

## PENELUSURAN BANJIR WADUK DENGAN HYDROGRAF SERI

Aniek Masrevaniah

Jurusan pengairan, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang 65145

HP: 081233151223; email: a.masrevani@yahoo.com

**Ringkasan:** Setiap waduk dilengkapi dengan pelimpah untuk membuang kelebihan air. Kapasitas Maksimum pelimpah dirancang berdasar debit banjir rancangan dan dikontrol dengan PMF (Probable Maximum Flood). Debit banjir merupakan hidrograf tunggal. Kecenderungan hujan terus menerus membuat kekhawatiran terjadi limpasan di atas bendungan (*overtopping*) sehingga air waduk dilepas yang ternyata membawa dampak banjir di hilir. Penelitian ini ditekankan dengan banjir ekstrim berupa debit banjir rancangan yang terjadi secara seri. Debit banjir seri yang berselang waktu 2 jam, menunjukkan bahaya *overtopping*, kenaikan muka air melebihi puncak bendungan.

**Kata kunci:** Penelusuran banjir, hidrograf seri, *overtopping*.

**Abstract:** Each reservoir is equipped by spillway. Spillway is used to drain water surplus. Maximum capacity of spillway is designed according to design flood and it is controlled by Probable Maximum Flood (PMF). Design flood is consist of a single hydrograph. The continuous rain will make the *overtopping* in dam, so the water storage flowed to the downstream will make inundation in the downstream. This paper is focused to extremely flood such as designed flood in series time. The flood series with two hours duration will show the danger of *overtopping* and the water level will overflow the peak of dam.

**Keywords:** flood routing, hydrograph series, *overtopping*

### I. PENDAHULUAN.

Pelimpah merupakan bangunan pelengkap dari suatu bendungan yang berfungsi untuk membuang kelebihan air ke arah hilir. Pelimpah dibuat untuk menghindari ketinggian air yang melampaui tinggi air maksimum yang direncanakan. Pada bendungan tipe urugan (*fill type dam*), pelimpah ini mutlak harus ada agar tidak/jangan sampai terjadi *overtopping*. Karena apabila terjadi *overtopping* akan dapat menimbulkan hancurnya bendungan. (5&7).

Pelimpah membuang semua kelebihan air waduk, pelimpah dirancang dengan kapasitas debit tertentu. Debit yang dimaksud ini adalah debit banjir rancangan, yaitu debit maksimum untuk menentukan perencanaan pelimpah (7). Debit banjir

rancangan tersebut sebagian akan mengalir keluar waduk melalui pelimpah dan sebagian akan menambah tampungan waduk. Untuk bendungan yang berfungsi sebagai pengendali banjir, tampungan banjir dibuat besar, sedang debit limpasan maksimum disesuaikan dengan kapasitas sungai di hilir. Hasil dari rancangan dikontrol dengan debit banjir luar biasa yang besarnya 1,2 x debit banjir rancangan atau dengan PMF (probable maximum flood). Biasanya penentuan debit banjir rancangan tergantung dari (5):

- a. Tinggi bendungan.
- b. Tingkat bahaya (Dimana bendungan dibangun).
- c. Resiko yang diambil.
- d. Referensi dari bangunan yang sama.

Debit banjir rancangan dihitung berdasarkan metode unit hidrograf (4)

dan menghasilkan hidrograf banjir rancangan untuk hujan tunggal.

## II. PROBLEM YANG DIANGKAT.

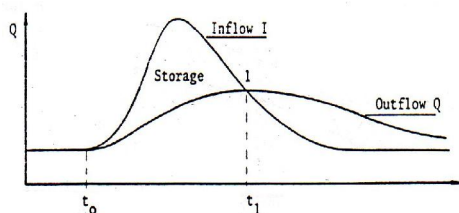
### A. Hidrograf Seri dan Banjir.

Hidrograf Seri dihasilkan dari hujan yang terus menerus secara susul menyusul yang jatuh disuatu daerah aliran sungai (DAS). Fluktuasi debit disungai terus menerus terjadi akibat debit banjir yang susul menyusul. Jika hidrograf banjir tersebut diumpamakan terjadi secara ekstrim yaitu debit banjir rancangan yang susul menyusul sehingga merupakan hidrograf Seri debit banjir rancangan.

Pada musim penghujan di suatu daerah ada kemungkinan terjadi hujan terus menerus selama beberapa hari yang menyebabkan banjir. Jika banjir ini diumpamakan secara ekstrim merupakan hidrograf seri banjir rancangan seperti dikatakan di atas. Dan jika pada DAS tersebut terdapat waduk pengendali banjir, maka perlu diteliti apakah waduk dan pelimpah dapat menanggulangi banjir dalam kondisi yang demikian. Hal ini dikarenakan seperti telah disebutkan di bagian pendahuluan perencanaan pelimpah hanya dilakukan untuk hidrograf tunggal.(5&7)

### B. Penelusuran Banjir.

Penelusuran banjir adalah sebuah cara untuk menentukan modifikasi aliran banjir, berdasar pada konfigurasi gelombang banjir yang bergerak dari suatu tampungan. Penelusuran banjir di



Dua buah waduk, 1) Waduk Rajui berada di sungai Alur Tanjung yang

waduk diperlukan untuk mengetahui debit outflow maksimum dan tinggi air maksimum di atas ambang pelimpah.

Perilaku perubahan elevasi muka air pada proses penelusuran banjir di waduk adalah ketika hidrograf banjir yang terjadi masuk ke tampungan waduk, muka air waduk akan terus mengisi ke kapasitas tampungan sementara (*surcharge storage*) yaitu tampungan yang terletak di atas ambang pelimpah. Aliran keluar melalui pelimpah akan terus mengalami kenaikan sampai elevasi tertentu hingga mencapai elevasi maksimum setara dengan debit outflow maksimumnya, walaupun peningkatan aliran keluar tidak setaraf dengan peningkatan aliran yang masuk. Proses ini akan terjadi sampai puncak banjir tercapai, ketika inflow dan outflow akan menjadi sama. Sesudah itu debit outflow akan berangsur-angsur mengalami pengurangan yang selanjutnya pada waktu tertentu debit outflow lebih besar dari inflow.

Selama proses penelusuran banjir berlangsung, jumlah air yang disimpan sementara di dalam waduk disebut reduksi banjir. Hidrograf outflow dari waduk akan mempunyai puncak terendah tergantung pada ukuran waduk dan besarnya kapasitas banjir yang tersedia. Berikut ini adalah penyajian gambar hidrograf *inflow* dan *outflow* dari hasil penelusuran hidrograf banjir tunggal pada waduk (2):

Gambar 1. Hidrograf *inflow* dan *outflow* dari hasil penelusuran banjir pada waduk

## III. METODOLOGI

terletak di Desa Masjid Tanjung Kecamatan Padang Tiji Kabupaten Pidie

Nanggroe Aceh Darussalam, 2) Waduk Lolak di Sungai Lolak Kabupaten Bolang Mangandau, Sulawesi utara. Penelusuran banjir dilakukan dengan hidrograf seri dengan selang waktu 6 sampai 1 jam. Hidrograf banjir menggunakan metode unit hidrograf Metode Nakayasu. Hujan yang jatuh pertama disusul dengan hujan kedua dengan tinggi dan distribusi hujan yang sama dalam selang waktu yang ditentukan, demikian seterusnya.

Pelimpah kedua bendungan tersebut mempunyai bentuk/Tipe Ogee yang melimpah secara bebas (Overflow Spillway). Persamaan aliran pelimpah menggunakan persamaan aliran pelimpah bebas tipe Ogee ((3&6).

Data Teknis Pelimpah Bendungan Lolak:

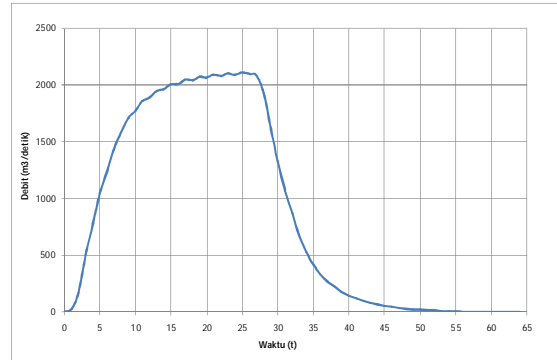
- Lebar pelimpah = 90,0 m
- Debit 1000 th = 608,9 m<sup>3</sup>/det
- PMF = 1493,6 m<sup>3</sup>/det
- MAB = 73,75 m
- Tinggi jagaan = 1,52 m

Data Teknis Pelimpah Bendungan Rajui:

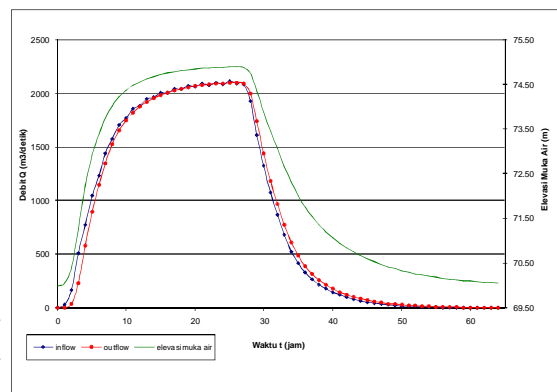
- Lebar pelimpah = 8,0 m
- Debit 1000 th = 50,69 m<sup>3</sup>/det
- PMF = 100,98 m<sup>3</sup>/det
- MAB = 59,68 m
- Tinggi jagaan = 1,25 m

#### IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Hasil penelusuran banjir pada Bendungan Lolak dilakukan dengan debit dengan kala ulang 1000 tahun dengan seri waktu selang 6 jam, 4 jam dan 2 jam. Contoh hidrograf banjir seri dari Bendungan Lolak disajikan pada gambar 2, contoh penelusuran banjir dan muka air waduk Bendungan Lolak disajikan pada gambar 3.



Gambar 2. Hidrograf Seri DAW Lolak Q<sub>1000</sub>th Selisih Waktu Tiap 2 Jam



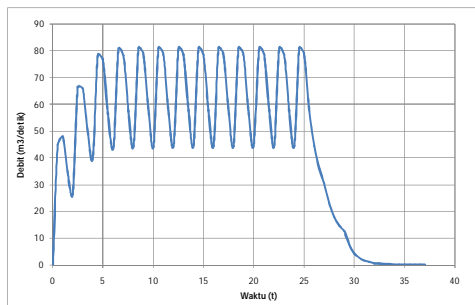
Gambar 3. Penelusuran Banjir Hidrograf Seri Bendungan Lolak Q<sub>1000</sub>th Selisih 2 Jam.

Hasil penelusuran banjir untuk ketiga waduk seri disajikan pada table 1.

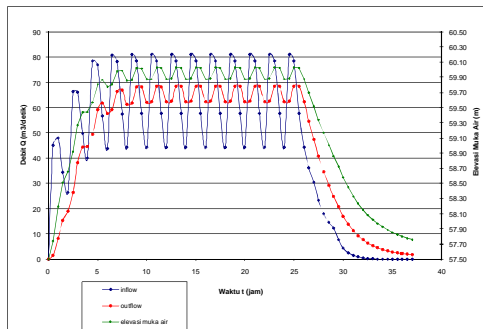
Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Penelusuran Banjir Hidrograf Seri Bendungan Lolak

		BENDUNGAN LOLAK, KAB. BOLAANG MONGONDOW, SULAWESI UTARA				
		Banjir Tunggal		Banjir Seri Q1000th		
		Q PMF	Q1000th	selisih 6 jam	selisih 4 jam	selisih 2 jam
Q max inflow	m <sup>3</sup> /detik	1493.60	608.59	870.50	1149.97	2110.39
Q max outflow	m <sup>3</sup> /detik	1410.99	569.72	848.91	1142.48	2102.78
Reduksi Banjir Maksimum	m <sup>3</sup> /detik	82.60	38.87	21.58	7.49	7.61
	%	5.53	6.39	2.48	0.65	0.36
Tinggi muka air di atas pelimpah	m	3.75	2.05	2.67	3.26	4.90
Elevasi muka air di atas pelimpah	m	73.75	72.05	72.67	73.26	74.90

Hasil penelusuran banjir pada Bendungan Rajui dilakukan dengan debit dengan kala ulang 1000 tahun dengan seri waktu selang 3 jam, 2 jam dan 1 jam. Contoh hirograf banjir seri dari Bendungan Rajui disajikan pada gambar 4, contoh penelusuran banjir dan muka air waduk Bendungan Rajui disajikan pada gambar 5.



Gambar 4. Hidrograf Seri DAW Rajui  $Q_{1000}^{th}$  Selisih Waktu Tiap 2 Jam



Gambar 5. Penelusuran Banjir Hidrograf Seri Bendungan Rajui  $Q_{1000}^{th}$  Selisih 2 Jam.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Penelusuran Banjir Hidrograf Seri Bendungan Rajui.

BENDUNGAN RAJUI, NANGGROE ACEH DARUSSALAM

		Banjir Tunggal		Banjir Seri $Q_{1000}^{th}$		
		Q PMF	$Q_{1000}^{th}$	selisih 3 jam	selisih 2 jam	selisih 1 jam
Q max inflow	$m^3/detik$	100.98	50.69	63.01	81.12	138.76
Q max outflow	$m^3/detik$	54.89	26.35	49.30	68.52	130.83
Reduksi Banjir Maksimum	$m^3/detik$	46.09	24.34	13.70	12.60	7.94
	%	45.65	48.01	21.75	15.53	5.72
Tinggi muka air di atas pelimpah	m	2.18	1.33	2.03	2.53	3.91
Elevasi muka air di atas pelimpah	m	59.68	58.83	59.53	60.03	61.41

Dari hasil penelusuran banjir hidrograf seri kedua waduk tersebut menunjukkan bahwa hujan menerus yang berbahaya terhadap *overtopping* adalah selisih 2 jam. Kondisi banjir demikian memang sangat ekstrim tetapi hujan menerus dengan debit yang lebih kecil bukan merupakan penyebab meluapnya waduk, meski perlu tetap diwaspadai tetapi pelepasan debit yang berlebihan dari waduk-waduk tersebut akan membahayakan sungai di bagian hilir.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN.

### 1. Kesimpulan

Dari kajian penelusuran banjir hidrograf seri ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Hidrograf seri tidak menyebabkan muka air waduk terus menerus naik, tetapi tetap berfluktuasi dan mencapai ketinggian tertentu yang apabila diteruskan akan memberikan ketinggian air maksimum.
- Selisih waktu hujan 2 jam memberikan harga bahaya dan menyebabkan *overtopping* pada kedua contoh waduk. Selisih waktu banjir yang cukup panjang tidak membahayakan waduk sehingga tidak diperlukan melepas air waduk yang menyebabkan banjir di sungai bagian hilir.

### 2. Saran.

- Untuk perencanaan pelimpah bendungan perlu diteliti hidrograf seri yang mungkin terjadi akibat hujan menerus sesuai dengan kondisi DAW yang bersangkutan.

- b. Penelusuran banjir dengan hidrograf seri dapat digunakan untuk merancang tinggi jagaan.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Chow, Ven Te. 1985. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta: Erlangga.
2. Creager, William P., Justin, Joel D., Hinds, Julian, Chand, Nem & Bros. 1995. *Engineering For Dams*. New Delhi: Rorkee.
3. French, Richard H. 1986. *Open Channel Hydraulics*, International Student Edition. Tokyo: Mc Graw Hill.
4. Harto, Sri. 1993. *Analisa Hidrologi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
5. Kumar, Santosh G 2001. *Irrigation engineering and Hydraulic Structures*. New Delhi: Khana Publisher.
6. Novak,P., A.I.B.Moffat,C.Nalluri,R.Narayanan. 1990. *Hydraulic Structures*, First published. London : UNWIN HYMAN.
7. Sosrodarsono, Suyono & Takeda, Kensaku. 1977. *Bendungan Type Urugan*. Jakarta: Pradnya Paramita.