

KAJIAN LEBAR BANGUNAN PELIMPAH TIPE LENGKUNG TERHADAP ELEVASI MUKA BANJIR (STUDI KASUS WADUK TENAYAN)

Dany Elisa Victory¹⁾, Siswanto²⁾, Trimaion²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email : danyelisavictory@gmail.com

ABSTRACT

Tenayan reservoir is a facility that included in the planning of infrastructure development Pekanbaru city government offices were built to meet the needs of the office of the raw water. Tenayan Reservoir drainage system is part of DAS system of Siak where natural systems there is a watershed Tenayan. In a study on the construction of the reservoir, spillway is an important study that is based on considerations of topography, hydrology and hydraulics. In this study the hydrological analysis to get the flood discharge design using Nakayau HSS. Further studies conducted by calculating the width of spillway flood search through the spillway (spillway) for various types of straight spillway with a width of 25 m and type of arch spillway with a variation of the radius of 12,5 m, 15 m, 20 m and 25 m in order to obtain flood level elevation for various the variations in the hydrological analysis result obtained Tenayan flood discharge design period of 20 years of rainfall data (1994-2013) for 100 year return period amounted to 182.063 m³ / second using Nakayasu HSS. By using the design flood discharge of the obtained spillway flood level elevation (crest elevation +20 m) for various types of overflow proportional to the width of 25m is +21.787 m and for overflow arch with a variation of the radius of 12,5m, 15m, 20m and 25 m respectively +21.399 m, +21.650 m, + 21,725m and + 21,750 m.

Keyword : Reservoir, flood elevation level, spillway , HSS Nakayasu

A. PENDAHULUAN

Pekanbaru merupakan ibukota provinsi Riau yang memiliki dua kantor pusat pemerintahan yaitu pemerintah kota Pekanbaru dan provinsi. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2013 jumlah penduduk di Pekanbaru mencapai 1.013.064 orang. Pertumbuhan penduduk yang pesat di pusat kota Pekanbaru berdampak terhadap tingkat lalu lintas yang tinggi dan tata guna lahan yang sempit sehingga pusat kota Pekanbaru sulit dikembangkan. Sementara itu kegiatan pembangunan di Pekanbaru terus meningkat sehingga menyebabkan meningkatnya kegiatan penduduk di segala bidang yang pada akhirnya meningkatkan

pula tuntutan dan kebutuhan masyarakat terhadap penyediaan fasilitas dan utilitas perkotaan serta kebutuhan lainnya.

Untuk memenuhi tuntutan akan kebutuhan fasilitas dan utilitas perkotaan seperti kantor pemerintahan maka pemerintah kota Pekanbaru merencanakan pembangunan infrastruktur tersebut di Tenayan Raya. Dalam pembangunan tersebut juga direncanakan waduk yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan air baku infrastruktur perkotaan di Tenayan Raya. Sumber air baku yang digunakan yaitu sungai tenayan yang merupakan salah satu anak Sungai Siak

Waduk merupakan fasilitas tampungan yang dibuat untuk menampung air selama debit tinggi dan mengalirkan kelebihan air pada saat dibutuhkan. Dari suatu waduk atau bendungan bangunan yang mengalirkan air tersebut yaitu bangunan pelimpah (*spillway*). Perencanaan bangunan pelimpah dipengaruhi oleh beberapa aspek teknis yaitu : kondisi topografi, geologi/geoteknik, jenis material dasar sungai, morfologi sungai, analisis hidrologi, hidrolika dan analisis stabilitasnya. Untuk memperoleh kriteria desain suatu bangunan pelimpah diperlukan beberapa kajian berdasarkan aspek teknis perencanaan pelimpah. Pada penelitian ini kajian yang dilakukan yaitu kajian lebar bangunan pelimpah sehingga dapat ditentukan letak bangunan pelimpah dan dimensi pelimpah serta model pelimpah berdasarkan kondisi morfologi dan hidrologi sungai tersebut terhadap elevasi muka banjir

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan tinggi muka banjir pelimpah tipe lurus dan tipe lengkung(busur) dengan variasi jari-jari kelengkungan pelimpah.

Manfaat penelitian ini adalah meningkatkan wawasan bagi penulis maupun pembaca karya ilmiah ini dalam perencanaan bangunan pelimpah dan menganalisis bangunan pelimpah serta sebagai acuan bagi pemerintah maupun pihak swasta dalam perencanaan bangunan peimpah(*spillway*) yang memiliki kesamaan morfologi sungai maupun kondisi hidrologi lokasi penelitian

B. METODOLOGI

Data yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder.

Pengumpulan data primer dilakukan dengan metode *observasi*. Adapun data primer yang diperoleh yaitu kondisi morfologi sungai dan perkiraan debit aliran sungai.

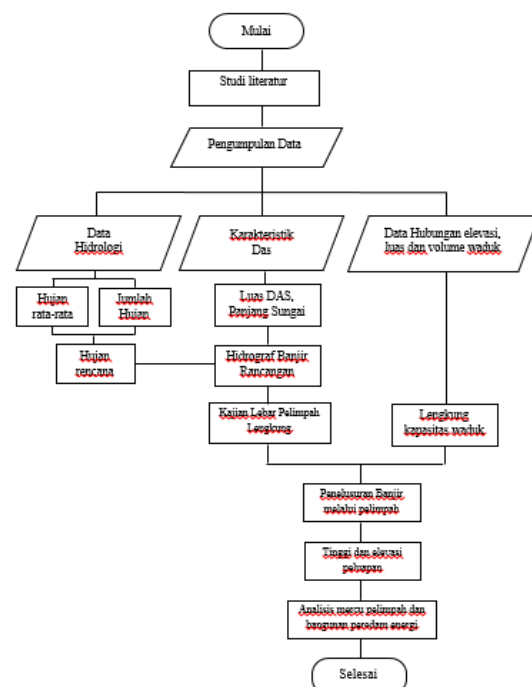
Pengumpulan data sekunder dilakukan dengan mengunjungi instansi-institusi

yang mempunyai data-data terkait objek penelitian.

Data sekunder yang telah diperoleh meliputi:

- Data hidrologi yaitu data curah hujan stasiun hujan Pekanbaru periode 1994-2013.
- Data karakteristik DAS Tenayan
- Data elevasi dan volume genangan sungai
- Peta lokasi penelitian
- Data perencanaan pembangunan kawasan perkantoran pemerintahan Kota Pekanbaru

Prosedur Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik DAS Tenayan

Lokasi studi pada penelitian ini merupakan bagian dari sistem DAS Siak yaitu DAS Tenayan. Adapun karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS) Tenayan adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Karakteristik DAS Tenayan

Parameter DAS	Simbol	Unit	Besaran
Luas	A	km ²	22,66
Panjang sungai	L	km	6,00
Orde Sungai			3,00
Σ anak sungai tingkat 1			8,00

Dengan luasan 22,66 km² dan jumlah anak sungai tingkat 1 = 8,00 maka kerapatan jaringan per-km² ± 2,83.

2. Analisis Frekuensi

Berdasarkan ketersediaan data curah hujan lokasi studi maka curah hujan dalam perhitungan analisis frekuensi pada penelitian ini adalah curah hujan maksimum selama 20 tahun. Data curah hujan maksimum lokasi studi disajikan pada tabel 4.2. berikut ini :

Tabel 2. Curah Hujan Maksimum

No	Tahun	Curah Hujan
1	1994	148,4
2	1995	114
3	1996	115,3
4	1997	100,2
5	1998	145
6	1999	139,5
7	2000	72
8	2001	92
9	2002	108,5
10	2003	119
11	2004	95
12	2005	127
13	2006	99,5
14	2007	107,5
15	2008	97
16	2009	130
17	2010	60,7
18	2011	58,1
19	2012	108,6
20	2013	57

a) Parameter Statistik

Parameter yang digunakan dalam perhitungan analisis frekuensi meliputi parameter nilai rata-rata ($\bar{x}$), standar deviasi (s), koefisien variasi (C_v), koefisien kemiringan (C_s), dan koefisien kurtosis (C_k) (Triatmodjo, 2008).

Tabel 3. Parameter Statistik

Jenis Distribusi	Kriteria	Hasil	Keterangan
Normal	$C_s \approx 0$	- 0.319	Tidak memenuhi
	$C_k \approx 3$	0.145	Tidak memenuhi
Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v = 0.78$	0.799	Tidak memenuhi
	$C_k = C_v^6 + 6C_v^4 + 15C_v^2 + 3 =$	4.11 4.157	Tidak memenuhi
Gumbel	$C_s = 1.14$	-0.319	Tidak memenuhi
	$C_k = 5.4$	0.145	Tidak memenuhi
Log Persson tipe III	Selain dari nilai diatas		Memenuhi

Dari hasil perhitungan tabel diatas bahwa jenis distribusi yang memenuhi kriteria adalah distribusi log perarson III maka untuk analisis selanjutnya dihitng

menggunakan metode log pearson III. Hasil perhitungan distribusi frekuensi metode Log Persson III dilampirkan pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Log Persson 3

No	Xi	Yi	(Yi - Yrt)	(Yi - Yrt) ²	(Yi - Yrt) ³
1	148.4	2.171	0.16745	0.02804	0.00470
2	145	2.161	0.15739	0.02477	0.00390
3	139.5	2.145	0.14059	0.01977	0.00278
4	130	2.114	0.10996	0.01209	0.00133
5	127	2.104	0.09982	0.00996	0.00099
6	119	2.076	0.07157	0.00512	0.00037
7	115.3	2.062	0.05785	0.00335	0.00019
8	114	2.057	0.05292	0.00280	0.00015
9	108.6	2.036	0.03185	0.00101	0.00003
10	108.5	2.035	0.03145	0.00099	0.00003
11	107.5	2.031	0.02743	0.00075	0.00002
12	100.2	2.001	-0.00311	0.00001	0.00000
13	99.5	1.998	-0.00616	0.00004	0.00000
14	97	1.987	-0.01721	0.00030	-0.00001
15	95	1.978	-0.02626	0.00069	-0.00002
16	92	1.964	-0.04019	0.00162	-0.00006
17	72	1.857	-0.14665	0.02151	-0.00315
18	60.7	1.783	-0.22079	0.04875	-0.01076
19	58.1	1.764	-0.23980	0.05751	-0.01379
20	57	1.756	-0.24811	0.06156	-0.01527
Jumlah	2094.3	40.079	8.65×10^{-14}	0.30062	-0.00285
Nilai rata-rata Yi,		Yrt = 2.004			
Standar Deviasi Yi,		Sy = 0.1257			
Koefisien SKewness Yi,		Csy = -0.8397			

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 5. Analisis Curah Hujan Rencana

Kala ulang	Log R	K	Log Rt	Rt
2	2.0040	0.138	2.021	105.047
5	2.0040	0.855	2.112	129.287
10	2.0040	1.158	2.150	141.156
25	2.0040	1.432	2.184	152.782
50	2.0040	1.583	2.203	159.642
100	2.0040	1.704	2.218	165.328

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) :

$$\overline{R_T} = \frac{R_{24}}{T} \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3}$$

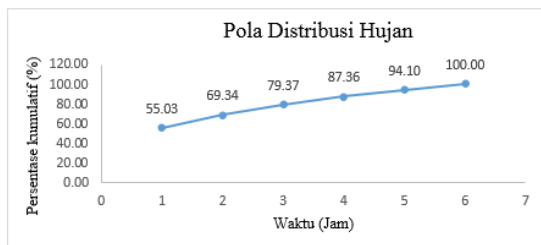
$$R_t = t \cdot R_t - (t - 1)R_{(t-1)}$$

Lama hujan di Indonesia diperkirakan dalam periode 4 sampai 7 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 6 jam dilampirkan pada tabel 6 berikut.

Tabel 6. Distribusi hujan Jam-Jaman dan Rasio Sebaran Hujan pada Jam ke - t

T (Jam)	RT(R ₂₄) (mm)	Rt (mm)	Rt (%)	Kumulatif (%)
1	0.550	0.550	55.03	55.03
2	0.347	0.143	14.30	69.34
3	0.265	0.100	10.03	79.37
4	0.218	0.080	7.99	87.36
5	0.188	0.067	6.75	94.10
6	0.167	0.059	5.90	100.00



Gambar 2. Pola Distribusi Hujan

4. Analisis Distribusi Hujan jam-Jaman

a) Koefisien Pengaliran

Pada penelitian ini perhitungan koefisien pengaliran atau koefisien limpasan menggunakan pendekatan angka koefisien pengaliran menurut Dr. Kawakami seperti yang ditunjukkan pada tabel 7 berikut.

Tabel 7. Pendekatan angka koefisien pengaliran Dr. Kawakami

No	Daerah	Kondisi Sungai	Curah Hujan (R ₂₄)	Rumus Koefisien Pengaliran
1	Hulu	Sungai biasa		$f = 1 - 15.7/R_{24}^{3/4}$
2	Tengah	Sungai biasa		$f = 1 - 5.65/R_{24}^{1/2}$
3	Tengah	Sungai di zone lava		$f = 1 - 7.20/R_{24}^{1/2}$
4	Tengah		> 200 mm	$f = 1 - 3.14/R_{24}^{1/3}$
5	Hilir		< 200 mm	$f = 1 - 6.60/R_{24}^{1/2}$

Sumber: Suyono Sosrodarsono, (1980), hal 146

Hasil perhitungan koefisien pengaliran untuk kala ulang berikutnya ditampilkan pada tabel 8 berikut.

Tabel 8. Hasil Perhitungan koefisien pengaliran

Kala ulang	2th	5th	10th	20th	50th	100th
R ₂₄	105.012	129.200	141.114	150.339	159.907	165.746
f	0.356	0.419	0.444	0.462	0.478	0.487

b) Curah Hujan Efektif (Hujan Netto)

Hujan netto adalah hujan total yang menghasilkan limpasan langsung (*direct*

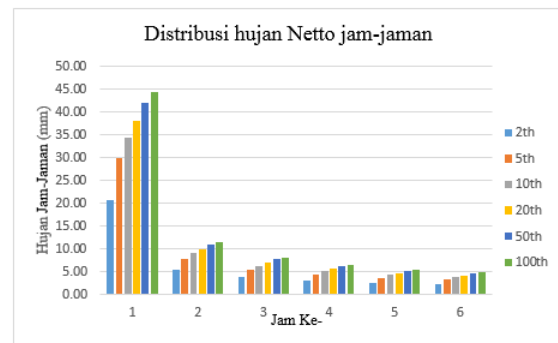
run-off).

$$R_{eff} = f \cdot R_{24}$$

Hasil perhitungan curah hujan efektif untuk kala ulang berikutnya ditampilkan pada tabel 9 berikut.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Curah Hujan Efektif

No	Jam Ke	Rasio (%)	Kumulatif Hujan jam-jaman					
			2th	5th	10th	20th	50th	100th
1	1	55.03	20.57	29.82	34.51	38.20	42.07	44.45
2	2	14.30	5.35	7.75	8.97	9.93	10.93	11.55
3	3	10.03	3.75	5.44	6.29	6.97	7.67	8.11
4	4	7.99	2.99	4.33	5.01	5.54	6.11	6.45
5	5	6.75	2.52	3.65	4.23	4.68	5.16	5.45
6	6	5.90	2.20	3.19	3.70	4.09	4.51	4.76
Probabilitas Hujan Harian (mm)			105.01	129.20	141.11	150.34	159.91	165.75
Koefisien Pengaliran (f)			0.356	0.419	0.444	0.462	0.478	0.487
Hujan efektif (mm)			37.38	54.18	62.71	69.41	76.45	80.78



Gambar 3. Distribusi Hujan Jam-jaman

5. 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 :

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

$$T_p = T_g + 0.8T_r$$

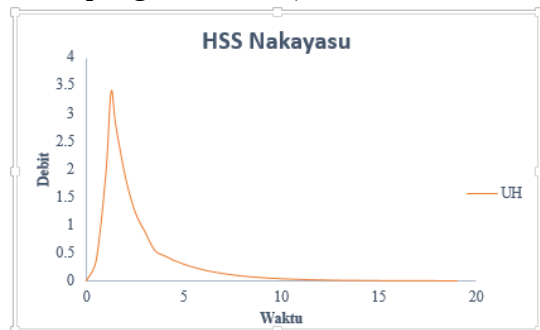
$$T_g = 0.4 + 0.058L \text{ untuk } L > 15 \text{ km}$$

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

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

Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu membutuhkan faktor fisik DAS meliputi :

Luas DAS = 22,66 km²
 Panjang sungai utama (L) = 6 km
 Hujan Satuan (R_o) = 1 mm
 Parameter α = 2 (untuk daerah pengaliran biasa)

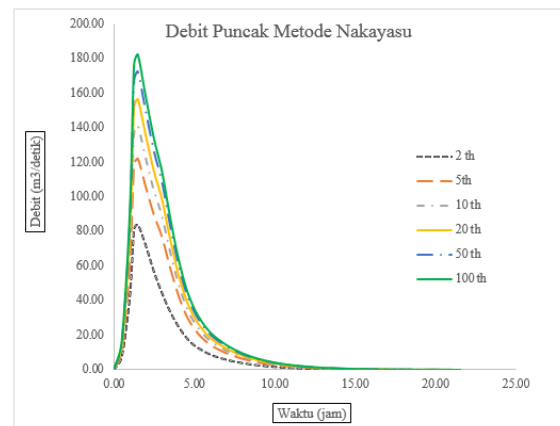


Gambar 4. HSS Nakayasu DAS Tenayan

Karena dari perhitungan sebelumnya curah hujan terpusat adalah 6 jam didapatkan distribusi curah hujan efektif jam – jaman yang dapat dilihat pada Tabel 9, 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, 20 50 dan 100 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.16 dan nilai debit dapat digambarkan kedalam grafik yang terdapat pada Gambar 5 sedangkan debit banjir yang digunakan dalam perencanaan selanjutnya adalah debit banjir maksimum dengan kala ulang 100 tahun.

Tabel 10. Rekapitulasi debit banjir rancangan HSS Nakayasu

No	Kala ulang (Tahun)	Q maksimum (m ³ /det)
1	2	84.258
2	5	122.124
3	10	141.351
4	20	156.458
5	50	172.307
6	100	182.063



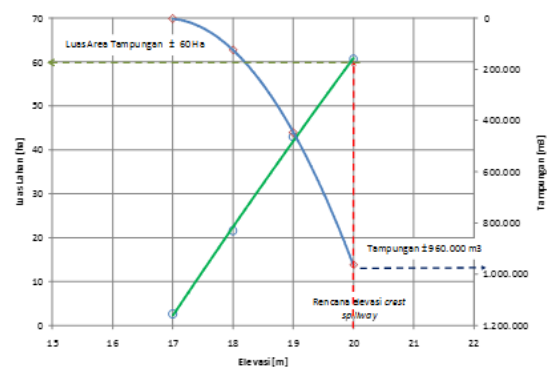
Gambar 5. Debit Puncak DAS Tenayan

6. Grafik Hubungan Luas Genangan dan Volume Tampung

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 11 berikut.

Tabel 11. Data Hubungan Luas dan Volume

Elevasi (m)	Luas (Ha)	ΔH (m)	Rerata Luas		Volume Genangan	
			(Ha)	(m ²)	(m ³)	Kumulatif (m ³)
17	2.576863	1	0.20	2000.00	2000.00	2000.00
18	21.56306	1	12.07	120699.63	120699.63	122699.63
19	42.94449	1	32.25	322537.75	322537.75	445237.38
20	60.65374	1	51.80	517991.15	517991.15	963228.53



Gambar 6. Lengkung Kapasitas

7. Analisa Hidrolika

a) Penelusuran Banjir (Flood Routing)

Pada penelitian ini untuk mendapatkan muka air banjir pada tubuh embung perlu dilakukan penelusuran banjir untuk

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. Adapun simulasi lebar pelimpah yang dianalisa yaitu 25 m dan variasi untuk pelimpah lengkung dengan jari-jari 12.5 m , 15 m, 20 m, dan 25 m

Tipe Pelimpah	Lebar (m)	Tali Busur (m)	Jari-jari (m)	Panjang Busur (m)	Kala Ulang (tahun)	Tinggi Peluapan (m)	Elevasi	
							Crest (m)	Peluapan (m)
Lurus	25	-	-	-	100	1.787	20	21.787
Lengkung	-	25	12.5	39.25	100	1.399	20	21.399
Lengkung	-	25	15	29.53	100	1.650	20	21.650
Lengkung	-	25	20	27.00	100	1.725	20	21.725
Lengkung	-	25	25	26.16	100	1.750	20	21.750

8. Analisis Mercu Pelimpah

a) Kedalaman Saluran Pelimpah

Dari analisis data sebelumnya diperoleh :

- Elevasi mercu pelimpah = 20 m
- Ketinggian air (H) = 1.725 m
- $Q_{out} = 134.558 \text{ m}^3/\text{detik}$
- Lebar ambang *spillway* (B) = 27 m

$$W \geq \frac{1}{5} \cdot H$$

$$W = 2 \text{ m}$$

b) Kedalaman Kecepatan Aliran

Kecepatan pada saluran pengarah :

Di asumsikan nilai H_d pada saluran pengarah = 3.625 m

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{134.558}{3.625 \times 27} = 1.374 \text{ m/det}$$

Jadi tinggi kecepatan aliran :

$$h_v = \frac{V^2}{2g} = \frac{1.374^2}{2 \times 9.81} = 0.0963 \text{ m}$$

$$\text{maka, } H = 3,62 + 0,096$$

$$= 3,7166 \approx H_{total}$$

c) Penampang Mercu Pelimpah

Permukaan ambang ogee dipakai metode yang dikembangkan oleh *Civil Engineering Department U.S Army* atau biasa disebut rumus lengkung *Harold*.

$$X^{1.85} = 2 \times h_d^{0.85} \times Y$$

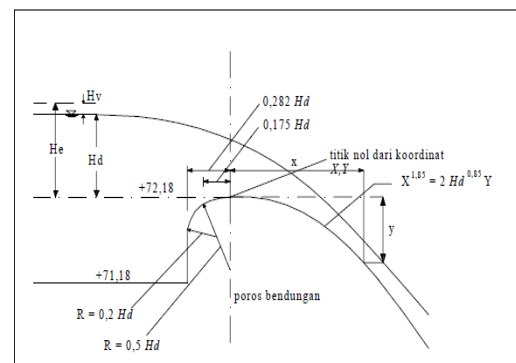
$$Y = \frac{X^{1.85}}{2 \times h_d^{0.85}}$$

Dimana :

X = jarak horizontal dari titik tertinggi mercu bendung ketitik dipermukaan mercu disebelah hilir

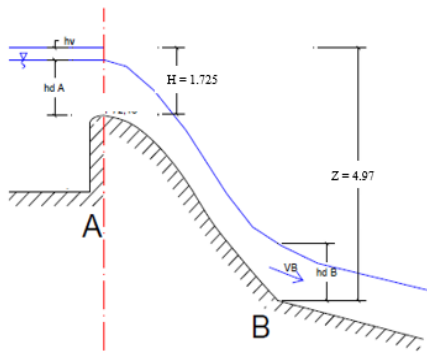
Y = jarak vertical dari titik tertinggi mercu bendung ketitik dipermukaan mercu disebelah hilir

H_d = tinggi tekanan rencana



X	Y	Elevasi Lengkung
0.2	0.038	19.962
0.4	0.139	19.861
0.6	0.294	19.706
0.8	0.500	19.500
1	0.755	19.245
1.2	1.058	18.942
1.4	1.408	18.592
1.6	1.802	18.198
1.8	2.241	17.759
2	2.723	17.277
2.2	3.248	16.752

d) Analisis Hidrolis Pelimpah



Titik A :

- Kecepatan Aliran (V_a) = 1,374 m/det
- Tinggi tekanan kecepatan aliran (h_{va}) = 0,096
- Tinggi aliran (h_{da}) = 1,625 m

Titik B :

- Kecepatan Aliran pada Kaki Pelimpah (V_b)

$$Z = 4.97 \text{ m}$$

$$V_b = \sqrt{2g(Z - 0.5H)}$$

$$V_b = 9.034 \text{ m/det}$$

- Elevasi muka air pada kaki pelimpah

$$Q = V \times A$$

$$134.558 = 9.034 \times B \times h_{db}$$

$$h_{db} = 0.59 \text{ m} = d_1$$

- Froude number pada titik B adalah :

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot h_{db}}}$$

$$Fr = 3.74$$

9. Bangunan Peredam Energi

Untuk mengurangi energi aliran dari spillway, maka di hilir *spillway* tersebut dibuat suatu bangunan yang disebut peredam energi pencegah gerusan (*scour protection stilling basin*). Berikut ini perhitungan kolam olak.

Diketahui :

$$B = 27 \text{ m}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$Q_{outflow} = 134.558 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$d_1 = 0.59 \text{ m}$$

- Debit air per meter lebar bangunan

$$\frac{Q_{outflow}}{B} = 4,983 \text{ m}^3/\text{det/m}$$

- V_b (Kecepatan awal loncatan) = 8,256 m/det

- Froude number (Fr) = 3.74

Dari data-data diatas maka bangunan peredam energi yang memenuhi adalah kolam olak datar tipe IV

D. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan pada bab sebelumnya untuk studi kasus DAS Tenayan diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut

- Dengan periode data curah hujan 20 tahun (1994-2013) diperoleh besaran debit banjir rancangan terbesar yaitu 182.063 m³/detik untuk kala ulang 100 tahun.

- Dengan menggunakan debit banjir rancangan kala ulang 100 tahun diperoleh hasil penelusuran banjir melalui spillway untuk berbagai alternative lebar spillway dengan elevasi crest +20 m dan tinggi spillway 2 m

- Untuk *spillway* lurus dengan lebar 25 m maka tinggi peluapan 1.787 m pada elevasi +21.787 m
- Untuk *spillway* lengkung dengan tali busur 25 m dan jari-jari 12.5 m maka panjang busur 39.25 m dan tinggi peluapan 1.399 m
- Untuk *spillway* lengkung dengan tali busur 25 m dan jari-jari 15 m maka panjang busur 29.53 m dan tinggi peluapan 1.650 m
- Untuk *spillway* lengkung dengan tali busur 25 m dan jari-jari 20 m maka panjang busur 27 m dan tinggi peluapan 1.725 m
- Untuk *spillway* lengkung dengan tali busur 25 m dan jari-jari 25 m maka panjang busur 26.16 m dan tinggi peluapan 1.750 m

Beberapa saran yang dapat di berikan adalah sebagai berikut:

- Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa pemilihan tipe pelimpah sangat berpengaruh terhadap penelusuran banjir melalui pelimpah. Maka dari itu hasil analisis tugas akhir ini dapat

- direkomendasikan sebagai salah satu alternative perencanaan.
- b) Untuk penelitian selanjutnya dapat dianalisis tentang stabilitas pelimpah tipe lengkung sehingga dapat direkomendasikan sebagai alternative perencanaan

DAFTAR PUSTAKA

- Azhar, Taufiq. 2013. *Studi Perencanaan Embung Kahabilangga Kecamatan Pahuga Lodu Kabupaten Sumba Timur*. Skripsi. Malang: Universitas Brawijaya
- Departemen Pekerjaan Umum. 1986. *Standar Perencanaan Irigasi KP-01*. Direktorat Jenderal Pengairan. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Garsia, Dafit. 2014. *Analisis Kapasitas Tampungan Embung Bulakan Untuk Memenuhi Kekurangan Kebutuhan Air Irigasi Di Kecamatan Payakumbuh Selatan*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil S1. Pekanbaru : Universitas Riau
- Harto, Sri Br. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama
- Irpan, Apdani. 2014. *Analisa Kapasitas Embung Untuk Suplai Air Irigasi (Studi Kasus : Desa Sendayan, Kecamatan Kampar Utara)*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil S1. Pekanbaru : Universitas Riau
- Soedibyo. 1993. *Teknik Bendungan*. Jakarta : Pradnya Paramida.
- Soemarto, CD. 1995. *Hidrologi Teknik*. Jakarta : Erlangga.
- Sudjarwadi. 1979. *Pengantar Teknik Irigasi*. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.
- Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta : Andi
- Triatmodjo, Bambang. 2009. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Wijaya, Mochamad Hasan. 2011. *Perencanaan Embung Kendo Kecamatan Rasanae Timur Kabupaten Bima NTB*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November