

STUDI EVALUASI PENGOPERASIAN PINTU BENDUNG GERAK UNTUK PENGENDALI BANJIR DI KABUPATEN OKU TIMUR SUMATERA SELATAN

Fitriya Qurota Ayun¹, Eko Noerhayati², Bambang Suprpto³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail:fitriyaqurota19@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail:eko.noerhayati@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail:bambang.suprpto@unisma.ac.id

ABSTRAK

Daerah kabupaten Oku Timur Provinsi Sumatera Selatan tepatnya di daerah Sungai Komerling sering terjadi bencana banjir. Tingginya curah hujan dan outflow dari Bendung Perjaya dapat mengakibatkan sungai atau saluran air tidak mampu menampung debit air dan . sehingga sungai atau saluran air meluap dan menyebabkan banjir. Lamanya curah hujan dengan intensitas tinggi merupakan faktor utama yang menyebabkan risiko banjir. Salah satu upaya penanganan masalah tersebut adalah dengan mensimulasi bukaan pintu dengan Kala Ulang 50 tahun. Metode yang digunakan untuk mencari debit banjir rancangan pada Bendung Perjaya adalah Metode hidrograf nakayasu, yang berfungsi untuk menjaga tinggi muka air agar tetap pada kondisi normal, Dan mengetahui pola operasi Bendung Gerak Perjaya yang mengacu pada buku pedoman dasar pengoperasian Bendung Gerak dari Dinas PU Oku Timur, Agar pengoperasian bendung lebih efektif dan menjaga elevasi muka air, sehingga aliran air bisa terkontrol dengan baik. Hasil penelitian Debit banjir rancangan dengan menggunakan Kala Ulang 50 Tahun diperoleh debit sebesar $Q = 161,56 \text{ m}^3/\text{det}$. Dan simulasi bukaan pintu air saat kondisi meluap adalah sebesar 0,9 m. pengoperasian pintu akan dimulai ketika $Q > 9,36 \text{ m}^3/\text{dt}$ dengan Tinggi bukaan awal pintu *Flap Gate* minimum 0,1 m.

Kata Kunci : Bendung Peraya, pengoprasian pintu, simulasi pintu.

ABSTRACT

*The East Oku district, South Sumatra Province, precisely in the Komerling River area, often experiences floods. High rainfall can cause rivers or waterways to be unable to accommodate water discharge. so that rivers or waterways overflow and cause flooding. The duration of rainfall with high intensity is the main factor that causes the risk of flooding. One of the efforts to deal with this problem is to simulate door openings with the 50th anniversary period. The method used to find the design flood discharge at the Perjaya Weir is the Nakayasu hydrograph method, which functions to maintain the water level in normal conditions, and to find out the operating pattern of the Perjaya Weir which refers to the basic manual for the operation of the Motion Weir from the East Oku Public Works Department. , In order to operate the weir more effectively and maintain water level elevation, so that the flow of water can be controlled properly. The results of the design flood discharge using the 50th anniversary period obtained a discharge of $Q = 161.56 \text{ m}^3/\text{sec}$. And the simulation of the sluice gate opening when the condition overflows is 0.9 m. door operation will start when $Q > 9.36 \text{ m}^3/\text{s}$ with a minimum opening height of 0.1 m *Flap Gate*.*

Keywords: *Perjaya weir, operation of the floodgates, simulation results.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Salah satu bencana yang sering terjadi di indonesia adalah banjir. faktor yang mempengaruhi terjadinya banjir biasanya disebabkan oleh ulah manusia maupun alam sehingga mengakibatkan aliran muka air tinggi dan tidak bisa tertampung oleh aliran sungai, sehingga terjadi peluapan ke daratan yang lebih rendah .

Selain itu banjir juga dapat terjadi karena tingginya intensitas curah hujan yang mengakibatkan sungai atau aliran air tidak dapat menampung air sehingga sungai atau saluran air meluap dan menyebabkan banjir. (Abdulhalim dkk., 2018).

Lamanya curah hujan dengan intensitas yang tinggi merupakan faktor utama yang menentukan resiko terjadinya banjir. Banjir sendiri adalah bencana yang sering terjadi ketika datangnya musim hujan, karena daya dukung daerah aliran sungai terhadap hujan yang turun sudah tidak mampu menampung (Ginting, 2021).

Salah satu upaya yang dilakukan untuk pengendalian banjir adalah menggunakan simulasi bukaan pintu yang berfungsi untuk menjaga tinggi muka air agar tetap pada kondisi normal (Roviqoh., 2018).

Banguan penunjang pada suatu bendung irigasi untuk pengendali banjir adalah pintu air. pintu air sendiri sudah ada pada zaman dahulu. Seiring dengan perkembangan zaman pintu air melewati beberapa perubahan bentuk dan teknologi pengoprasiaannya. Berdasarkan pengoprasian Pintu air memiliki tiga macam pengoprasian yaitu pengoprasian secara manual, pengoprasian dengan semi otomatis dan pengoprasian full otomatis. Penggunaan pengoprasian pintu secara manual digunakan untuk pengaturan irigasi persawahan dan aliran bertekanan kecil. untuk penggunaan pintu air semi otomatis biasanya digunakan untuk bendung bertekanan tinggi. Sedangkan untuk pintu air full otomatis digunakan untuk pengendali banjir pada bangunan pelimpah pada suatu bendung bertekanan tinggi (Anjani dkk., 2020)

Daerah Oku Timur Provinsi Sumatera Selatan sering terkena banjir pada musim penghujan, antara lain kecamatan martapura, BP Bangsa Raja, Madang Suku I, Madang Suku II, Semendawai Barat, dan Cempaka. Enam Kecamatan ini rawan terkena banjir karena dibantaran sungai komering yang sering meluap jika intensitas hujan tinggi terjadi dalam waktu lama, dan karena dekat dengan daerah aliran sungai (DAS) (sumber : BPBD). Maka dari itu salah satu solusi dalam penanganan masalah tersebut adalah mengetahui pola operasi bendung gerak perjaya yang efektif untuk menjaga elevasi muka air sehingga aliran terkontrol dengan baik.

TINJAUAN PUSTAKA

Analisa hidrologi

Merupakan salah satu perhitungan analisa curah hujan yang meliputi perhitungan uji konsistensi data, curah hujan rata-rata, Distribusi Frekuensi dan lain sebagainya (Irawan dkk., 2019).

Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Uji kesesuaian distribusi frekuensi berfungsi untuk mengetahui kebenaran analisis curah hujan terhadap data simpangan vertikal maupun data horizontal sehingga diketahui data tersebut bisa digunakan atau tidak (Anjani dkk., 2020).

Distribusi Hujan Jam-jaman Metode Mononobe

Dikarenakan tidak adanya alat untuk mengukur curah hujan maka digunakan metode mononobe untuk menghitung curah hujan jam-jaman (Kuncoro dkk., 2018).

Pemilihan Banjir Kala Ulang

Untuk menentukan kala ulang yang akan diambil maka harus diperhatikan beberapa kriteria sebagai berikut :

Tabel.1 Kriteria Ukuran

Kategori Bendungan	Kapasitas Tampung Waduk (juta m ³)	Tinggi Bendungan
Kecil	0,62 s/d 1,23	7,60 s/d 12,20
Sedang	1,23 s/d 61,50	12,20/30,20
Besar	61,5	30,5

(Sumber: Anjani., 2020)

Tabel.2 Kriteria Pemilihan Kala Ulang Banjir Rancangan

No	Jenis Bangunan Air	Kala Ulang Banjir T (Tahun)
1	Bendungan Urugan Tanah Atau Batu	1000
2	Bendungan Beton Atau Batu Kali	500-1000
3	Bendung	50-100
4	Saluran Pengelak Banjir	20-50
5	Tanggul Sungai	10_20
6	Drainase Saluran Di Bawah Atau Pemukiman	0,5_10

(Sumber: Anjani., 2020)

Perhitungan Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana yaitu debit terbesar yang mungkin akan terjadi pada suatu sungai yang diteliti atau bersangkutan (Rapar dkk., 2014).

Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika meliputi perhitungan debit flape gate untuk menghitung penyuplaian air ke hilir bendung dan berfungsi untuk menjaga kestabilan muka air rencana di hulu bendung (Anjani dkk., 2020).

Kondisi aliran tenggelam

Kondisi aliran tenggelam digunakan untuk mengetahui aliran yang melewati pintu air termasuk aliran tenggelam (*submerged flow*) atau aliran bebas (*free flow*). Aliran tenggelam dicapai apabila kedalaman pintu $H_2 > C_c \cdot a$ (Anjani dkk., 2020).

Simulasi Operasi Pintu Air

Simulasi operasi pintu air ini digunakan untuk mengetahui berapa bukaan pintu air yang sesuai untuk meredam debit banjir (Rafiuddin, 2017).

$$Q = C_d \alpha b (2g(H_1 - C_c \alpha))^{0.5} \dots\dots\dots (1)$$

METODOLOGI PENELITIAN

Letak penelitian daerah kab. Oku Timur provinsi sumatera selatan



Gambar 1. Lokasi Daerah Studi
(Sumber : Dinas PU Oku Timur, 2020)

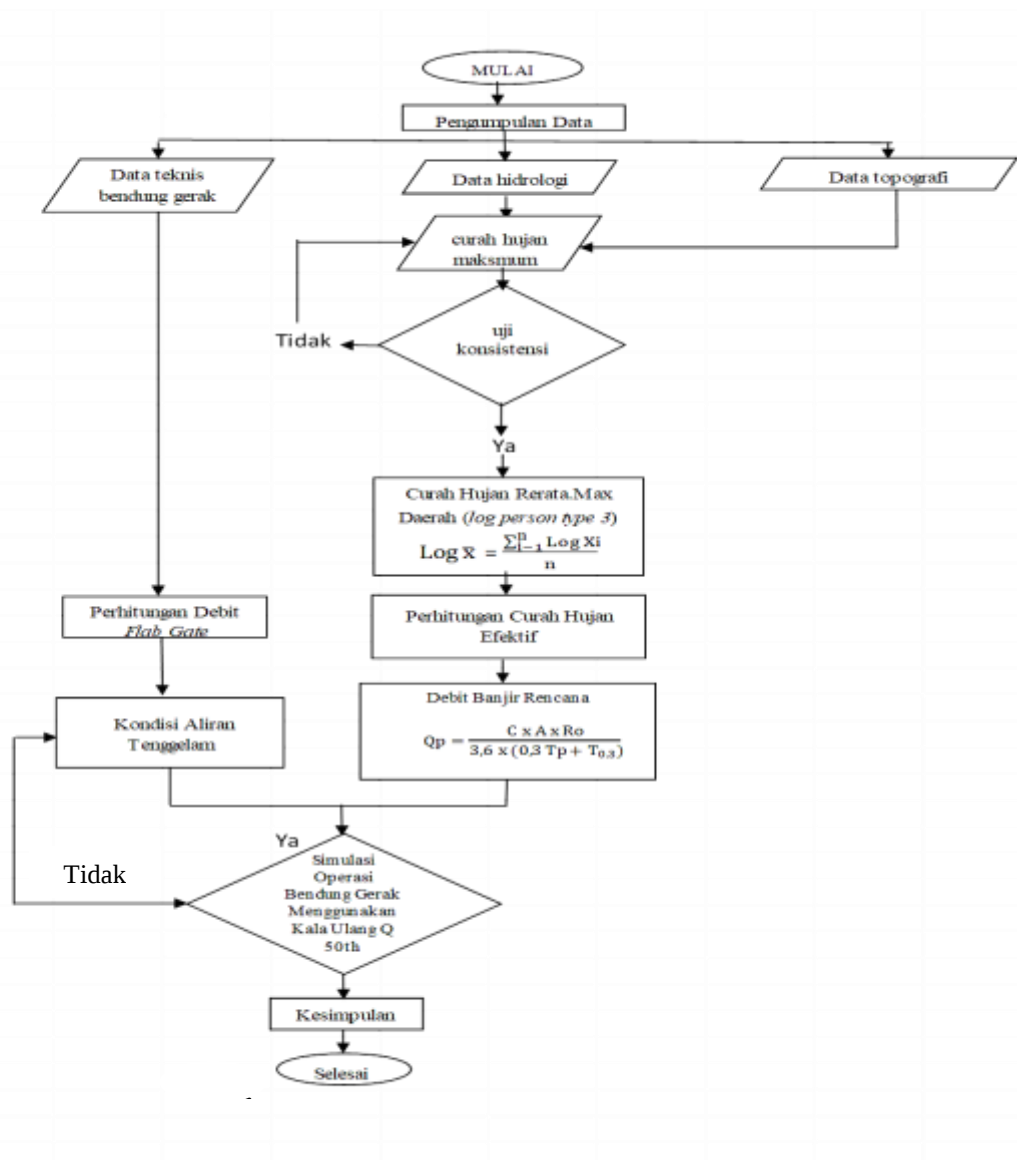
Data Yang digunakan

Data Eksisting
Data Hidrologi
Data Topografi
Data Teknis

Tahapan Pengerjaan

Susunan pengerjaan dalam studi ini yang pertama dilakukan yaitu Persiapan, Tahap Persiapan sangat penting dalam studi ini sebelum mengumpulkan data. hal ini bertujuan guna mengefektifkan langkah pengerjaan dimasing-masing kegiatan. Kedua yaitu Pengumpulan Data, hal ini dilakukan dengan mensurvey lapangan secara langsung.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 2 Bagan Alir penelitian
(Sumber : Hasil Pengambaran)

PEMBAHASAN

Uji konsistensi data curah hujan

Dalam perhitungan ini menggunakan tiga stasiun curah hujan yaitu stasiun komering, stasiun belintang, dan stasiun jayapura. Dalam hasil perhitungan ke tiga stasiun curah hujan memiliki grafik yang tegak lurus. Ini menandakan bahwa data yang diuji sudah konsisten dan dapat digunakan ke perhitungan selanjutnya.

Curah hujan rencana

Untuk menghitung Curah hujan rencana menggunakan metode log pearson type III dimana diketahui $\text{Log } X_{rt} = 114,4$, C_s (koefisien kemiringan) = 1,518, sedangkan S_d (standar deviasi) = 0,104.

Uji kesesuaian distribusi frekuensi

Dalam uji kesesuaian distribusi frekuensi menggunakan dua metode yaitu metode uji chi square dan smirnov kolmogorof. Dimana hasil dari uji chi square yaitu chi kritis $> \chi^2 = 2,365 > 0,4$ maka dalam uji chi square dapat diterima. Dan dalam metode smirnov kolmogorof hasilnya adalah $0,41 > -0,352 \rightarrow \Delta_{maks} > \Delta_{cr}$, sehingga pemilihan distribusi diterima.

Perhitungan Curah Hujan Jam-Jaman

Pada perhitungan curah hujan jam-jaman menggunakan metode mononobe untuk menghitung sebaran hujan jam-jaman dengan interval tertentu. dengan rumus

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{T} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (2)$$
$$= \frac{R_{24}}{6} \left(\frac{6}{1} \right)^{\frac{2}{3}}$$
$$= 0,550 \text{ jam}$$

Perhitungan Debit Banjir Rencana

Berdasarkan pada hasil nilai curah hujan rencana dapat dicari debit banjir rencana dengan menggunakan metode nakayasu. Dengan hasil $Q_p = 3,793 \text{ m}^3/\text{dt}/\text{mm}$.

Perhitungan Debit (Flap Gate)

Untuk menghitung debit flape gate maka harus mengetahui nilai C (koefisien debit) = 1,848 dan untuk menentukan debit aliran keluar maka menggunakan rumus :

$$Q = C \cdot B \cdot H^{3/2} \dots\dots\dots (3)$$
$$= 1,857 \cdot 20 \cdot 0,1^{3/2}$$
$$= 1,170 \text{ m}^3/\text{det.}$$

Tahapan Pengoperasian Pintu

Awal pembukaan pintu (*flape gate*) yaitu 0,3 m dengan debit 1,17 m^3/dt pada pintu nomer 6. Selanjutnya disusul dengan bukaan pintu nomer 7,5,4,3,2, dan 1 dengan tinggi bukaan yang sama yaitu 0,3 m.

Tabel.3 Tahapan Pengoperasian Pintu *Flap Gate*

Tahapan Pengoperasian Pintu	Jarak Bukaan Pintu	Debit pintu (m^3/dt)	Tinggi Bukaan Pintu 0,3						
			FG 1	FG 2	FG 3	FG 4	FG 5	FG 6	FG 7
1	0,3	1,17	0	0	0	0	0	0,3	0
2	0,3	2,34	0	0	0	0	0	0,3	0,3
3	0,3	3,51	0	0	0	0	0,3	0,3	0,3
4	0,3	4,68	0	0	0	0,3	0,3	0,3	0,3
5	0,3	5,85	0	0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
6	0,3	7,02	0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
7	0,3	8,19	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
			Tinggi Bukaan Pintu 0,3 + 0,1						

Tahapan Pengoprasian Pintu	Jarak Bukan Pintu	Debit pintu (m3/dt)	Tinggi Bukaank Pintu 0,3						
			FG 1	FG 2	FG 3	FG 4	FG 5	FG 6	FG 7
8	0,1	9,36	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3
9	0,1	10,53	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
10	0,1	11,7	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
11	0,1	12,87	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4
12	0,1	14,04	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
13	0,1	15,21	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
14	0,1	16,38	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
			Tinggi Bukaank Pintu 0,4 + 0,1						
15	0,1	17,55	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4
16	0,1	18,72	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5
17	0,1	19,89	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5
18	0,1	21,06	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5
19	0,1	22,23	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
20	0,1	23,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
21	0,1	24,57	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
			Tinggi Bukaank Pintu 0,5 + 0,1						
22	0,1	25,74	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5
23	0,1	26,91	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6
24	0,1	28,08	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6
25	0,1	29,25	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6
26	0,1	29,97	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
27	0,1	30,45	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
28	0,1	31,62	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
			Tinggi Bukaank Pintu 0,6 + 0,1						
29	0,1	32,79	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6
30	0,1	33,96	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7
31	0,1	35,13	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7
32	0,1	36,3	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7
33	0,1	37,47	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
34	0,1	39,21	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
35	0,1	39,98	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
			Tinggi Bukaank Pintu 0,7 + 0,1						
36	0,1	40,67	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7
37	0,1	41,84	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8
38	0,1	42,79	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8
39	0,1	43,55	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
40	0,1	44,21	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
41	0,1	45,38	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
42	0,1	46,55	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
			Tinggi Bukaank Pintu 0,8 + 0,1						
43	0,1	47,16	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8
44	0,1	48,87	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9
45	0,1	50,63	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9
46	0,1	51,80	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9
47	0,1	52,97	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
48	0,1	54,14	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
49	0,1	55,31	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
			Tinggi Bukaank Pintu 0,9 + 0,1						
50	0,1	56,48	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	0,9
51	0,1	57,65	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1
52	0,1	58,82	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1	1
53	0,1	59,99	0,9	0,9	0,9	1	1	1	1
54	0,1	61,16	0,9	0,9	1	1	1	1	1
55	0,1	62,33	0,9	1	1	1	1	1	1
56	0,1	63,5	1	1	1	1	1	1	1
			Tinggi Bukaank Pintu 1 + 0,1						
57	0,1	64,67	1	1	1	1	1	1,1	1
58	0,1	65,84	1	1	1	1	1	1,1	1,1

Tahapan Pengoprasian Pintu	Jarak Bukan Pintu	Debit pintu (m ³ /dt)	Tinggi Bukaannya Pintu 0,3						
			FG 1	FG 2	FG 3	FG 4	FG 5	FG 6	FG 7
59	0,1	67,01	1	1	1	1	1,1	1,1	1,1
60	0,1	68,18	1	1	1	1,1	1,1	1,1	1,1
61	0,1	69,35	1	1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
62	0,1	70,52	1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
63	0,1	71,69	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Tinggi Bukaannya Pintu 1,1 + 0,1									
64	0,1	72,86	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,1
65	0,1	74,03	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2
66	0,1	75,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2
67	0,1	76,37	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2
68	0,1	77,54	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
69	0,1	78,71	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
70	0,1	79,88	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Kondisi Aliran Tenggelam

kondisi aliran tenggelam dicapai apabila kedalaman dibelakang pintu memenuhi $H_2 > C_c \cdot a$.

Tahapan Pengoperasian Pintu Kondisi Meluap

Awal pembukaan pintu kondisi meluap yaitu 0,3 m dengan debit 10,09 m³/dt pada pintu nomer 6. Selanjutnya disusul dengan bukaan pintu nomer 7,5,4,3,2, dan 1 dengan tinggi bukaan yang sama yaitu 0,3 m.

Tabel.4 Tahapan Pengoperasian Pintu Flap Gate Pada Saat Kondisi meluap

Tahapan Pengoprasi an Pintu	Jarak Bukan Pintu	Debit pintu (m ³ /dt)	Tinggi Bukaannya Pintu 0,3						
			FG 1	FG 2	FG 3	FG 4	FG 5	FG 6	FG 7
1	0,3	10,09	0	0	0	0	0	0,3	0
2	0,3	20,17	0	0	0	0	0	0,3	0,3
3	0,3	30,26	0	0	0	0	0,3	0,3	0,3
4	0,3	40,34	0	0	0	0,3	0,3	0,3	0,3
5	0,3	50,43	0	0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
6	0,3	60,51	0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
7	0,3	70,60	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Tinggi Bukaannya Pintu 0,3 + 0,6									
8	0,6	80,68	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,9	0,3
9	0,6	90,77	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,9	0,9
10	0,6	100,85	0,3	0,3	0,3	0,3	0,9	0,9	0,9
11	0,6	110,94	0,3	0,3	0,3	0,9	0,9	0,9	0,9
12	0,6	121,02	0,3	0,3	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
13	0,6	131,11	0,3	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
14	0,6	141,19	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Tinggi Bukaannya Pintu 0,9 + 0,6									
15	0,6	151,28	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,5	0,9
16	0,6	161,36	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,5	1,5
17	0,6	171,45	0,9	0,9	0,9	0,9	1,5	1,5	1,5
18	0,6	181,53	0,9	0,9	0,9	1,5	1,5	1,5	1,5
19	0,6	191,62	0,9	0,9	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
20	0,6	262,21	0,9	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
21	0,6	272,30	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Tinggi Bukaannya Pintu 1,5 + 0,6									
22	0,6	320,38	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,1	1,5
23	0,6	330,15	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,1	2,1
24	0,6	340,16	1,5	1,5	1,5	1,5	2,1	2,1	2,1
25	0,6	350,64	1,5	1,5	1,5	2,1	2,1	2,1	2,1
26	0,6	360,72	1,5	1,5	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
27	0,6	381,41	1,5	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
28	0,6	390,22	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1

Tahapan Pengoprasi an Pintu	Jarak Bukan Pintu	Debit pintu (m3/dt)	Tinggi Buka an Pintu 0,3						
			FG 1	FG 2	FG 3	FG 4	FG 5	FG 6	FG 7
			Tinggi Buka an Pintu 2,1 + 0,6						
29	0,6	410,21	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,7	2,1
30	0,6	421,15	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,7	2,7
31	0,6	440,23	2,1	2,1	2,1	2,1	2,7	2,7	2,7
32	0,6	460,21	2,1	2,1	2,1	2,7	2,7	2,7	2,7
33	0,6	470,46	2,1	2,1	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
34	0,6	480,23	2,1	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
35	0,6	491,10	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
			Tinggi Buka an Pintu 2,7 + 0,6						
36	0,6	500,31	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	3,3	2,7
37	0,6	510,71	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	3,3	3,3
38	0,6	520,22	2,7	2,7	2,7	2,7	3,3	3,3	3,3
39	0,6	530,11	2,7	2,7	2,7	3,3	3,3	3,3	3,3
40	0,6	540,66	2,7	2,7	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
41	0,6	550,21	2,7	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
42	0,6	560,10	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Simulasi Operasi Pintu Bendung Gerak

Tabel.5 untuk menghitung Simulasi

Q		H2
Q2th	94,4	6
Q5th	108,29	6
Q10th	114,96	6
Q25th	139,81	6
Q50th	161,56	6
Q100th	185,89	6

Untuk kondisi meluap, pintu utama tidak mampu melewati debit kala ulang Q2th, Q5th, Q10th, Q25th, Q50th, dan Q100th, maka perlu dioperasikan dengan bantuan pintu flap gate agar dapat melewati debit tersebut.

Contoh untuk Q50th = 161,56 m³/det.

Berdasarkan tabel 4.25 untuk tinggi maksimal 2,9 m pada pintu utama, mampu melewati debit sebesar 494,17 m³/dt sehingga :

$$494,17 - 161,56 = 333,17 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Tinggi bukaan pintu flap gate

$$333,17/7 = 47,59 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Berdasarkan tabel 4.21 untuk melewati debit 47,59 m³/dt pintu flap gate dioperasikan dengan membuka setinggi a = 0,9 m

Tabel. 6 bukaan pintu untuk menjaga elevasi hulu + 81,00 kondisi meluap

Oprasi Pint	Q meluap	Debit (Q)		Q flape gate	g	Cd	b	H1	H2	H3	Elevasi Hulu	Elevasi Hilir	a	Jenis Aliran
	(m ³ /det)	(m ³ /det)		(m ³ /det)	(m/det ²)		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
-1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
7 Pintu	494,17	Q2th	94,4	22,57	9,81	0,603	140	6,4	0,842	1,173	EL+81,00	EL+ 80,00	0,5	Aliran tenggelam
7 Pintu	494,17	Q5th	108,29	30,02	9,81	0,605	140	6,4	0,913	1,25	EL+81,00	EL+ 80,00	0,6	Aliran tenggelam
7 Pintu	494,17	Q10th	114,86	34,21	9,81	0,605	140	6,4	0,948	1,297	EL+81,00	EL+ 80,00	0,7	Aliran tenggelam
7 Pintu	494,17	Q25th	139,81	42,13	9,81	0,605	140	6,4	1,066	1,34	EL+81,00	EL+ 80,00	0,8	Aliran tenggelam
7 Pintu	494,17	Q50th	161,56	47,59	9,81	0,606	140	6,4	1,164	1,461	EL+81,00	EL+ 80,00	0,9	Aliran tenggelam
7 Pintu	494,17	Q100th	185,89	56,62	9,81	0,606	140	6,4	1,265	1,542	EL+81,00	EL+ 80,00	1	Aliran tenggelam

(Sumber : Hasil Perhitungan)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Debit hasil perhitungan diperoleh nilai debit banjir rancangan dengan menggunakan kala ulang 50 Tahun sebesar $Q = 161,56 \text{ m}^3/\text{det}$.
2. Hasil simulasi pintu air menggunakan kala ulang 50 tahun pada saat kondisi meluap sebesar 0,9 m.
3. Pengeporasian pintu harus memenuhi peraturan sebagai berikut :
 - Semua pintu Bendung Gerak harus terbuka disaat air sudah mulai naik
 - Setelah tingkat air bendung gerak mencapai EL. + 81,00 m permukaan air akan di kontrol secara bersamaan. Permukaan air dapat menjadi stabil pada EL. + 81,00 m, hanya ketika debit keluar melalui pintu air bendung gerak.
 - Pintu lipatan atau pintu *Flap Gate* akan di operasikan ketika debit aliran $Q < 9,36 \text{ m}^3/\text{det}$ ditunjukkan pada tabel 4.21 Tinggi bukaan awal pintu *Flap Gate* minimum 0,1 m. pengoperasian pintu *Flap Gate* akan sesuai dengan tabel 4.21 tergantung pada debit aliran sungai. Pintu utama akan di operasikan ketika debit aliran diperkirakan $Q > 9,36 \text{ m}^3/\text{det}$. Tinggi bukaan awal pintu utama ditentukan pada 0,3 m.

Saran

1. Perhitungan simulasi banjir bisa menggunakan Software *He-crass*
2. Dalam pengoperasian pintu air dapat menggunakan pintu air jenis *Radial Gate*, dengan menggunakan sistem otomatis untuk membuka dan menutup pintu air.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulhalim, D. F., Tanudjaja, L., & Sumarauw, J. S. F. (2018). *Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Talawaan di Titik 250m Sebelah Hulu Bendung Talawaan*. Jurnal Sipil Statik, Vol. 6, No.5, Hal : 269-276.
- Ginting, S. (2021). *Analisis Curah Hujan Penyebab Banjir Bandang di Ujung Berung, Bandung*. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, Vol. 2, No. 2, Hal : 9-17.
- Anjani, E. N. T., Noerhayati, E., & Suprpto, B. (2020). *Studi Evaluasi Pengoperasian Pintu Bendung Gerak untuk Pengendali Banjir di Kabupaten Bojonegoro*. Jurnal Rekayasa Sipil, Vol. 8, No. 3, Hal : 206-217.
- Irawan, S., Noerhayati, E., & Suprpto, B. (2019). *Studi Perencanaan Ambang Pelimpah (Spillway) pada Bendungan Logung Kabupaten Kudus*. Jurnal Rekayasa Sipil, Vol. 7, No. 2, Hal : 141-151.
- Kuncoro, M. A., Winarto, S., & Cahyo, Y. (2018). *Studi Penanggulangan Banjir di Kali Batan Kabupaten Kediri*. Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil, Vol. 1, No. 1, Hal : 91-100.
- Rapar, S. M. E., Mananoma, T., Wuisan, E. M., & Binilang, A. (2014). *Analisis Debit Banjir Sungai Tondano Menggunakan Metode HSS Gama I dan HSS Limantara*. Jurnal Sipil Statik, Vol. 2, No. 1, Hal : 13-21.
- Rafiuddin, A. Z. (2017). *Pengaturan Operasi Pintu Bendung Gerak Sembayat di Kabupaten Gresik untuk Mengendalikan Tinggi Muka Air Hulu*. Universitas Brawijaya.