /s)	(%)	
2	227.48	144.55	36.46	80.54	35.64	94.33	79.80
5	331.28	211.42	36.18	80.79	38.77	88.25	80.13
10	418.08	263.41	36.99	80.99	75.05	81.99	80.32
25	536.18	357.49	33.33	81.19	148.13	72.30	80.63
50	669.68	451.61	32.56	81.39	230.89	65.45	80.92
100	824.58	562.42	31.79	81.63	335.27	59.27	81.22
1000	1516.58	1101.42	23.37	82.54	936.59	38.18	82.20
PMF	3398.28	2764.29	18.66	84.43	2571.15	24.31	84.00

Kondisi tanpa pintu bukaan awal ( sesuai desain existing ) banjir direduksi sampai kisaran 30 an % dalam kala ulang banjir 100, setelah dilakukan penambahan pintu bukaan dengan simulasi terpisah dengan mercu reduksi banjir cukup signifikan sesuai dengan data diatas.

### Analisa Hasil

Dari Analisa debit dan routing hidrograf, maka di dapatkan elevasi maksimal untuk membuka pintu early realease adalah elevasi +80.10. Jika air sudah mencapai elevasi maka +80 maka pintu early realease akan di buka akan tetapi pembukaan pintu ini dipengaruhi oleh faktor cuaca dimana saat musim kemarau pihak Unit Pengelola Bendungan (UPB) akan mempertahankan air di elevasi tersebut agar tidak terjadi kekurangan air dan elevasi air dapat

turun, disaat musim hujan maka pintu akan dibuka saat elevasi air sudah mencapai +80.10. pengoperasian pintu in dilakukan manual dan juga menggunakan tombol panel yang sudah dipasang di sekitar pintu tersebut.

Semenjak dibangunnya bendungan sadawarna cukup membantu untuk mereduksi banjir di daerah hilir terutama di daerah Indramayu, pengoptimalan penggunaan pintu *early release* juga sangat mengurangi banjir karena air dari hulu tidak langsung semua mengalir ke hilir, air tersebut masih di tampung di bendungan dan diukur pengeluarannya melalui spillway (Muklisun, 2020; Saputra, 2024).

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa: Komparasi reduksi banjir tanpa pintu dan dengan menggunakan pintu, bangunan mercu tanpa tambahan pintu *early release*, dengan debit banjir kala ulang Q 25 tahun, reduksi banjir 33.3 %, sedang dengan tambahan pintu lebar 9,88 pintu pada debit Q 25 mampu mereduksi banjir sampai dengan 65,8 %, dan bangunan mercu dengan tambahan pintu lebar 6,22 yg terletak pada luar mercu pada debit Q 25 reduksi banjir dapat di reduksi sampai dengan 72,3 %. Pintu bukaan bawah dapat dibuka saat elevasi +80.10. dengan pertimbangan informasi cuaca dan untuk menghindari overtopping pada bangunan mercu dan masih mempertahankan mPembukaan pintu tergantung cuaca, pada bulan Februari sampai Maret terjadi debit maksimal ( 29,26 m<sup>3</sup>/s ) sehingga digunakan sebagai dasar perhitungan, volume air yang perlu direlease dari el + 80.00 sd + 75.00 sebesar 20,03 juta jika ditargetkan tercapai dalam 7 hari maka outflow yg dibutuhkan debit 33.13 m<sup>3</sup>/s. Pada musim kemarau dipertahankan airnya di elevasi maksimal.

## BIBLIOGRAFI

- Annafi, N., Lukman, L., Khairunnas, K., Mutmainah, S., Fathir, F., & Alamin, Z. (2023). Peningkatan Kesadaran Dan Partisipasi Masyarakat Melalui Pelatihan Pengelolaan Sampah. *Tarao: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(2), 91–101.
- Doswald, N., Janzen, S., Nehren, U., Vervest, M.-J., Sans, J., Edbauer, L., Chavda, S., Sandholz, S., Renaud, F., & Ruiz, V. (2021). *Words Into Action: Nature-Based Solutions For Disaster Risk Reduction*.
- Hartadi, T. R. I. (2017). *Kajian Kelayakan Pembangunan Bendungan Logung Di Kabupaten Kudus (Studi Kasus Kelayakan Ekonomi Teknik)*. Fakultas Teknik Unissula.
- Inayah, A. N. (2020). *Simulasi Retensi Air Permukaan Menggunakan Model Hec-Geohms (Studi Kasus: Das Ciliwung Hulu)*. Ipb (Bogor Agricultural University).
- Inayah, A. N., Hidayat, Y., & Tarigan, S. D. (2019). Simulasi Bendungan Ciawi Dan Sukamahi Sebagai Pengendali Banjir Das Ciliwung Hulu. *Semantech (Seminar Nasional Teknologi, Sains Dan Humaniora)*, 1(1), 162–170.
- Iqbal, R. M., & Pemerintah, K. (2023). Pengaruh Sistem Penyediaan Air Minum, Penanggulangan Banjir Dan Kekeringan. *Universitas Pancasila: Jakarta*.
- Kodoatie, R. J. (2021). *Rekayasa Dan Manajemen Banjir Kota*. Penerbit Andi.
- Listyarini, D., Hidayat, Y., & Tjahjono, B. (2018). Mitigasi Banjir Das Citarum Hulu Berbasis Model Hec-Hms. *Jurnal Tanah Dan Lingkungan*, 20(1), 40–48.
- Muklisun, M. (2020). *Kajian Dan Simulasi Aliran Pada Spillway Bendungan Karalloe*. Universitas Hasanuddin.

- Pathiassana, M. T. (2020). Studi Laju Umpan Pada Proses Biokonversi Dengan Variasi Jenis Sampah Yang Dikelola Pt. Biomagg Sinergi Internasional Menggunakan Larva Black Soldier Fly (*Hermetia Illucens*). *Jurnal Tambora*, 4(1), 86–95.
- Rahayu, H. P., Wahdiny, I., Anin, U., & Mardhiatul, A. (2009). Banjir Dan Upaya Penanggulangannya. *Bandung: Promise Indonesia*.
- Saputra, A. I. H. (2024). *Analisis Pintu Buka-an Awal Pada Proyek Bendungan Sadawarna Terhadap Upaya Mengurangi Banjir Indramayu*. Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- Sidiq, W. A. B. N., Hanafi, F., Priakusuma, D., Haruman, W., Sumarso, M. Y., & Setyowati, N. (2022). Analisis Banjir Genangan Di Kawasan Tembalang Dan Sekitarnya. *Jurnal Riptek*, 16(2), 137–144.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*. Alfabeta.
- Wijayanti, A. F. (2018). *Kajian Hidraulika Kombinasi Pelimpah Samping Dan Pelimpah Berpintu Pada Bendungan Way Apu Kabupaten Buru Provinsi Maluku Dengan Uji Model Fisik Skala 1: 65*. Universitas Brawijaya.
- Wiyasri, Y. (2020). *Evaluasi Kondisi Geologi Teknik Untuk Perencanaan Terowongan Saluran Pengelak Bendungan Meninting Lombok Barat*. Universitas Gadjah Mada.

---

**Copyright holder:**

M aziz Isna, Pratikso, Abdul Rochim (2024)

**First publication right:**

Syntax Admiration

**This article is licensed under:**

