

## PENELUSURAN BANJIR DAN KAPASITAS PELIMPAH SITU LEBAKWANGI, BOGOR JAWA BARAT

**Edy Sriyono**

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Janabadra  
Jl. Tentara Rakyat Mataram No. 57 Yogyakarta 55231, Telp./Fax. (0274) 543676  
E-Mail: edysriyono@gmail.com

### ABSTRACT

*Situ Lebak Wangi condition is currently very deplorable due to sedimentation and landfilling by the community. This is being reinforced by the presence of land grabbing to convert into residential or agricultural area. Because of these conditions, Situ Lebak Wangi Design Review was carried out. Flood routing is necessary in order to plan spillway and reservoir capacity. The purpose of the flood routing is to determine the magnitude of the inflow and outflow as well as being stored in the reservoir. The flood discharge values will become the input to the evaluation of spillway, channel, and volume that can be accommodated in the reservoir.*

*Calculation of flood routing using The Level Pool Routing Formula:  $I - Q = \frac{ds}{dt}$ , where  $I$  is the average inflow ( $m^3/sec$ ),  $Q$  is the average outflow ( $m^3/sec$ ),  $S$  is water storage ( $m^3$ ), and  $T$  is the time interval (hours). The calculation of hydrograph outflow determined by the equation:  $S_{j+1} - S_j = \frac{I_j + I_{j+1}}{2} \Delta t - \frac{Q_j + Q_{j+1}}{2} \Delta t$ .*

*While the spillway calculations using Strickler formula:  $Q = A \cdot K_s \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$ , where  $Q$  is the discharge ( $m^3/sec$ ),  $A$  is the area ( $m^2$ ),  $K_s$  is the Strickler roughness coefficient,  $R$  is the hydraulic radius ( $m$ ), and  $I$  is the slope of the channel.*

*Based on the flood routing results and count spillway capacity at Lebak Wangi, it can be concluded that the discharge of floods the return period 5-years is  $9.30 m^3/sec$ . Once through the reservoir, it will be damped to  $3.0 m^3/sec$ . The return period 50-years discharge is  $15.8 m^3/sec$ . This discharge will be damped in the reservoir to  $5.30 m^3/sec$ . While the upstream spillway capacity is of  $5.5 m^3/sec$ , downstream capacity decreases to  $3.60 m^3/sec$  at  $1.3 m$  water-level height.*

**Keywords:** Flood routing, inflow, outflow, and spillway capacity

### PENDAHULUAN

Situ merupakan daerah cekungan yang dapat menampung air dan bisa juga merupakan bagian dari sungai yang melebar. Selain berfungsi sebagai sumber air, situ juga berfungsi sebagai pengendali banjir, kekeringan serta berfungsi sebagai resapan untuk meningkatkan ketersediaan air tanah. Situ juga memiliki manfaat lain yaitu untuk perikanan, pariwisata dan lain-lain, sehingga keberadaan situ tersebut bila dikelola dengan baik akan dapat memberikan nilai tambah bagi daerah sekitar. Situ Lebak Wangi berada di Desa Pamegarsari RT 02/01, Kecamatan Parung, Kabupaten Bogor, Propinsi Jawa Barat. Kondisi Situ Lebak Wangi saat ini sangat memprihatinkan dimana terjadi pendangkalan akibat sedimentasi, dan penimbunan oleh masyarakat. Hal ini diperparah lagi dengan

adanya penyerobotan atas lahan situ sehingga terjadi alih fungsi menjadi perumahan atau lahan pertanian. Berdasarkan hal-hal tersebut diatas dilaksanakan kegiatan Review Desain Situ Lebak Wangi.

Penelusuran banjir (*flood routing*) adalah prosedur untuk menentukan waktu dan debit aliran (hidrograf aliran) di suatu titik pada aliran berdasarkan hidrograf yang diketahui di sebelah hulu (Triatmodjo, 2009). Penelusuran banjir melalui waduk dimaksudkan untuk menganalisis faktor retensi waduk jika dilewati banjir dengan peluang kejadian tertentu. Penelusuran banjir disini dianalisis jika fasilitas outlet yang ada adalah pelimpah. Perhitungan penelusuran banjir dilakukan karena hidrograf banjir sebelum melimpah spillway mengalir melalui tampungan bendungan, dengan demikian maka puncak banjir akan direduksi oleh fungsi tampungan tersebut.

Penelusuran banjir yang dilakukan ini dibatasi hanya mengenai pengendalian banjir, dan tidak meninjau fungsi-fungsi lain dari situ.

**METODE PENELUSURAN**

**Persamaan PenelusuranBanjir**

Adapun perhitungan penelusuran banjir pada perencanaan ini, digunakan Metode Tinggi Tampungan (Level Pool Routing) dengan rumus (Soemarto, 1987):

$$I - Q = \frac{ds}{dt}$$

Dengan:

- I= rata-rata inflow (m<sup>3</sup>/dt)
- Q= rata-rata outflow (m<sup>3</sup>/dt)
- S= simpanan air (m<sup>3</sup>)
- T=tenggang waktu (jam)

**Penelusuran Waduk**

Out Flow dari pelimpah spillway dihitung berdasarkan rating curve debit yang melimpas diatas mercu. Untuk perhitungan hidrograf outflow dari tampungan air, dapat ditentukan dengan persamaan:

$$S_{j+1} - S_j = \frac{I_j + I_{j+1}}{2} \Delta t - \frac{Q_j + Q_{j+1}}{2} \Delta t \quad (2)$$

Dimana: I<sub>j</sub>, (I<sub>j+1</sub>), Q<sub>j</sub> dan S<sub>j</sub> diketahui tetapi (Q<sub>j+1</sub>) dan (S<sub>j+1</sub>), dengan mengalikan parameter tersebut dengan 2/Δt, maka persamaan diatas menjadi :

$$\frac{2S_{j+1}}{\Delta t} - \frac{2S_j}{\Delta t} = [I_j + I_{j+1}] - [Q_j + Q_{j+1}] \quad (3)$$

Maka persamaan dapat disusun kembali menjadi :

$$S_{j+1} - S_j = \frac{I_j + I_{j+1}}{2} \Delta t - \frac{Q_j + Q_{j+1}}{2} \Delta t \quad (4)$$

**Tinjauan Hidraulika**

Persamaan hidraulik yang dipergunakan untuk perencanaan saluran adalah berdasarkan rumus Manning-Strickler, sebagai berikut (Mawardi, 2007):

$$Q = A \cdot K_s \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

dengan:

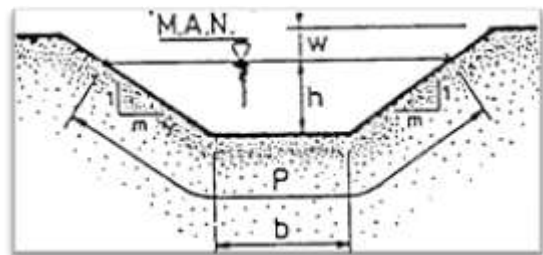
- Q=debit aliran (m<sup>3</sup>/dt)
- K<sub>s</sub>=koefisien Strickler (Tabel 1)
- I=kemiringan dasar saluran
- A=luas tampang basah (m<sup>2</sup>)
- Saluran segi empat A = B.H
- Saluran trapesium A = B.H + m.H<sup>2</sup>
- R = radius hidraulik (m) =  $\frac{A}{P}$

P = keliling basah tampang saluran (m).

Saluran segi empat P = B + 2.H

Saluran trapezium P = B + 2.H. √(1 + m<sup>2</sup>)

Kemiringan dinding saluran, untuk saluran tegak



Gambar 1. Parameter potongan melintang

Tabel 1. Nilai koefisien (angka kekasaran) Strickler

No	Jenis saluran	Nilai K <sub>s</sub>
1.	Saluran tanpa pasangan	
	Q < 1 m <sup>3</sup> /dt	35
	1.0 < Q < 5 m <sup>3</sup> /dt	40
	5,0 < Q < 10 m <sup>3</sup> /dt	42,5
	Q > 10 m <sup>3</sup> /dt	45
2.	Saluran dengan pasangan	
	- Pasangan batu kali satu sisi	42
	- Pasangan batu kali dua sisi (dasar tanah)	45
	- Pasangan batu kali seluruh tampang	50
	Plat beton satu sisi	45
	Plat beton dua sisi (dasar tanah)	50
	Plat beton pada seluruh tampang	70
Pasangan tegak yang diplester	75	

**DATA TERSEDIA**

Bangunan pelimpah (Spillway) Situ Lebak Wangi berupa saluran fungsi ganda,

yaitu irigasi dan sekaligus drainase yang airnya dipakai untuk irigasi dan sisanya disalurkan ke sungai Jeletreng yang merupakan anak sungai dari sungai Cisadane. Saluran tersebut mempunyai lebar 3,0 s/d 5,5 m dengan rata-rata kedalaman adalah 1,30m s/d 1,50m. Bagian hulu mempunyai lebar 5,5 m, sementara kearah hilir mulai menyempit hingga 3,0 m. Kemiringan dasar saluran sangat landai dengan slope rata-rata adalah 0,00073. Talud kanan dan talud kiri berupa pasangan tegak dari pasangan batu kali disiar. Saluran yang dipergunakan sebagai pelimpah tersebut juga berfungsi sebagai drainase buangan air dari perkampungan disekitarnya maupun jalan dan juga untuk irigasi.

Kemampuan pelimpah (spillway) situ Lebak Wangi dalam melimpahkan debit banjir tidak dapat sepenuhnya diandalkan. Hal ini terkait dengan banyaknya faktor yang dapat mengakibatkan saluran spillway tidak mampu menampung debit atau mengalami bottle neck atau bahkan tersumbat sama sekali. Adapun faktor-faktor tersebut antara lain adalah :

- a. Ruas saluran dibagian hilir (setelah 500 m dari situ Lebak Wangi) merupakan saluran tertutup, dimana bagian atasnya didirikan bangunan rumah ataupun ruko. Dengan demikian kondisi saluran yang berada dibawah bangunan tersebut tidak dapat diketahui kondisinya, apakah masih baik ataupun tertutup endapan/sampah. Lebar salurannya juga tidak dapat diidentifikasi, apakah masih lebar atau dipersempit oleh penduduk.
- b. Banyaknya drain inlet kesaluran spillway Lebakwangi juga akan mengurangi kapasitas saluran tersebut.

Pelimpah Situ Lebak Wangi berupa saluran berbentuk empat persegi panjang, dengan talud pasangan batu di sisi kanan dan sisi kirinya. Karena dasar saluran tertimbun sedimentasi, maka nilai  $K_s$  diambil 45. Lebar rata-rata saluran adalah 4,0 m, dengan kedalaman 1,0 m. Sedangkan kemiringan memanjang dasar saluran adalah 0,00073. Saluran tersebut berfungsi juga sebagai saluran irigasi dan saluran drainasi buangan dari kampung maupun jalan.



Gambar 2. Pelimpah Situ Lebak Wangi

**HASIL PENELUSURAN BANJIR**

Hasil penelusuran banjir Situ Lebak Wangi untuk periode ulang 5 tahun dapat

dilihat pada Tabel 2. Sedangkan hasil penelusuran banjir untuk periode ulang 50 tahun dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Hasil penelusuran banjir periode ulang 5 tahun

No.	T (Jam)	I (100th)	$(I_1+I_2)/2$	Vol ( $m^3$ )	$Q_{j+1}+Q_j-S_j$	H	$S_j$	$Q_{j+1}$
1	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0.0
2	0.99	0.59	0.431	308	471	0.01	4	0.0
3	1.98	5.40	4.7	3,355	9,303	0.13	180	0.3
4	2.97	9.30	9.25	6,603	35,673	0.49	981	1.4
5	3.97	6.70	7.05	5,033	58,285	0.77	1,772	2.5
6	4.96	4.20	4.4	3,141	67,620	0.88	2,110	2.9
7	5.95	2.70	2.8	1,999	68,790	0.89	2,152	3.0
8	6.94	1.90	2	1,428	66,510	0.86	2,069	2.9
9	7.93	1.37	1.385	989	62,095	0.81	1,909	2.7
10	8.92	1.00	1.07	764	57,292	0.76	1,736	2.4
11	9.92	0.20	0.26	186	51,033	0.68	1,513	2.1
12	10.91	0.00	0	0	44,153	0.60	1,271	1.8
13	11.90	0.00	0	0	38,221	0.52	1,067	1.5
14	12.89	0.00	0	0	33,234	0.46	899	1.2
15	13.88	0.00	0	0	29,025	0.40	761	1.1
16	14.87	0.00	0	0	25,458	0.36	647	0.9
17	15.86	0.00	0	0	22,422	0.31	552	0.8
18	16.86	0.00	0	0	19,827	0.28	473	0.7
19	17.85	0.00	0	0	17,600	0.25	407	0.6
20	18.84	0.00	0	0	15,680	0.22	351	0.5
21	19.83	0.00	0	0	14,020	0.20	305	0.4
22	20.82	0.00	0	0	12,577	0.18	265	0.4
23	21.81	0.00	0	0	11,319	0.16	232	0.3
24	22.80	0.00	0	0	10,218	0.15	203	0.3
25	23.80	0.00	0	0	9,250	0.13	179	0.2
26	24.79	0.00	0	0	8,398	0.12	158	0.2
27	25.78	0.00	0	0	7,644	0.11	140	0.2
28	26.77	0.00	0	0	6,976	0.10	125	0.2
29	27.76	0.00	0	0	6,381	0.09	111	0.2
30	28.75	0.00	0	0	5,850	0.08	99	0.1
31	29.75	0.00	0	0	5,375	0.08	89	0.1
32	30.74	0.00	0	0	4,949	0.07	80	0.1
33	31.73	0.00	0	0	4,566	0.07	72	0.1

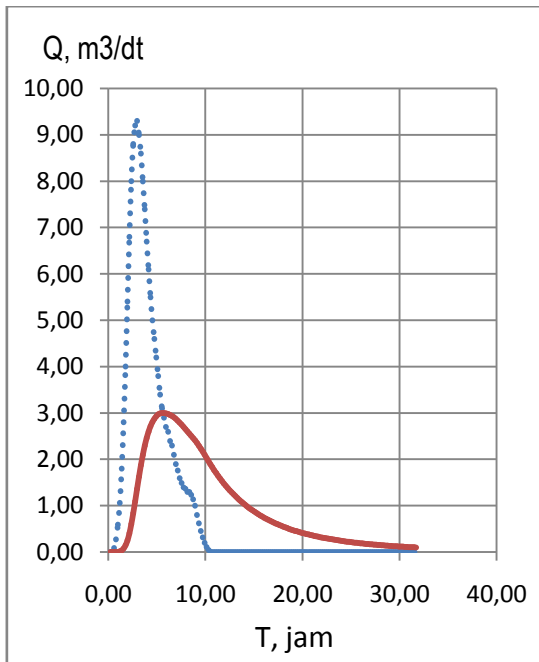
Tabel 3. Hasil penelusuran banjir periode ulang 50 tahun

No.	T (Jam)	I (100th)	$(I_1+I_2)/2$	Vol ( $m^3$ )	$Q_{j+1}+Q_j-S_j$	H	$S_j$	$Q_{j+1}$
1	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0.0
2	0.99	1.40	1.05	750	1,221	0.02	13	0.0
3	1.98	12.20	11	7,853	23,447	0.33	583	0.8
4	2.97	15.20	15.5	11,065	70,639	0.91	2,220	3.1
5	3.97	10.00	10.55	7,531	102,375	1.26	3,390	4.7
6	4.96	6.20	6.55	4,676	112,769	1.37	3,775	5.2

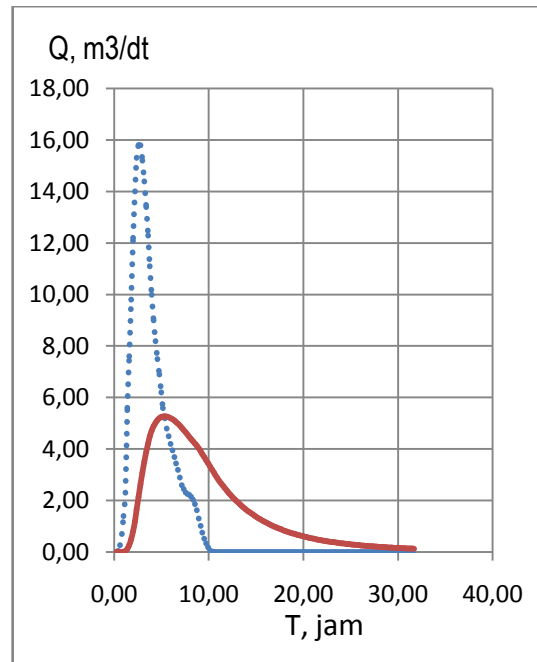
No.	T (Jam)	I (100th)	$(I_1+I_2)/2$	Vol ( $m^3$ )	$Q_{j+1}+Q_j-S_j$	H	$S_j$	$Q_{j+1}$
7	5.95	4.20	4.35	3,105	111,915	1.36	3,744	5.2
8	6.94	2.90	3.05	2,177	106,301	1.30	3,536	4.9
9	7.93	2.23	2.24	1,599	97,930	1.21	3,226	4.5
10	8.92	1.31	1.47	1,049	89,179	1.12	2,902	4.0
11	9.92	0.19	0.265	189	77,900	0.99	2,486	3.5
12	10.91	0.00	0	2	66,480	0.86	2,068	2.9
13	11.90	0.00	0	0	56,862	0.75	1,721	2.4
14	12.89	0.00	0	0	48,850	0.65	1,436	2.0
15	13.88	0.00	0	0	42,157	0.57	1,202	1.7
16	14.87	0.00	0	0	36,545	0.50	1,010	1.4
17	15.86	0.00	0	0	31,821	0.44	852	1.2
18	16.86	0.00	0	0	27,829	0.39	722	1.0
19	17.85	0.00	0	0	24,442	0.34	615	0.9
20	18.84	0.00	0	0	21,554	0.30	525	0.7
21	19.83	0.00	0	0	19,084	0.27	451	0.6
22	20.82	0.00	0	0	16,960	0.24	388	0.5
23	21.81	0.00	0	0	15,128	0.22	336	0.5
24	22.80	0.00	0	0	13,540	0.19	292	0.4
25	23.80	0.00	0	0	12,159	0.17	254	0.4
26	24.79	0.00	0	0	10,954	0.16	222	0.3
27	25.78	0.00	0	0	9,897	0.14	195	0.3
28	26.77	0.00	0	0	8,968	0.13	172	0.2
29	27.76	0.00	0	0	8,149	0.12	152	0.2
30	28.75	0.00	0	0	7,424	0.11	135	0.2
31	29.75	0.00	0	0	6,780	0.10	120	0.2
32	30.74	0.00	0	0	6,206	0.09	107	0.1
33	31.73	0.00	0	0	5,694	0.08	96	0.1

Adapun bentuk hidrograf hasil penelusuran banjir Situ Lebak Wangi untuk periode ulang 5 tahun dapat dilihat pada

Gambar 3. Sedangkan untuk periode ulang 50 tahun dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Hidrograf banjir periode ulang 5 tahun hasil penelusuran



Gambar 4. Hidrograf banjir periode ulang 50 tahun hasil penelusuran

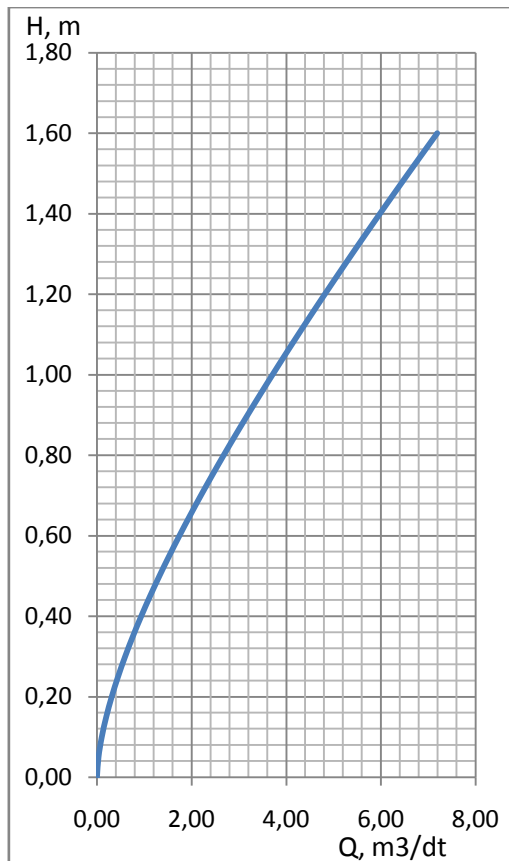
Selain itu berdasarkan persamaan tersebut diatas, dapat dihitung rating curve debit dan tinggi muka air di saluran pelimpah Situ Lebak Wangi seperti tersaji pada Tabel

4 dan Gambar 5. Untuk kedalaman saluran sebesar 1,0 m, berarti kapasitas aliran dari pelimpah Situ Lebak Wangi adalah 3,70 m<sup>3</sup>/dt.

Tabel 4. Rating curve pelimpah Situ Lebak Wangi

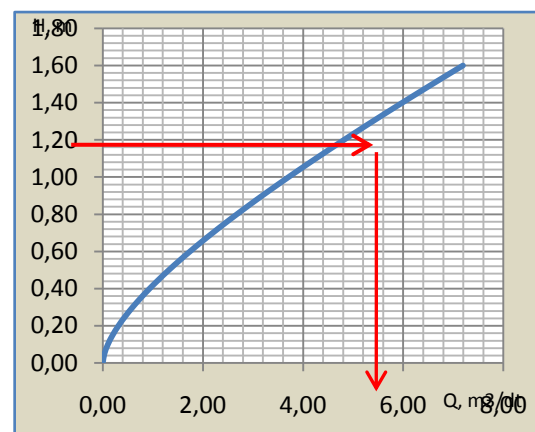
No.	h (m)	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R	V (m/dt)	Q (m <sup>3</sup> /dt)
1	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00
2	0.05	0.20	4.10	0.05	0.16	0.03
3	0.10	0.40	4.20	0.10	0.25	0.10
4	0.15	0.60	4.30	0.14	0.33	0.20
5	0.20	0.80	4.40	0.18	0.39	0.31
6	0.25	1.00	4.50	0.22	0.45	0.45
7	0.30	1.20	4.60	0.26	0.50	0.60
8	0.35	1.40	4.70	0.30	0.54	0.76
9	0.40	1.60	4.80	0.33	0.58	0.93
10	0.45	1.80	4.90	0.37	0.62	1.12
11	0.50	2.00	5.00	0.40	0.66	1.32
12	0.55	2.20	5.10	0.43	0.69	1.53
13	0.60	2.40	5.20	0.46	0.73	1.74
14	0.65	2.60	5.30	0.49	0.76	1.97
15	0.70	2.80	5.40	0.52	0.78	2.20
16	0.75	3.00	5.50	0.55	0.81	2.43
17	0.80	3.20	5.60	0.57	0.84	2.68
18	0.85	3.40	5.70	0.60	0.86	2.93
19	0.90	3.60	5.80	0.62	0.88	3.18

No.	h (m)	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R	V (m/dt)	Q (m <sup>3</sup> /dt)
20	0.95	3.80	5.90	0.64	0.91	3.45
21	1.00	4.00	6.00	0.67	0.93	3.71
22	1.05	4.20	6.10	0.69	0.95	3.98
23	1.10	4.40	6.20	0.71	0.97	4.26
24	1.15	4.60	6.30	0.73	0.99	4.53
25	1.20	4.80	6.40	0.75	1.00	4.82
26	1.25	5.00	6.50	0.77	1.02	5.10
27	1.30	5.20	6.60	0.79	1.04	5.39
28	1.35	5.40	6.70	0.81	1.05	5.69
29	1.40	5.60	6.80	0.82	1.07	5.98
30	1.45	5.80	6.90	0.84	1.08	6.28
31	1.50	6.00	7.00	0.86	1.10	6.58
32	1.55	6.20	7.10	0.87	1.11	6.89
33	1.60	6.40	7.20	0.89	1.12	7.19

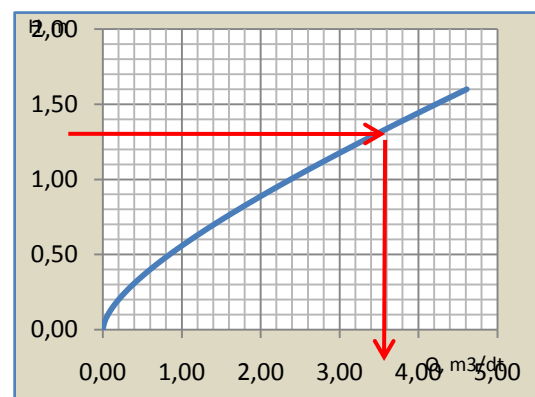


Gambar 5. Grafik hubungan antara tinggi muka air dan debit di pelimpah

Hasil hitungan kapasitas pelimpah pada kondisi  $B = 5,5$  m dan  $I = 0,00073$  dapat dilihat pada Gambar 6. Sedangkan pada kondisi  $B = 5,5$  m dan  $I = 0,0003$  dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6. Kapasitas pelimpah untuk periode ulang 50 tahun dengan  $B = 5,5$  m dan  $I = 0,00073$



Gambar 7. Kapasitas pelimpah untuk periode ulang 50 tahun dengan  $B = 5,5$  m dan  $I = 0,0003$

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelusuran banjir dan hitungan kapasitas pelimpah situ Lebakwangi dapat disimpulkan:

1. Debit banjir periode ulang 5 tahun di Situ Lebak Wangi sebesar  $9,30 \text{ m}^3/\text{det}$ . Setelah melalui situ akan teredam menjadi  $3,0 \text{ m}^3/\text{det}$ , lebih kecil dari kapasitas saluran dalam keadaan normal sebesar  $3,60 \text{ m}^3/\text{det}$ . Jika saluran mengalami sedimentasi, maka kemiringan dasar akan menjadi lebih landai, seperti pada ruas saluran pelimpah bagian hilir. Kemiringan dasar pada ruas tersebut kurang dari 0,0003. Pada keadaan ini kapasitas alirannya menjadi  $2,38 \text{ m}^3/\text{det}$ . Debit 5 tahunan sebesar  $3,00 \text{ m}^3/\text{det}$  ini akan meluap karena kapasitas saluran tidak mampu menampung air.
2. Debit banjir periode ulang 50 tahun di Situ Lebak Wangi adalah sebesar  $15,8 \text{ m}^3/\text{det}$ . Debit sebesar tersebut akan teredam di Situ Lebak Wangi menjadi  $5,30 \text{ m}^3/\text{det}$ . Adapun kapasitas saluran pelimpah bagian hilir adalah  $3,60 \text{ m}^3/\text{det}$ . Dengan demikian air akan meluap melalui tubuh bendungan sebesar kurang lebih  $1,70 \text{ m}^3/\text{det}$ .
3. Kapasitas saluran pelimpah bagian hulu adalah sebesar  $5,5 \text{ m}^3/\text{det}$ , sementara kehilir

kapasitasnya mengecil menjadi  $3,60 \text{ m}^3/\text{det}$ , untuk tinggi air sebesar 1,3m.

## DAFTAR PUSTAKA

- Harto, S., 1993, **Analisis Hidrologi**, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Loebis, J., 1992, **Banjir Rencana Untuk Bangunan Air**, Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Loftin, M. K., 2004, **Standard Handbook For Civil Engineers (Water Resources Engineering)**, McGraw-Hill ([www.digitalengineeringlibrary.com](http://www.digitalengineeringlibrary.com)).
- Mawardi, E., 2007, **Desain Hidraulik Bangunan Irigasi**, Penerbit Alfabeta, Bandung.
- Mawardi, E. dan Memed, M., 2004, **Desain Hidraulik Bendung Tetap untuk Irigasi Teknis**, Penerbit Alfabeta, Bandung.
- Soemarto, C.D., 1987, **Hidrologi Teknik**, Penerbit Usaha Nasional, Surabaya.
- Sosrodarsono, S. dan Takeda, K., 1981, **Bendungan Type Urugan**, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Triatmodjo, B., 2009, **Hidrologi Terapan**, Beta Offset, Yogyakarta.