

PEMILIHAN TIPE LENGKUNG MERCU BANGUNAN PELIMPAH (SPILLWAY) BERDASARKAN KAPASITAS PADA EMBUNG NGLUYU KABUPATEN NGANJUK

Maria Magdalena Wata Puka¹⁾ Dr.Ir. Kustamar²⁾ Dr.Ir. Subandiah Azis,CES³⁾

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil ITN Malang

^{2) 3)} Dosen Program Studi Teknik Sipil ITN Malang

ABSTRAK

Dalam pemilihan tipe lengkung mercu diperlukan informasi melalui analisa hidrologi dan topografi. Analisa hidrolgi terdiri dari analisa curah hujan harian areal maksimum dari beberapa stasiun, analisa curah hujan rancangan, pemeriksaan uji kesesuaian distribusi, analisa banjir rancangan, dan analisa desain spillway yang meliputi kapasitas pelimpah, lebar efektif pelimpah, parameter debit dan tampungan embung sehingga didapatkan debit Outflow dan Elevasi Muka Air masing-masing tipe lengkung mercu yang ada. Hasil analisa menggunakan Tipe lengkung mercu Bulat karena lebih efisiensi dari Tipe Lengkung Mercu Ogge dengan debit Inflow sebesar 10,94 m³/det, tinggi elevasi terendah + 167,03 m dan kapasitas Outflow terbesar 9,111 m³/det.

Kata kunci: Bangunan Pelimpah (spillway), Pemilihan Tipe Lengkung Mercu, Kapasitas Spillway

ABSTRACT

In the selection of the warp type, information is needed through hydrological and topographic analysis. The hydrological analysis consisted of daily maximum rainfall analysis of several stations, design rainfall analysis, inspection of distribution conformity test, design flood analysis, and spillway design analysis including spillway capacity, effective effluent width, discharge parameters and embung embankment to obtain Outflow discharge and Water Front Elevation of each type of curve of the existing lighthouse. The result of this analysis is round curve because it is more efficient than Curve Type Mercu Ogge with inflow discharge of 10.94 m³ / s, lowest height + 167.03 m and largest Outflow capacity 9,111 m³ / s.

Keywords: spillway, selection of curve type of light, capacity spillway

PENDAHULUAN

Embung merupakan bangunan yang berfungsi menampung air hujan, dan aliran permukaan (run off) atau sumber-sumber air diwilayah sekitarnya, untuk persediaan di musim kemarau. Selama musim kemarau air akan dimanfaatkan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Air yang ditampung tersebut selanjutnya digunakan sebagai sumber irigasi suplementer untuk budidaya komoditas pertanian, penyediaan air bersih atau kolam pemeliharaan ikan. Penelitian dalam perencanaan embung ini dilakukan untuk mengetahui dimensi spillway dan jenis lengkung mercu yang sesuai. Lengkung mercu dipilih berdasarkan kapasitasnya, setelah dilakukan pengkajian terhadap beberapa alternative lengkung mercu yang ada.

Berdasarkan permasalahan tersebut penulis ingin menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Pemilihan Tipe Lengkung Mercu Bangunan Pelimpah (Spillway) Berdasarkan Kapasitas Pada Embung Ngluyu Kabupaten Nganjuk".

BAHAN DAN METODE

Data yang diperlukan

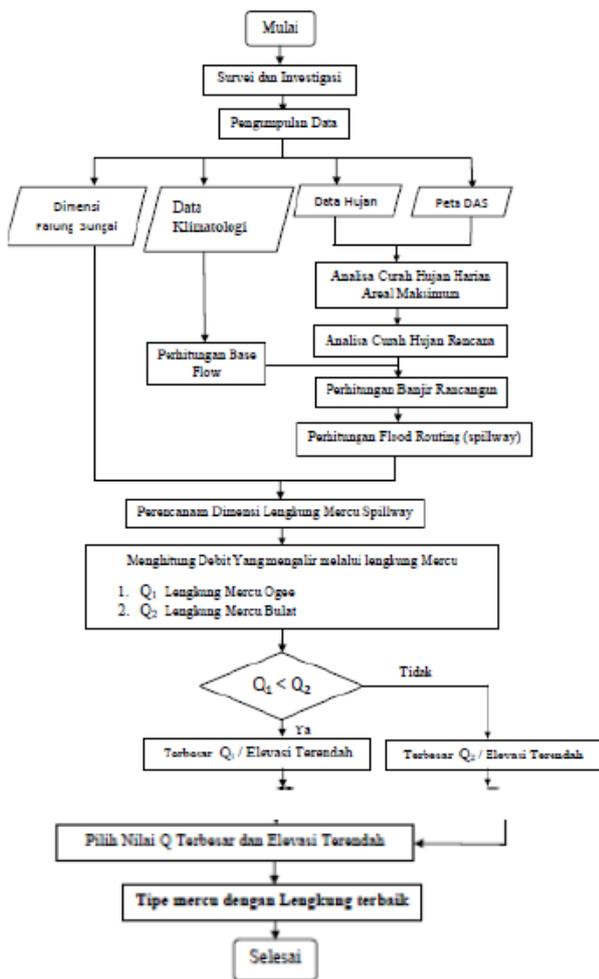
Dalam studi ini Data yang digunakan adalah data sekunder meliputi data hidrologi, klimatologi topografi, dan data geologi, dimana jenis data yang digunakan pada dasarnya menggambarkan karakteristik DAS Jurangdandan itu sendiri.

Rancangan Penyelesaian Studi

Secara garis besar tahapan penyelesaian studi adalah sebagai berikut:

1. Analisa hidrologi
2. Analisa dan desain spillway masing- masing pada tipe lengkung mercu yang ada.

Prosedur Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kharastetik DAS Jurangdandang

Luas DAS 2.43 km², panjang sungai 2,1 km dan terdiri dari beberapa stasiun Tempuran, Matokan Bangle, dan Gondang.

Analisa Frekwensi

Berdasarkan ketersediaan data curah hujan lokasi studi maka curah hujan dalam perhitungan analisis frekuensi pada penelitian ini adalah curah hujan maksimum selama 15 tahun. Data curah hujan maksimum lokasi lokasi studi disajikan pada tabel . berikut ini dengan menggunakan metode rerata aljabar:

Tabel 1. Curah Hujan Harian Per Tahun dan Curah Hujan Rerata Daerah Metode Aljabar

Tahun	Tanggal	Curah Hujan (mm)				Rata-Rata	Rata-Rata Maksimum
		Sta. Tempuran	Sta. Matokan	Sta. Bangle	Sta. Gondang		
2001	22-Jan	86	60	0	0	37	39,5
	28-Mar	60	50	10	38	40	
	18-Dec	45	24	20	5	23,50	
2002	12-Jan	45	10	20	0	18,75	79,15
	29-Dec	130	0	29	80	99,75	
	12-Mar	0	85	79	64	57,00	
2003	22-Jan	0	84	105	43	58,00	51
	29-Dec	130	0	120	67	79,15	
	08-Mar	80	78	9	37	51,00	
2004	04-Dec	60	50	25	25	40,00	64,25
	04-Dec	60	0	20	32	28,00	
	01-Feb	0	95	31	79	50,25	
2005	27-Feb	30	90	100	0	55,00	86,9
	18-Jan	20	52	0	0	18,00	
	29-Feb	71	31	70	85	64,25	
2006	02-Dec	25	15	17	43	25,00	81,5
	05-Dec	92	87	80	0	64,75	
	05-Dec	130	38	90	90	86,90	
2007	29-Dec	72	40	20	131	65,75	61
	29-Dec	72	0	111	72	63,75	
	30-Dec	90	35	68	87	70,00	
2008	27-Dec	88	90	50	98	81,50	78,25
	27-Dec	88	90	25	78	70,25	
	27-Dec	88	90	87	23	72,00	
2009	12-Apr	81	25	34	0	33,00	60,25
	12-Apr	98	0	98	0	49,00	
	21-Feb	100	50	0	70	55,00	
2010	20-Mar	85	87	21	51	61,00	47,25
	07-Apr	99	0	84	130	78,25	
	30-Mar	77	90	0	99	66,50	
2011	05-Mar	77	90	53	0	53,00	50,5
	21-Apr	16	75	139	22	63,00	
	30-Jan	10	80	28	80	49,50	
2012	03-Jan	0	0	143	98	60,25	45
	31-Jan	56	65	25	42	47,00	
	06-Jan	21	0	9	30	15,00	
2013	07-Mar	0	87	57	0	36,00	54,5
	06-Sep	85	0	0	104	47,25	
	03-Sep	0	75	91	0	41,50	
2014	03-Sep	88	0	90	24	50,50	49,5
	16-Dec	15	15	79	51	40,00	
	06-Mar	16	25	19	20	20,00	
2015	25-Dec	105	0	75	0	43,00	88,5
	28-Feb	43	26	0	31	25,00	
	15-Jan	46	25	17	16	26,00	

a. Parameter Statistik

Parameter yang digunakan dalam perhitungan analisis frekuensi meliputi parameter nilai rata-rata , standar deviasi (s), koefisien variasi , koefisien kemiringan, dan koefisien kurtosis (Triatmodjo, 2008).

Log Pearson III		Gumbel	
Uji Chi Kuadrat	Uji Smirnov Kolmogorof	Uji Chi Kuadrat	Uji Smirnov Kolmogorof
2,00	0,1507	2,00	0,1807
Tidak Memenuhi	Memenuhi	Tidak Memenuhi	Memenuhi

Dari hasil perhitungan tabel diatas bahwa jenis distribusi yang memenuhi kriteria adalah distribusi log perason III maka untuk analisis selanjutnya dihitng menggunakan metode log pearson III.

Hasil perhitungan distribusi frekuensi metode Log Persson III dilampirkan pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Log Persson 3

No.	Tahun	R (mm)	Xi (mm)	Log Xi	(Log Xi-LogX) ²	(Log Xi-LogX) ³
1	2001	39,50	39,50	1,60	0,035	-0,006
2	2002	79,15	45,00	1,65	0,017	-0,002
3	2003	51,00	47,25	1,68	0,011	-0,001
4	2004	64,25	49,50	1,70	0,007	-0,001
5	2005	86,90	50,50	1,70	0,006	0,000
6	2006	81,50	51,00	1,71	0,006	0,000
7	2007	61,00	54,50	1,74	0,002	0,000
8	2008	78,25	60,25	1,78	0,000	0,000
9	2009	60,25	61,00	1,79	0,000	0,000
10	2010	47,25	64,25	1,81	0,001	0,000
11	2011	50,50	78,50	1,89	0,012	0,001
12	2012	45,00	79,15	1,90	0,014	0,002
13	2013	54,50	81,50	1,91	0,017	0,002
14	2014	49,50	86,90	1,94	0,025	0,004
15	2015	88,50	88,50	1,95	0,027	0,004
Jumlah			937,18	26,73	0,179	0,002
Rerata			62,48	1,78		

b. Analisis Hujan Rencana

Berdasarkan hasil uji kecocokan meliputi uji chi-square dan uji Smirnov-Kolmogorov, berikut ditampilkan analisis hujan rencana menggunakan jenis distribusi log Pearson III.

Tabel 3. Analisis Curah Hujan Rencana

No.	Kala Ulang (tahun)	Probabilitas (%)	Faktor Frekwensi (G)	Log R ranc	Curah Hujan Rancangan (mm)
1	2	50	-0,019	1,780	60,24
2	5	20	0,835	1,873	74,67
3	10	10	1,293	1,923	83,79
4	25	4	1,790	1,977	94,93
5	50	2	2,114	2,013	103,00
6	100	1	2,410	2,045	110,95

3. Analisis Distribusi Hujan jam-Jaman

Perhitungan distribusi curah hujan jam-jaman pada penelitian ini menggunakan metode Dr. Mononobe yang merupakan sebuah variasi dari persamaan-persamaan curah hujan jangka pendek, persamaanya sebagai berikut (Soemarto,1999) :

$$\bar{R}_T = \frac{R_{24}}{T} \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3}$$

$$R_t = t \cdot R_T - (t - 1)R_{(t-1)}$$

Lama hujan di Indonesia diperkirakan dalam periode 5 jam. Dalam penelitian ini ditetapkan lama hujan yang terjadi adalah 6 jam. Hasil perhitungan persentase sebaran hujan dengan menggunakan metode Mononobe pada durasi hujan selama 5 jam dilampirkan pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Distribusi hujan Jam-Jaman dan Rasio Sebaran Hujan pada Jam ke – t

JAM	RATIO (%)	Rn 2 thn (mm)	Rn 5 thn (mm)	Rn 10 thn (mm)	Rn 25 thn (mm)	Rn 50 thn (mm)	Rn 100 thn (mm)
1	58,00	17,47	21,66	24,30	27,53	29,87	32,18
2	16,00	6,75	5,97	6,70	7,59	8,24	8,88
3	10,00	4,22	3,73	4,19	4,75	5,15	5,55
4	8,20	3,46	3,06	3,44	3,89	4,22	4,55
5	7,80	3,29	2,91	3,27	3,70	4,02	4,33

Analisis Debit Banjir Rancangan

Pada penelitian ini penentuan debit rancangan (design flood) dilakukan dengan menggunakan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu. Debit banjir rancangan yang dihitung merupakan debit rancangan kala ulang 2,5,10,20,50, dan 100 tahun. Bentuk HSS Nakayasu diberikan oleh persamaan berikut ini :

$$Q_p = \frac{1}{3.6} \left(\frac{ARe}{0.3T_p + T_{0.3}} \right)$$

$$T_p = T_g + 0.8T_r$$

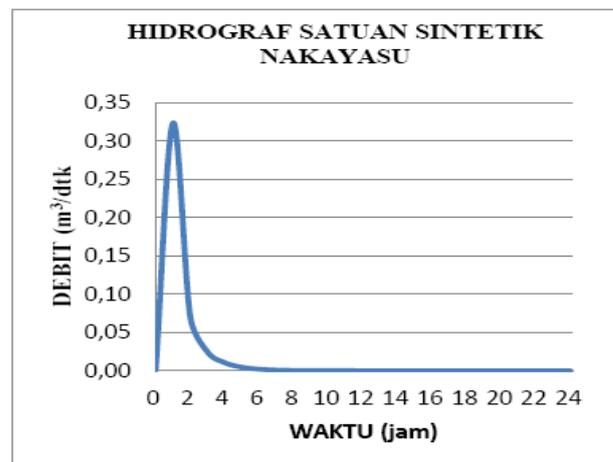
$$T_g = 0.4 + 0.058L \text{ untuk } L > 15 \text{ km}$$

$$T_g = 0.21L^{0.7} \text{ untuk } L < 15 \text{ km}$$

$$T_{0.3} = \alpha T_g$$

Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu membutuhkan faktor fisik DAS meliputi :

- Luas DAS = 2,43 km²
- Panjang sungai utama (L) = 2,1 km
- Hujan Satuan (Ro) = 1 mm
- Parameter α = 2



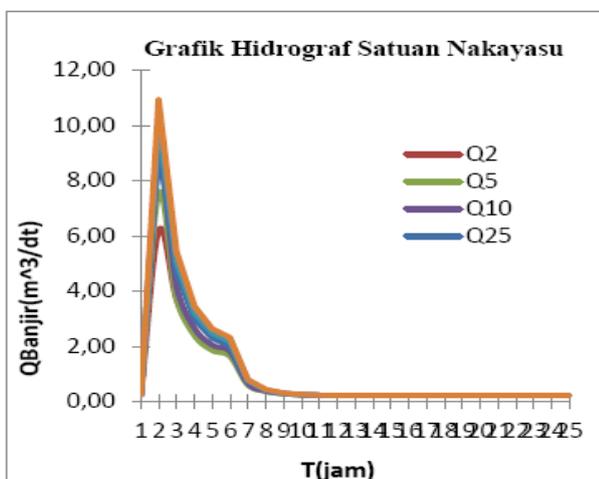
Gambar 2. HSS Nakayasu DAS Jurangdandan

Karena dari perhitungan sebelumnya curah hujan terpusat adalah 5 jam didapatkan distribusi curah hujan efektif jam – jaman yang dapat dilihat pada Tabel 4, maka hidrograf banjir untuk berbagai kala ulang dapat dihitung berdasarkan hidrograf satuan diatas dengan

menggunakan persamaan rumus 2.30 dan prinsip superposisi. Hasil perhitungan debit banjir rancangan Hidrograf Satuan Sintetis Metode Nakayasu selanjutnya dapat dilihat pada lampiran I. Rekapitulasi debit banjir rancangan HSS Nakayasu dengan kala ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.16 dan nilai debit dapat digambarkan kedalam grafik yang terdapat pada Gambar 2 sedangkan debit banjir yang digunakan dalam perencanaan selanjutnya adalah debit banjir maksimum dengan kala ulang 100 tahun.

Tabel 5. Ordinat Hidrograf Banjir Rancangan Metode Nakayasu Maximum

No	T (jam)	Debit Dengan Kala Ulang						
		UH	Q2	Q5	Q10	Q25	Q50	Q100
		(m ² /dt/mm)	(m ³ /dt)					
1	0	0,00	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
2	1	0,32	6,19	7,54	8,40	9,44	10,2	10,9
3	2	0,07	3,70	3,75	4,17	4,69	5,06	5,43
4	3	0,02	2,51	2,40	2,67	2,99	3,22	3,45
5	4	0,01	1,99	1,86	2,05	2,30	2,47	2,64
6	5	0,00	1,78	1,63	1,80	2,01	2,17	2,32
7	6	0,00	0,65	0,61	0,66	0,72	0,76	0,80
8	7	0,00	0,38	0,37	0,39	0,41	0,43	0,44
9	8	0,00	0,29	0,29	0,29	0,30	0,31	0,32
10	9	0,00	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,26
11	10	0,00	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24
12	11	0,00	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
13	12	0,00	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,23
14	13	0,00	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
15	14	0,00	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
16	15	0,00	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
17	16	0,00	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
18	17	0,00	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
19	18	0,00	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
20	19	0,00	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
21	20	0,00	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
22	21	0,00	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
23	22	0,00	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
24	23	0,00	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
25	24	0,00	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Q Maksimum (m ³ /dt)			6,19	7,54	8,40	9,44	10,2	10,9



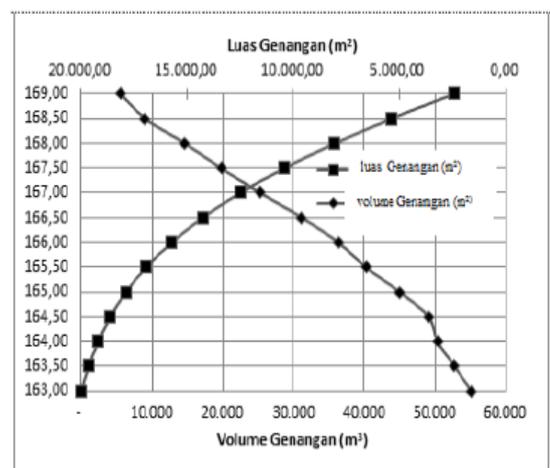
Gambar 5. Debit Puncak DAS Jurangdandan

Grafik Hubungan Luas Genangan dan Volume Tampungan

Grafik hubungan luas genangan atau disebut juga lengkung kapasitas digunakan untuk mencari elevasi dan luas genangan dari sebuah volume tampungan waduk. Pada penelitian ini lengkung kapasitas waduk merupakan data sekunder dan ditampilkan pada Gambar 4.5 berdasarkan data hubungan luas, kedalaman dan luas genangan yang ditampilkan pada tabel 6 berikut.

Tabel 6. Data Hubungan Luas dan Volume

Elevasi (m)	Luas Genangan (m ²)	Volume Genangan (m ³)	Kom. Volume Genangan (m ³)
163.00	1,617.638	-	-
163.50	2,409.237	1,007	1,007
164.00	3,207.617	1,404	2,411
164.50	3,634.751	1,711	4,122
165.00	4,992.453	2,157	6,278
165.50	6,587.980	2,895	9,173
166.00	7,887.742	3,619	12,792
166.50	9,607.415	4,374	17,166
167.00	11,564.415	5,293	22,459
167.50	13,416.088	6,245	28,704
168.00	15,116.420	7,133	35,837
168.50	16,989.679	8,027	43,864
169.00	18,132.344	8,781	52,644



Gambar 6. Lengkung Kapasitas

Analisa dan Desain Spillway

a. Perhitungan koefisien debit

Pelimpah direncanakan mampu mengalirkan debit banjir rencana dengan kala ulang 100 tahun (Q100) yaitu sebesar 10,94 m³/det, sehingga debit koefisein (C) dari pelimpah dapat dihitung. Harga C mula-mula diasumsikan 2.0 dimana C (koefisein

limpahan berkisar antara 2,0 – 2,2). Sehingga berdasarkan persamaan 2.55.

$$H_d = \left(\frac{Q}{C_d \times L} \right)^{2/3} = \left(\frac{8,40}{2,2 \times 2,0} \right)^{2/3} = 1,174 \text{ m}$$

Pada saat $h = H_d$ dan $C = C_d$, maka :

$$C = \left[1,60 \times \left(\frac{1 + 2a(h/H_d)}{1 + a(h/hd)} \right) \right]$$

$$a = \frac{0,6 - \{0,0416 \times (hd/w)^{0,99}\}}{1 + \{0,0416 \times (hd/w)^{0,99}\}} =$$

$$\frac{0,6 - \{0,0416 \times (1,174/3,0)^{0,99}\}}{1 + \{0,0416 \times (1,174/3,0)^{0,99}\}} = 0,5691$$

Harga C pada saat $h = h_d$ adalah

$$C = \left[1,60 \times \left(\frac{1 + 2 \cdot 0,5691(1,174/1,174)}{1 + 0,5691(1,174/1,174)} \right) \right]$$

= 2,180 = 2,200 (dibulatkan)

Karena "C" asumsi sudah sama dengan C hitung maka perhitungan dapat dilanjutkan.

b. Perhitungan debit yang melewati pelimpah

Debit yang melalui pelimpah (Tipe Lengkung Mercu Ogee) :

$$Q = C \times L_{eff} \times h^{3/2} = 1,690 \times 1,95 \times 0,20^{3/2} = 0,30 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 7. Hubungan Elevasi Muka Air dan Kapasitas Spillway Tipe Lengkung Mercu Ogee

Elev MA (m)	H (m)	C	Leff (m)	Q (m ³ /det)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
165,50	0,00	1,600	2,00	0,00
165,70	0,20	1,690	1,95	0,30
165,90	0,40	1,770	1,90	0,85
166,10	0,60	1,843	1,86	1,59
166,30	0,80	1,908	1,81	2,47
166,50	1,00	1,967	1,76	3,46
166,70	1,20	2,021	1,71	4,55
166,90	1,40	2,071	1,66	5,71
167,10	1,60	2,116	1,62	6,92
167,30	1,80	2,159	1,57	8,17
167,50	2,00	2,197	1,52	9,45
167,70	2,20	2,233	1,47	10,73
167,90	2,40	2,267	1,42	12,00
168,10	2,60	2,298	1,38	13,26
168,30	2,80	2,328	1,33	14,48
168,50	3,00	2,355	1,28	15,66
168,70	3,20	2,381	1,23	16,79
168,90	3,40	2,405	1,18	17,85

Debit yang melalui pelimpah (Tipe Lengkung Mercu Bulat) :

$$Q = \frac{2}{3} \times C \times L_{eff} \times \sqrt{2/3 \times g \times h^{3/2}}$$

Tabel 8. Hubungan Elevasi Muka Air dan Kapasitas Spillway Tipe Lengkung Mercu Bulat

Elev MA (m)	H (m)	C	Leff (m)	Q (m ³ /det)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
165,50	0,00	0,000	2,00	0,00
165,70	0,20	1,910	1,95	0,03
165,90	0,40	1,700	1,90	0,23
166,10	0,60	1,770	1,86	0,77
166,30	0,80	1,730	1,81	1,75
166,50	1,00	1,640	1,76	3,15
166,70	1,20	1,573	1,71	5,07
166,90	1,40	1,510	1,66	7,52
167,10	1,60	1,380	1,62	9,96
167,30	1,80	1,190	1,57	11,86
167,50	2,00	1,000	1,52	13,25
167,70	2,20	0,910	1,47	15,55
167,90	2,40	0,810	1,42	17,38
168,10	2,60	0,740	1,38	19,51
168,30	2,80	0,680	1,33	21,61
168,50	3,00	0,620	1,28	23,36
168,70	3,20	0,590	1,23	25,96
168,90	3,40	0,550	1,18	27,90
169,10	3,60	0,520	1,14	30,04

Penelusuran Banjir (Flood Routing)

Pada penelitian ini untuk mendapatkan muka air banjir pada tubuh embung perlu dilakukan penelusuran banjir untuk Jom menentukan debit outflow untuk mendesain spillway dan tampungan banjir dalam waduk. Perhitungan penelusuran waduk pada penelitian ini menggunakan hidrograf inflow dengan kala ulang 100 tahun dan pelimpah (spillway) yang dianalisa adalah pelimpah tipe lengkung.

Analisa penelusuran banjir yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan beberapa simulasi lebar pelimpah sebagai alternatif yang bertujuan untuk memperoleh penilaian dan kajian terhadap beerbagai alternatif tersebut yang dapat digunakan sebagai dasar perencanaan. Pemilihan beberapa alternatif ini berdasarkan kesesuaian lebar pelimpah terhadap kondisi lokasi perencanaan.

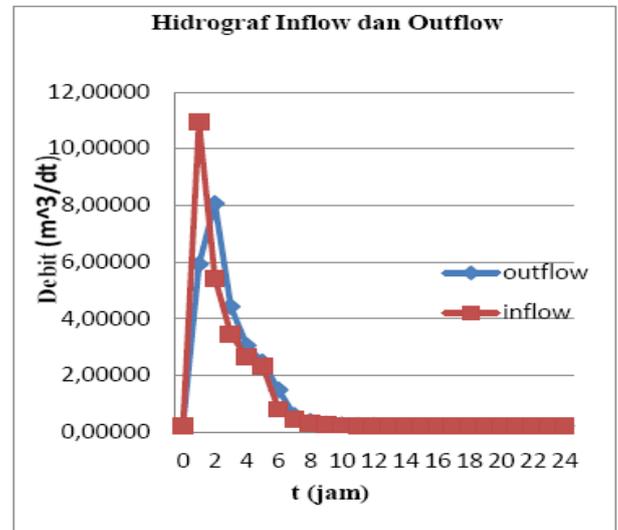
Tabel 9. Penelusuran banjir diatas pelimpah untuk debit rencana Q100 (Tipe Lengkung Mercu Ogee)

t (jam)	Inflow (m ³ /dt)	(I ₁ +I ₂)/2 (m ³ /dt)	ψ (m ³ /dt)	φ = ψ+(I ₁ +I ₂)/2 (m ³ /dt)	H (m)	Q (m ³ /dt)	Elev M.A (m)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
0	0,222					0,222	165,65
1	10,941	5,58	0,888	6,469	1,434	5,913	166,93
2	5,430	8,19	0,524	8,710	1,782	8,063	167,28
3	3,450	4,44	0,497	4,938	1,190	4,423	166,69
4	2,645	3,05	0,506	3,554	0,917	3,052	166,42
5	2,316	2,48	0,500	2,981	0,801	2,472	166,30
6	0,798	1,56	0,374	1,931	0,570	1,481	166,13
7	0,443	0,62	0,295	0,916	0,305	0,589	165,81
8	0,316	0,38	0,267	0,647	0,226	0,368	165,73
9	0,262	0,29	0,233	0,523	0,187	0,277	165,69
10	0,239	0,25	0,213	0,464	0,166	0,245	165,67
11	0,229	0,23	0,204	0,438	0,157	0,232	165,66
12	0,225	0,23	0,200	0,428	0,153	0,226	165,65
13	0,223	0,22	0,199	0,423	0,152	0,224	165,65
14	0,223	0,22	0,198	0,421	0,151	0,223	165,65
15	0,222	0,22	0,198	0,420	0,151	0,222	165,65
16	0,222	0,22	0,198	0,420	0,151	0,222	165,65
17	0,222	0,22	0,198	0,420	0,151	0,222	165,65
18	0,222	0,22	0,198	0,420	0,151	0,222	165,65
19	0,222	0,22	0,198	0,420	0,151	0,222	165,65
20	0,222	0,22	0,198	0,420	0,151	0,222	165,65
21	0,222	0,22	0,198	0,420	0,151	0,222	165,65
22	0,222	0,22	0,198	0,420	0,151	0,222	165,65
23	0,222	0,22	0,198	0,420	0,151	0,222	165,65
24	0,222	0,22	0,198	0,420	0,151	0,222	165,65

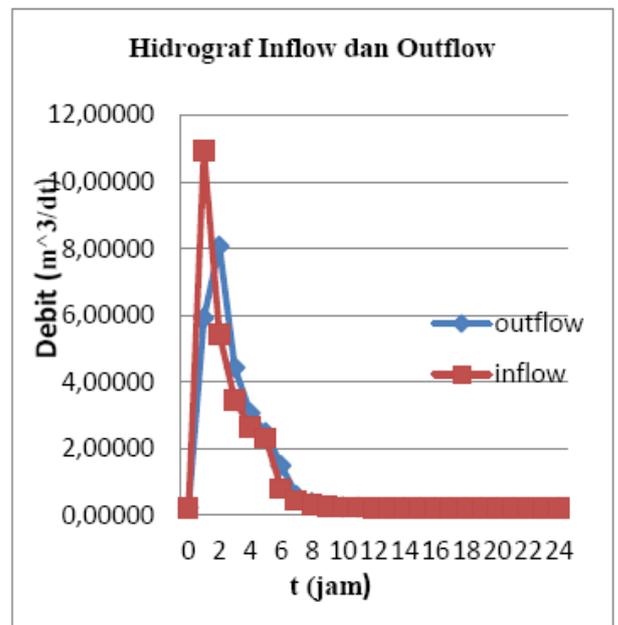
Tabel 10. Penelusuran banjir diatas pelimpah untuk debit rencana Q100 (Tipe Lengkung Mercu Bulat)

t (jam)	Inflow (m ³ /dt)	(I ₁ +I ₂)/2 (m ³ /dt)	ψ (m ³ /dt)	φ = ψ+(I ₁ +I ₂)/2 (m ³ /dt)	H (m)	Q (m ³ /dt)	Elev M.A (m)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
0	0,222					0,222	165,90
1	10,941	5,58	1,474	7,055	1,492	4,032	166,59
2	5,430	8,19	2,724	10,910	1,928	9,111	167,03
3	3,450	4,44	3,136	7,576	1,559	4,680	166,66
4	2,645	3,05	3,272	6,320	1,396	3,120	166,50
5	2,316	2,48	3,322	5,803	1,309	2,510	166,41
6	0,798	1,56	3,410	4,967	1,161	1,557	166,26
7	0,443	0,62	3,307	3,928	0,929	0,579	166,03
8	0,316	0,38	3,268	3,647	0,851	0,365	165,95
9	0,262	0,29	3,251	3,540	0,821	0,283	165,92
10	0,239	0,25	3,244	3,494	0,808	0,248	165,99
11	0,229	0,23	3,245	3,479	0,804	0,236	165,91
12	0,225	0,23	3,238	3,466	0,800	0,226	165,90
13	0,223	0,22	3,236	3,460	0,798	0,224	165,90
14	0,223	0,22	3,234	3,457	0,797	0,223	165,90
15	0,222	0,22	3,234	3,456	0,796	0,222	165,90
16	0,222	0,22	3,234	3,456	0,796	0,222	165,90
17	0,222	0,22	3,234	3,456	0,796	0,222	165,90
18	0,222	0,22	3,234	3,456	0,796	0,222	165,90
19	0,222	0,22	3,233	3,456	0,796	0,222	165,90
20	0,222	0,22	3,233	3,455	0,796	0,222	165,90
21	0,222	0,22	3,233	3,455	0,796	0,222	165,90
22	0,222	0,22	3,233	3,455	0,796	0,222	165,90
23	0,222	0,22	3,233	3,455	0,796	0,222	165,90
24	0,222	0,22	3,233	3,455	0,796	0,222	165,90

Dengan demikian hidrograf Inflow dan Outflow Tipe Lengkung Mercu Ogee disajikan pada Gambar 7 dan 8.



Gambar 7 Grafik Hidrograf Inflow dan Outflow Tipe Lengkung Mercu Ogee



Gambar 8 Grafik Hidrograf Inflow dan Outflow Tipe Lengkung Mercu Bulat

KESIMPULAN DAN SARAN

Perbandingan analisa hidrolis antara Tipe Lengkung Mercu Ogee Dan Tipe Lengkung Mercu Bulat bangunan pelimpah (spillway) pada Embung Ngluyu di Kabupaten Nganjuk diperoleh sebagai berikut :

1. Dimensi yang direncanakan yaitu : lebar pelimpah 2 m dan tinggi pelimpah 2,5 m, dengan debit banjir rencana Q100 sebesar 10,94 m³/det.
2. Kapasitas debit spillway pada Tipe Lengkung Mercu Ogee sebesar : 17,85 m³/det dengan elevasi muka air + 168,90 m, sedangkan

kapasitas spillway pada Tipe Lengkung Mercu Bulat sebesar : 30,04 m³/det dengan elevasi muka air sebesar + 168,90 m.

3. Besarnya debit keluaran (Outflow) dari hasil penelusuran banjir lewat waduk Tipe Lengkung Mercu Ogee adalah 8,063 m³/det dengan elevasi muka air banjir + 167,28 m, dan untuk Tipe Lengkung Mercu Bulat adalah 9,111 m³/det dengan elevasi muka air banjir + 167,03 m.
4. Tipe mercu yang digunakan untuk perencanaan bangunan pelimpah (spillway) Embung Ngluyu di Kabupaten Nganjuk dipilih debit Outflow yang paling besar dan elevasi yang terendah yaitu Tipe Lengkung Mercu Bulat.

Beberapa saran yang dapat di berikan adalah sebagai berikut:

1. Dalam pemilihan tipe lengkung mercu untuk bangunan pelimpah pada embung, yang harus dipertimbangkan adalah volume bangunan dari ke dua tipe tersebut, dipilih tipe dengan volume yg kecil.
2. Untuk perencanaan bangunan embung dapat digunakan salah satu Tipe Lengkung Mercu Ogee atau Tipe Lengkung Mercu Bulat, karena hasilnya signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arvie, Narayana, Bachtiar K.W, Kadir dan Kurniani. 2014. Perencanaan Embung Taman Rejo Kecamatan Sukorejo Kabupaten Kendal. Diponegoro. Undergraduate thesis.
<http://documentslide.com/documents/perencanaan-embung.html>, diakses April 2017.
- Dapertemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Pengairan. 1986. Kriteria Perencanaan bagian bangunan utama KP-02. Jakarta: Direktorat Jendral Pengairan – DPU
- Jagatpratista E, dan Imron M. 2008. Perencanaan Embung Panohan kecamatan Ganem Kabupaten Rembang. Rembang. Jurnal Teknik Sipil. http://eprints.undip.ac.id/34023/11/1894_CHAPTER_VIII.pdf, diakses April 2017
- Simanjutak S, 2009. Analisa Mercu Bendung Daerah Irigasi Namurambe. Medan: Laporan Penelitian, http://akademik.uhn.ac.id/portal/public_html/TEKNIK/SIPIL/Salomo_Simanjuntak/Analisa_Mercu_Bendung_Daerah_Irigasi_Namurambe.pdf, diakses April 2017
- Soemarto, CD. 1999. Hidrologi Teknik. Jakarta: Erlangga.
- Soewarno. 1995. Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data. Bandung : Nova.
- Sosrodarsono. Suyono & Kensaku Takeda. 1989. Bendungan Type Urugan. Jakarta: Pradnya Paramita.