

TINJAUAN DEBIT BANJIR KALA ULANG TERHADAP TINGGI MUKA AIR WADUK KRISAK KABUPATEN WONOGIRI

Sobriyah¹⁾, Aditya Rully Indra Setiawan²⁾, Siti Qomariyah³⁾

^{1) 3)} Pengajar Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

²⁾ Mahasiswa Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126 – Telp. 0271-634524

Email: awesomekars@yahoo.co.id

ABSTRACT

Reservoir Krisak is located in Kecamatan Selogiri built in the 1943. In 1985 the Reservoir Krisak undergo rehabilitation with the addition of the dam height by 1,00 m lighthouse. In compliance with age reservoir, a function of reservoir there is a tendency declining. Aside from the issue of a building reservoirs own, a factor of outside like of the to land clear will affect to discharge flooding. Discharge the flood be incompatible with the conditions so while planning reservoir. The purpose of this research to analyze debits and high the water reservoir by period of (Q plan) 2, 5, 10, 25, 50, 100 and 1000 years so as known at the 1000 years return period discharge will occur if the overflow weir body. The method used in this research is descriptive quantitative. This method of data collection, data analysis and interpretation the analysis to get information to decision making and conclusion. Flood discharge were analyze using HSS Nakayasu and reservoir water level was analyze by the method of Flood Routing. Based on the analysis shows that discharge period of 2, 5, 10, 25, 50, 100, and 1000 years frequency data of rain successive is as follows: 26,658 m³/dt; 32,691 m³/dt; 37,002 m³/dt; 42,815 m³/dt; 47,410 m³/dt; 52,237 m³/dt; 70,382 m³/dt. Water level reservoir in discharge period of Q plan the results of the investigation successive flood of: +113,739 m.dpl; +113,787 m.dpl; +113,818 m.dpl; +113,860 m.dpl; +113,895 m.dpl; +113,929 m.dpl; +114,057 m.dpl. Water level in the reservoir discharge 1000 year return period was lower than elevation the body weir +115,50 m.dpl. Therefore it does not happen overflow on the weir body.

Keywords: *reservoir, flood discharge, flood water level*

ABSTRAK

Waduk Krisak yang terletak di Kecamatan Selogiri dibangun pada tahun 1943. Pada tahun 1985 Waduk Krisak mengalami rehabilitasi dengan penambahan tinggi mercu bendungan sebesar 1,00 m. Sejalan dengan usia waduk, fungsi dari waduk ada kecenderungan semakin menurun. Selain faktor dari bangunan waduk itu sendiri, faktor dari luar seperti perubahan tata guna lahan jelas akan mempengaruhi terhadap debit banjir yang terjadi. Debit banjir tersebut menjadi tidak sesuai dengan kondisi saat perencanaan waduk. Tujuan penelitian ini untuk menganalisa debit dan tinggi muka air waduk dengan kala ulang (Q rencana) 2, 5, 10, 25, 50, 100 dan 1000 tahun sehingga diketahui pada debit kala ulang 1000 tahun apakah akan terjadi luapan pada tubuh bendungan. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Metode ini berupa pengumpulan data, analisis data dan interpretasi hasil analisis untuk mendapatkan informasi guna pengambilan keputusan dan kesimpulan. Debit banjir dianalisis menggunakan metode HSS Nakayasu dan tinggi muka air waduk dianalisis dengan metode *Flood Routing*. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa debit kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100, dan 1000 tahun frekuensi data hujan berturut-turut adalah sebesar sebagai berikut: 26,658 m³/dt; 32,691 m³/dt; 37,002 m³/dt; 42,815 m³/dt; 47,410 m³/dt; 52,237 m³/dt; 70,382 m³/dt. Tinggi muka air waduk pada debit kala ulang Q rencana hasil penelusuran banjir berturut-turut sebesar: +113,739 m.dpl; +113,787 m.dpl; +113,818 m.dpl; +113,860 m.dpl; +113,895 m.dpl; +113,929 m.dpl; +114,057 m.dpl. Elevasi muka air waduk pada debit kala ulang 1000 tahun tersebut lebih rendah dibandingkan elevasi tubuh bendungan +115,50 m.dpl. Oleh karena itu tidak terjadi luapan pada tubuh bendungan.

Kata kunci: waduk, debit banjir, tinggi muka air banjir

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air merupakan salah satu pilar penyangga bagi kehidupan makhluk hidup yang dapat dimanfaatkan demi memenuhi kebutuhan semua makhluk hidup. Indonesia merupakan salah satu negara dengan curah hujan

yang tinggi di dunia, dengan kata lain jumlah air sangat berlimpah, namun jumlah air sangat tidak seimbang menurut tempat dan musim. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah waduk agar dapat mengatur distribusi air. Di Kabupaten Wonogiri selain Waduk Gajah Mungkur juga terdapat beberapa waduk yang tersebar di berbagai tempat, salah satu diantaranya adalah Waduk Krisak. Waduk Krisak terletak ± 10 Km dari Kota Wonogiri, tepatnya di Desa Pare, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri. Waduk Krisak dibangun pada tahun 1943 hingga kini masih berfungsi dengan baik. Pada tahun 1985 Waduk Krisak mengalami rehabilitasi dengan penambahan tinggi mercu bendungan sebesar 1,00 meter. Sejalan dengan usia waduk, fungsi dari waduk ada kecenderungan semakin menurun. Selain faktor dari bangunan waduk itu sendiri, faktor dari luar seperti perubahan tata guna lahan jelas akan mempengaruhi terhadap debit banjir yang terjadi. Debit banjir tersebut menjadi tidak sesuai dengan kondisi saat perencanaan waduk. Saat curah hujan naik, besarnya debit banjir juga akan mengalami kenaikan. Besarnya debit banjir sangat berpengaruh pada ketinggian muka air pada tampungan waduk.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui debit banjir kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100, 1000 tahun dan tunggi muka air waduk, serta mengetahui apakah pada debit kala ulang 1000 tahun terjadi luapan pada tubuh bendungan.

DASAR TEORI

Hujan

Setiap data hidrologi harus diuji kesesuaiannya dengan menggunakan parameter statistik data yang bersangkutan (Sri Harto, 1993). Distribusi probabilitas debit banjir yang sesuai dapat ditentukan dengan menghitung parameter statistik seperti nilai rerata, standar deviasi, koefisien variasi dan koefisien skewness dari data yang ada.

Standar deviasi, $S_d =$ _____	1
Koefisien skewness, $C_s =$ _____	2
Koefisien variasi, $C_v =$ - _____	3
Koefisien kurtois, $C_k =$ _____	4

dengan:

- n = jumlah data,
- \bar{x} = nilai rata-rata,
- S_d = standar deviasi,
- x_i = data ke-i.

Penentuan jenis distribusi yang sesuai dengan seri data dilakukan dengan mencocokkan parameter statistik tersebut dengan syarat masing-masing distribusi seperti dalam Tabel 1.

Tabel 1. Pemilihan Jenis Distribusi

No	Jenis Distribusi	Syarat
1	Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$
2	Log Normal	$C_s (\ln x) \approx 0$ $C_k (\ln x) \approx 3$
3	Gumbel	$C_s = 1,139$ $C_k = 5,4002$
4	Log-Pearson III	Selain dari nilai di atas

Sumber: Sri Harto, 1993

Debit Banjir Rencana

Banjir rencana merupakan besarnya debit banjir yang ditetapkan sebagai dasar penentuan kapasitas dan mendimensi bangunan-bangunan hidraulik (termasuk bangunan di sungai), sedemikian hingga kerusakan yang dapat ditimbulkan baik langsung maupun tidak langsung oleh banjir tidak boleh terjadi selama besaran banjir tidak terlampaui (Sri Harto, 1993). Berdasarkan data hujan ada tiga cara perkiraan debit banjir, yaitu menggunakan metode analisis frekuensi, metode hidrograf, dan menggunakan metode empiris.

Penelitian yang dilakukan oleh Sobriyah (2003) mengenai hujan jam-jaman dengan durasi tertentu untuk DAS Bengawan Solo menunjukkan bahwa durasi kejadian hujan yang mengakibatkan banjir pada umumnya empat jam. Distribusi hujan jam-jaman dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rasio Hujan Jam-jaman DAS Bengawan Solo

T (Jam)	Rasio
1	0,387
2	0,323
3	0,187
4	0,103

Sumber: Sobriyah, 2003

Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu (HSS Nakayasu)

Hidrograf aliran pada sungai yang tidak ada atau sedikit sekali dilakukan observasi hidrograf banjir, maka perlu dicari karakteristik atau parameter daerah aliran sungai (DAS) terlebih dahulu, misalnya waktu untuk mencapai puncak hidrograf (*time to peak magnitude*), lebar dasar, luas, kemiringan, panjang alur terpanjang (*length of longest channel*), koefisien limpasan (*runoff coefficient*), dan sebagainya (Lily Montarich, L., 2010). Penyusunan hidrograf aliran dengan metode HSS Nakayasu didasarkan pada rumus-rumus sebagai berikut:

.....	5
dengan:	
Q_p : debit puncak banjir (m^3/dtk),	
A : luas daerah tangkapan air/DTA (km^2),	
R_0 : hujan satuan (mm),	
T_p : tenggang waktu (<i>time lag</i>) dari permulaan hujan sampai dengan puncak banjir (jam),	
$T_{0,3}$: waktu yang diperlukan oleh penurunan debit (jam).	
untuk:	
$L < 15$ km $t_g = 0,21 \cdot L^{0,7}$	6
$L > 15$ km $t_g = 0,4 \cdot 0,058 \cdot L$	7
dengan:	
L : panjang alur sungai (Km),	
t_g : waktu konsentrasi (jam).	
$t_r = 0,5 t_g$ sampai t_g	8
$t_p = t_g + 0,8 t_r$	9
$t_{0,3} = \alpha \cdot t_g$	10
Persamaan Hidrograf Satuan:	
Kurva naik: $0 \leq t < T_p$	
.....	11
Kurva Turun: $T_p < t < (T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$	
$T_p < t < (T_p + T_{0,3})$	
.....	12
$(T_p + T_{0,3}) < t \leq (T_p + 1,5 T_{0,3})$	
.....	13
$t > (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$	
.....	14

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Kecamatan Selogiri yang termasuk dalam wilayah Administratif Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah. Kabupaten Wonogiri secara geografis terletak pada garis lintang $7^{\circ}32'$ sampai $8^{\circ}15'$ Lintang Selatan dan garis bujur $110^{\circ}41'$ sampai $111^{\circ}18'$ Bujur Timur. Waduk Krisak terletak ± 10 Km dari Kota Wonogiri tepatnya di Desa Pare, Kecamatan Selogiri, Kabupaten Wonogiri.

Analisis Debit Banjir Rencana

Curah hujan jam-jaman dapat dihitung dengan mengalikan rasio hujan jam-jaman dengan nilai hujan rencana pada Tabel 2. Hasil analisis curah hujan jam-jaman ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Curah Hujan Jam-jaman

Periode Ulang (th)	Hujan Rencana (mm)	Jam ke-			
		1	2	3	4
T		0,387	0,323	0,187	0,103
2	83,018	36,113	23,660	12,038	11,207
5	101,807	44,286	29,015	14,762	13,744
10	115,231	50,126	32,841	16,709	15,556
25	133,334	58,000	38,000	19,333	18,000
50	147,644	64,225	42,079	21,408	19,932
100	162,677	70,764	46,363	23,588	21,961
1000	219,185	95,345	62,468	31,782	29,590

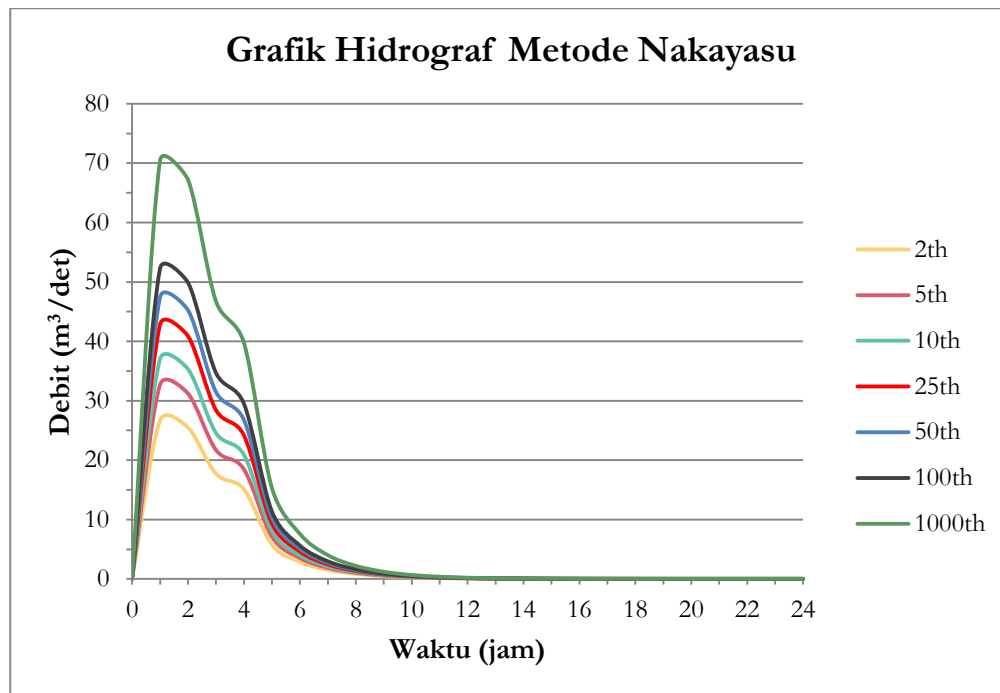
Analisis Hidrograf HSS Nakayasu

Hasil perhitungan unit hidrograf dan hujan efektif diperoleh perhitungan banjir rencana berbagai periode Metode HSS Nakayasu yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hidrograf Satuan Sintetis Metode Nakayasu

t	Q 2th	Q 5th	Q 10th	Q 25th	Q 50th	Q 100th	Q 1000th
0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.0	26.658	32.691	37.002	42.815	47.410	52.237	70.382
2.0	25.463	31.226	35.343	40.895	45.284	49.895	67.227
3.0	17.709	21.718	24.581	28.443	31.496	34.702	46.757
4.0	15.062	18.472	20.907	24.192	26.788	29.516	39.768
5.0	5.812	7.128	8.068	9.335	10.337	11.390	15.346
6.0	2.874	3.524	3.989	4.616	5.111	5.632	7.588
7.0	1.516	1.859	2.104	2.435	2.696	2.971	4.003
8.0	0.830	1.018	1.153	1.334	1.477	1.627	2.192
9.0	0.455	0.558	0.631	0.730	0.809	0.891	1.201
10.0	0.249	0.305	0.346	0.400	0.443	0.488	0.658
11.0	0.136	0.167	0.189	0.219	0.243	0.267	0.360
12.0	0.075	0.092	0.104	0.120	0.133	0.146	0.197
13.0	0.041	0.050	0.057	0.066	0.073	0.080	0.108
14.0	0.022	0.027	0.031	0.036	0.040	0.044	0.059
15.0	0.012	0.015	0.017	0.020	0.022	0.024	0.032
16.0	0.007	0.008	0.009	0.011	0.012	0.013	0.018
17.0	0.004	0.005	0.005	0.006	0.007	0.007	0.010
18.0	0.002	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005
19.0	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003
20.0	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002
21.0	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001
22.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
23.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Hidrograf aliran dalam bentuk grafik ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Hidrograf Satuan Sintetis Metode Nakayasu

Analisis Penelusuran Banjir (*Flood Routing*)

Besarnya hidrograf di setiap titik sungai dapat dihitung dengan menggunakan cara penelusuran banjir. Analisis penelusuran banjir menggunakan aliran masuk (*inflow*) berasal dari debit banjir rencana metode HSS Nakayasu. Waduk Krisak dilengkapi bangunan pelimpah tipe ogee. Debit *outflow* melalui pelimpah (O) tergantung pada lebar bangunan pelimpah (B), tinggi peluapan (H), dan koefisien debit (Cd) dihitung menggunakan persamaan $Q = C_d \cdot B \cdot H^{3/2}$, dimana koefisien debit (C_d) adalah 2,3, B adalah lebar bangunan pelimpah, H adalah tinggi peluapan. Hubungan antara tinggi peluapan (H), tampungan (S) dan *Outflow* (O) seperti ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hubungan Tinggi Peluapan (H), Tampungan (S) dan *Outflow* (O) Melalui Pelimpah

Elevasi Muka Air (m,dpl)	Kedalaman Air di Atas Pelimpah (H) (m)	Storage (S) (m ³)	S/ Δt (m ³ /dt)	Outflow (O) (m ³ /dt)	O/2 (m ³ /dt)	S/ Δt - O/2 (m ³ /dt)	S/ Δt + O/2 (m ³ /dt)
113,50	0,00	0,000		0,000		0,000	0,000
113,75	0,25	112.500	31,250	9,488	4,744	26,506	35,994
114,00	0,50	225.000	62,500	26,835	13,417	49,083	75,917
114,25	0,75	337.500	93,750	49,298	24,649	69,101	118,399
114,50	1,00	450.000	125,000	75,900	37,950	87,050	162,950
114,75	1,25	562.500	156,250	106,073	53,037	103,213	209,287

Hasil penelusuran banjir pada debit Q 1000 tahun ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Penelusuran Banjir pada Debit Q 1000 tahun

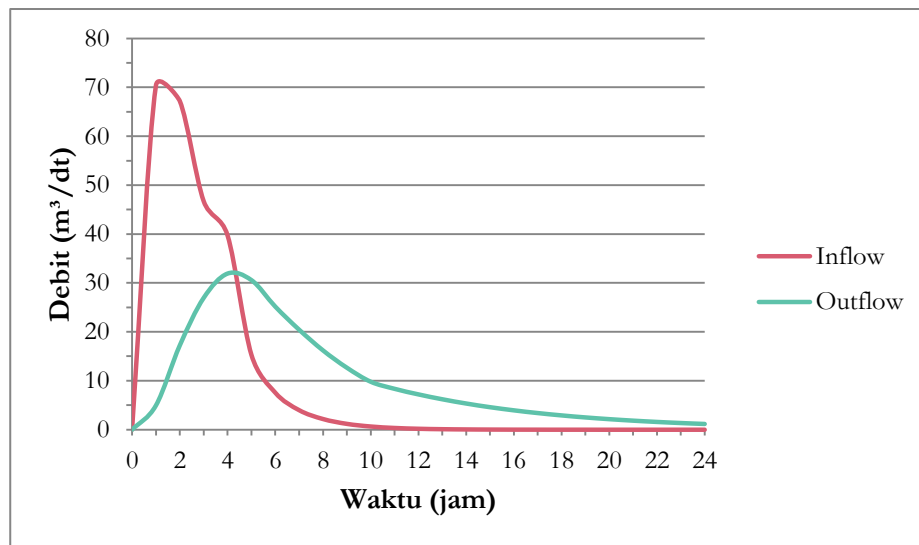
Waktu (t) (jam)	Inflow (I) (m ³ /dt)	(I ₁ + I ₂)/2 (m ³ /dt)	S/ Δt - O/2 (m ³ /dt)	S/ Δt + O/2 (m ³ /dt)	Outflow (O) (m ³ /dt)	Elevasi Muka Air (m,dpl)	Tinggi Peluapan (m)
0.0	0.000				0.000	113.500	0.000
1.0	70.382	35.191	0.000	35.191	4.965	113.631	0.131
2.0	67.227	68.804	30.226	99.030	17.235	113.862	0.362
3.0	46.757	56.992	81.795	138.787	26.947	114.001	0.501
4.0	39.768	43.262	111.840	155.102	31.918	114.057	0.557

5.0	15.346	27.557	123.184	150.741	30.589	114.042	0.542
-----	--------	--------	---------	---------	--------	---------	-------

Tabel 7. Hasil Penelusuran Banjir pada Debit Q 1000 tahun (lanjutan)

Waktu (t) (jam)	Inflow (I) (m ³ /dt)	(I ₁ + I ₂)/2 (m ³ /dt)	S/Δt - O/2 (m ³ /dt)	S/Δt + O/2 (m ³ /dt)	Outflow (O) (m ³ /dt)	Elevasi Muka Air (m.dpl)	Tinggi Peluapan (m)
6.0	7.588	11.467	120.152	131.619	25.178	113.976	0.476
7.0	4.003	5.795	106.441	112.236	20.454	113.908	0.408
8.0	2.192	3.097	91.783	94.880	16.223	113.847	0.347
9.0	1.201	1.697	78.657	80.353	12.683	113.796	0.296
10.0	0.658	0.929	67.671	68.600	9.818	113.755	0.255
11.0	0.360	0.509	58.782	59.291	8.365	113.720	0.220
12.0	0.197	0.279	50.925	51.204	7.224	113.690	0.190
13.0	0.108	0.153	43.980	44.132	6.227	113.664	0.164
14.0	0.059	0.084	37.906	37.989	5.360	113.641	0.141
15.0	0.032	0.046	32.629	32.675	4.610	113.621	0.121
16.0	0.018	0.025	28.065	28.090	3.963	113.604	0.104
17.0	0.010	0.014	24.127	24.141	3.406	113.590	0.090
18.0	0.005	0.008	20.735	20.742	2.927	113.577	0.077
19.0	0.003	0.004	17.816	17.820	2.514	113.566	0.066
20.0	0.002	0.002	15.305	15.308	2.160	113.557	0.057
21.0	0.001	0.001	13.148	13.149	1.855	113.549	0.049
22.0	0.000	0.001	11.294	11.295	1.594	113.542	0.042
23.0	0.000	0.000	9.701	9.701	1.369	113.536	0.036
24.0	0.000	0.000	8.333	8.333	1.176	113.531	0.031

Dalam bentuk grafik debit Inflow dan Outflow ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Debit *Inflow* dan *Outflow* Q 1000 tahun

KESIMPULAN

Mengacu pada tujuan penelitian, hasil analisis dan pembahasan yang telah dikemukakan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil dari analisis debit kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100, dan 1000 tahun frekuensi data hujan berturut-turut adalah sebesar sebagai berikut: 26,658 m³/dt; 32,691 m³/dt; 37,002 m³/dt; 42,815 m³/dt; 47,410 m³/dt; 52,237 m³/dt; 70,382 m³/dt.
2. Tinggi muka air waduk pada debit kala ulang Q rencana hasil penelusuran banjir berturut-turut sebesar: +113,739 m.dpl; +113,787 m.dpl; +113,818 m.dpl; +113,860 m.dpl; +113,895 m.dpl; +113,929 m.dpl; +114,057 m.dpl.
3. Hasil analisis mengenai banjir rencana Waduk Krisak berdasarkan metode *Flood Routing*, maka dapat disimpulkan bahwa pada debit kala ulang 1000 tahun tidak terjadi luapan pada tubuh bendung, dari

hasil analisis diperoleh elevasi muka air pada debit kala ulang 1000 tahun pada +114,054 m.dpl, lebih rendah dibanding elevasi tubuh bendungan +115,50 m.dpl.

DAFTAR PUSTAKA

- Lily Montarcih Limantara, 2010, *Hidrologi Praktis*, Penerbit Lubuk Agung, Bandung.
- Sobriyah., 2003. *Pengembangan Model Perkiraan Banjir Daerah Aliran Sungai Besar dari Sintesa Beberapa Persamaan Terpilih*. Disertasi Doktorat, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta
- Sri Harto Br., 1993. *Analisis Hidrologi*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.