

ANALISIS EVALUASI DIMENSI BANGUNAN PELIMPAH BANJIR (*SPILLWAY*) SITU SIDOMUKTI

Edy Sriyono

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Janabadra Yogyakarta
Jl. Tentara Rakyat Mataram No. 57 Yogyakarta 55231
E-mail : edysriyono@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of Sidomukti Situ spillway building was to evaluate the dimensions and the capability of spillway building to discharge flood events with a possible maximum flood (PMF) Evaluation was conducted by calculating the flow through the top point of spillway building by using the formula : $Q = m.B.H^{1.5}$, where: Q is the flow through of spillway = PMF discharge (m^3/dt), B is the width of the spillway body's (m), H is the height of water in the pond = high pressure above the spillway (m), and m is the coefficient of spillway. With the above formula, high pressure above the spillway (H) can be calculated, where the value of B is determined. Wide unity discharge planning was formulated : $q = Q/B$, where: Q is the flow through the spillway = 50 annual flood discharge (m^3/dt) and B is the width of the spillway body's(m).Based on the evaluation results obtained in the high-water elevation above spillway building generated when successive return periode for 5, 25, 50, 100, and 1000 years is 1.43 m, 1.56 m, 1.61 m; 1.64 m and 1.75 m, the length of the pool megrim is 16.22 m, 17.29 m, 17.64 m, 17.94 m and 18.76 m respectively.

Keywords: *dimension, spillway, small dam*

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.

Kondisi Situ Sidomukti di Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane saat ini sangat memprihatinkan dimana banyak terjadi pendangkalan akibat sedimentasi, penimbunan oleh masyarakat yang tidak tahu bahkan tidak mengerti akan keberadaan dan fungsi dari situ itu sendiri. Hal ini diperparah lagi dengan adanya penyerobotan atas lahan situ tersebut sehingga terjadi alih fungsi menjadi perumahan atau lahan pertanian, disamping tidak jelasnya pengelola dari situ tersebut.

Bila keadaan ini dibiarkan berlarut-larut kondisi keberadaan situ akan semakin terancam kelestarian dan berakibat pada berkurangnya daya tampung situ, sehingga air yang meresap kedalam tanah lambat laun akan berkurang, suatu saat akan terjadi kritis air/kekeringan pada musim kemarau artinya persediaan air tanah akan semakin berkurang.

Maksud evaluasi Situ Sidomukti ini adalah untuk mengevaluasi kondisi bangunan situ dan menentukan parameter perencanaan rehabilitasi situ, antara lain debit banjir rencana, dan debit andalan. Dalam rangka menetapkan dimensi dan besaran bangunan Situ Sidomukti ini diperlukan analisis hidraulika. Maksud analisis hidraulika terutama untuk mengevaluasi dimensi bangunan pelimpah banjir (*spillway*) Situ Sidomukti.

Adapun tujuan evaluasi bangunan pelimpah banjir (*spillway*) Situ Sidomukti adalah untuk mengevaluasi dimensi bangunan pelimpah banjir (*spillway*) dan untuk mengevaluasi kemampuan bangunan pelimpah banjir (*spillway*) tersebut terhadap

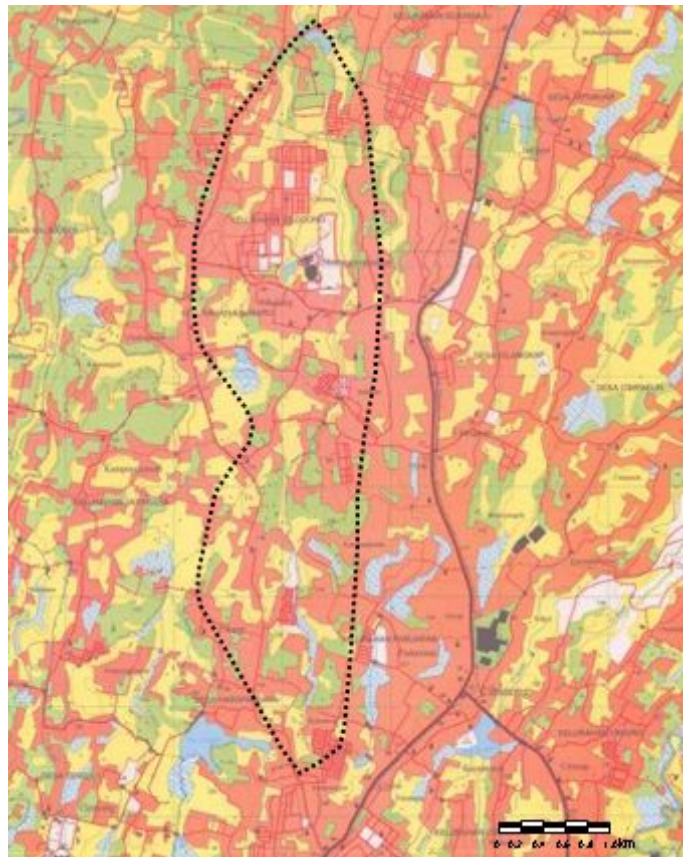
kejadian debit banjir dengan kemungkinan maksimum (PMF).

Lokasi Situ Sidomukti berada di Kelurahan Sukmajaya, Kecamatan Sukmajaya, Kota Depok, Propinsi Jawa Barat.

Peta topografi dapat diperoleh dari Bakosurtanal (Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional). Peta topografi yang diperoleh adalah Peta Rupa Bumi Indonesia dengan skala 1 : 25.000 dalam format cetakan (*hard copy*), dengan nomor lembar Lembar No. 1209 - 421 Cibinong. Dengan

acuan peta ini dilakukan pelacakan terhadap semua Daerah Aliran Sungai (DAS) Situ

Berdasarkan peta topografi 1 : 25.000 tersebut dapat dianalisis luas daerah tangkapan air situ. Batas daerah tangkapan air ditentukan dengan membuat garis yang menghubungkan punggung yang membatasi daerah tangkapan air situ. Selanjutnya dengan mengukur luas areal di dalam batas daerah tangkapan air diperoleh luas daerah tangkapan air situ. Gambar Daerah Tangkapan Air Situ Sidomukti dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Daerah Tangkapan Air Situ Sidomukti.

Berdasarkan pengukuran peta secara planimetris, luas daerah tangkapan air Situ Sidomukti adalah seluas 8,201 km². Data geologi dan tata guna lahan sangat penting sifatnya dalam melakukan analisis terhadap kejadian banjir dan kekeringan. Data geologi diperoleh dari Peta Geologi Lembar Jakarta dan Kepulauan Seribu, Jawa, sedangkan data tata guna lahan diolah dari Peta Rupa Bumi Indonesia. Tata guna lahan pada daerah

tangkapan air Situ Sidomukti sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan hasil analisis intensitas hujan IDF, waktu konsentrasi, luas DAS dan koefisien *run off* gabungan dapat dihitung debit banjir rencana sebagai berikut. Hidrograf hasil analisis debit banjir dengan metoda rasional dapat disajikan dengan pendekatan bentuk segitiga, dengan ordinat adalah debit banjir (m³/dt), absis adalah durasi (jam).

Tabel 1. Luas Daerah Tangkapan Air Situ Menurut Tata Guna Lahan.

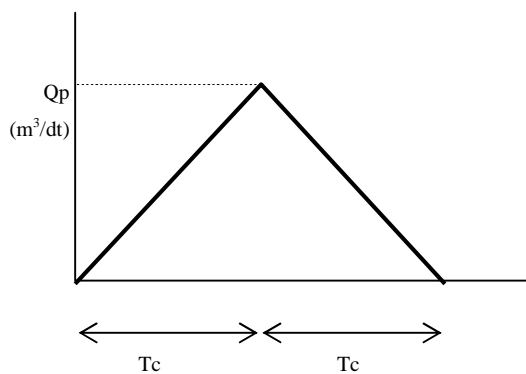
No.	Jenis Penggunaan Lahan	Luas (km ²)	Prosen
1	Pemukiman	4.069	49.59 %
2	Kebun	1.250	15.24 %
3	Tegalan + lahan tidur	2.436	29.69 %
4	Sawah	0.374	4.56 %
5	Situ	0.075	0.91 %
Luas DAS (km ²)		8.2051	100.00 %

Debit puncak terletak pada durasi banjir sama dengan waktu konsentrasi. Waktu dasar sangat dipengaruhi oleh durasi hujan, apabila durasi hujan lebih pendek daripada waktu konsentrasi, maka waktu dasar sama

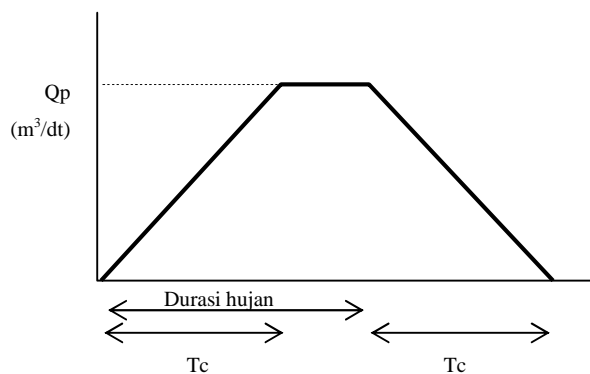
dengan dua kali waktu konsentrasi. Apabila durasi hujan lebih panjang dari waktu konsentrasi maka waktu dasar sama dengan durasi ditambah waktu konsentrasi (Triatmodjo, 2009).

Tabel 2. Debit Banjir Rencana

No	Kala Ulang	P	I (mm/jam)	Q (m ³ /s)
1	2	0.5	18.51	20.72
2	5	0.2	21.23	23.76
3	10	0.1	22.65	25.35
4	25	0.04	24.16	27.05
5	50	0.02	25.14	28.14
6	100	0.01	26.02	29.13
7	1000	0.001	28.48	31.89



a. Durasi hujan < waktu konsentrasi (Tc)



b. Durasi hujan > waktu konsentrasi (Tc)

Gambar 2. Tipikal Hidrograf Metoda Rasional.

Dalam rangka evaluasi terhadap bangunan pelimpah banjir (*spillway*) dilakukan penelusuran (*routing*) hidrograf banjir. Rumus dasar yang digunakan adalah rumus kontinuitas yang mengatakan bahwa

perubahan volume air tampungan pada situ sama dengan selisih antara *inflow* (masukan) dan *outflow* (keluaran) dengan persamaan sebagai berikut ini (Harto, 1993 dan Triatmodjo, 2009).

$$I_t - O_t = S \dots\dots\dots (1)$$

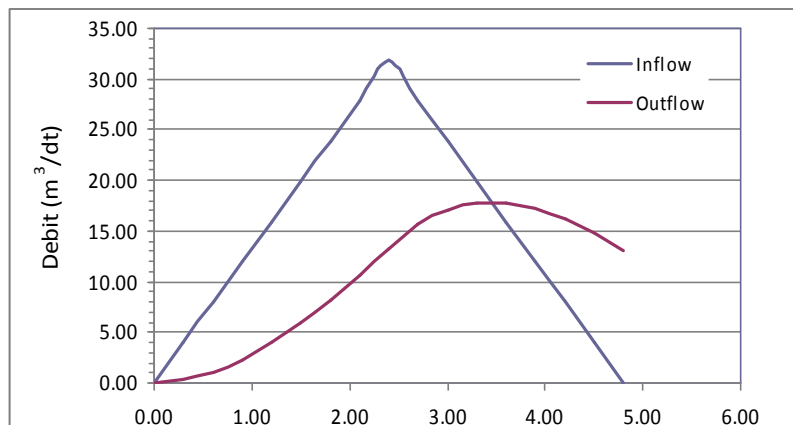
Dimana :

- I = *Inflow* rerata pada periode t
- O = *Outflow* rerata pada periode t
- t = Periode (waktu) sebagai interval untuk diskritisasi hitungan
- S = Perubahan tampungan selama periode t yang sedang ditinjau

Hasil analisis *routing* banjir untuk debit banjir dengan kemungkinan maksimum terjadi (*Probable Maximum Flood/PMF*) Situ Sidomukti dengan metode *Muskingum* dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 3 berikut ini.

Tabel 3. Hasil Analisis *Routing* Waduk PMF.

(Jam)	I	C ₀ I ₂	C ₁ I ₁	C ₂ O ₁	O
0	0				0
0.3	3.98	0.28	0.00	0.00	0.28
0.6	7.96	0.56	0.28	0.24	1.07
0.9	11.94	0.83	0.56	0.92	2.31
1.2	15.92	1.11	0.83	1.99	3.93
1.5	19.90	1.39	1.11	3.38	5.88
1.8	23.88	1.67	1.39	5.06	8.12
2.1	27.86	1.94	1.67	6.98	10.59
2.4	31.84	2.22	1.94	9.12	13.28
2.7	27.86	1.94	2.22	11.43	15.59
3	23.88	1.67	1.94	13.42	17.03
3.3	19.90	1.39	1.67	14.65	17.70
3.6	15.92	1.11	1.39	15.23	17.73
3.9	11.94	0.83	1.11	15.26	17.20
4.2	7.96	0.56	0.83	14.80	16.19
4.5	3.98	0.28	0.56	13.93	14.76
4.8	0.00	0.00	0.28	12.70	12.98



Gambar 3. Hidrograf *Inflow* dan *Outflow* PMF

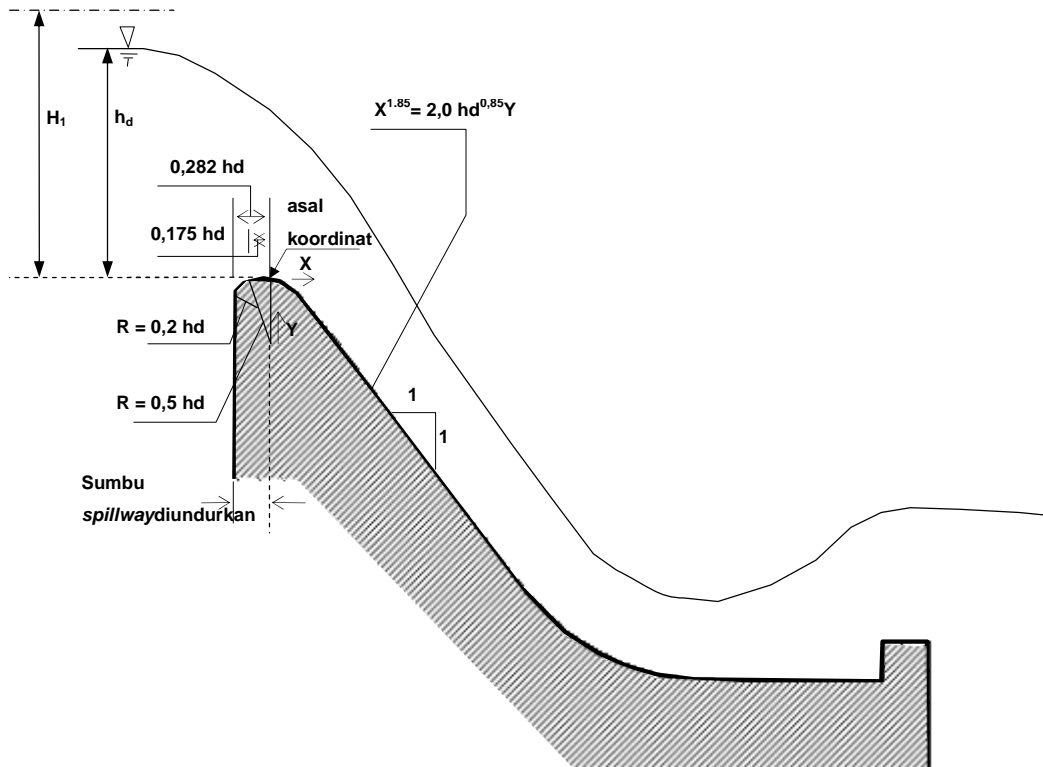
METODE ANALISIS

Dalam rangka menetapkan dimensi dan besaran bangunan Situ Sidomukti ini diperlukan analisis hidraulika. Maksud analisis hidraulika ini terutama untuk mengevaluasi dimensi bangunan pelimpah banjir (*spillway*) Situ Sidomukti.

Evaluasi dimensi, mengevaluasi dimensi bangunan pelimpah banjir (*spillway*)

dimaksudkan untuk mengevaluasi kemampuan bangunan pelimpah banjir (*spillway*) terhadap kejadian debit banjir dengan kemungkinan maksimum. Aliran yang meluap sempurna melalui mercu pelimpah dihitung dengan menggunakan rumus (Loftin, 2004, Mawardi, 2007, Mawardi dan Memed, 2004) :

$$Q = m.B.H^{1.5} \dots\dots\dots (2)$$



Gambar 4. Tipikal Penampang Memanjang Bangunan pelimpah Banjir (*Spillway*).

dengan :

Q = aliran yang melalui mercu = debit PMF (m³/dt)

B = lebar tubuh mercu (m)

H = tinggi air di kolam = tinggi tekanan di atas mercu (m)

m = koefisien *spillway*

Dengan rumus di atas tinggi tekanan di atas mercu (H) dapat dihitung, dimana nilai B ditentukan. Debit desain persatuan lebar dirumuskan:

$$q = Q/B \dots\dots\dots (3)$$

dengan :

Q = aliran yang melalui mercu = debit banjir 50 tahunan (m³/dt)

B = lebar tubuh mercu (m)

Kecepatan awal loncatan ditentukan dengan rumus:

$$V_1 = \sqrt{2g(1/2Hd + Z)} \dots\dots\dots (4)$$

dengan :

V₁ = kecepatan awal loncatan (m/det)

g = percepatan gravitasi (m/det²)

H_d = tinggi energi diatas ambang (m)

Z = tinggi jatuh (m)

Dengan q = V₁. Y₁, dan rumus untuk kedalaman konjugasi dalam loncat air adalah:

$$Y_2 = 0,5.Y_1(\sqrt{1 + 8Fr^2} - 1) \dots\dots\dots (5)$$

dimana: $Fr = \frac{V_1}{\sqrt{g x Y_1}} \dots\dots\dots (6)$

dengan:

Y_2 = kedalaman air di atas ambang ujung (m)

Y_1 = kedalaman air diawal loncat air (m)

Fr = bilangan Froude

V_1 = kecepatan awal loncatan (m/dt)

g = percepatan gravitasi (m/dt²)

Maka panjang kolam olak dihitung berdasarkan rumus berikut :

$$L_j = 5(n + Y_2) \dots\dots\dots (7)$$

dengan:

L_j = panjang kolam (m)

n = tinggi ambang ujung (m),

diambil (0,2 ~ 0,3) Y_2

Y_2 = kedalaman air di atas ambang (m)

b = lebar ambang ujung (m), diambil 2n.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Evaluasi Muka Air Banjir di atas Mercu

Parameter yang digunakan untuk melakukan Evaluasi dimensi *Spillway* adalah sebagai berikut ini:

Debit Banjir *PMF* = 31,88 m³/dt

Lebar pelimpah 1 = 3 meter

Lebar Pelimpah 2 = 5 meter

Koefisien spillway = 1,72

Berdasarkan parameter tersebut diperoleh hasil evaluasi tinggi muka air banjir untuk beberapa besaran debit banjir rencana pada Tabel 4.

Berdasarkan hasil analisis hidraulika didapatkan bahwa untuk *PMF* tinggi air di atas mercu adalah 1.75 m dengan panjang kolam olak maksimum adalah 18.76 m.

Tabel 4. Hasil Evaluasi Muka Air Banjir di atas Mercu

Kala Ulang	Debit Banjir (<i>inflow</i>) (m ³ /dt)	Elevasi muka air di atas mercu
5	23.76	1.43
25	27.04	1.56
50	28.14	1.61
100	29.13	1.65
PMF	31.88	1.75

Hasil Evaluasi Panjang Kolam Olak

Tabel 5. Hasil Evaluasi Panjang Kolam Olak

Parameter	5	25	50	100	1000
Q(m ³ /dt)	23.76	27.04	28.14	29.13	31.88
B (m)	8	8	8	8	8
m (asumsi)	1.72	1.72	1.72	1.72	1.72
H (m)	1.43930224	1.56888882	1.61115419	1.648724281	1.750921138
Z (m)	8	8	8	8	8
q (m ³ /dt/m')	2.97	3.38	3.52	3.64	3.99
V_1 (m/dt)	13.08	13.13	13.14	13.16	13.20
Y_1 (m)	0.23	0.26	0.27	0.28	0.30
Fr	8.76	8.26	8.11	7.99	7.67
Y_2 (m)	2.70	2.88	2.94	2.99	3.13
n (m)	0.54	0.58	0.59	0.60	0.63
L_j (m)	16.22	17.29	17.64	17.94	18.76

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil debit banjir rencana dan debit andalan serta elevasi muka air di atas mercu pada kondisi PMF, hasil analisis ini selanjutnya dipergunakan untuk melakukan analisis perencanaan bangunan *spillway* dan tanggungan situ. Debit banjir rencana Situ Sidomukti untuk kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100 dan 1000 tahun berturut-turut adalah 20,72 m³/dt; 23,76 m³/dt; 25,35 m³/dt; 27,05 m³/dt; 28,14 m³/dt; 29,13 m³/dt dan 31,89 m³/dt. Sedangkan debit andalan untuk Situ Sidomukti didapatkan besarnya berturut-turut untuk Januari-Desember adalah 181,38 m³/dt; 265,32 m³/dt; 78,87 m³/dt; 130,48 m³/dt; 124,60 m³/dt; 63,99 m³/dt; 31,18 m³/dt; 12,82 m³/dt; 13,41 m³/dt; 116,30 m³/dt; 248,85 m³/dt; dan 33,30 m³/dt.

Berdasarkan hasil evaluasi didapatkan tinggi elevasi muka air di atas mercu dihasilkan berturut turut untuk kala ulang 5,

25, 50, 100, dan 1000 tahun adalah 1,43 m ; 1,56 m ; 1,61 m ; 1,64 m ; dan 1,75 m dengan panjang kolam olak berturut-turut adalah 6,22 m; 17,29 m; 17,64 m; 17,94 m; dan 18,76 m.

DAFTAR PUSTAKA

- Harto, S., 1993, **Analisis Hidrologi**, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Loftin, M. K., 2004, **Standard Handbook For Civil Engineers (Water Resources Engineering)**, McGraw-Hill (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.
- Triatmodjo, B., 2009, **Hidrologi Terapan**, Beta Offset, Yogyakarta.

